

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ**

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ  
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**К.А.ТЕМИРЯЗОВА НОМИДАГИ ҚХМА - РОССИЯ ДАВЛАТ АГРАР  
УНИВЕРСИТЕТИ**

КАМИЛОВ АСИЛ ИКРАМОВИЧ  
ЖУРАВЛЕВА ЛАРИСА АНАТОЛЬЕВНА  
КАРПОВ МИХАИЛ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ  
ҚУЗИЕВ УЛУГБЕК ТАДЖИЕВИЧ

# **КЕНГ ҚАМРОВЛИ ЁМҒИРЛАТИБ СУҒОРИШ МАШИНАСИНИНГ ЮРИШ ҚИСМЛАРИ**

*Монография*



Тошкент - 2024

Монографияда кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналарини юриш тизимини нам тупроққа таъсир қилишини тадқиқот қилинганидаги материаллар батафсил келтирилган, из чуқурлигини камайтириш усуллари кўриб чиқилган.

Монография на фақат ёмғирлатиб суғориш билан шўғулланаётган фермерларга, балки йирик кластерларга, илмий тадқиқот институт ходимларига, аграр сектор корхоналарига, суғориш техникасини яратиш ишлари билан шуғулланаётган ходимларга, талабалага ва докторантларга суғориш мажмуасини яратиш билан шуғулланаётган ходимларга сезиларли ёрдам бериши мумкун.

#### **Такризчилар:**

**К.А.Шарипов** - Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазири, техника фанлари доктори, профессор.

**И.Бегматов** – “Тошкент ирригатсия ва қишлоқ хўжалигини механизатсиялаш муҳандислари институти” МТУ, қишлоқ хўжалиги фанлари номзоди, профессор.

©. “Тошкент ирригатсия ва қишлоқ хўжалигини механизатсиялаш муҳандислари институти” МТУ (“ТИҚХММИ” МТУ), 2024 й.

## МУНДАРИЖА

Бет.

		<b>Кириш.....</b>	5
<b>1</b>		<b>СУҒОРИЛАДИГАН ЕРЛАР ВА ЁМҒИРЛАТИБ СУҒОРИШ ТЕХНИКАЛАР ҲОЛАТИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ.....</b>	9
<b>2</b>		<b>КЕНГ ҚАМРОВЛИ, АЙЛАНА ШАКЛИ БЎЙИЧА ТАЪСИР ҚИЛАДИГАН ЁМҒИРЛАТИБ СУҒОРИШ МАШИНАЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШНИ ЎЗИГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИ.....</b>	17
	2.1	Сув ўтказувчи қувурлар.....	17
	2.2	Юриш тизими .....	18
	2.3	Ёмғирлатиб суғориш машиналарини юриш тизимини намланган тупроқ билан ўзаро таъсир қилишини ўзига хос хусусиятлари.....	28
	2.4	Ғилдиракни таянч юзаси билан ўзаро таъсир қилишини мавжуд моделлари.....	31
	2.5	Ёмғирлатиб суғориш машиналарини ўтувчанлиги ва уни ошириш йўллари.....	36
<b>3</b>		<b>КЕНГ ҚАМРОВЛИ ЁМҒИРЛАТИБ СУҒОРИШ МАШИНАЛАРИНИ ЮРИШ ТИЗИМИНИ НАМЛАНГАН ТУПРОҚ БИЛАН ЎЗАРО ТАЪСИР ҚИЛИШИНИ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТЛАРИ.....</b>	39
	3.1	Ғилдиракни тупроқ билан ўзаро таъсир қилиш модели.....	39
	3.2	Ёмғирлатиб суғориш машиналарнинг юриш тизимини тупроқ билан ўзаро таъсир қилишини илмий тадқиқотлари.....	43
	3.3	Пневматик ғилдиракли «Кубань-ЛК1», «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД) ва «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарини ҳисоблаш натижалари.....	47

	3.4	Бикр ғилдиракли «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарини ҳисоблаш натижалари.....	49
	3.5	Кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналари из қолдириш чуқурлигини камайтириш.....	53
	3.6	Машинани ҳаракатланишига қаршилиқ қилувчи кучни, юриш тизимига тўғри келадиган юкланишга боғлиқлиги.....	58
<b>4</b>		<b>ЛАБОРАТОРИЯ ВА ДАЛА ТАДҚИҚОТЛАР ЎТКАЗИШНИ ҚИСҚА МЕТОДИКАСИ.....</b>	<b>63</b>
<b>5</b>		<b>ЮРИШ ТИЗИМИНИ ТУПРОҚ БИЛАН ЎЗARO ТАЪСИРИНИ ТАДҚИҚОТ ҚИЛГАНДАГИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ НАТИЖАЛАРИ.....</b>	<b>83</b>
	5.1	Ғилдиракларни из қолдириш чуқурлигига ва ҳаракатланиш қаршилигига шиналардаги ҳаво босимини ва ғилдиракларга тўғри келадиган кучланиш таъсирини тадқиқ қилувчи лаборатория синовлари.....	83
	5.2	Айлана шакли бўйича суғорадиган кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналарни иш жараёни ва из қолдириш қонуниятлари.....	85
	5.3	Кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналар билан суғоришда сувни оқиб кетиш даражасигача суғориш меъёри. Ўтувчанлик кўрсаткичлари.....	91
<b>6</b>		<b>СУҒОРИШ МЕЪЁРИ – ТУПРОҚ - ЁМҒИРЛАТИБ СУҒОРИШ МАШИНАСИ, ТИЗИМИ БЎЙИЧА ПРАМЕТРЛАР ТАНЛАШ.....</b>	<b>95</b>
		<b>ХУЛОСА.....</b>	<b>102</b>
		<b>АБАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....</b>	<b>104</b>
		Иловалар.....	117

## КИРИШ

Суғоришни механизациялашни асосий усули – бу ёмғирлатиб суғориш ҳисобланади. Ҳозирги вақда масалан Россия Федерациясида бу усул билан 4,5 млн. гектар ер суғорилади, шундан 70% майдон кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналар ёрдамида бажарилади [1,2].

Ёмғирлатиб суғориш — қишлоқ хўжалик экинларига сувни 3-\*/ шаклида бериш усули; сунъий ёмғир ҳосил қилишда кўчма ёки кўчмас ёмғирлатиш машиналари ва қурилмалари ишлатилади. Ёмғирлатиб суғориш бўйича тадқиқотлар бир неча мамлакатларда 19 асда ўтказилган, 20 ас бошларидан ишлаб чиқаришда қўлланила бошлади. Кўпгина чет мамлакатларда (АҚШ, Италия, Германия, Венгрия, Болгария, Чехия, Россия ва б.) ёмғирлатиб суғориш кенг миқёсда қўлланилади. Қозоғистонда ва Қирғизистонда экин майдонларининг катта қисми шу усулда суғорилади. Ёмғирлатиб суғориш айниқса намланиш беқарор бўлган майдонларда сабзавот, ем-хашак, ғалла, техника экинлари, мева ва резаворлар етиштиришда кўп қўлланилади. Суғорма деҳқончилик ҳудудида чучук ва қисман минераллашган сизот сувлари ер юзасига яқин жойлашган ўтлоқи ва бўзўтлоқи тупроқларда ҳамда сув ўтказиш қобилияти юқори бўлган тупроқларда ёмғирлатиб суғориш қўлланилади. Эгатлар орқали ёки тупроқ сиртидан суғоришнинг бошқа турларига қараганда ёмғирлатиб суғориш қатор афзалликларга эга: ўсимлик ривожини учун қулай шароит яратади, фақат тупроқ намини оширибгина қолмай, ҳавонинг ер юзасига ёндош қатламида ҳам намликни кўпайтиради, ҳаво ҳароратини пасайтириб, буғланиш ва ўсимлик транспирацияси сарфини камайтиради. Ёмғирлатиб суғориш ўсимликдаги чангни ювиб, уларнинг нафас олишини, органик моддалар тўпланишини кучайтиради, ўсимлик ривожланишини яхшилади, барча физиологик жараёнларни фаоллаштиради. Ёмғирлатиб суғориш релефи мураккаб ҳамда сув ўтказувчанлиги юқори бўлган жинсларда жойлашган ерларда, тупроқ қатлами юпқа жойларда, сувни оқизиб суғориш катта ҳажмдаги тупроқ текислаш ишларини талаб этадиган ёки сув

филтрацияси сарфи катта бўлган далаларда ўсимлик учун қулай намликни сақлашга имконият яратади. Ёмғирлатиб суғоришда муваққат суғориш шохобчаларига эҳтиёж қолмайди, натижада ер майдонида тўлароқ фойдаланилади. Ёмғирлатиб суғоришда оқизиб суғоришга нисбатан сизот сувлари ер юзасига яқин (1-2 м) чуқурликда жойлашган ўтлоқи тупроқларда суғориш меъёри 1,5-2,0 марта, сур турдаги тупроқларда 15-20% га камаяди. Ёмғирлатиб суғориш сувни сарфлашда тежамкорлик таъминлаш билан бирга сув билан бирга ўғит беришга имкон беради, меҳнат унумдорлигини оширади. ДДАЮОМ маркали битта ёмғирлатиш машинаси суткасига 8-10 га ерни суғориб, 12-15 сувчининг ишини бажаради. Ёмғирлатиб суғоришни ғалла-ғўза-беда алмашлаб экиш комплексига кирувчи беда, жўхори, суданўт экилган майдонларда ҳам қўллаш мумкин. Ёмғирлатиб суғориш самараси асосан сув томчиларининг жадаллиги ва ўлчамларига боғлиқ. Томчилар диаметри 1,5-2,0 мм атрофида, ёмғир жадаллиги тупроқнинг сув ўтказиш қобилиятидан кичик бўлганда суғоришда яхши сифатга эришиш мумкин. Муайян шароит учун бу кўрсаткичлар, одатда, тажриба йўли билан аниқланади. Механик таркиби оғир бўлган (мас, типик сур) тупроқ шароитида ёмғир тезлиги дақиқасига 0,1 дан 0,2 мм гача, ўтлоқиаллювиал, ўтлоқиботқоқли тупроқларда 0,25-0,3 мм, ўрта ва енгил тупроқларда 0,3-0,4 мм ни ташкил этади. Суғориладиган майдонда сувнинг бир текис тарқалишини, кўлоб ва оқим ҳосил бўлмаслигини таъминлаш лозим. Ёмғирлатиб суғориш учун дарё, канал ва бошқа сув манбаларидан фойдаланиш мумкин. Сув келтиргич (каналлар, доимий сув қувурлари) ва тарқатгич (очиқ, ёпиқ ва аралаш) тармоқлари орқали суғориладиган майдондаги ёмғирлатиш машиналари ва қурилмаларига берилади. Ёмғирлатиб суғориш усули қўлланилганда сув келтиргич ва тарқатгич тармоқларни жойлаштиришда суғориладиган майдон шакли мумкин қадар тўғри бурчакли бўлиши, унинг кенлиги ёмғирлатиш машинасининг қаноти узунлигидан 2 марта катта бўлиши керак. Ариқ ва сув қувурлари бирига параллел жойлаштирилади.

Ёмғирлатиб суғориш мелиорация жараёни долзарб масала ҳисобланади, чунки кундан-кунга суғориладиган ерлар майдони ошиб бораяпти. Шунини айтиб ўтиш керакки аксарият суғориш техникаси узок вақт олдин яратилган бўлиб замонавий суғориш технологиясини талабларига жавоб бермайди.

Шу муносабат билан икки йўналишда ишлар олиб бориш керак. Эски русумли ёмғирлатиб суғориш техникасини модернизациялаш ва янги технологиялар бўйича лойиҳалаш ҳамда яратиш, эксплуатацион имкониятларни кенгайтириш ва ишлаш самарасини ошириш мақсадида модификациялаш.

Замановий кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш техникасини муҳим рақобатбардош омилларидан бири уларни иш унумини ва ишончилиги, қувват сарфи ва суғориш жараёнини экологик хавфсизлиги ҳисобланади.

Кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш техникасини иш кўрсаткичларини яхшилаш учун машиналарга эксплуатация шароитларига унинг конструктив хусусиятларини таъсирини ҳар томонлама ўрганиш кераклигини тақозо қилади.

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини ишлашини ўзига хос хусусиятлари – унинг таянч юзаси намланган, суғориш меъёри катта бўлганда эса ўта намланган бўлади. Аммо кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш технологиясини юриш тизими намланган юзада ҳаракатланишга кам мосланган ва агар суғориш меъёри оширилса ўтувчанлик қобиляти камайганлиги ҳисобига машинани ишлаш самараси сезиларли камайиши тажриба орқали исботланган. Бунда машина на фақат суғорилган ерда ҳаракатланиши қийинлашади, айрим ҳолларда эса мутлоқ тўхтаб қолади – суғориш мавсумини охирида из қолдириш чуқурлиги қиймати ғилдирак диаметрини учдан бир ўлчамига тенг бўлади, бу эса ўз навбатида мутлоқ тўхташига ва суғориш технологиясини бузилшига олиб келади.

Олимлар томонидан замонавий ғилдиракли машиналарни деформацияланадиган таянч юзаларида ҳаракатланиш назарияси ишлаб чиқилган.

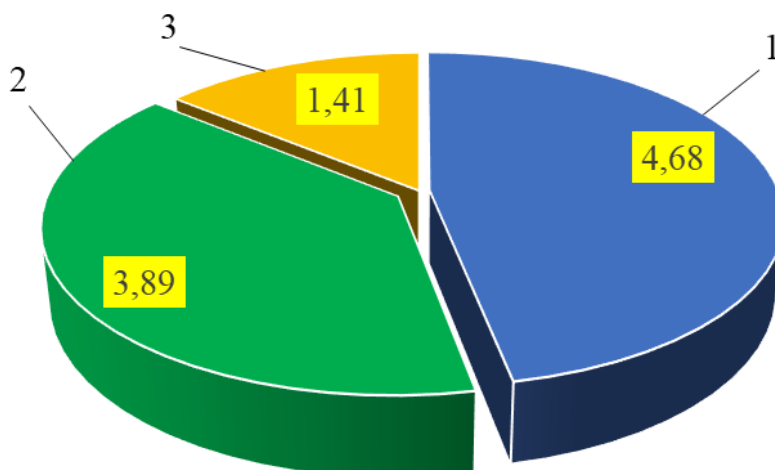
Шу билан бирга кенг қамровли ғилдиракли юриткич билан таъминланган ёмғирлатиб суғориш машиналарини намланган ва ўта намланган тупроқларда

ҳаракатланиши етарли равишда ёритилмаган. Ёмғирлатиб суғориш машиналарини специфик ишлаш шароитига қараб унинг юриш тизимини намланган ва ўта намланган тупрқларда, унинг турига ва механик ҳаракатланишига, ҳамда суғориш меъёрига қараб машинани юриш тизимини намланган ва ўта намланган ерларда ўзаро таъсир қилишини чуқурроқ ўрганиш лозим, чунки машинани ўтувчанлик муаммоси долзарб ҳисобланади.



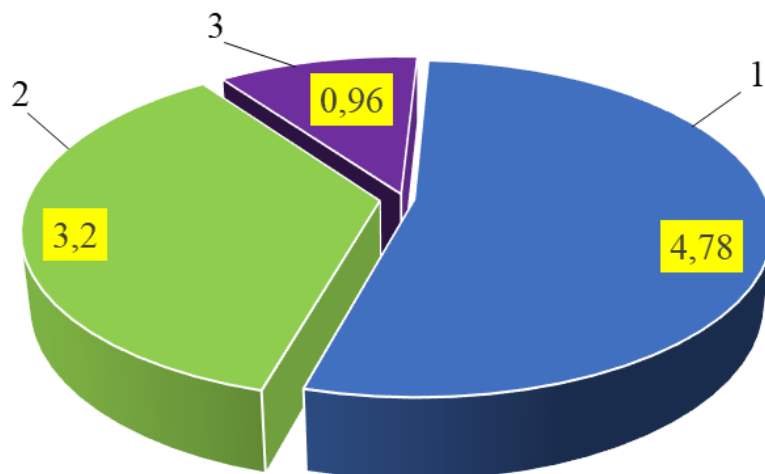
## 1. СУҒОРИЛАДИГАН ЕРЛАР ВА ЁМҒИРЛАТИБ СУҒОРИШ ТЕХНИКАЛАР ҲОЛАТИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

2020 йил мелиорация фонди 9,46 млн. гани ташкил қилади (Россия) ва шундан 4,68 млн. га суғориладиган ерлардир [17,18,19] (1,1-1,2-расмлар).



1-суғориладиган ерлар; 2-ишлаб чиқаришда фойдаланадиган ерлар; 3-2020 йилда суғорилган ерлар.

### 1.1-расм. Суғориладиган ерларда фойдаланиш кўрсаткичи



1-захи қочирилган ерлар; 2-ишлаб чиқаришда фойдаланадиган ерлар; 3- давлат тизими ҳисобидан захи қочирилган ерлар.

### 1.1-расм. Захи қочирилган ерларда фойдаланиш кўрсаткичи

2021 йилда мавжуд суғориш техникалари 1.1-жадвалда келтирилган.

## 1.1-жадвал

№	Номланиши	Техникалар сони	Суғориш майдони (млн. га)
	Суғориш техникалари, шу жумладан:	11826	640
1	Ўмғирлатиб суғориш қурилмалари, шу жумладан русумлари бўйича:	5177	345
1.1	«Фрегат» русумли ўмғирлатиб суғориш машинаси	2772	190
1.2	«Волжанка» русумли кенг қамровли ўмғирлатиб суғориш машинаси	550	30
1.3	«Днепр» русумли кенг қамровли ўмғирлатиб суғориш машинаси	18	2
1.4	ШЭДМ «Кубань» русумли кенг қамровли энергиятежамкор ўмғирлатиб суғориш машинаси	113	10
1.5	ДДА-100М русумли ўмғирлатиб суғориш машинаси	634	60
1.6	ДДН-70, ДДН-100	219	20
1.7	Қисмларга ажратилган қувурли ўмғирлатиб суғориш машинаси	763	30
1.8	ДД-30 қурилмаси ўрнатилган ўмғирлатиб суғориш машинаси	108	3
2	Хориждан келтирилган машина ва қурилмалар, шу жумладан:	3459	
2.1	Кенг қамровли кўп таянчли ўмғирлатиб суғориш машиналари, шу жумладан:	2285	170
	– айлана шакли бўйича	1992	140
	– фронтал йўналиш бўйича	293	30
2.2	Шлангли барабан машиналари	1088	25
2.3	Бошқа ўмғирлатиб суғориш машиналари ва қурилмалари	86	5
3	Томчилатиб суғориш тизимлари	3190	100
4	Насос станциялари	3358	

Ҳозирда ООО «БСГ» («Кубань»), ООО «Мелиоративные машины»

(“КАСКАД”), ООО «Экосфера» (“Орсис”), ООО «Казанский завод оросительной техники» (“Казанка”), ООО «Мелиомаш» (“Ахтуба”) русумли кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш техникасини ишлаб чиқарувчи корхоналар мавжуд, ушбу ёмғирлатиб суғориш машиналардаги юритмалар электр токи ёрдамида амалга оширилади, гидравлик юритмали ёмғирлатиб суғориш машиналарини ишлаб чиқарадиган қуйидаги корхоналар мавжуд: ООО «БСГ» (“Фрегат”), ООО НПО «СЗМ» (“Корвет”) [20].

Суғориш техникаси 2014-2020 йиллар давомида сезиларли равишда янгиланган. Ундан ташқари барча давлат бозорларида Bauer, Reinke, Valley ва бошқа хорижий фирмалардан техника келтирилмоқда [21,23].

Шу билан бирга ерларда аввал ишлаб чиқарилган ёмғирлатиб суғориш техникаси ишлатилиб келинмоқда, уларни ишлаш муддати меъёрдан ошиб кетганлиги сабабли улар паст технологик тавсифнома ҳамда суғориш сифати паст бўлиб қолган.

Кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналар билан суғориш жараёнини таъминлаш учун ушбу машиналарни янги туркуми (авлоди) яратишга илмий асослаш улар замонавий техник ва экологик талабларга тўлиқ жавоб бериши керак.

Суғориш айлана шакли бўйича ҳаракатланиб амалга оширадиган ёмғирлатиб суғорадиган машиналарга бошқа ёмғирлатиб суғориш машиналарга нисбатан қатор афзалликлари мавжуд: суғориш юзаси сифатли ва бир текисда бажарилади, юқори унумли ва суғоришни автоматлаштириш имкониятига эга. Ундан ташқари бу мшиналар турли релеф ва турли тупроқларга мосланувчан бўлади.

Айлана шакли бўйича ҳаракатланадиган ёмғирлатиб суғориш машиналар қатор давлатларда ишлаб чиқарилади, шу жумладан Россия, Европа давлатлари, АҚШ ва бошқалар [24,25]. Қатор давлатлардан суғориш техникасини экспорт қилади, масалан: Valley (США), Zimmatik (США), Reinke (США), Bauer (Австрия) ва бошқалар [19].

Ҳозирги вақтда оммабоп «Valley» компанияси ишлаб чиққан ёмғирлатиб

суғориш машинаси ҳисобланади. Хусусан бу компаниянинг 1060 ва 1076 русумли сув ўтказувчи қувурлари трос билан А-симон таянч аравачаларга осилган ёмғирлатиб суғориш машиналари ҳисобланади. Оралиқ таянчлар сони суғориладиган ерлар майдонига боғлиқ ва кенг диапазонда ўзгаради. Мазкур моделларни асосий камчиликлари – суғориладиган ер майдонини нишаблиги 0,05 дан кўп бўлмаслиги керак.

RG – 70 русумли ёмғирлатиб суғориш машиналари ер нишаблиги 0,2 гача бўлганда ҳам суғорилиши мумкин бўлади. Суғориладиган майдон жуда катта бўлганида 2076 русуми қўлланилади, бунда ёмғирлатиб суғориш машиналари сув ўтказиш қувурлар узунлиги 540 м ва таянч аравачалари сони 20 та гача бўлиши мумкин.

Машиналарни катта нишабликларда ағдарилмасдан ишлаши учун ёмғирлатиб суғориш техникасини сув ўтказиш қувурларини ферма турдаги осмалар билан таъминланади, оралиқ масофа эса 29,6 ва 38,4 м ли қилиб тайёрланади. 1278 русумли ёмғирлатиб суғориш машиналари суғориладиган ерларга машинани юриш тизимини кам босим билан таъсир қилишини таъминлаш ( $p=0,28-0,42$  МПа).

Кичик ва шакли нотўғри бўлган (туртбурчак эмас) майдонларни суғориш учун 1058 русуми битта оралиқда жойлашган ёмғирлатиб суғориш машиналарини ишлаб чиқарилган. Мазкур машинани 4 га ер майдонида ишлаганида ёмғирлатиб суғориш машинаси 7 соатда бир марта айланиб суғоради [8].

Юқорида кўриб чиқилган ёмғирлатиб суғориш машиналари ўзига хос хусусиятлари шундаки, уларни юритмаси гидравлик поршенли бўлиб катта босимни ва тоза сув бўлишини талаб қилади. Ушбу камчиликлар электр юритмали машиналарда кузатилмайди.

Электр юритмали машиналарда кам энергия сарфлаш таъминланади, суғоришни автоматлаштириш имконияти, эксплуатация ишончли ва содда бўлади. Мисол сифатида электр юритмали 2060 ва 2076 русумларини келтириш мумкин. Уларни юритмасини ҳар бир аравадини ўртасига электр двигател,

кардан вал ва редукторлар ўрнатилади [26].

Valmont компаниясини 5071, 5171, 5971 русумлари суғориладиган майдон бурчакларини суғориш учун мўлжалланган бўлиб, махсус қурилмалар билан таъминланган (УПУ), улар тўртбурчак майдонларни суғориш учун қўлланилади [8, 23]. УПУ қурилмаси ёмғирлатиб суғориш аппарати ўрнатилган узайтирилиши мумкин бўлган штангадан иборат, машина майдон бурчагига келганида ва ундан ўтганигача штанга ўз узунлигини ўзгартиради ва майдонни тўлиқ суғорилишини таъминлайди.

Valmont фирмаси ишлаб чиқган электр юритмали 7272 русуми ерларни молхонадан оқиб чиқарилган аралашма билан суғоришга мўлжалланган. Ушбу машиналарни 0,3 нишабликда ишлай олиши учун махсус ускунал билан жихозланган [8].

«EZ-TO» русуми ўзюрар тизимини марказий таянч бўлишлиги билан бўлак машиналардан ажралиб туради [8]. Ундан ташқари машина айланаётганида марказий таянч жойида туради ва унинг ғилдираклари айлана шакли бўйича ҳаракатланади.

Valley компанияси томонидан ишлаб чиқилган ёмғирлатиб суғориш машиналарида турли марказий таянчлар, 43 м дан 66,7 м оралиқ масофа узунликдаги ҳамда диаметри 127, 168, 219, ва 257 мм ли цинкланган пўлат сув ўтказадиган қувурлар ўрнатилади.

Ёмғирлатиб суғориш машиналаридаги сув ўтказадиган қувурлар тез занглатадиган сувлар билан ҳам суғориш мумкинлиги учун PolySpan қатлами билан қопланади [23].

Битта оралиқ масофали Spinner русумли гидравлик юритмали ёмғирлатиб суғориш машиналари 2 % нишабгача бўлган 2 га майдонни суғориш учун хизмат қилади [23].

Таянч аравалари турли вазифаларни бажаради: ўта юқори профилли (клиренс 4,5-5 м), юқори профилли (3,9-4 м), паст профилли (1,85-1,95м) ва стандарт профилли (2,8-3 м) бўлиши мумкин [23].

Электр юритмали ёмғирлатиб суғориш машиналарини ривожланиш

жараёнига Lindsay Manufacturing «Zimmatik» фирмаси катта хисса қўшган [27]. Ушбу фирма томонидан ишлаб чиқарилган машина русумлари қамров кенглиги 800 м гача ва сув ўтказадиган қувурлар диаметри 141, 168 ва 254 мм бўлиши мумкун [27, 28, 29].

Ушбу ёмғирлатиб суғориш машиналарда цинкланган пўлат, алюминий ва зангламайдиган қувурлардан тайёрланади, ундан ташқари ушбу қувурларни икки юзаси полимер устқуймадан иборат.

Майдон катта бўлмаган ва баланд бўйли қишлоқ хўжалик ўсимликларни суғориш Lindsay фирмаси гидравлик юритмали русумлар ишлаб чиққан, бу русумлардаги сувнинг босими 0,3 МПа ни ташкил қилади [28, 29]. Ушбу русумларни оралиқ масофа узунлиги 6,7 ва 13,4 м ва диаметри 141 ва 168 мм ли қувурлардан иборат.

Reinke Manufacturing Company, Inc. АҚШ компанияси томонидан ишлаб чиқилган ёмғирлатиб суғориш машиналари қўзғалмас таянчи ва таянч араваларнинг металл конструкцияси С-симон профиллардан тайёрланган [31]. Ўртача захарли сув ва қишлоқ хўжалик химикатлар учун ушбу машинани қувурлари загламайдиган пўлат, алюминий ва хром никелдан тайёрланган. Қувурларни стандарт вариантлари цинкланган ёки бўялган бўлади.

Ушбу машиналарни сув ўтказиш қувурлари занглашдан сақлаш учун галванизацияланган пўлатдан ҳам тайёрланиши мумкун. Бунда агар суғоришда сувнинг рН кўрсаткичи ўта юқори ёки кам миқдорга эга бўлса ҳамда хлорид ва сульфатлар концентрацияси баланд бўлса сув ўтказиш қувурлар поли-пласт қатлам билан қопланади.

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини ишлаб чиқарадиган BAUER Gesellschaft m.b.H. компанияси номдор ҳисобланади. Ушбу компанияни тавсиялари 1.2-жадвалда келтирилган [32].

## 1.2-жадвал

Секциялар сони	Кўрсаткичлар			
	Сув ўтказиш қувурлар диаметри, мм	Сув сарфи, м <sup>3</sup> /ч	Суғориш майдони, га	Стандарт баландлик, м
8	133	150	60	3,7
14	168; 203	400	150	3,7; 4,2
16	168; 219; 254	600	220	3,7

Электр юритмали кўп таянчли «Vodomatik» русумли ёмғирлатиб суғориш машинаси Irrifrance номли фирма томонидан ишлаб чиқарилган [33].

1.3-жадвалда бўйи баланд ўсимликларни суғоришда қўлланиладиган ёмғирлатиб суғориш машинасини оралиқ масофа ва қувур диаметри орасидаги ўзаро нисбат келтирилган.

## 1.3-жадвал

Кўрсаткич	Асосий таянчлар орасидаги масофа				Оралиқ масофа			
	127	168	193	245	141	168	193	245
Қувур диаметри, мм	127 141	168	193	245	141	168	193	245
Кенглиги, м	47,5 54,2 61,0	47,7 54,3	61,0 47,7	54,3 40,9	47,7 54,5 61,2	47,9 54,5	61,2 47,9	54,5 41,0

Айлана шакли бўйича таъсир қиладиган гидравлик юритмали «Фрегат» русумли кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналари («Valley» фирмасини 1060 ва 1076 русумлар аналогини) 1971 йиллада бошлаб Valmont Industries лицензияси бўйича Россияда ишлаб чиқарилган [23]. Аммо тупроқ тавсифи ва ишлаш шароити бўйича мазкур машиналарни ишлатиш қамрови катта эмас.

«Кубань-ЛК1» ва «Фрегат-Н» машиналари ВНПО «Радуга» ва СКБ ДМ «Дождь» фирмалари томонидан лойиҳаланган.

«Кубань-ЛК1» машинада суғориш қуйидаги қияликларда амалга оширилади [26]:

– 0,01 гача (текис релеф);

– 0,02 дан 0,05 гача (юқори қиялик);

– 0,05 дан 0,07 гача (катта қиялик).

Келтирилган машиналар русумлари 132 дан кўпроқ модификацияларга эга, ўрнатилган сув ўтказиш қувурлар ўлчами 203x2,65 мм, 168x2,65 мм ни ташкил қилади, ундаги консоллар ўлчами эса 152,4x1,9 мм, 102x2,5 мм ни ташкил қилади. Ушбу модификациялар узунлиги 614 м гача бўлиши мумкун. Қўзғалмас таянчдан кейин бош ферма жойлашади, кейин оралик ферма, кейин консол олди ферма охирида эса консол фермалар жойлашган [26].

Машина майдони 118,4 га гача бўлган далаларни суғорилишини таъминлайди, бунда суғориш меъёри 890 м<sup>3</sup>/га ни ташкил қилиши мумкун, машина 9,6 кВт электр энергия талаб қилиб сув сарфи 90 л/с гача етади [34].

Айлана шакл бўйича таъсир қиладиган усулдаги 199 м ва сув сарфи 19,7 л/с бўлган «Фрегат-Н» русумли ёмғирлатиб суғориш машинаси киришда сув босими пас бўлганида (0,37 МПа) қўлланилади.

Украинада ишлаб чиқилган «Фрегат» ДМФ-К ёмғирлатиб суғориш машинасида тросли бошқариш тизими ўрнатилган. Ушбу машина дала майдони 246,8 га гача бўлганда қўлланилади [36].

Барча хорижий давлатлардаги корхоналар айлана шакли бўйича таъсир қиладиган ёмғирлатиб суғориш майдонларини лойиҳалашда ва ишлаб чиқаришда турли ўзинликларни ва тупроқ шароити талабларига максимал жавоб берадиган қилиб тайёрланади. Чунки машинани берилган габарит ўлчамлари сув сарфи, ёмғир интенсивлиги ва бошқа кўрсаткичлари асосан эксплуатация қилиш шароитлари ва вазифасига қараб белгиланади, яъни экилган ўсимликга боғлиқ ва бу асосий мезон бўлиб, суғориш меъёрини ва тупроқ тавсифи, иқлим, релеф ва бошқаларга боғлиқ бўлади.

Машина лойиҳалаётганда ва модификациясини танлашда конструктив параметрларига ўзгартириш назарда тутилади шу жумладан масалан сув ўтказиш қувурни диаметри, оралик масофа узунлиги, ёмғирлатиш қурилмаларини жойлаштириш, юриш қисмини тури каби кўрсаткичлари.



## 2. КЕНГ ҚАМРОВЛИ, АЙЛАНА ШАКЛИ БЎЙИЧА ТАЪСИР ҚИЛАДИГАН ЁМЎИРЛАТИБ СУҒОРИШ МАШИНАЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШНИ ЎЗИГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИ.

### 2.1. Сув ўтказиш қувурлар.

Суғориш техникасини ишлаб чиқадиган аксарият хорижий корхоналар ёмғирлатиб суғориш машинасида қўлланиладиган фермалар конструкциясидаги (2.1-расм) сув ўтказиш қувурлари маҳкамлаш учун бир хил конструкция қўлланилади [23, 28, 31, 32, 37].

Суғориш техникасига ўрнатилган сув ўтказиш қувурлар диаметрлари 150-250 мм ни ташкил қилади [26].



«Valley»



Zimmatik



BAUER



Reinke

### 2.1-расм. Фермалар конструкцияси

ДМФ – К- А модификацияларида диаметри 168 мм бўлган сув ўтказувчи қувурлар қўлланилади, мазкур модификацияни оралиқ масофаси узунлиги 59,5 м ни ташкил қилади. ДМФ-К-Б машина модификациясидан эса кўзгалмас таянч

олдида жойлашган бошланғич қувурларни диаметри 219 мм ни, кейинги уч оралик масофадаги қувурлар диаметри 165 мм ни ташкил қилади. Бунда оралик масофа узунлиги мос равишда ўзгаради ва 59,5 м ни ташкил қилади [26].

Турли модели ёмғирлатиб суғориш машиналарида турли марказий таянчлар ўрнатилади.

## 2.1-жадвал

### Ёмғирлатиб суғориш машиналарига марказий таянч танлаш

	9500 серияли	7500 серияли	9504P тўрт ғилдиракли	9503MP уч ғилдиракли	9502MP икки ғилдиракли	7500MP
Баландлиги, м	3,9; 4,8; 7,2	3,9	4,4	4,1	3,9	3,9
Эгаллаган майдони	стандарт	ихчам				
Айлана тизим оёқларини ўлчамлари, см	10,2 x 10,2 x 0,64	10,2 x 10,2 x 0,64	10,2 x 10,2 x 0,64	16,8	10,2 x 7,6 x 0,64	7,6 x 7,6 x 0,48
Механизмнинг тах узунлиги, м	чекланмаган	265,2	411,5	411,5	201,2	265,2
Таянчнинг диаметри, мм	141, 168, 203, 254	127	141, 168, 203, 254	141, 168, 203	168	127
Оралик масофалари бир-бирига тўғри келадиган	9500 серияси билан	фақат 7500 серияси билан	9500 серияси билан	9500 серияси билан	9500 серияси билан	7500 серияси билан
Коллектор халқаси	ташқи	ташқи				
Афзалликлари	Марказий таянч иситиш усули ёрдамида цинклантириб диаметри 0,95 см бўлган пўлат оёқчалардан иборат ва юқори қувватли траверс ўрнатилиб, улар энг узун тизими ҳам мустаҳкам асос билан таъминланади.					

## 2.2. Юриш тизими

Кўп таянчли ёмғирлатиб суғориш машиналари ўз таянч араваларини тупроқ билан ўзаро таъсири натижасида ҳаракатланади. Ёмғирлатиб суғориш машиналар ғилдиракларини тупроқ билан ўзаро таъсир қилишида тупроқ ҳам намлатиш юзаси ва шу билан бирга кўтариб туриш асоси вазифасини бажаради.

Тупроқни кўтариб туриш, таянч ва тортиш-тишлашиш хусусиятларига тупроқни физик хусусиятлари энг кўп таъсир қилади, шу жумладан механик таркиби, намлиги, сувни шимиш қобилияти ва бошқа хусусиятлари.

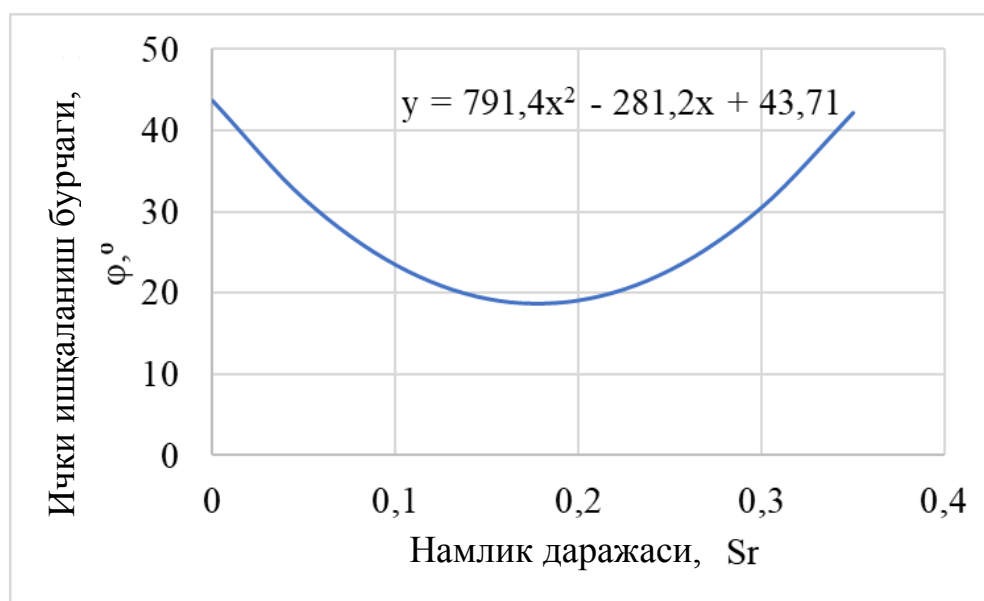
Тупроқни бир неча асосий кўрсаткичларидан кўтариб туриш асосини механик тавсифномасига энг катта таъсир қилувчи кўрсаткич –бу тупроқни намлиги ҳисобланади.

Абсолют ва нисбий намликлар мавжуд: абсолют намлик бу қуруқ тупроқга нисбатан сувнинг фоиз бўйича миқдори, бу фоиз тупроқнинг энг паст намлик сифими даражасига етарли бўлиши керак [40].

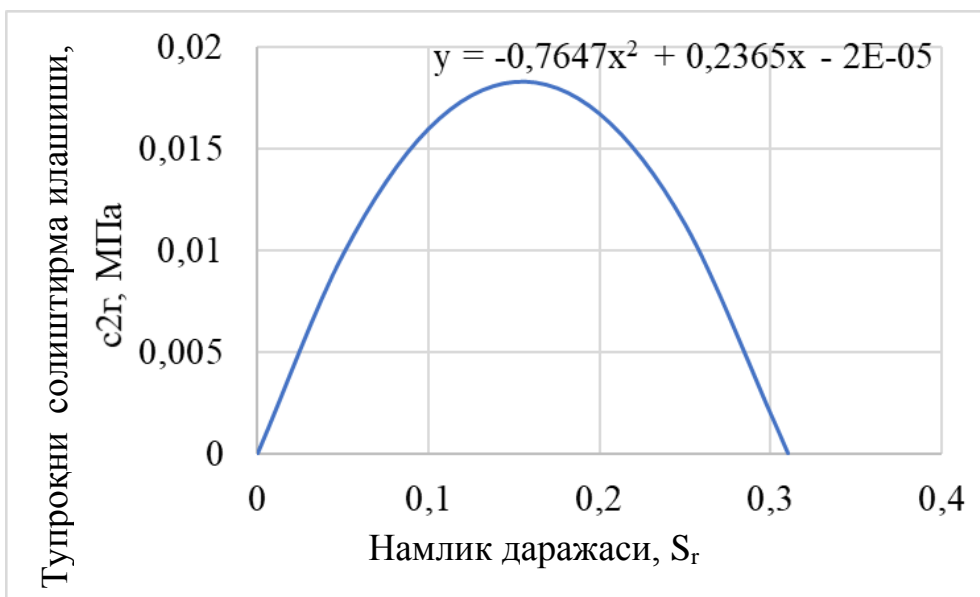
Тупроқни ички ишқаланиш бурчаги  $\varphi$  ва солиштирма қаршилиги  $S_{2r}$  лар тупроқнинг қаттиқлиги ва турғунлигини баҳолаш учун зарур ва тупроқни асосий физик-механик тавсифномаси ҳисобланади.

Намлик ерларнинг қаттиқлигига таъсир қиладиган асосий кўрсаткичлардан бири ҳисобланади. Аксарият ҳолларда намликни таъсири тадқиқот қилинганда адекват хулосалар олинган [41]. Айрим ҳолларда тупроқнинг ҳосил бўлишини ўзига хос хусусиятларига қараб фарқланишини аниқлаш мумкун.

2.2 ва 2.3-расмларда тупроқни ички ишқаланиши ва солиштирма илашишини намлик ифодасига боғлиқлиги келтирилган [41].



2.2-расм. Намлик даражасини ички ишқаланиш бурчагига таъсири



### 2.3-расм. Намлик даражасини тупроқнинг солиштирма илашишига таъсири

Келтирилган графиклардан кўриниб турибдики тупроқни намлиги бир оз ошса, унинг ички ишқаланиш  $40^\circ$  дан  $25^\circ$  гача камаяди, илашиш хусусияти эса 0 дан 17 кПа гача ошади. Тупроқ намлигини янада оширилиши ички ишқаланишни  $30^\circ$  гача ошишига, илашишни эса нолгача пасайишига олиб келади. Катта суғориш нормали майдонларни 0,2-0,3 м чуқурликгача суғорилганида тупроқ оқувчанлик чегарасигача намланади. Натижада ғилдирак остида тупроқнинг қатлами оқа бошлайди ва тупроқ зичланмай турли томонларга сиқиб чиқарилади.

Суғориш меъёри 200 дан 400 м<sup>3</sup>/га га оширилганида из чуқурлиги кескин ошади [8, 42].

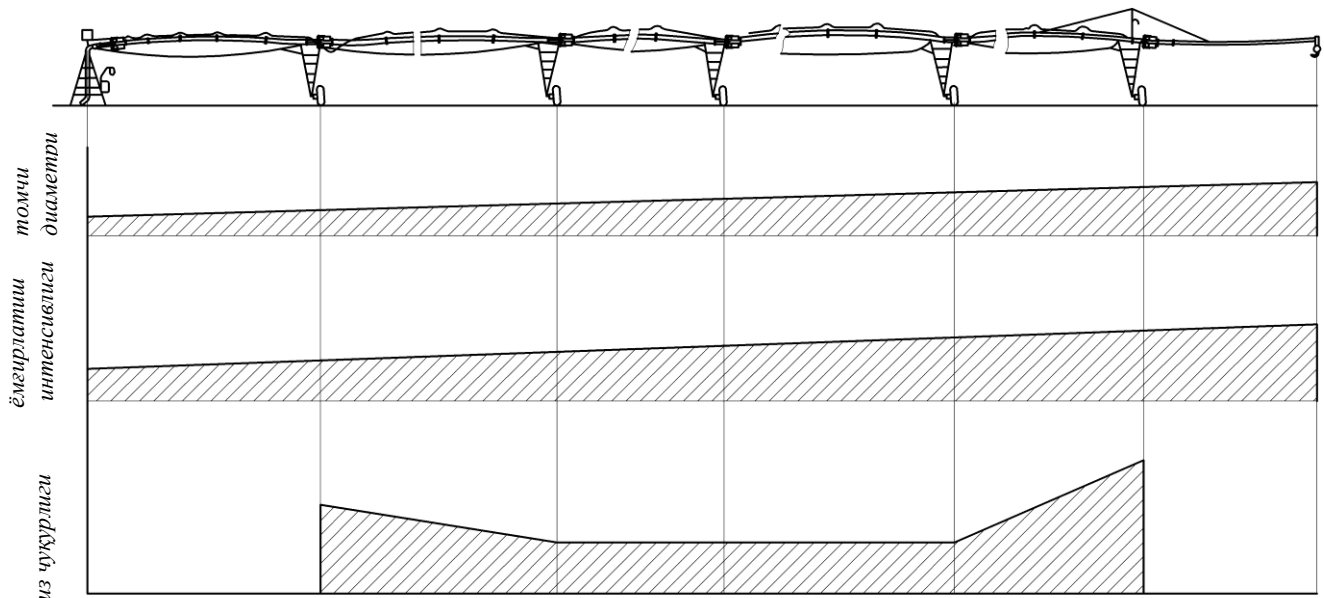
Ёмғирлатиб суғориш машинани ҳаракатланиш зонасида эркин оқувчи сув пайдо бўлса унинг ғилдираги қолдирган издан оқиши кузатилади. Бу оқим қиймати ошган сари ғилдирак қолдирган из чуқурлиги ошади ва ёмғирлатиб суғориш машинасининг юриш тизимини илашиш хусусияти ёмонлашади.

Гидравлик юритмали «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарида бу жараён интенсив равишда амалга ошади, чунки асосий суғориш тизимидаги қатламдан ташқари гидравлик тизимдан тўкилаётган сув қатлами ҳам қўшилади. Бунда қолдирилган из чуқурлиги 0,12 м гача ошади,

гидравлик тизимдан қўшилаётган сув қатлами яна 6 мм га ошади ( $60 \text{ м}^3/\text{га}$ ) [8, 42, 43].

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини сувни шиммайдиган ва турли таркибли ҳамда баланд паст тупроқларда ёки катта суғориш меъёри билан фойдаланилганда бу ҳол янада ёмонлашади, чунки ушбу шароитларда сув баланд суғориш юзасидан оқмайди ва ер томонидан шимилмасдан бир жойда туриб қолади.

Қўзғалмас таянчдан суғориш масофаси узайганида сув сарфи ва оқим миқдори ошиб боради, бу эса ўз навбатида тупроқдаги ғилдирак изини ошишига олиб келади 2.4-расм.



**2.4 –расм. Айлана шакли бўйича таъсир қиладиган ёмғирлатиб суғориш машинани узунлиги бўйича томчиларини диаметри, ёмғир интенсивлиги ва қолдирилган из чуқурлигини ўзгариши**

Аксарият хорижий фирмалари ишлаб чиқарадиган ёмғирлатиб суғориш машиналарини таянч-тортиш-илашиш хусусиятларини ошириш мақсадида паст босимли пневматик шиналар, кенгайтирилган бикр ғилдираклар, жуфтланган ғилдираклар ёки уч ғилдиракли юриш тизимлари, занжир тасмали ва қадамли юритмалар ўрнатадилар, 2.5-2.10-расмлар [26].





**2.5 – расм. «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машинасини пневматик ғилдираклари**



**2.6 – расм. Ғилдиракларга ўрнатилган занжир тасмали бандаж варианты**



**2.7 – Valmont Industries «Valley» русумли ёмғирлатиб суғориш машинани 2 ва 3 ғилдиракли тизимлари**





**2.8 – Valmont Industries «Valley» фирмасини ёмғирлатиб суғориш  
машинасини занжир тасмали аравачаси**



**2.9 – расм. Lindsay Manufacturing фирмасини ботқоқликда ҳаракатланишга  
мослаштирилган юриш тизими**



**2.10 – Reinke фирмасини уч ғилдиракли юриш тизими**

Юриш тизимини ҳар хил турларига қарамасдан аксарият ёмғирлатиб суғориш машиналари ғилдиракли тизимдан иборат [42]. Занжир тасмали ва қадамлаб ҳаракатланувчи юриш тизимларида таянч-тортиш-илашиш хусусиятлари сезиларли ошади, аммо бундай юриш тизимларида қуйидаги камчиликлар мавжуд: қимматлилиги, хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш қийинлиги, конструктив мураккаблиги.

«Радуга» фирмаси ишлаб чиқган ёмғирлатиб суғориш машиналарида занжир тасмали юриткичлар ўрнатилади [8, 42, 44]. Ушбу конструкция кенг тарқалмади, чунки занжир тасмали юритма катта қаршилиққа эга бўлиб ишончлилиги паст.

Саратов шаҳри институтида ишлаб чиқилган «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машинасини қадамлаб юрувчи юриткичлари билан таъминланган [42]. Юқорида кўрсатилган камчиликлар ҳамда мураккаб конструкция сабабли бу русумли машиналар ҳам ишлаб чиқаришга жорий қилинмаган.

ВолгГТУ да турли русумдаги қадамлаб юрувчи юриткичлар тайёрланиб синалган. Ушбу ишланмаларни қўлланиши фақат юмшоқ ерларда мумкун бўлади [45].

Бир неча хорижий фирмалар ўзлари яратган ёмғирлатиб суғориш машиналарига ўтувчанлигини ошириш мақсадида кенгайтирилган губчакли биқр ғилдираклар ўрнатилган. Шу жумладан Valmont фирмаси таёорлаган 1200, 1176, 1658 ва бошқа русумларни айтиб ўтиш мумкун [23].

АҚШ нинг аксарият компаниялари ёмғирлатиб суғориш машиналарининг юриш тизимларида қуйидаги русумли (ўлчамли) шиналар ўрнатилган: 10-20; 11-24,5; 11,2-24; 12,4-24; 14,9-24; 16-20 [23, 29, 32].

«Valley» ва «Zimmatik» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналаринг юриш тизимига ўрнатилган 11,2-24; 14,9-24 ва 16-20 ўлчамли шиналарда кенг протекторларининг маркази очиқ тасвирили бўлиб, уларни тупроқ билан тишлашадиган элементлари 30° ва 45° бурчак остида тайёрланган.





**2.11 – расм. Ёмғирлатиб суғориш машиналарини юриш тизимига ўрнатиладиган бикр ғилдираклари**

Бикр ғилдиракларга нисбатан пневматик шиналар қуйидаги афзалликларга эга: ейилишга юқори чидамли, зарбларга қаршилиги юқори, орқага ўз-ўзидан силжиб кетишига турғун ҳамда сирпаниб кетмаслиги каби кўрсаткичлар [28].

BAUER фирмаси ўзи ишлаб чиқарадиган ёмғирлатиб суғориш машиналарига қуйидаги ўлчамли шиналар ўрнатилган: 14,9-24; 16-20 и 12,4-38.

Нормал ишлаш шароитида ушбу машиналардаги ғилдирак базаси 4,3 м ни ташкил қилади, оғир эксплуатация шаритларида бу кенглик 5,2 м ни ташкил қилади [32].

Reinke фирма моделларини юриш тизими уч ғилдиракли бўлиб, уларга қуйидаги ўлчамли шиналар ўрнатилади: 11-22,5; 11,2-24; 14,9-24; 16-20; 11,2-38; 13,6-38, 2.12-расм [31].



**2.12 – расм. Reinke фирмаси ишлаб чиқарадиган ёмғирлатиб суғориш машиналарининг уч ғилдиракли юриш тизими**

Lindsay (Zimmatic) фирмаси ишлаб чиқарадиган ёмғирлатиб суғориш машиналарида ўрнатиладиган турли шиналар 2.2-жадвалда келтирилган [28].

**2.2 – жадвал**

Шина русуми	Протектор кенглиги, см	Диаметри, см	Контакт из юзаси, см <sup>2</sup>
11,2-24	26,4	109,2	1561
11,2-38	28,4	144,8	2084
14,9-24	36,8	126,5	2232
16-20	42,9	134,6	3439

Шароити оғир ерларни суғориш учун ишлаб чиқариладиган Lindsay фирмасини ёмғирлатиб суғориш машиналари занжир тасмали юриш тизими, қўлланилган 2.13-расм [28].

«Фрегат» ДМФ-К (Украина) русумли ёмғирлатиб суғориш машинага 14,9-24 ўлчамли пневматик шиналар ўрнатилган бўлиб, улар тупроққа қуйидаги

солиштирма босим билан таъсир қилади:

- юмшоқ тупроқда - 0,05 МПа гача;
- каттиқ тупроқда - 0,155 МПа гача [46].

«Кубань-ЛК1» ёмғирлатиб суғориш машиналарини юриш тизимига 18-24 ва 16-20 ўлчамли пневматик шиналар ўрнатилган [34].



### **2.13 – расм. Lindsay (Zimmatic) компанияси ишлаб чиқарадиган ёмғирлатиб суғориш машинасини юриш тизими**

Аксарият холларда кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш техникаларини юриш тизимларини танлашда ишлаб чиқарувчи корхоналарда, суғориладиган юзаларни тавсифлари, из қолдириш жараёнлари, оралик узунлигини мақбул ўлчамлари эътиборга олинмасдан фақат синов натижаларига таянилган.

Тупроққа таъсир қиладиган солиштирма босимни камайтириш учун хорижий фирмалар сув ўтадиган қувирларни оғирлигини енгил металлларни қуллаш ҳамда диаметрини камайтириш йўллари орқали бажарадилар [28, 29, 32, 47].

А.О.Антонов тадқиқотларида «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарини ўтувчанлигини ва тортиш-илашиш хусусиятларини ошириш мақсадида машинани кўзғалмас таянч атрофида бирга айланадиган, сўнг юриш



мосламасини кўзгалмас таянчдан 1,5-2 м силжитиш керак, бу жараён сув ўтказиш қувурига ўрнатилган махсус узайтиргич томонидан бажарилади [48, 49]. Машинани юриш тизими бир марта юришда қолдирилган изида яна юрмаслиги учун узайтиргични узунлиги кенглигидан 1,6 марта каттароқ бўлиши керак.

«Valmont» фирмаси машинасини ғилдираклари тупроқда қолдирган из чуқурлигини камайтириш учун ғилдираклар ўрнатишни тавсия қилади, бу тавсия 1260, 1176, 1658 русумларига таълуқли [50].

«Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарини эса [50, 51] кенгайтирилган жуфт ғилдиракли мосламалар ўрнатилади. Ушбу усулни афзалликлари – конструкцияси содда ва арзонлиги ҳисобланади, аммо бунда ўсимликларни шикастланиши бир оз ошади.

ВНПО «Радуга» фирмасини ёмғирлатиб суғориш машинаси юриш тизимини юритгичлари битта ёки икки чексиз резинали тасма бўлиб, унга таянч пластинкалар маҳкамланади. Бикр ғилдиракни ер билан тишлашадиган дўнгчалари ёрдамида тасмалар ҳаракатга келтирилади. Бу турдаги юриш тизимини оғирлиги, тайёрлаш ва фойдаланиш қийинлиги учун кенг тарқалмаган [10].

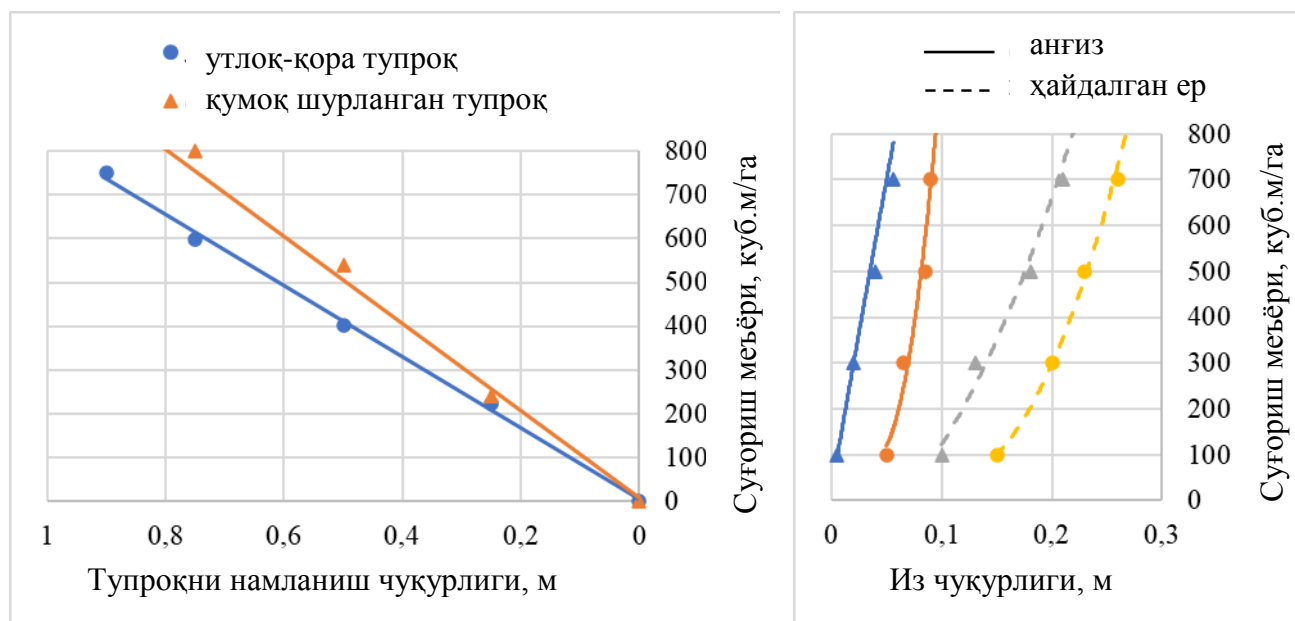
Қадамлаб юривчи юриткич «Титан» ЦКБ фирмаси томонидан ишлаб чиқарилган ва ўта юмшоқ тупроқлар учун мўлжалланган. Бу юриткичлар катта таянч майдонидан иборат, шу сабабли тупроққа таъсир қилувчи босим камади ва ўтувчанлик яхшиланади, аммо қатор камчиликлар сабабли кенг тарқалмади [10].

### **2.3. Ёмғирлатиб суғориш машиналар юриш тизимини намланган тупроқ билан ўзаро таъсир қилишини ўзига хос хусусиятлари**

Тупроқнинг кўтариб туриш хусусиятига энг кўп таъсир қилувчи кўрсаткичлари келтирилади. Машиналарни таянч ва тортиш-илашиш хусусиятлари, механик таркиби, намлиги, сув шимиш хусусияти ва бошқалар.

Маълумки намлик 20% дан 30% гача ошганида тупроқни сиқилиш қаршилиги ва тупроқ силжиши 3-4 марта камяди [8].

Тупроқнинг намлиги ортиши уни қаттиқлик хусусиятларини ёмонлаштиради, бу эса ўз навбатида юриш тизимини шатаксирашига ва филдиракларни юмалашига қаршилик қилувчи кучларни оширишга олиб келади. Суғориш меъёри катта бўлганида бу ҳолат янада кўпроқ кўриниб, машинани тўлиқ тўхтаб қолишига олиб келади ва суғориш технологиясини таъминламайди [8].



**2.14 – расм. «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машинасини суғориш меъёрига нисбатан из қолдириш чуқурлигини ўзгариши (биринчи марта юрганида)**

Тупроқни намланишини ошиши унинг қатламларга ажралишига олиб келади, натижада тупроқни доимий хажмий оғирлиги бўлмаслиги вижудга келади. Шу муносабат билан намланиши ошган тупроқни деформацияси бир хил бўлмайди.

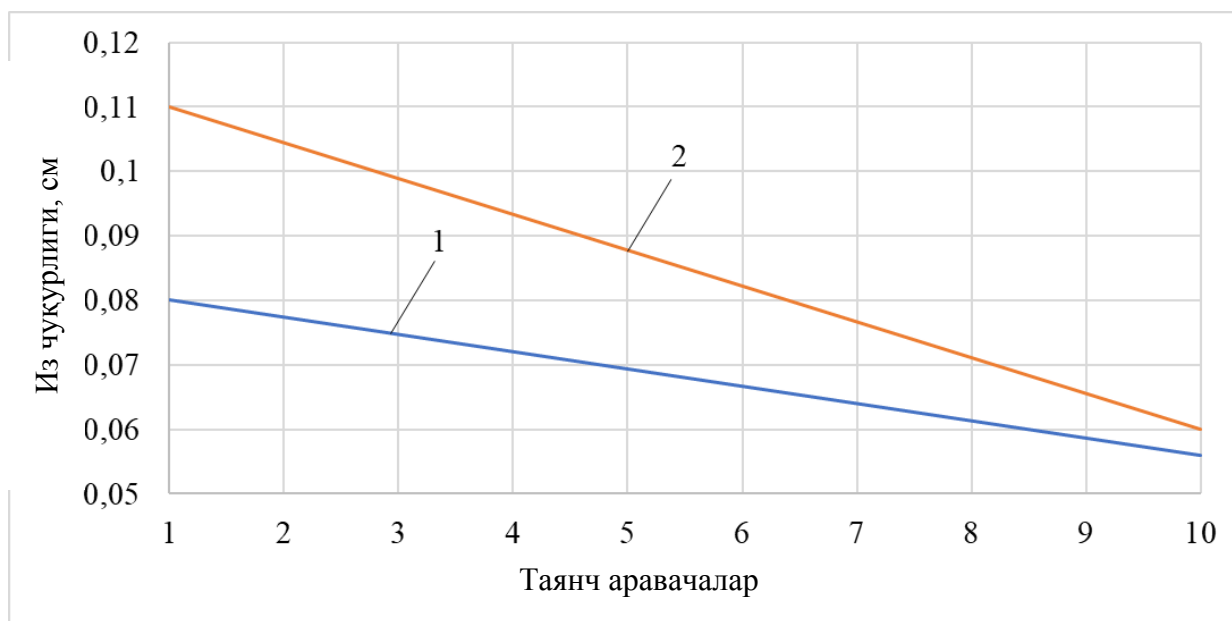
Тупроқни кўтариб туриш хусусиятини камайишининг илашиш сифатига салбий таъсир қилади.

Из қолдириш чуқурлиги ва тортиш-илашиш хусусиятларини динамикасини таҳлил қилиб суғориш жараёнини тупроқни кўтариб туриш

хусусиятига таъсирини аниқлаш мумкун.

Суғориш мавсуини охирида из қолдириш чуқурлигини рухсат этилган миқдор  $H=15$  см ни ташкил қилади, бунинг учун ёмғирлатиб суғориш машинасини тупроқдан биринчи марта ўтганида из  $5\pm 1$  см дан катта бўлмаслиги керак. Бунда ёмғирлатиб суғориш машинанинг юриш тизимини тупроққа таъсир қиладиган солиштирма босим 100 кПа дан кам бўлиши керак бўлади [42].

Бикр ғилдиракли «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машина билан суғоришда унинг юриш тизимини ерга босими рухсат этилган босимдан каттароқ бўлади, яъни 100 кПа дан – 160 кПа га етади, шунинг учун машина биринчи марта тупроқдан юрганида кейин у қолдирган из чуқурлиги 5 см дан ортиқроқ бўлади 2.15-расм [8].



**2.15 – расм. Машинани биринчи (1) ва иккинчи (2) марта тупроқдан юрганидан сўнг қолдирган из чуқурлигини ўзгариши**

Расмдан кўриниб турибдики кўзғалмас таянчдан узоклашган сари қолдирилган из чуқурлиги камаяди. Қўзғалмас таянчдан узоклашган сари таянч арава ғилдиракларини ҳаракатланиш тезлиги катталашади, бу эса ўз навбатида юриш тизимини тупроққа таъсир қилиш вақти қисқариши билан изохланади.

Из қолдириш чуқурлиги машина ғилдиракларининг тупроқдан ўтиш

сонига тўғри пропорционал бўлади.

Маълум бўлишича из қолдириш чуқурлиги машина ғилдиракларини тупроқдан 10-15 марта ўтганида сўнг қолдирилган из чуқурлиги 30-45 см ни ташкил қилиши мумкун [8]. Из чуқурлиги қийматини ошиб кетиши машинани таянч ва тортиш-илашиш хусусиятларига салбий таъсир қилади, натижада ғилдиракларни шатаксирашига ва қайтадан суғориш кераклигига олиб келади.

Из қолдиришга бағишланган тадқиқотларда Рязанцев А.И. эслатиб ўтади: ёмғирлатиб суғориш машиналар юриш тизимига бикр ғилдирак ўрнатилганида машина тупроқдан биринчи марта ўтганида қолдирган из чуқурлиги 8-9 см ни ташкил қилади [8], рухсат этилган чуқурлик эса 5 см дан ошмаслиги керак [43].

«Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машинаси тупроқдан 10 марта ўтганида сўнг ҳаракатни давом эттираолмайди, чунки бунда из чуқурлиги ғилдирак диаметрини 1/3 қисмини ташкил қилади [53].

#### **2.4. Ғилдиракни таянч юзаси билан ўзаро таъсир қилишини маълум бўлган моделлари**

Ғилдиракларни таянч юзаси билан ўзаро таъсирини моделлаштириш мавзусига қатор илмий ишлар бағишланган [54-57]. Бу ишларни илмий боғланишларини иккита гуруҳга бўлиш мумкун.

Биринчи гуруҳга тупроқни деформациясини ва кучланишларини ифодалайдиган боғланишлар киради:

Горячкин В.П. [54]:

$$\sigma = P_{cp} = k'h^{\mu'}; 0 < \mu' < 1, \quad (2.1)$$

бунда  $\sigma$  – тупроққа таъсир қилувчи нормал кучланиш;

$P_{cp}$  – ўртача босим;

$k'$  – тупроқни хусусиятларини эътиборга олувчи коэффициент;

$h$  – тупроқни юзасини чўкиш деформацияси;

$\mu'$  – тупроқни деформацияланиш кўрсаткичи.

Слюсаренко В.В. [55]:

$$\sigma = P_{cp} = P_{нес} (1 - e^{-h/k'}); P_{нес} = A_0 + B_0 \frac{C}{A}, \quad (2.2)$$

бунда  $A_0, B_0$  – тупроқни қирқилиш ва сиқилиш қаршилигини ифодаловчи константалар;

$P_{нес}$  – тупроқни кўтариб туриш хусусиятини чекланиши;

$C, A$  – контакт из юзаси ва параметри.

Орда А.Н. [56]:

$$\sigma = P_{cp} = \rho \frac{C}{A} h, \quad (2.3)$$

бунда  $\rho$  – тупроқ зичлиги.

Беккер М.Г. [57]:

$$\sigma = P_{cp} = \left( \frac{K_c}{b_k} + K_\phi \right) \cdot h^{\mu'}, \quad (2.4)$$

бунда  $K_\phi, K_c$  – тупроқни боғланишлиги ва ишқаланишини ҳисобга олувчи коэффициентлар;

$b_k$  – контакт изини кенлиги.

Тупроқ хусусиятларига бағишланган тадқиқотларда [58-63] келтирилган қуйидаги содда қайишқоқ – эгилувчан моделлари кўриб чиқилган:

Максвелла модели:

$$\frac{d\sigma}{dt} + \frac{1}{T} \sigma = E \frac{d\varepsilon}{dt}, \quad (2.5)$$

бунда  $E$  – тупроқни эгилувчан модули;

$\varepsilon$  – тупроқни деформацияланиш қиймати;

$T = \frac{\mu''}{E}$  – релаксация вақти;

$\mu''$  – тупроқни қайишқоқлик коэффициенти.

Шведова-Ньютона модели:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\sigma}{dt} \cdot \frac{E+G}{E \cdot G} + \frac{\mu'' - \eta}{\mu'' \cdot \eta} \sigma - \frac{|\tau_s|}{\eta}, \quad (2.6)$$

бунда  $\tau_s = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi$ ;

$\varphi$  – ички ишқаланиш бурчаги;

$c$  – илашиш коэффициенти;



$\eta$  – тупроқни силжиш қайишқоқлик коэффициентлари;

$G$  – силжиш модули.

Кельвин модели:

$$\sigma = E\varepsilon + \mu \frac{d\varepsilon}{dt}. \quad (2.7)$$

Келтирилган модулар асосида қуйидаги боғланишлар тавсия этилган [64, 65]:

Д.А. Золотаревской [66], А.Ф. Полетаева [67]:

$$\sigma = qT' \frac{d\varepsilon}{dt} - T' \frac{d\sigma}{dt}, \quad (2.8)$$

бунда  $T'$ ,  $q$  – ғилдиракни айланиш частотаси  $\omega$  ва тупроқни зичланиш  $\rho$  боғлиқ бўлган тупроқни механик тавсифномалари  $1/T' = 3,14 + 0,9\omega - 1,6\rho$ ;  $q = 23,8\rho - 15,6$ ;

И.И. Водяника [68]:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E \pm \varepsilon \cdot \mu'' \quad (2.9)$$

Машина юритмаларини таянч юза билан ўзаро таъсирини моделлаштириш учун Хахиной А.М. [69] томонидан ўтказилган (Waterways Engineering Station (WES)) [116-120] эксперимент маълумотларига асосланиб муаммони ечими ишлаб чиқилган.

СИ конус индексли асосий кўрсаткич бўлиб тупроқни кўтариб туриш қобилиятини таснифлайди. Конус индекси - пенетрометр учлигини тупроқни маълум чуқурликка чўктириш (киритиш) учун сарфланган босимга айтилади.

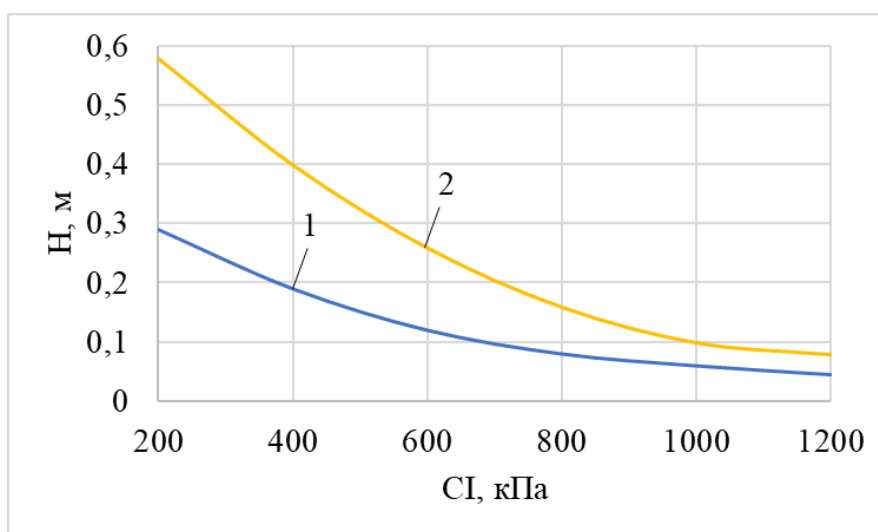
WES моделига қуйидаги кўрсаткичлар киради: ғилдирак кенлиги  $B$ , ғилдирак диаметри  $D_k$ , из чуқурлиги  $H$ , ғилдиракка таъсир қилувчи кучланиш  $Q_k$ , илашиш коэффициенти  $\mu$ , ҳаракатланишга қаршилик қилувчи коэффициент  $f$ , шина баландлиги  $H_T$ , шинани радиал деформацияси  $h_z$ , шатаксираш коэффициенти  $S$ . WES моделлари ёмғирлатиб суғориш машинаси юритмаларини суғорилаётган юзаси таъсир қилишини СИ модели орқали бохолайди.

Из чуқурлиги қуйидагича аниқланади [112, 115]:

$$H = 0,005 + 1,212 \cdot \frac{Q_k}{CI \cdot B \cdot D_k} \quad (2.10)$$

$$H = 0,01 + 0,61 \frac{Q_k}{CI \cdot B} \cdot \sqrt{\frac{H_T}{h_z} \cdot \frac{2D_k + B}{2D_k}} \quad (2.11)$$

Берилган:  $h_z/H_T = 0,1$ ;  $D_k = 1,333$  м;  $B = 0,7$  м;  $Q_k = 45$  кН.  
кўрсаткичларга асосланиб 2.16-расмда WES-моделли ёрдамида из чуқурлиги келтирилган.



**2.16 – расм. WES модели бўйича из чуқурлигини ўзгариши: 1 – 2.10-ифода бўйича, 2 – 2.11-ифода бўйича.**

Ҳисоблаш натижаларидан кўриниб турибдики, из чуқурлиги юмшоқ ерларда ошиб бораяпти, қаттиқ ерларда эса ушбу қийматлар камаяди. Бу ҳисоблаш тенденцияси амалиётга мос келади.

WES моделида жараён тавсифномаларини ҳаммаси ҳам эътиборга олинмайди. Ушбу моделларда қуйидаги тавсифномалар кўриб чиқилади: ғилдиракларни кенглиги ва диаметри, ғилдираклар таъсир қиладиган куч, радиал деформация. Эътиборга олинмайдиган параметрлар: юза нишаблиги, тупроқ намлиги, яъни суғориш меъёри, эксперимент натижасида аниқланган CI қиймати.

WES модели ёрдамида ёмғирлатиб суғориш машинсини тортиш-илашиш хусусияти ҳам баҳоланади.

2.17 ва 2.18 - расмларда энг кенг тарқалган моделларни маълумотлари

келтирилган [113, 114, 121].

$$f = 0,04 + 1,2 \cdot \frac{Q_K}{CI \cdot B \cdot D_K}$$

$$\mu = 0,75 \cdot \left[ 1 - \exp\left(-0,3 \frac{CI \cdot B \cdot D_K}{Q_K} \cdot S\right) \right] \quad (2.12)$$

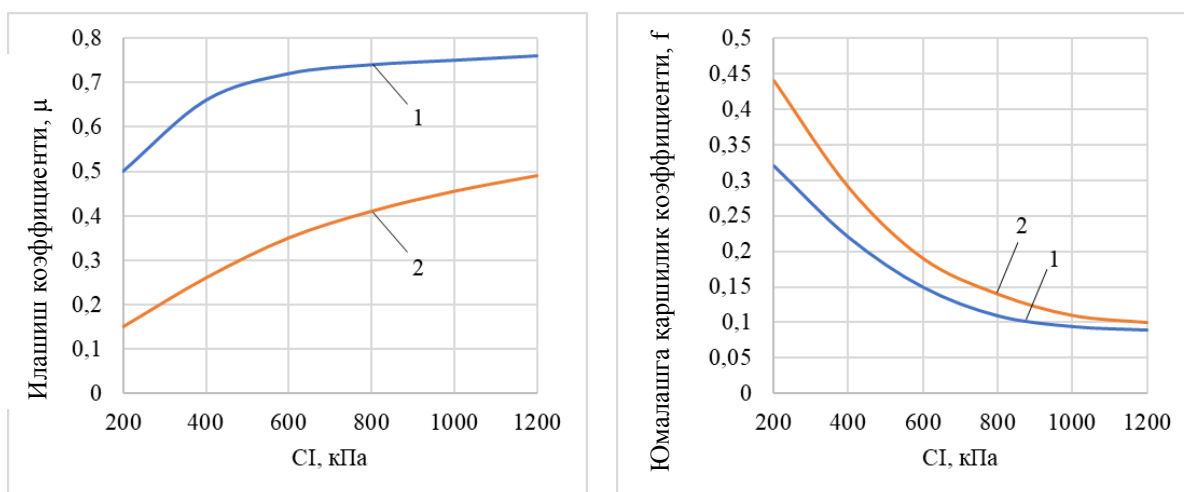
$$\mu_T = 0,75 \cdot \left[ 1 - \exp\left(-0,3 \frac{CI \cdot B \cdot D_K}{Q_K} \cdot S\right) \right] - \left( 0,04 + 1,2 \frac{Q_K}{CI \cdot B \cdot D_K} \right)$$

$$f = 0,017 + 0,453 \frac{Q_K}{CI \cdot B \cdot D_K} \cdot \sqrt{\frac{H_T}{h_z} \cdot \frac{2D_K + B}{2D_K}}$$

$$\mu = 0,817 - \frac{3,2}{\frac{CI \cdot B \cdot D_K}{Q_K} \cdot \sqrt{\frac{h_z}{H_T} \cdot \frac{2D_K}{2D_K + B}} + 1,91} + 0,453 \frac{Q_K}{CI \cdot B \cdot D_K} \cdot \sqrt{\frac{H_T}{h_z} \cdot \frac{2D_K + B}{2D_K}} \quad (2.13)$$

$$\mu_T = 0,8 - \frac{3,2}{\frac{CI \cdot B \cdot D_K}{Q_K} \cdot \sqrt{\frac{h_z}{H_T} \cdot \frac{2D_K}{2D_K + B}} + 1,91}$$

2.17-расмда WES модели ёрдамида ҳисоблаш мисоллари келтирилган, бунда  $h_z/H_T = 0,1$ ;  $D_K = 1,333$  м;  $B = 0,7$  м;  $Q_K = 45$  кН тенг қилиб олинган.



**2.17 – расм. WES моделлари бўйича ҳаракатланишга қаршилик қилувчи коэффициенти ўзгариши келтирилган: 1 – 1.12 ифода бўйича; 2 – 1.13 ифода бўйича.**

## 2.5 Ёмғирлатиб суғориш машиналарини ўтувчанлиги ва уни ошириш йўллари

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини ўтувчанлиги-уларни таянч майдонида юра олиш қобилиятига айтилади. 2.18-расмда ўтувчанликни оширишни асосий йўналишлари кўрсатилган.



2.18 –расм. Ёмғирлатиб суғориш машиналарини ўтувчанлигини оширишни асосий йўллари

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини ўтувчанлигини ошириш йўлларини икки гуруҳга бўлиш мумкун: конструкциясини такомиллаштириш ва технологик ечимларни қўллаш.

Ёмғирлатиб суғориш машиналарни ўтувчанлигини уни конструктив параметрларини оптимизациялаш ҳисобига ошириш икки омил ёрдамида амалга оширилади:

- тортиш-илашиш хусусиятларини - юритма ва юриш тизимини такомиллаштириш ҳисобига;

- из чуқурлигини - машинани умумий массасини камайтириш ҳисобига юриш тупроқ билан контакт майдонини ошириш ҳисобига, ғилдиркаларини кенгайтириш мосламаларини қўллаш, ғилдиракларни сонини кўпайтириш, паст босимли шиналар қўллаш, занжир тасмали ва қадамлаб юриш тизимини қўллаш ва бошқалар.

Машинани ўтувчанлигини турли технологик усуллар ҳисобига оширишни қуйидаги операцияларни бажаришни тақазо қилади, шу жумладан из чуқурлигини машина аравачасини тезлигини ошириш ҳисобига камайтириш суғориш меъёрини камайтириш ва тупроқ структурасини ўзгартириш ҳисобига бўлак йўлларни қўллаш мумкун эмас, бажарилса ҳам рационал бўлмайди.

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини унумли ва ишончли ишлашини таъминлаш ва шу билан бирга эрозия ходисасига қарши талабларга жавоб берадиган амаллар бажариш керак, чунки машина намланган тупроқда куп марта юради. Бу ишлар бажарилганда суғориш меъёри – тупроқ – ёмғирлатиб суғориш тизими бир бирига боғлиқлигига бағишланган тадқиқотларни амалий масалаларини бажариш керак.

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини ишлашини специфик шароитларини эътиборга олган ҳолда, уларни юриш тизимини намланган тупроқ билан ўзаро таъсир жараёнини тупроқни тури, механик тавсифномалари ва суғориш меъёрига нисбатан кўриб чиқиш керак.

Юриш тизимини намланган ер билан ўзаро таъсирини моделлаштириш асосида кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналаридаги сув ўтказиш

қувурларини конструктив параметрларини оптимизациялаштириб юриш тизимининг турига тавсияномалар ишлаб чиқиш керек.

### **3. КЕНГ ҚАМРОВЛИ ЁМҒИРЛАТИБ СУҒОРИШ МАШИНАЛАРИНИ ЮРИШ ТИЗИМИНИ НАМЛАНГАН ТУПРОҚ БИЛАН ЎЗАРО ТАЪСИР ҚИЛИШИНИ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТЛАРИ**

#### **3.1. Ғилдиракни тупроқ билан ўзаро таъсир қилиш модели**

Ғилдиракни тупроқ билан ўзаро таъсир қилиш жараёни мураккаб бўлиб, қатор параметрлар ва омилларга боғлиқ 3.1-расм. Ушбу жараёнга таъсир қилувчи омиллардан умумий ҳолда икки асосий гуруҳга бўлиш мумкун:

1. Машинани таркибий қисмларини бажарилишига боғлиқ бўлган ростланувчи параметрлар ва тавсияномалар.

2. Ёмғирлатиб суғориш машиналаридан фойдаланиш вақтида табиий-иқлим талабларини таснифлайдиган ростланмайдиган параметрлар.

Ғилдиракни тупроқ билан ўзаро таъсирини таснифлайдиган асосий конструктив элементладан бири ғилдиракли тизим ва юритмасидан ташкил топган юриш аравачаси ҳисобланади.

Ундан ташқари бу жараёнга ғилдираклар тури, протектор кўриниши (шакли), ғилдиракларни геометрик параметрлари, шинадаги ҳаво босими ҳам катта аҳамиятга эга.

Шиналардаги ҳаво босими 0,05 МПа дан 0,16 МПа гача ўзгаради ва контакт майдонига катта таъсир қилади. Бу параметр из чуқурлиги ва унинг кенглигига ҳам таъсирини ўтказди, чунки улар машинани ҳаракатланиш қаршилигини белгилайди.

Протектор кўриниши (шакли) шундай танланадики суғориш мавсуми ва сув билан таъминлаш режимига боғлиқ. Шиналарни ер билан илашишлиги, ёпишиб қолган лойдан ўз-ўзидан тозаланиши, эластиклиги, протекторни шаклига боғлиқ бўлади. Шиналарни таянч-илашиш хусусиятларини ошириш учун протектор конструкциясини оптимизациялаш керак [70].

Ғилдирак ўқиға тўғри келадиган юкланишни оптимизациялаш сув ўтказиш қувурларини диаметри ва ҳаракатланиш аравачаларини тўғри

жойлаштриш орқали бажарилади, яъни оралиқ масофа узунлигини ўзгариши ёрдамида.

Оптимизация масаласи, мурасага келиш туфайли эришилади, яъни катта суғориш сарфини таъминлаш учун қувур диаметрини ошириш, конструкция таннариhini камайтириш учун оралиқ масофани ошириш, ферма тизимини махкамллигини таъминлаш ва ғилдирак ўқиға тўғри келадиган массасини мос келиши.

Пневматик ва бикр ғилдракларни тури ва ўлчамлари мос равишда танланиб замонавий ёмғирлатиб суғориш машиналарда кенг тарақалган. Ғилдираклар асосан кенглиги ва диаметрига кўпроқ эътибор берилади кўтариб туриш имконияти кам бўлган ва катта суғориш нормаси тупроқларда одатда кенг профили пневматик шиналар қўлланилади. Айрим ҳолларда уч ғилдиракли аравачал қўлланилмоқда [71]. Бошқа ҳолларда тўғин кўринишида бикр ғилдираклар ўрнатилиб мосламани таннархи камайтиради ва шу билан бирга тизимни ишлаш муддати оширилади.

Суғориш меъёри-суғориш техникасини асосий параметри бўлиб қатор, бир бирига боғлиқ бўлмаган омилларга боғлиқ, шу жумладан экинларни биологик хусусиятлари, ривожланиш фазалари, тупроқ тури ва бошқа табиий шароитлари [72]. Суғориш меъёри-майдон бирлигига бериладиган йиғинди сув ҳажми, бир марта суғориш, ёмғирлатиб суғориш машинасини бир неча ўтишда бажарилиши мумкун. Суғориш меъёри одатда 150 м<sup>3</sup>/га дан 600 м<sup>3</sup>/га гача бўлган чегарада ўзгаради. Ушбу параметр амалда суғориш техника воситасини қўллашни аниқлаб беради ва машинани бир марта утганида сув сарфи меъёри аниқланади.

Ростланмайдиган параметрларга тупроқни тавсифномасини таъсирини айтиб ўтиш керак. Шу жумладан тупроқни макроагрегат таркиби, физик-механик хусусиятлари, тупроқни ҳолати ва уни қайта ишлаш, тупроқни оқиш ҳолатига етишгача бўлган суғориш меъёри.

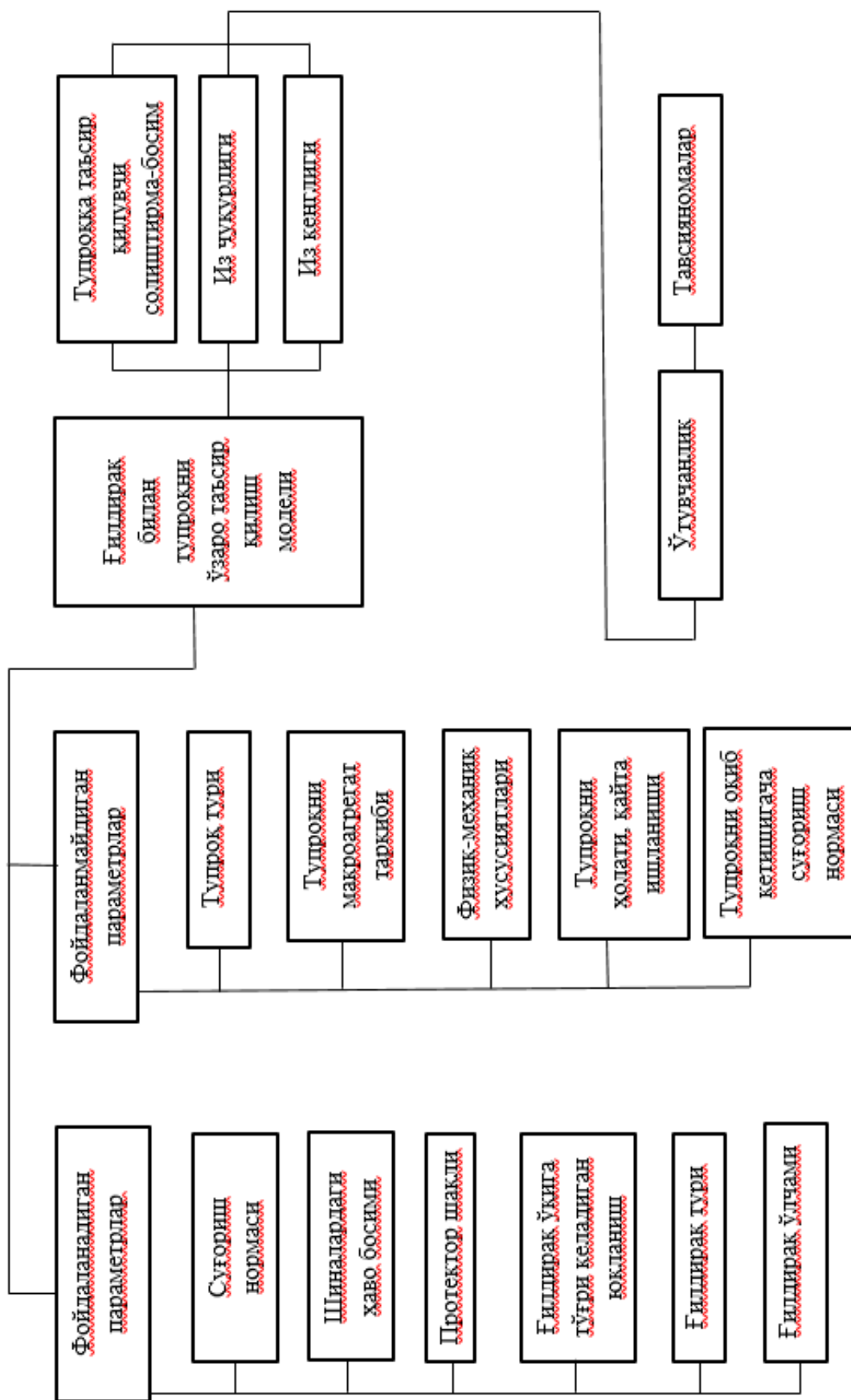
Суғориш, тупроқни сув билан-бирга оқиб кетилишигача бўлган меъёри тўғрисидаги фикрни алоҳида гапириб ўтиш керак. Бу норма тупроқ тури ва



Ёмғирни тавсифномасига боғлиқ-томчиларни диаметри ва интенсивлиги каби параметрлар орқали аниқланади. Берилган суғориш меъёрида тупроқни юзаки оқими пастда бўлади.

Ёмғирлатиб суғориш машинани самарали эксплуатациялаш характери асосий параметрлари қуйидагиларни ўз ичига олади: тупроққа таъсир қиладиган солиштира босим, из чуқурлиги ва кенлиги, ғилдиракни ҳаракатланишига қаршилиги ва машинани ўтиб бўлганидан сўнг тупроқни зичлиги.

Юқорида айтиб ўтилган параметрлар натижасида қуйидаги тавсифномаларни аниқлаб беради: машинани ҳаракатланишига сарфланган қувват шунга мос равишда техникадан фойдаланишдаги таннархи ва экология позицияси бўйича тупроққа таъсир қилиши, яъни ўсимликларни шикастланиши ва тупроқни зичланиши, бу эса ўз навбатида хосилдорликни камайтиради.



3.1 – расм. Ёилдиракни туپроқ билан ўзаро таъсир қилиш модели

### 3.2. Ёмғирлатиб суғориш машиналарнинг юриш тизимини тупроқ билан ўзаро таъсир қилишини илмий тадқиқотлари

#### Пневматик ғилдирак ўрнатилган ёмғирлатиб суғориш машиналарини ҳисоблаш методикаси

14,9-24, 16-20, 18-24 ва 23-26 ўлчамли шиналарни дастлабки маълумотлари ва асосий тавсифномалари 3.1-жадвалда келтирилган [73-76].

#### 3.1-жадвал

##### Шиналарни асосий тавсифномалари

Шина тури (ўлчами)	Тавсифномалар		
	Профилни кенглиги, дюйм	Шинани ички диаметри, дюйм	Шинани ташқи диаметри, мм
14,9-24	14,9	24	1265
16-20	16	20	1076
18-24	18	24	1400
23-26	23	26	1621

Протектор кенглиги ( $B_{\text{пр}}$ ), профилни кенглигига ( $B$ ) нисбатан қабул қилинади [77]:

$$B_{\text{пр}} = (0,7 - 0,85)B \quad (3.1)$$

Аравачалар сони  $n_t$  қуйидагича аниқланади [78]:

$$n_t = \text{INT}(L_M/l_{\text{пр}}), \quad (3.2)$$

бунда  $L_M$  – машинани узунлиги, м;

$l_{\text{пр}}$  – оралик масофа узунлиги, м.

Консол қувур узунлиги  $l_k$  қуйидагича аниқланади, м [78]:

$$l_k = L_M - n_t \cdot l_{\text{пр}} \quad (3.3)$$

Ҳисоблашда диаметрлари 159, 168 ва 203 мм ли сув ўтказиш қувурлари қўлланилади. Консол қувурларни диаметрлари мос равишда 108, 114 ва 133 мм ни ташкил қилади.

Сув ўтказиш қувурларни ички кесим юзаси қуйидагича ҳисобланади, м<sup>2</sup>

[78]:

$$S_{\text{BT}} = \pi \cdot (d_{\text{BT}} - \Delta d)^2 / 4, \quad (3.4)$$

бунда  $d_{\text{BT}}$  – сув ўтказиш қувур диаметри, м;

$\Delta d$  – қувур қалинлиги, м.

Консол қувурларни ишчи кесим юзаси қуйидагича ҳисобланади,  $\text{м}^2$  [78]:

$$S_{\text{K}} = \pi \cdot (d_{\text{K}} - \Delta d)^2 / 4, \quad (3.5)$$

бунда  $d_{\text{K}}$  – консол қувурини диаметри, м;

Сув ўтказиш қувури ҳажмини қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаш мумкун,  $\text{м}^3$  [78]:

$$V_{\text{BT}} = S_{\text{BT}} \cdot n_{\text{t}} \cdot l_{\text{пр}} \quad (3.6)$$

Консол қувур ҳажми қуйидагича ифодаланади,  $\text{м}^3$  [78]:

$$V_{\text{K}} = S_{\text{K}} \cdot l_{\text{K}} \quad (3.7)$$

Қувурдаги сувнинг массаси қуйидагича аниқланади, кг [78]:

$$m_{\text{B}} = 1000 \cdot \kappa \cdot (V_{\text{BT}} + V_{\text{K}}), \quad (3.8)$$

бунда  $\kappa$  – сувни тулдириш коэффициентини,  $\kappa = 0,7$ .

Ёмғирлатиб суғориш машинасини сувсиз массасини қуйидагича аниқлаш мумкун, кг [26]:

$$m_{\text{M}} = m_{\text{оп}} + n_{\text{T}} \cdot m_{\text{T2}} + m_{\text{BT}} + m_{\text{K}}, \quad (3.9)$$

бунда  $m_{\text{оп}}$  – қўзғалмас таянч массаси;

$m_{\text{T2}}$  – икки ғилдиракли аравача массаси;

$m_{\text{BT}}$  – аравачалар орасидаги сув ўтказиш қувурларини маҳкамлаш тизими билан бирга қўшилган массаси;

$m_{\text{K}}$  – консол массаси.

Ёмғирлатиб суғориш машинасини сув билан бирга қўшилган массасини аниқлаш ифодаси, кг [78]:

$$M = m_{\text{M}} + m_{\text{B}} \quad (3.10)$$

Ҳар бир ғилдиракка тўғри келадиган оғирликни аниқлаш ифодаси, Н [78]:

$$Q_{\text{K}} = 9,81 \cdot M / (2n_{\text{t}}) \quad (3.11)$$

Из чуқурлигини контакт кенглиги ( $b_{\text{K}}$ ) протекторини кенглигига тенг,

яъни  $b_k = V_{пр}$ . Из чуқурлигини контакт узунлиги эса контакт изи кенглигидан бир оз узунроқ бўлади (тор ва оддий шиналар учун) ва унга тенг ёки камроқ бўлиши мумкун (кенг профилли шиналар учун). Яъни 14,9-24, 16-20, 18-24 ўлчамли шиналар  $a_k = 1,1b_k$ , 23-26 ўлчамли шиналар учун эса  $a_k = b_k$ .

Контакт изи юзаси қуйидагича аниқланади [79]:

– 14,9-24, 16-20, 18-24 ўлчамли шиналар учун контакт изи овал кўринишда бўлиб юзаси қуйидагича аниқланади,  $m^2$  [78]:

$$A = (a_k - b_k) \cdot b_k + \pi a_k^2 / 4 \quad (3.12)$$

– 23-26 ўлчамли шиналарнинг контакт изи тўғри тўртбурчак шаклида бўлади ва унинг юзаси қуйидагича аниқланади,  $m^2$  [78]:

$$A = a_k \cdot b_k \quad (3.13)$$

Шинанинг кенглигини ( $B$ ) ғилдирак тўғинининг (обод) кенглигига ( $b_{об}$ ) нисбатан 1,5 дан кўп бўлмаслиги керак. Ҳисоблашларда  $B/b_{об} = 1,35$ . Деб қабул қилинади.

Битта ғилдиракни тупроққа таъсир қилувчи солиштирма босим қуйидагича аниқланади,  $Pa$  [78]:

$$P = Q_k / A \quad (3.14)$$

3.2-жадвалда рухсат этилган солиштирма босим келтирилган [80]. Битта аравачага керак бўлган ғилдираклар сони рухсат этилган солиштирма босимни ғилдиракка тўғри келадиган солиштирма босим билан солиштириш натижасида тавсия берилади.

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини аравачасига иккита ғилдирак ўрнатилиб ҳисоблаш ишлари бажарилади. Агар тупроққа таъсир қиладиган солиштирма босим ҳисоблаганлигида у рухсат этилган солиштирма босимдан камроқ бўлса машина аравачасига иккита ғилдирак ўрнатилади. Аксинча, агар тупроққа ҳисобланган солиштирма босим рухсат этилган солиштирма босимдан каттароқ бўлса аравачага учта ғилдирак бўлиши керак.

## Тупроққа рухсат этилган солиштирма босим қийматлари

0-30 см чуқурликдаги тупроқ босими	Тупроққа таъсир қиладиган тах солиштирма босим, кПа	
	Баҳор мавсумида	Ёз-куз мавсумида
0,5 НВ ва ундан кам	180	210
0,5-0,6 НВ	150	180
0,6-0,7 НВ	120	140
0,7-0,9 НВ	100	120
0,9 НВ дан кўп	80	100

Тупроқ сув билан бирга оқа бошлашигача бўлган суғориш меъёри қуйидагича аниқланади, м<sup>3</sup>/га [81]:

$$m_{\text{дост}} = 2850 \cdot (1,14 - d^{0,2}) \cdot j_1 / j_{\text{ср}} \cdot K, \quad (3.15)$$

бунда  $K$  – тупроқнинг сувни шимиш коэффициентлари ( $K = 0,6-1,5$ );

$j_{\text{ср}}$  – ёмғирлатишни ўртача интенсивлиги, мм/мин;

$d$  – ёмғирлатишни ўртача диаметри, мм;

$j_1$  – ёмғирлатишни берилган интенсивлиги, мм/мин.

Суғоришдан кейин тупроқни кўтариш қобилияти, кПа [8]:

$$P_{\text{пп}} = P_{\text{дп}} - (1,4m_{\text{дост}}^{0,65} + 8 \cdot 1,01^{m_{\text{ст}}}), \quad (3.16)$$

бунда  $m_{\text{ст}}$  – тупроқни оқабошлаш қиймати, м<sup>3</sup>/га;

$P_{\text{дп}}$  – тупроқнинг суғоришдан аввалги кўтариш қобилияти, кПа.

Из чуқурлигига қуйидаги ифода билан аниқланади, м [26, 82]:

$$H = 0,6M / (n_t \cdot 10^3 \cdot P_{\text{пп}} \cdot b_{\text{об}} \cdot \sqrt{D_k}), \quad (3.17)$$

бунда  $D_k$  – филдиракни ташқи диаметри, м.

Из чуқурлигини кенглиги қуйидагича аниқланади, м [78]:

$$B_k = \sqrt{(R_{\text{им}} + b_{\text{об}}/2)^2 + H \cdot (D_k - H)} - (R_{\text{им}} - b_{\text{об}}/2), \quad (3.18)$$

бунда  $R_{\text{им}}$  – кўзғалмас таянчдан узоқлиги, м.

***Бикр филдиракли ёмғирлатиб суғориш машиналарини ҳисоблаш***

***методикаси***

Қўлланадиган бикр ғилдиракларни кенглиги ва диаметри мос равишда 0,2 ва 0,3 м ни ташкил қилади, м [83].

Контакт изини узунлиги қуйидагича аниқланади, м:

$$a_k = b_k = b_{об} \quad (3.19)$$

Бикр ғилдиракларни контакт изи тўғри учбурчак шаклида бўлади ва кенглиги қуйидагича аниқланади, м<sup>2</sup>:

$$A = a_k \cdot b_k \quad (3.20)$$

Қолган параметрлар пневматик шинали ёмғирлатиб суғориш машиналарниқига ўхшаб ҳисобланади.

### **3.3. Пневматик ғилдиракли «Кубань-ЛК1», «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД) ва «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарини ҳисоблаш натижалари**

Ҳисоблаш Matlab 2017a, дастури ёрдамида бажарилган, 1-илова. Ҳисоблаш пневматик шинали «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналар учун икки турдаги тупроқларда бажарилган (оддий қора ва қумоқ туқ-каштан тупроқлар).

Одатда суғоришда қуйидаги нормалар қўлланилади: 300, 400, 500 ва 600 м<sup>3</sup>/га. Бир суғориш нормада машинани қуйидаги узунлигида бажарилади: 300, 400, 500 ва 600 м. Ҳар бир узунликдаги машиналарда учта оралик масофа мавжуд 48,7, 59,5, 65,25 м. 300 м<sup>3</sup>/га суғориш меъёрида ишлаётган машиналарда 14,9-24 ўлчамли шиналар қўлланилади, суғориш меъёри 400 м<sup>3</sup>/га, 500 м<sup>3</sup>/га ва 600 м<sup>3</sup>/га бўлганида 14,9-24 ва 16-20, 16-20 ва 18-24, 18-24 ва 23-26 ўлчамли шиналар қўлланилади.

Пневматик шинали «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарида икки турдаги тупроқда ишлатилганида ҳисоблаш натижалари 3.3-жадвалда келтирилган (тўлиқ жадвал 3-иловада келтирилган).

**Пневматик ғилдиракли «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машинасини икки турдаги тупроқда ҳисоблаш натижалари**

Табий шароитлари			Машинани тавсифномаси				Ҳисобланадиган параметр								
Тупроқ тури	Суғориш меъёри, м <sup>3</sup> /га	Оқабошлаш меъёри, м <sup>3</sup> /га	Машина узунлиги, м	Оралик масофа узунлиги, м	Қувур диаметри, мм	Шина ўлчами	Ғилдиракка тўғри келадиган оғирлик, кН	Солиштирма босим, МПа	Из чуқурлиги, м	Ғилдирак кенглиги, м	Рухсат этилган солиштирма босим, МПа				
											Баҳорги даврда	Ғилдираклар сони	Ёз-куз даври	Ғилдираклар сони	
Оддий қора тупроқ	300	580	300	48,7	159	14,9-24	10,506	0,124	0,064	0,281	0,180	2	0,210	2	
				59,5			12,645	0,149	0,076	0,281				2	
				65,25			10,978	0,13	0,066	0,281				3	2
			400	48,7			10,505	0,124	0,064	0,281				2	2
				59,5			13,816	0,163	0,084	0,281				2	2
				65,25			14,018	0,166	0,085	0,281				2	2
			500	48,7			10,505	0,124	0,064	0,281				2	2
				59,5			13,084	0,155	0,079	0,281				2	2
				65,25			14,856	0,176	0,09	0,281				2	2
			600	48,7			10,505	0,124	0,064	0,281				2	2
				59,5			12,644	0,149	0,076	0,281				2	2
				65,25			14,018	0,166	0,085	0,281				2	2



### **3.4. Бикр ғилдиракли «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарини ҳисоблаш натижалари**

Ҳисоблаш Matlab 2017a дастури ёрдамида бажарилиб, тўлиқ маълумотлар 3-иловада келтирилган.

Ҳисоблаш бикр «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналар учун икки турдаги тупроқларда амалга оширилган.

«Фрегат» русумли бикр ғилдиракли ўрнатилган ёмғирлатиб суғориш машиналарини ҳисоблаш маълумотлари 3.4-жадвалда келтирилган (тўлиқ маълумотлар 5-иловада келтирилган).

## Бикр ғилдиракли «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарининг ҳисоблаш натижалари

Табиий шароитлари			Машинани тавсифномаси					Ҳисобланадиган параметр						
Тупроқ тури	Суғориш меъёри, м <sup>3</sup> /га	Оқабошлаш меъёри, м <sup>3</sup> /га	Машина узунлиги, м	Оралик масофа узунлиги, м	Қувур диаметри, мм	Тўғин ўлчами, м (диаметр-кенглиги)	Ғилдиракка тўғри келадиган оғирлик, кН	Солиштирма босим, МПа	Из чуқурлиги, м	Ғилдирак кенглиги, м	Рухсат этилган солиштирма босим, МПа			
											Баҳорги даврда	Ғилдираклар сони	Ёз-куз даври	Ғилдириклар сони
Оддий қора тупроқ	300	580	300	29,6	Аввал 177,8, охириги учта оралик масофаа 152,4	0,93-0,21	7,306	0,166	0,069	0,211	0,180	2	0,210	2
			400				7,078	0,161	0,067	0,211		2		2
			500				7,206	0,163	0,068	0,211		2		2
			600				7,044	0,16	0,066	0,211		2		2
	400		300				5,525	0,125	0,052	0,211	0,150	3	0,180	2
			400				5,373	0,122	0,051	0,211		3		2
			500				5,458	0,124	0,051	0,211		3		2
			600				5,35	0,121	0,05	0,211		3		2
	500		300				5,525	0,125	0,052	0,211	0,120	3	0,140	3
			400				5,373	0,122	0,051	0,211		3		3
			500				5,458	0,124	0,051	0,211		3		3
			600				5,35	0,121	0,05	0,211		3		3

3.3 ва 3.4 – жадваллардан кўриниб турибдики машинани бир хил узунлигида, сув ўтказиш қувурлари бир хил диаметр ва бир хил шиналарда-машинани оралиқ масофаси узунроқ (кенгроқ) бўлганида ғилдиакларга тўғри келадиган оғирлик каттароқ бўлади, бу эса ўз навбатида тупроққа таъсир қиладиган солиштирма босим ва унга мос келадиган из чуқурлигини оширади.

«КАСКАД» русумли пневматик шиналар ўрнатилган ёмғирлатиб суғориш машинани ҳисоблаш натижаларига қуйидаги хулосалар қилиш мумкун:

1. Суғориш меъёри 300 м<sup>3</sup>/га бўлганида.

– баҳор мавсумида машина узунлиги 300 м ва оралиқ масофа 65,25 м бўлганида, машина аравачаларига 14,9-24 ўлчамли шиналар ўрнатилганида уларнинг сони учта бўлиши керак, ёки 16-20 ўлчамли шиналар ўрнатилса шиналар сони иккита бўлиши керак;

– ёз-куз мавсумида машина аравачаларига 14,9-24 ўлчамли иккита шина ўрнатилса ҳам бўлади.

Шундай қилиб барча мавсумларда 16-20 ўлчамли шинани икки ғилдиракли аравачада қўллаш мумкун.

2. Суғориш меъёри 400 м<sup>3</sup>/га. бўлганида.

– ёмғирлатиб суғориш машинани узунлиги 300 м ва оралиқ масофа 65,25 м бўлганида баҳор мавсумида машина аравачаларига 14,9-24 ёки 16-20 ўлчамли шиналар ўрнатилса учта ғилдирак оптимал ҳисобланади ёки машина узунлиги 400 м ва оралиқ масофа 59,5 м ёки 65,25 м бўлганида аравачага иккита 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилган иккита ғилдирак ўрнатилади, агар машинани узунлиги 500 м бўлиб 16-20 ўлчамли шиналар ўрнатилса ва оралиқ масофа 59,5 м бўлса ғилдиракларни оптимал сони учта бўлади;

– ёз куз мавсумида машина узунлиги 300 м ва оралиқ масофа 65,25 м бўлганида 14,9-24 ўлчамли шиналар ўрнатилган ғилдираклар сони учта, қатор ғилдиракларга 16-20 ўлчамли шиналар ўрнатилса оптимал сони иккита ҳисобланади.

3. Суғориш меъёри 500 м<sup>3</sup>/га бўлганида.

– баҳор мавсумида машинани узунлиги 300 м ва оралиқ масофа 59,5 м бўлганида агар ғилдиракларга 16-20 ўлчамли шиналар ўрнатилса оптимал сони учта бўлади, агар 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилган бўлса ғилдираклар сони иккита бўлади, оралиқ масофа 65,25 м бўлганида аравачага 16-20 ўлчамли шиналар ўрнатилганида оптимал сони учта қилинади ёки иккита ўрнатилади, агар ғилдираклар 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилганида оптимал сони учта қилинади ёки иккита ўрнатилади, агар ғилдираклар 23-26 ўлчамли шиналар билан жихозланса машина узунлиги 400 м бўлиб оралиқ масофа 59,5 ёки 65,25 м бўлганида 16-20 ёки 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилган оптимал ғилдираклар сони учта бўлиши ёки 23-26 ўлчамли шиналар ўрнатилганида иккита ғилдирак оптимал ҳисобланади, машина узунлиги 500 ёки 600 м ва оралиқ масофа 59,5 м бўлганида аравачалар сони учта ёки аравачага 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилса оптимал ғилдираклар сони иккита ҳисобланади, агар оралиқ масофа 65,25 м бўлса аравачага 16-20 ўлчамли шиналар ўрнатилган оптимал сони учта ёки аравачага 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилса оптимал сони иккита бўлади.

#### 4. Суғориш меъёри 600 м<sup>3</sup>/га бўлганида.

– баҳор мавсумида машина узунлиги 300 м ва оралиқ масофа 48,7 ёки 59,5 м бўлганида аравачага 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилса ғилдираклар сони учта, агар 23-26 ўлчамли шиналар ўрнатилса иккита ғилдирак оптимал ҳисобланади, оралиқ масофа 65,25 м бўлганида 23-26 ўлчамли шиналар ўрнатилган ғилдираклар сони учта бўлиши керак, машина узунлиги 400 м ва оралиқ масофа 48,7 м бўлганида аравачага 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилган ғилдираклар сони иккита бўлиши керак, машина узунлиги 500 ёки 600 м ва оралиқ масофа 48,7 ёки 59,5 м бўлганида аравачага 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилган ғилдираклар сони учта ва 23-26 ўлчамли шиналар ўрнатилган ғилдираклар сони иккита бўлса оптимал ҳисобланади, агар оралиқ масофа 55,25 м бўлса аравачага 23-26 ўлчамли шиналар ўрнатилган ғилдираклар сони иккита бўлиши оптимал ҳисобланади;

– ёз-куз мавсумида машина узунлиги 300, 400, 500 ёки 600 м ва оралиқ

масофа 48,7 м бўлганида аравачага 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилган ғилдираклар сони иккита, оралиқ масофа 59,5 ёки 65,25 м бўлганида аравачага 23-26 ўлчамли шиналар ўрнатилган ғилдираклар сони иккита бўлса оптимал ҳисобланади.

Машинани юриш тизимидаги аравачаларга учта бикр ғилдираклар ўрнатилишига қарамасдан тупроққа машина томонидан таъсир қилаётган солиштирма босим рухсат этилган босимдан катта бўлади.

Шундай қилиб тавсия этилаётган ечим вариантлардан суғориш мавсумига тўғри келадиган ва тупроққа камроқ таъсир қиладиган юриш тизimini қабул қилиш керак. Шу билан бирга илмий назарияга таяниб машинани юклаш қисимларига уч ғилдиракли тор профили шиналардан кўра икки ғилдиракли кенг профилли шиналар қўллаш маъқул.

### **3.5. Кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналари из қолдириш чуқурлигини камайтириш**

Тупроқ ёмғирлатиб суғориш машиналарини юриш тизими билан ўзаро таъсир қилишида қуйидагича деформацияланади [82]:

– ғилдиракларни танч юзаларида тупроқ сиқилади. Бунда қуйидагиларни айтиш мумкун: тупроқ пастга вертикал чизик бўйича сиқилади, бу эса тупроқни зичланишига олиб келади – тупроқ ғилдирак тагидан сиқиб чиқарилади;

– ғилдирак тишлашиш дўнғчалари билан тупроқни қирқади.

Ушбу жараёнларни моделлаштириш учун А.И.Рязанцев қанотли-конус учли қурилмасини тупроқ билан ўзаро таъсир қилишини тадқиқот қиладди. Тупроқни сиқилишига қаршилиги қуйидагича ифодаланади, кПа [84]:

$$\sigma_{сж} = u_T \gamma_{гр} r_{кп} + N'_T c_{2г}, \quad (3.21)$$

бунда  $c_{2г}$  – ерни солиштирма илашиши, кПа,  $c_{2г} = \tau_T$ ,  $\tau_T$  – тупроқни айланма шакли йўналиши бўйича солиштирма қаршилиги;

$\gamma_{гр}$  – тупроқни ҳажмий оғирлиги, кН/м<sup>3</sup>;

$u_T$  ва  $N'_T$  – тупроқни кўтариб туриш ўлчамсиз коэффициентлари, бу коэффициентлар тупроқнинг ички ишқаланиш бурчагига боғлиқ;

$r_{кп}$  – учлик асосини радиуси, м.

Тупроқни суғоришдан аввалги кўтариб туриш қобилияти, кПа [84]:

$$P_{дп} = 0.318N'_к c_{2г}, \quad (3.22)$$

бунда  $N'_к$  – тупроқни кўтариб туриш қобилиятини камайиш коэффициенти.

Тупроқ суғорилгандан сўнг кўтариб туриш қобилияти, кПа [82]:

$$P_{пп} = P_{дп} - \Delta P, \quad (3.23)$$

бунда  $\Delta P$  – тупроқни кўтариб туриш қобилиятини камайиш қиймати.

Суғориш жараёнида ёмғирлатиб суғориш машиналарини конструктив параметрлари сув билан таъминлаш режимини англатади, бу параметр тупроқни инфилтрацион хусусиятлари билан бирга уни максимал кўрсаткичларига қайта таъсир ўтказди.

Маълумки тупроқни ортиқча суғорилганидан сўнг оқабошлаш меъёрини оширилиши билан тупроқни кўтариб туриш қобилияти камаяди. Юзани оқабошлашини ошиши тупроқни кўтариб туриш қобилиятини янада пасайтиради.

Суғориш меъёрини 300 дан 500 м<sup>3</sup>/га гача оширилиши ўртача қора тупроқни кўтариб туриш қобилияти 100 дан 140 кПа гача пасаяди, агар оқабошлаш содир бўлса (20-25%) тупроқни кўтариб туриш қобилияти 125 кПа гача камайиши мумкун [84].

Ёмғирлатиб суғориш машинасини икки ғилдиракли аравачаси учун чуқурлик изи (3.17) тенглик билан ифодаланади.

Ёмғирлатиб суғориш машинасини аравачаларида учти ғилдирак бўлса, м [82]:

$$H = 0,4M / (n_t \cdot 10^3 \cdot P_{пп} \cdot b_{об} \cdot \sqrt{D_k}) \quad (3.24)$$

Машинани сувсиз массаси қуйидагича аниқланади, кг [82]:

$$m_M = m_{оп} + n_T \cdot m_{ТЗ} + m_{вТ} + m_K \quad (3.25)$$

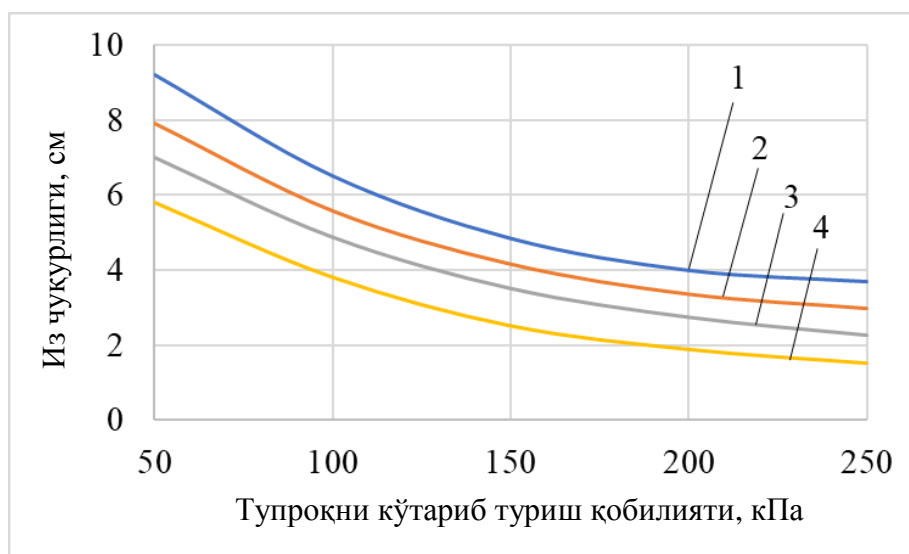
Шуни эътиборга олиш керак, уч ғилдиракли аравача массаси  $m_{Т3}$  узунлиги катта бўлишлиги ва рамаси бўлишини сабаби шундай аниқланади  $m_{Т3} = (1,1 - 1,25)m_{Т2}$  [82].

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини из чуқурлигини кенглиги аниқлаш ифодаси, м [82]:

$$B_k = \sqrt{(R_{им} + b_{об}/2)^2 + H \cdot (D_k - H)} - (R_{им} - b_{об}/2) \quad (3.26)$$

Аниқланган ифодалардан кўриниб турибдики, из чуқурлиги ва уни кенглиги жуда кам ўзгаради ва уч ғилдиракли юриш тизимларида қўллаш асосан машинани тортиш-тишлашиш хусусиятини ошириш учун қўлланилади.

Ифодага асосланиб (3.24) «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машинасини ишлаганида унинг биринчи (олдинги) аравачасини тагидаги тупроқни кўтариб туриш қобилиятини из чуқурлиги таъсириди ифодалайдиган график қурилган, оралиқ масофа ўзгартирилган 3.1-расм.



**3.1 – расм. «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машина учун тупроқни кўтариб туриш қобилиятини из чуқурлигига таъсири (16-20 ўлчамли шиналарда): 1 – оралиқ масофа 65 м бўлганида; 2 – оралиқ масофа 59,5 м бўлганида; 3 – оралиқ масофа 48,7 м бўлганида; 4 – оралиқ масофа 30 м бўлганида.**

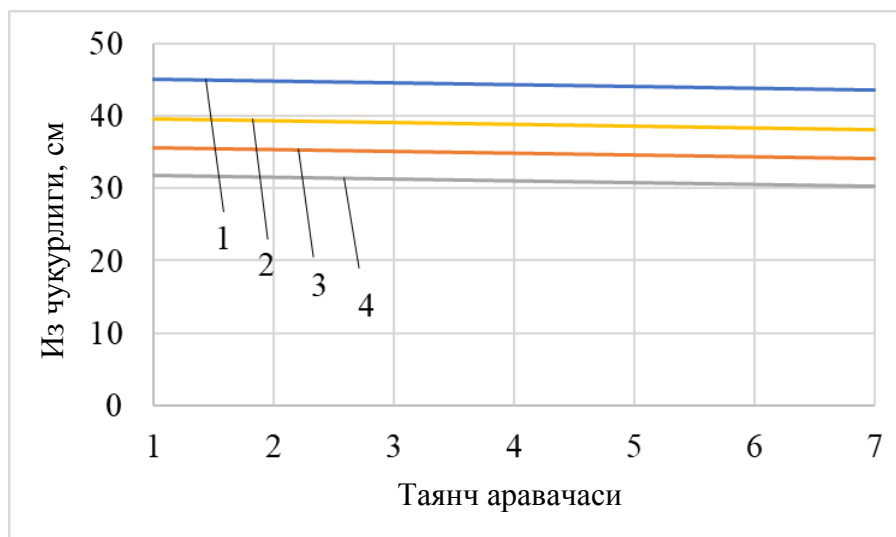
3.1 расмда кўриб турибдики, тупроқни кўтариб туриш қобилияти 100 кПа

дан катта ва суғориш меъёри 300-350 м<sup>3</sup>/га оралиғида бўлса, оралиқ масофа кенглиги 65 м гача узайиши мумкун, бунда из чуқурлиги рухсат этилган қийматдан катта бўлмайди [82].

Оралиқ масофаси 59 м дан катта бўлган машиналарга 16-20 ўлчамли шиналар қўлланилиши мумкун, агар тупроқни кўтариб туриш қобилияти янада камайган бўлса машинани юриш тизимига 18-24 ўлчамли шинлар ўрнатилади 3.1-расм [82].

(3.26) ифода ёрдамида қўзғалмас таянчдан из кенглигигача бўлган масофани эътиборга оладиган график боғлиқлиги қурилган, бу график «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машинасини биринчи аравачасига тегишли бўлиб тупроқни кўтариб туриш қобилияти 100 кПа бўлганда қўлланилган. Ғилдиракни қўзғалмас таянчдан узоқлашган сари из чуқурлиги ва кенглиги камаяди [82].

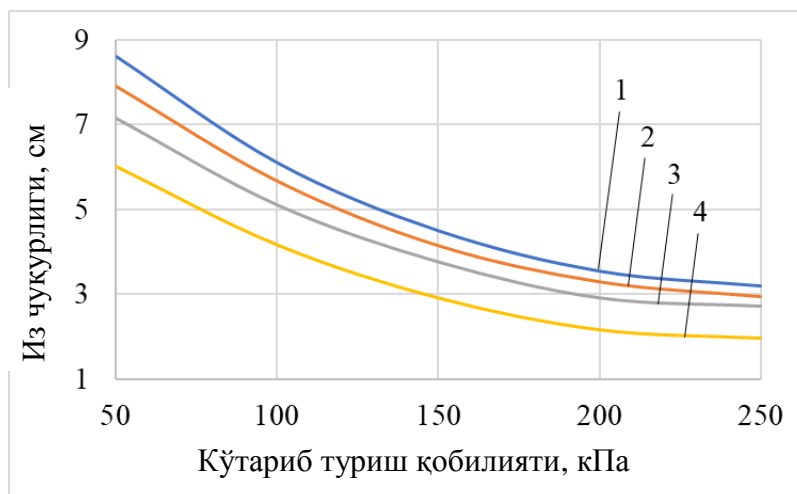
3.4 ва 3.5 – расмларда «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машинасини биринчи аравачасини 159 мм диаметрли қувурли оралиқ масофа 59,3 м (3.4-расм) ва 65,25 м (3.5-расм) бўлганида тупроқни кўтариб туриш қобилияти из чуқурлигига таъсир қилиши тасвирланган



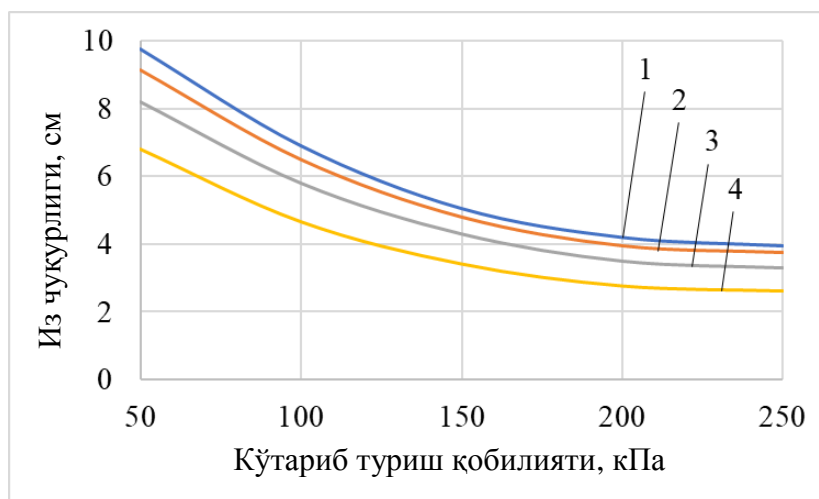
**3.2 – расм. «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машинаси учун қўзғалмас таянч масофасини из кенглигига таъсири тасверланган:**

1 – 23-26 ўлчамли шиналарда; 2 – 18-24 ўлчамли шиналарда; 3 – 16-20 ўлчамли шиналарда; 4 – 14,9-24 ўлчамли шиналарда [82]





**3.3 – расм. «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машинаси учун оралик масофа 59,5 м бўлганида тупроқни кўтариб туриш қобилиятига из чуқурлигини таъсири тасвирланган: 1 – 14,9-24 ўлчамли шиналар ўрнатилганда; 2 – 16-20 ўлчамли шиналар ўрнатилганда; 3 – 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилганда; 4 – 23-26 ўлчамли шиналар ўрнатилганда [82]**



**3.4 – расм. «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналар учун оралик масофа 65,25 м бўлганида тупроқни кўтариб туриш қобилиятини из чуқурлигига таъсири тасвирланган: 1 – 14,9-24 ўлчамли шиналар ўрнатилганда; 2 – 16-20 ўлчамли шиналар ўрнатилганда; 3 – 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилганда; 4 – 23-26 ўлчамли шиналар ўрнатилганда [82]**

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини юқори суғориш норма билан фойдаланганида профилли шиналар ўрнатилиши керак. Машинани паст

суғориш норма билан фойдаланганида уни массасини камайтириш мақсадида сув ўтказиш қувурлари кичик диаметрли бўлгани маъқул, бу эса ўз навбатида из чуқурлигини камайтиришига олиб келади [85].

### 3.6. Машинани ҳаракатланишига қаршилик қилувчи кучни, юриш тизимига туғри келадиган юкланишга боғлиқлиги

Ғилдиракни ўқига тўғри келадиган юкланиш сув ўтказиш қувурлар диаметри ва юриш аравачаларининг жойлаштириш частотасига, яъни аравачаларнинг оралиқ масофа узунлигига қараб оптимизацияланади.

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини аравачаларини ҳаракатланиши имконияти қуйидаги шарт билан ифодаланади [3, 8]:

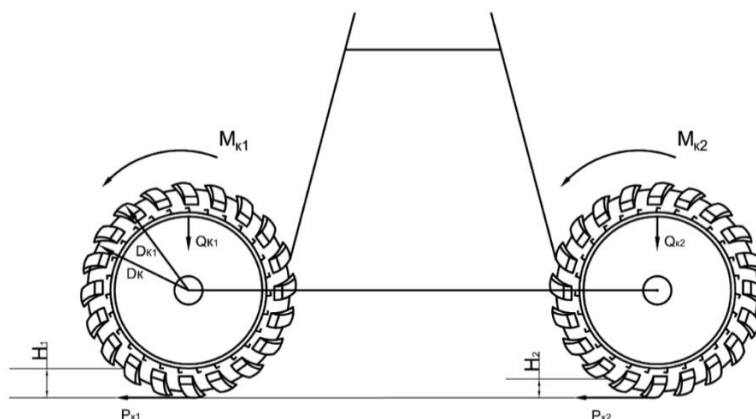
$$(\mu - f)n_k \geq i, \quad (3.27)$$

бунда  $\mu$  – илашиш коэффициенти;

$f$  – ғилдиракларни юмалашга қаршилик қилувчи коэффициенти;

$n_k$  – ёмғирлатиб суғориш машинаси аравачаларидаги ғилдираклар сони;

$i$  – баландлик нишаблик қиймати.



3.5 –расм. Ёмғирлатиб суғориш машинасини ғилдирак тизимини юмалаш схемаси

Ёмғирлатиб суғориш машинаси ўзини ҳаракатлантириш имконияти қуйидагича аниқланиши мумкун:

$$(\mu - f)n_k n_t \quad (3.28)$$

(3.28) ифодадаги ибора инобатга олинса:

$$(\mu - f)n_k(L_M/l_{пр}), \quad (3.29)$$

бунда  $L_M$  – ёмғирлатиб суғориш машинасини узунлиги, м;

$l_{пр}$  – машинанинг оралик узунлиги, м.

Агар машина узунлиги 300 м ва оралик масофа 48,7 м деб фарз қилинса уларни нисбати 6,1 на ташкил қилади, агар оралик масофа 65,25 м бўлса ушбу нисбат 4,59 ни ташкил қилади.

Оралик масофа 48,7 м бўлганида:

$$(\mu - f)6,1 \quad (3.30)$$

Оралик масофа 65,25 м бўлса:

$$(\mu - f)4,6, \quad (3.31)$$

яъни оралик масофа катталашганида машинани ўтувчанлиги 25% га камаяди.

Ғилдиракни деформацияланадиган тупроқда ҳаракатланганида узатилаётган буровчи момент  $M_{кр}$  қуйидаги боғланиш билан аниқланади 3.5-расм [8]:

$$M_{кр} = \tau_{ср} k'_\tau \quad (3.32)$$

Етакчи ғилдиракни тупроқ билан энг катта илашиш кучи  $P_{сц}$  ни қуйидагича аниқлаш мумкун [8]:

$$P_{сц} r_k = \tau_{ср} k'_\tau, \quad (3.33)$$

бунда  $k'_\tau$  – қаршилик моменти тупроқни қирқилиш юзасини статик моменти;

$r_k$  – ғилдиракни юмалаш радиуси;

$\tau_{ср}$  – ғилдиракларни тупроқ билан илашадиган элементларини тупроқни қирқилишдаги солиштирма қаршилиги.

(3.33) тенгликдан максимал илашиш кучини аниқлаш мумкун:

$$P_{сц} = \tau_{ср} k'_\tau / r_k \quad (3.34)$$

Тупроқни кесилишига сарфланадиган солиштирма қаршилик аниқланади [8]:

$$\tau_{cp} = P \operatorname{tg} \varphi + C_2, \quad (3.35)$$

бунда  $P$  – ғилдиракни тупроққа таъсир қилувчи солиштирма босими;

$\varphi$  – тупроқни ички ишқаланиш бурчаги;

$C_2$  – тупроқни илашиши.

Рязанцева А.И. ни тадқиқотларига кўра, тупроқни қанотли учликлари билан сиқиш шароитида учликларни чуқурликка кириш чегарасида тупроқнинг оғирлигини эътиборга олмаслик ҳам мумкун. Яъни шакли бўйича қирқилишга солиштирма қаршилиқни  $k_\tau$  тупроқни илашишига (3.32) боғлаш мумкун [8].

$$C_2 = M_{\text{Max}}/k_\tau \quad (3.36)$$

Конуссимон учликни чуқурлаштирилган тупроқни илашиш ва кириб боришга солиштирма қаршилиги орасида пропорционаллик мавжудлиги назарий аниқланган [8]:

$$R_n = P/h_k^2 \quad (3.37)$$

$$C_2 = k_\varphi R_n \quad (3.38)$$

бунда  $k_\varphi$  – пропорционаллик функцияси, конуссимон учликни юқори қисмидаги бурчагидан ва тупроқнинг ички ишқаланиш бурчагига боғлиқ.

Ғилдирак ҳаракатланганида тупроқни қирқилиши шинани четки қирраси ҳамда протекторини тупроқ билан тишлашадиган қисми ёрдамида бажарилади.

Қирқилиш юзаларини статик моменти қуйидагича аниқланади [86]:

$$k'_\tau = \frac{\sqrt{D_k H} (D_{k1}^2 - D_k^2) D_{k1} - D_k}{D_k} + b_n \quad (3.39)$$

бунда  $H$  – из чуқурлиги;

$b_n$  – ширинани тупроқ билан тишлашиш мосламасини юқори қисми бўйича ўлчалган диаметр;

$D_k$  – ғилдирак диаметри;

$D_{k1}$  – шина протектори баландлиги бўйича айланани диаметри;

Маълумки тупроқнинг қирқилиш юзаси из чуқурлигига ва шинанинг тупроқ билан тишлашиш мосламасини ўлчамга боғлиқ.

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини аравачалари юриш тизимига таълуқли, аравачани орқа ғилдираги олд ғилдирак изидан ҳаракатланганида  $P_{\text{сц}}$  қуйидаги боғланиш билан аниқланади [86]:

$$P_{\text{сц}} = \frac{\sqrt{D_{\text{к}}}}{3D_{\text{к}}^2} (\tau_{\text{ср1}}\sqrt{H_1} + \tau_{\text{ср2}}\sqrt{H_2}) ((D_{\text{к1}}^2 - D_{\text{к}}^2)((D_{\text{к1}} - D_{\text{к}}) + 3b_n)) \quad (3.40)$$

бунда  $H_1, H_2$  – мос равишда олда ва орқа ғилдираклар юриб ўтганидан кейин из чуқурлиги;

$\tau_{\text{ср1}}, \tau_{\text{ср2}}$  – мос равишда олд ғилдиракларни ҳаракатланишидан аввал ва ўтгандан кейин тупроқни солиштирма қаршилиги.

Ғилдирак ўқига тўғри келадиган юкланишни камайтириш мақсадида уч ғилдиракли юриш тизими ўрнатилиши мумкун. Ушбу тизимда учта ғилдираклар кетма-кет тандем жойлаштириш схемаси келтирилган [86].

Мазкур юриш тизимини илашиш кучи қуйидаги ифодадан аниқланади [86]:

$$P_{\text{сц}} = \frac{\sqrt{D_{\text{к}}}}{3D_{\text{к}}^2} (\tau_{\text{ср1}}\sqrt{H_1} + \tau_{\text{ср2}}\sqrt{H_2} + \tau_{\text{ср3}}\sqrt{H_3}) ((D_{\text{к1}}^2 - D_{\text{к}}^2)((D_{\text{к1}} - D_{\text{к}}) + 3b_n)), \quad (3.41)$$

бунда  $H_3$  – учинчи ғилдирак ўтганидан кейинги из чуқурлиги;

$\tau_{\text{ср3}}$  – учинчи ғилдирак ўтганидан кейин тупроқнинг қирқилишига солиштирма қаршилик.

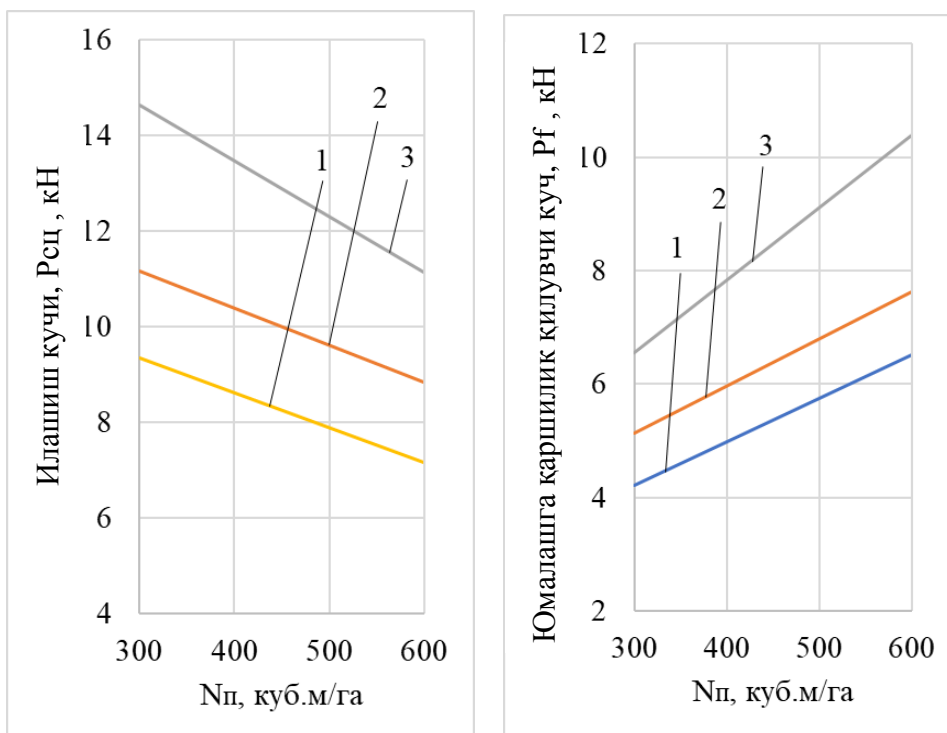
Ғилдиракларни юмалашига қаршилик қилувчи куч  $P_{\text{ф}}$  маълум қоидаларни эътиборга олинганидан кейин икки ғилдиракли аравача учун қуйидагича аниқланади [86]:

$$P_{\text{ф}} = 0,88 \sqrt{\frac{G_{\text{к}}^3}{BD_{\text{к}}^3} \frac{\sqrt{P_{\text{дпп1}} + \sqrt{P_{\text{дпп2}}}}}{\sqrt{P_{\text{дпп1}}P_{\text{дпп2}}}}}, \quad (3.42)$$

бунда  $P_{\text{дпп1}}, P_{\text{дпп2}}$  – олд ғилдиракларни юриб ўтмасдан ва юриб ўтганидан кейин тупроқни кўтариб туриш қобилияти;

$G_{\text{к}}$  – ғилдиракка туғри келадиган юкланиш.

3.7-расмда турли оралик масофаларда суғориш меъёри ҳар хил бўлганида илашиш ва юмалашга қаршилик қилувчи кучларини боғланиши.



**3.6 – расм. Илашиш кучи ва юмалашга қаршилиқ қилувчи кучларни оддий қора тупроқ учун турли суғориш меъёрига нисбатан боғланиши:**  
 1 – оралиқ масофа 48,7 м бўлганида; 2 – оралиқ масофа 59,5 м бўлганида; 3 – оралиқ масофа 65,25 м бўлганида.

Графикдан кўриниб турибдики (3.6-расм) суғориш меъёри ошган сари илашиш кучи камайди, айниқса оралиқ масофа 65,25 м гача узайтирилганида сезиларли даражада.

Ғилдиракларни юмалашига қаршилиқ қилувчи куч суғориш меъёри оширилганида миқдори ошади, у ҳам оралиқ масофа оширилишига қараб сезиларли ўзгаради.

Бу таҳлил орқали ёмғирлатиб суғориш машиналарини ўтувчанлигига таъсир қилувчи омилларни таҳлил қилиб уни ошириш методлари кўриб чиқилади.

Турли суғориш меъёрида ёмғирлатиб суғориш машиналарини ўтувчанлигини таъминлаш учун из қолдириш қонуниятлари аниқланади ва машинани тортиш-илашиш хусусиятларини ўзгартириш ва ёмғирлатиб суғориш машиналари конструктив параметрларини исботлаш боғланишлари ҳам

аниқланди.

Пневматик ва бикр ғилдиракли кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналари юриш тизимини тупроққа таъсир қилишини назарий тадқиқотларига кўра қуйидаги тавсифлар берилади: сув ўтказиш қувурларини конструктив параметрларини оптимал боғланишларини; оралиқ масофани узунлиги (кенглигини); суғориш меъёри ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятига нисбатан юриш тизимини тури.

Олинган назарий ҳисоблар ва методларни қўллаш учун ёмғирлатиб суғориш машиналарида экспериментал тадқиқотлар ўтказилиб ушбу методларни самараси текширилиши керак.

#### **4 ЛАБОРАТОРИЯ ВА ДАЛА ТАДҚИҚОТЛАРИНИ ЎТКАЗИЛИШИНИ ҚИСҚА МЕТОДИКАСИ**

Лаборатория ва дала синовларини дастури қўйилган ишчи мақсад ва қўйилган масалалар асосида тузилган. Олинган назарий натижалар, математик боғланишлар ва методикалар экспериментлар орқали исботланган.

Экспериментал тадқиқотларга қуйидагилар киради:

– кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналарини шиналаридаги ҳаво босими ва ўқига тўғри келадиган юкланишни юриш тизимини ҳаракатланишига қаршилиқ қилувчи кучни ва из чуқурлигига таъсир қилишини аниқлайдиган экспериментлар ўтказилган;

– кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналарини ўтувчанлигини ошириш ва из чуқурлигини камайтиришга бағишланган дала тадқиқотлари;

– суғоришда тупроқни кўтариб туриш хусусиятларининг аниқлайдиган дала тадқиқотлари.

#### **Лаборатория тадқиқотлари**

Лаборатория тадқиқотлари дастури қуйидагиларни ўз ичига олади:

– ғилдирак ўқиға тўғри келадиган юкланишни уни ҳаракатланишига қаршилик қилувчи кучга ва из чуқурлиғига таъсирини аниқловчи боғланишларни аниқлаш;

– шиналардаги ички ҳаво босимини унинг ҳаракатланишига қаршилик қилувчи кучга ва из чуқурлиғига таъсирини аниқловчи боғланишларни аниқлаш.

### **Айлана шаклида суғоришда ёмғирлатиб суғориш машинада**

#### **бажариладиган дала тадқиқотлари**

Айлана шакли бўйича ишлайдиган ёмғирлатиб суғориш машинасида ўтказиладиган дала тадқиқотларини дастури:

– суғоришда тупроқни кўтариб турувчи қобилиятини тадқиқоти;

– ёмғирлатиб суғориш машинасини қолдирган из чуқурлигини ва кенглигини аниқлаш.

### **Лаборатория тадқиқотларини ўтказиш методикаси ва қўлланиладиган**

#### **лаборатория жихозлари**

Шиналардаги ҳаво босими ва ғилдираклар ўқиға тўғри келадиган юкланиш ғилдиракларни ҳаракатланишига қаршилик қилувчи кучга ва из чуқурлиғига таъсир қилишини аниқлаш учун лаборатория тадқиқотлари бажарилган. Тадқиқотлар стационар тупроқли каналида ўтказилган.

Тупроқли канал пайвадланган ва тупроқ билан тўлдирилган идишдан иборат бўлиб релс устида ҳаракатланади унинг юритмаси электр двигателдан ва редуктордан иборат бўлиб 4.2-расмда кўрсатилган. Тупроқли канални кўзғаладиган горизонтал қисмида тензометрик звено маҳкамланган, унга ўз навбатида ёмғирлатиб суғориш машинасини юриш аравачасини имитация қиладиган конструкция ўрнатилган (4.1-расм).





**4.1 – расм. Экспериментларда қўлланиладиган аравачалар**

Юриш аравачасини тупроқли каналда ҳаракатланиш жараёнида, тупроқ томонидан ғилдиракка уч текисликда таъсир қиладиган кучлар ҳосил бўлади. Ушбу кучлар томонидан датчиклар ёрдамида рўйхатга олинади, датчиклар ярим кўприкли схема бўйича уланган тензометрик звено билан бирлаштирилган. Бу ишларни бажариш учун МІС-018 русумли тензометрик ўлчанадиган комплекс қўлланилган, Recorder ёрдамида олинган маълумотлар WinПОС дастури бўйича ишлов берилади [86].

Ёмғирлатиб суғориш машинасини юриш аравачасини тақлид қиладиган ишлаб чиқарилган конструкцияга пневматик ҳамда бикр турли диаметрдаги ғилдираклар ўрнатилиши мумкун, шу билан бирга уларни берилагн параметларда турли схемалар ёрдамида жойлаштирилади. Лаборатория экспериментларини ўтказиш жараёнида ғилдиракларни ҳаракатланиш тезлиги, шиналардаги ҳаво босимини, ғилдиракга тўғри келадиган юкланишни, қолдирилган из чуқурлигига, тупроқнинг зичлигига ва қаттиқлигига, ғилдиракларни ҳаракатланиш қаршилигига таъсири аниқланган [86].



**4.2 – расм. Экспериментлар ўтказилган лаборатория жихозлари**

Лаборатория тадқиқотлари ўтказилаётганида пневматик ғилдираклар ўқиға тўғри келадиган юкланиш 0,1 кН дан 1 кН диапазонида 0,05 кН интервалида ўзгартирилган, бу эса ўз навбатида ёмғирлатиб суғориш машинасининг ғилдиракларига таъсир қиладиган юкланишга мос келади, бунда албатта пропорционал коэффициент 8,8 эътиборга олинади [86].

#### **Дала тадқиқотларини ўтказиш методикаси ва қўлланиладиган жихозлар**

Дала тадқиқотлари ёмғирлатиб суғориладиган ер майдонларида ўтказилган [26].

Дала синовларида қўлланилган «КАСКАД» ва «Кубань-ЛК1» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарини техник тавсифномалари 4.1 ва

4.2 – жадвалларда келтирилган.

## 4.1 – жадвал

**«КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машинасини техник  
тавсифномаси**

<b>Кўрсаткичлар</b>	<b>Қийматлари</b>	
Машина узунлиги, м	497,5	434
Машинага киритилаётган сув босими, МПа	0,30-0,43	0,35-0,4
Аравачалар сони	8	6
Сув ўтказиш қувури ва консолни диаметри, мм	159	
Оралиқ масофа узунлиги, м	59,5	65,2

## 4.2 – жадвал

**«Кубань-ЛК1» русумли ёмғирлатиб суғориш машинасини тавсифномаси**

<b>Кўрсаткич</b>	<b>Қийматлари</b>
Машина узунлиги, м	212
Суғоришдаги сув сарфи, л/с	16
Машинани ҳаракатланиш тезлиги, м/мин	0,1-1,8
Оралиқ масофа узунлиги, м	48,7
Аравачалар сони	4
Машинага киритилаётган сувни босими, МПа	0,21-0,4
Ёмғирлатиб суғориш машинасини иш режими	Узлуксиз, старт-стоп турда бошқариладиган, – суғориб ҳаракатланадиган, – суғормасдан ҳаракатланадиган
Таянч аравачаларини ғилдираклари: – тури – сони	Пневматик, камерали, ҳар бир аравачада иккитадан Ф148 16-20 ўлчамли шиналар

## Ёмғирлатиб суғориш машинада суғориладиган тупроқни кўтариб туриш қобилиятини аниқлаш

Тупроқни суғоришдаги кўтариб туриш қобилияти унинг механик хусусиятлари турлича бўлган участкаларда аниқланган. Бу амал қўл кучи билан ишлатиладиган пенетрометр деб аталадиган тупроқ ўлчагич ёрдамида бажарилган, бу асбоб конуссимон калитли ўлчагич бўлиб ГОСТ 19912-2001 «Тупроқ. Статик ва динамик зондлашни далада синов мезонлари» номланишдаги ишларини амалга оширади [87].

Пенетрометр тавсифномаси 4.3 – жадвалда келтирилган. Тупроқни кўрсаткичларини аниқлашига қаршилик қилувчи солиштирма қаршилик  $\sigma_{сж}$  икки кўрсаткич бўйича аниқланган [26].

### 4.3 – жадвал

#### Кўрсаткичлар тавсифномаси

Кўрсаткичлар	Пенетрацияни максимал кучи, Н	Конусли учликни кўндаланг қирқими, см <sup>2</sup>	Асбобни учлик ва штанга билан бирга баландлиги, мм	Максимал кириш чуқурлиги, м
Қиймат	1570	10 ва 20	920	0,25

Қирқимига солиштирма оғирлик  $\tau_{ср}$  ни крилчаткадаги константаси (статик қаршилик моменти  $k_{\tau}$ ) ва лимб деб номландиган ҳамда у ёрдамида аниқланадиган айлана момент ёрдамида аниқланган [26].

Эксперимент бажарилаётганида крилчаткага таъсир қиладиган вертикал юкланиш оширилган, бунда асбобни мос равишда тупроқга кириш чуқурлиги аниқланган. Олинган маълумотларга асосланиб пенетрацияни солиштирма қаршилигини асбобни тупроқга ботиш чуқурлигига нисбатан боғланиш қурилган.

Тупроқни сиқилишига солиштирма қаршилиги  $\sigma_{сж}$  қуйидагича аниқланади, Па [88]:

$$\sigma_{сж} = P_n/S_k, \quad (4.1)$$

бунда  $P_n$  – пенетрация кучланиши, Н;

$S_k$  – конусни  $h_k = 0,06$  м га киритилгандаги кўндаланг қирқим майдони,  $m^2$ .

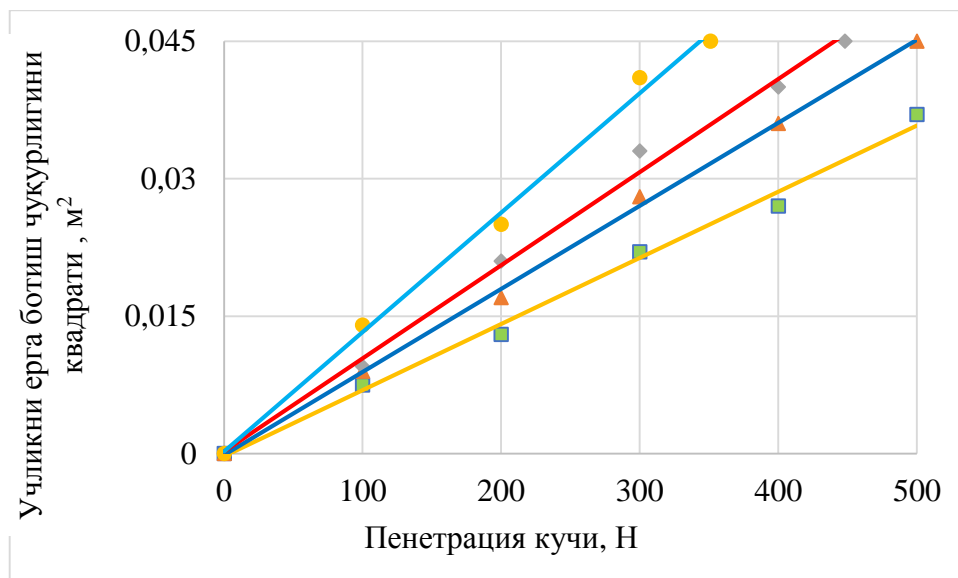
Крилчаткани қирқимиға солиштирма қаршилиқ қуйидагича аниқланади:

$$\tau_{ср} = M_{max}/k_\tau, \quad (4.2)$$

бунда  $k_\tau$  – қирқилиш текислигини (юзасини) статик моменти (крилчаткани констанцияси);

$M_{max}$  – максимал таъсир қилувчи ташқи момент, Нм.

Тупроқни кўтариб турувчи қобилияти ҳар бир 0,3-0,4 м орасида ҳисобланган.



**4.3 – Учликни тупроқға ботишини пенетрацияси**

Тупроқни кўтариб туриш қобилияти турли суғориш норма билан суғорилган участкаларида ўтказилган.

Ўмғирлатиб суғориш машинасини ҳар бир участкадан ўтганидан кейин энг четки қисмида ўмғирлашни ўлчайдиган ўлчагич ва тупроқни майдонларда оқабошлашгача самарали суғориш меъёри аниқланган.

Тупроқни кўтариб туриш ва силжийбошлаш тавсифномалари оралик масофа узунлиги бўйича икки ҳолатда ўлчанган – қуруқ ва намланган. Ўлчаш ўмғирлатиб суғориш машинани тупроқдан ўтишидан аввал ва ўтиб бўлганидан кейин амалга оширилади.

Ушбу ўлчовлар қўл кучи билан ишлатиладиган тупроқ пенетрометрида аниқланган.

Тупроқни кўтариб туриш қобилияти А.И.Рязанцева [8] методикаси бўйича (3.22) ифодаси орқали аниқланади.

### **Ўмғирлатиб суғориш машинасини ғилдираги тупроқда қолдирилган изни чуқурлиги ва кенглигини аниқлаш**

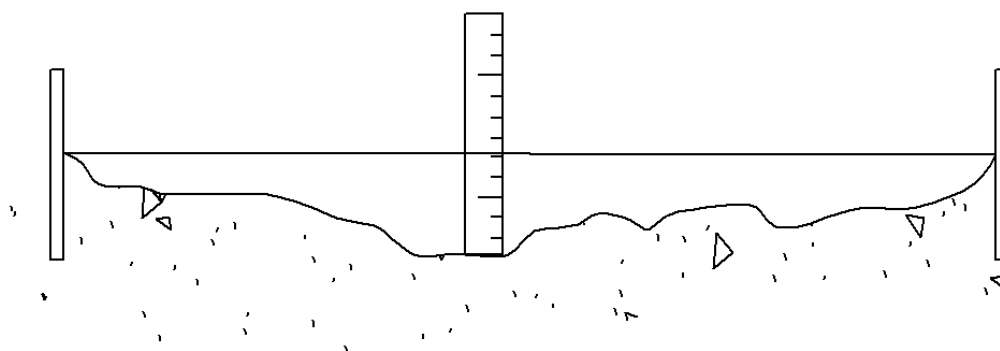
Оралик масофа узунлигида ғилдиракни қолдирган изини кенглиги ва чуқурлиги линейка ёрдамида аниқланган 4.4-расм. Ўлчамлар суғориш мавсумини бошланишида, ўртасида ва охирида бажарилган.

Дала синовлари ГОСТ 20915-2011 ва СТО АИСТ 11.1-2010 [89] бўйича ўтказилган.

Ҳақиқий ўртача суғориш меъёри, м<sup>3</sup>/га [72]:

$$m_{\phi} = 10h_{oc}, \quad (4.3)$$

бунда  $h_{oc}$  – суғориш участкасидаги ўмғирни ўртача ўлчам қиймати, мм.



**4.4 – расм. Ғилдиракни тупроқда қолдирган изини ўлчаш**

Ёмғирлатиб суғориш машинасини бўйлама оралиқ масофасида ёмғирни интенсивлиги ва тақсимланишини ёмғир ўлчагич ёрдамида аниқланган. Ушбу асбоб қабул қилиш майдони ва хажми мос равишда  $25 \text{ см}^2$  и  $3 \text{ л}$  га тенг. Ёмғир ўлчагичлар қуйидагича жойлаштирилган: радиал йўналишда 2-3 қатор, марказий бурчак  $3-5^{\circ}$ , интервал 1-5 м. Ўлчаш жараёнида мензурка, секундомер (ГОСТ 1197-70) ва соат қўлланилган, улар мос равишда ёмғирни ўлчагичидаги сувни хажми ва тажрибани вақтини аниқлайди [72].

Тупроқни намлиги қуйидагича аниқланади [90-92]:

$$V_{\Pi} = \frac{100 \cdot m_B}{m_{\text{СП}}} = 100 \frac{m_{1C} - m_{0C}}{m_{0C} - m_C}, \quad (4.4)$$

бунда  $V_{\Pi}$  – дала тупроғини намлиги, %;

$m_B$  – буғланиб кетган намлик массаси, г;



$m_{1C}$  – стакан ва қопқоқ билан бирга нам тупроқнинг массаси, г;  
 $m_{0C}$  – стакан ва қопқоқ билан бирга қуритилган тупроқнинг массаси, г;  
 $m_C$  – стакан ва қопқоқнинг массаси, г;  
 $m_{СП}$  – куруқ тупроқнинг массаси, г.

Намлиги аниқланиши керак бўлган тупроқнинг массаси 15-50 г оралиғида ўзгариши мумкун. Тупроқ намунаси квартован усулида олинган. Тупроқ намунаси жойлаштирилади, қуритилади, тортилади, рақамланади ва қопқоқ билан зич ёпилади. Тупроқ доимий массагача  $(105 \pm 2)$  °С ҳароратда 5 соат давомида қуритилади 4.5 - расм [40, 92].

Синов ўтказиладиган майдончалар дала микрорелефидан баланд майдончаларда жойлаштирилиб, тупроқ фақат суғориш жараёнидаги сув билан намланиши керак. Оқаётган сувни ўлчайдиган майдонча  $1000 \text{ см}^2$  ни ташкил қилади [72].







**4.5 – расм. Тупроқни намлигини аниқланиши**

Доимий халқоп сув ҳосил бўлган моментда дала юзасида суғориш меъёрини қиймати қайд қилинган [93, 94].

Эксперимент ўтказиш вақтида қуйидаги параметрлар аниқланган: 0-50 см қатламида механик таркиби аниқланган ҳажмий массаси ва суғоришдан олдинги намлиги ундан ташқари тупроқнинг тури; ёмғир томчисининг ўртача диаметри; ёмғирнинг ўртача ва оний интенсивлиги; қишлоқ хўжалиги ўсимлигини тури; тупроқнинг асосий ва қўшимча қайта ишлаш тури [72].

### **Ғилдиракни илашиш параметрларини аниқлаш**

Пневматик шинани илашиш параметрларини тадқиқот қилиш махсус ишлаб чиқилган экспериментал стендда Плотникова П.К. [95] томонидан берилган тавсияларга биноан ўтказилган 4.6-расм. Ғилдиракга тўғри келадиган вертикал юкланишни қиймати 200 кг ни ташкил қилган, шина ўлчами 14,9-24, 16-20, 18-24 бўлган. Юкланишни аста-секин ошириб бориш қурилмаси блоклари ёрдамида амалга оширилган.

Илашиш коэффиценти  $\mu$  ва юмалашга қаршилик қилувчи коэффицент  $f$  Плотникова П.К методикаси бўйича аниқланган [95]:

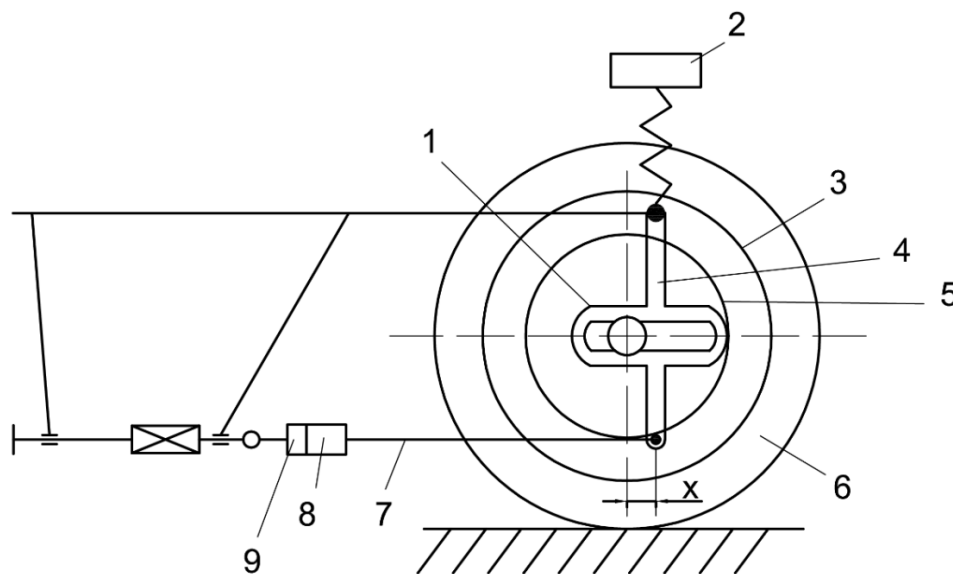
$$\mu = \frac{F_{\text{ск}}}{Q} \quad (4.5)$$

$$f = \frac{M_{\text{кач}}}{Q}, \quad (4.6)$$

бунда  $F_{\text{ск}}$  – сирпанишдаги ишқаланиш кучи, динамометрик элемент билан улчаниб датчик ёрдамида нурни силжиши ҳаракатига айлантирилади;

$M_{\text{кач}}$  – думалаб ишқаланиш моменти;

$Q$  – нормал реакция кучи, ўлчанадиган ғилдиракни оғирлиги ва машина оғирлиги тамонидан таъсир қиладиган кучларни йиғиндисига тенг;



**4.6 – расм. Ишлаб чиқилган экспериментал стан**

1 – вал, 2 – юкланиш ҳосил қиладиган идиш, 3 – электр двигател, 4 – икки елкали ричаг, 5 – тахогенератор, 6 – синаб ўлчанадиган ғилдирак, 7 – ўлчаш тортқисининг биринчи звеноси, 8 – динамометрик элемент, 9 – силжиш датчиги

Ўлчамлар МІС русумли тензометрик комплекс ҳамда тензометрик звено ёрдамида бажарилган.

Суғориш меъёри стандарт ёмғирлатиш ускуналар орқали яратилган, уларни меъёри 300, 400 ва 500 м<sup>3</sup>/га ни ташкил қилади.

Ғилдиракга таъсир қиладиган юкланишни ўзгартириш идиш 2 даги юкни ошириш ёки пасайитириш орқали бажарилган.

## Экспериментал тадқиқот натижаларини қайта ишлаш

### Ўзгарувчан параметрларини аниқлаш

Тизимни тадқиқот қилишда дастлабки параметрлар сифатида қуйидагилар қабул қилинган: ғилдирак ўқиға туғри келадиган юкланиш  $G_k$  (кН); шинадаги ҳаво босими  $P_w$  (МПа) 4.4-жадвал

#### 4.4 –жадвал

#### Кириш кўрсаткичлари

Кўрсаткичлар	Белгиланиши
Ғилдирак ўқиға туғри келадиган юкланиш, кН	$X_1$
Шиналардаги ҳаво босими, МПа	$X_2$

#### Модел турини танлаш

Из чуқурлигини ва ғилдиракни ҳаракатланишига қаршилигини, ғилдирак ўқиға тўғри келадиган юкланиш ва шинадаги босимни боғланишини математик ифодаланишини экспериментларни статик методика қўллаш ёрдамида топиш мумкун.

Тадқиқот объектини математик модели деб рационал параметрларини жараён омиллари билан боғланиш функцияни акси тушунилади.

Функция аксини умумий кўринишида ифодалаш мумкун:

$$\eta = f(X_1, X_2), \quad (4.7)$$

бунда  $X_1, X_2$  – жараённи ўзгарувчи параметрлари.

Дастлабки экспериментларни натижаларини таҳлил қилиш квадратик самаралар ва ундан юқори поғанали самараларни сезиларли эмаслигини аниқлашига эришилади, бу эса ўз навбатида полиномани тури ва даражасини танлашда эътиборга олинади.

Регрессия тенгламаси квадратик самарани эътиборга олинмаганида қуйидагича ёзилади:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2, \quad (4.8)$$

бунда  $y = H$  (из чуқурлиги), ёки  $F_{\text{сопр}}$  (ғилдиракларни ҳаракатланишига қаршилиги);

$x_i - X_i$  ларни кодланган қийматлари.

Тўлиқ омилли эксперимент бажарилиши учун битта “реплика” икки сатҳли омилларни ўзгартирилганида  $2^2 = 4$  та сонли тажрибаларни бажарилиши амалга оширилишини талаб қилади. Ҳар бир танланган шароитда 5 та “реплика” амалга оширилади.

#### 4.5 –жадвал

##### Экспериментларни дастурлаш матрицаси

Тажриба №	$X_1$	$X_2$	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_{12}$	$Y_j$
1	0,1	0,05	1	-1	-1	1	$y_1$
2	1	0,05	1	1	-1	-1	$y_2$
3	0,1	0,16	1	-1	1	-1	$y_3$
4	1	0,16	1	1	1	1	$y_4$

##### *Эксперимент натижалари қайта ишлаш ва функцияни аниқлаш*

Дастурлаш матрицасини ҳар бир сатри ўзини жамланган натижасиги эга, ушбу натижа тажриба асосида ҳисобланган. Олинган маълумотларга асосланган ҳолда мақсадли функцияни ўртача арифметик қиймати  $\bar{y}_j$  – ҳисобланади [96-108]:

$$\bar{y}_j = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n y_{ju}, \quad (4.9)$$

бунда  $u$  – параллел тажриба рақами;

$y_{ju}$  – мақсадли функция тавсифномасини қиймати.

Параметрларни ҳар бир ўртача қийматлардан фарқини сон бўйича таснифлаш имкониятига эга бўлиши учун ҳар бир тажрибани дисперсияси ҳисобланади. Ҳисоблаш бажарилагн параллел тажрибалар сонидан келиб чиқилади:

$$s_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{u=1}^n (y_{ju} - \bar{y}_j)^2 \quad (4.10)$$

Эксперимент хатоси қуйидагича баҳоланади:

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{u=1}^n (y_{ju} - \bar{y}_j)^2} \quad (4.11)$$

Тажриба хатоси эътиборга олинмаган функцияларини сатхига боғлиқ, улар эса ўз навбатида эътиборга олинмаган қайси омиллар тажрибага таъсир қилишига боғлиқ бўлади. Натижалари кенг тарқалиши тажриба натижаларини ноаниқ бўлишлигига боғлиқ. Бу ходисани текшириш учун ҳисоблашга махсус мезон нисбатини киритиш керак  $U$  (ГОСТ 11.002-73) [96].

Тажриба давомида тажрибаларни нормал жамланишига таълуқлигини аниқлаш ва уларни ҳисоблашда қолдириши ёки қабул қилмаслик тўғрисида хулоса қабул қилиш учун боғланиш аниқланади:

$$U_{\max} = \frac{y_{j\max} - \bar{y}_j}{s_j} \text{ или } U_{\min} = \frac{\bar{y}_j - y_{j\max}}{s_j}, \quad (4.12)$$

бунда  $U_{j\max}$  ва  $U_{j\min}$  – параллел тажрибалардаги мақсадли функцияни энг катта ва энг кичик қийматлари.

Қабул қилинган тегишли даража (5%) ва параллел тажрибалар сони  $n = 5$  бўлганида чегаравий қиймат  $\beta = 1,67$  (ГОСТ 11.002-73) [96] тўғри бўлади. Ушбу усул билан бошқа натижалар баҳоланади.

4.6-жадвалда агар  $U \geq \beta$  бўлса ишончли бўлмаган хулосалар қабул қилинмайди, айрим ҳолатларда эса бу хулоса қабул қилиниши мумкин.

#### 4.6-жадвал.

##### Тажриба даврида олинган экстремумларини таълуқлиги тешкирилади

Режа бўйича №	$U < \beta = 1,67$							
	Н				$F_{\text{сопр}}$			
	$U_{\max}$		$U_{\min}$		$U_{\max}$		$U_{\min}$	
1	1,34	Ҳа	1,34	Ҳа	1,18	Ҳа	1,44	Ҳа
2	1,51	Ҳа	1,00	Ҳа	1,56	Ҳа	1,04	Ҳа
3	1,41	Ҳа	1,08	Ҳа	1,38	Ҳа	0,92	Ҳа
4	1,18	Ҳа	1,18	Ҳа	1,03	Ҳа	1,37	Ҳа

4.7-жадвалда из чуқурлиги дисперсиясини ва ғилдиракларни ҳаракатланишига қаршилик тажриба маълумотларининг намунавий ҳисоблашлари келтирилган.

**4.7 – жадвал**

**Из чуқурлиги дисперсиясини ва ғилдиракларни ҳаракатланишига қаршилик тажриба натижалари**

Режа бўйича №	H	F <sub>сопр</sub>	H		F <sub>сопр</sub>		
			$\bar{y}$	$s_j^2$	$\bar{y}$	$s_j^2$	
1	1	0,6	0,05	0,650	0,01250	0,054	0,000009
	2	0,5	0,056				
	3	0,7	0,053				
	4	0,8	0,058				
	5	0,65	0,055				
2	6	2	0,064	2,030	0,03200	0,066	0,000005
	7	2,1	0,067				
	8	2,3	0,066				
	9	1,9	0,065				
	10	1,85	0,07				
3	11	1	0,06	1,160	0,05800	0,061	0,000002
	12	1,1	0,06				
	13	1,3	0,062				
	14	1,5	0,063				
	15	0,9	0,061				
4	16	2,5	0,07	2,800	0,06500	0,074	0,000008
	17	2,6	0,075				
	18	3	0,077				
	19	3,1	0,076				
	20	2,8	0,072				

Дисперсиялари ўхшашлиги Фишер мезони - F ёрдамида текширилган [97]:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}, \quad (4.13)$$

бунда  $s_2^1$  и  $s_2^2$  – турли тажрибалардаги мос равишда дисперсияни максимал ва минимал қийматлари.

Агар  $F$  жадвалдаги  $F_T$  дан кичик бўлса дисперсия ўхшаш бўлади 4.8-жадвал. Қабул қилинган тегишли даража (5%) ва эркинлик даражада  $f_1 = n_{\max} - 1 = 4$ ,  $f_2 = n_{\min} - 1 = 4$ ,  $F_T = 6,4$  [98].

#### 4.8 –жадвал

### Фишер мезони – $F$ орқали дисперсияларни ўхшашлик даражаси текширилади

$F < F_T = 6,4$			
H		$F_{\text{сопр}}$	
5,20	Ҳа	5,47	Ҳа

Дисперсия қаторларини ўхшашлиги Кохрен ёки Бартлет мезонлари бўйича ҳисобланади. Бир текис қайтариладиган бўлса Кохрен мезони бўйича ҳисобланади [99]:

$$G = \frac{s_{\max}^2}{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + s_4^2} = \frac{s_{\max}^2}{\sum_{j=1}^N s_j^2} \quad (4.14)$$

Агар ҳисобланадиган кўрсаткич жадвалдаги  $G_T$  дан катта бўлмаса дисперсия ўхшаш бўлади.  $N = 4$  ва  $n = 5$  бўлганида  $G_T = 0,6287$  бўлади [98]. Агар  $G$ , жадвалдаги  $G_T$  дан катта бўлса дисперсия ўхшаш бўлмайди. Бу хол ўз навбатида қуйидаги хулоса қилишга имкон беради – кейинги кўрсаткич 4.8-жадвалдаги нормал қоидага мос келмайди [99].

#### 4.9 –жадвал

### Дисперсияни ўхшашлигини – $G$ бўйича Кохрен мезони орқали текшириш

$G < G_T = 0,6287$			
H		$F_{\text{сопр}}$	
0,3881	Ҳа	0,3750	Ҳа

Энг кичик квадратлар методи бўйича 4.8. ифодасини номалум коэффициентлари аниқланган.

Тажриба натижалари бўйича модел коэффициентлари аниқланган.

Эркин ташкил этувчи  $b_0$  ни ифода ёрдамида аниқланади [98]:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \bar{y}_j \quad (4.15)$$

Чизикли эффектни таснифловчи регрессия коэффициентни куйидагича аниқланади:

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{ij} \bar{y}_j \quad (4.16)$$

Ўзаро эффектни таснифловчи регрессия коэффициентни куйидагича аниқланади:

$$b_{il} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{ij} x_{lj} \bar{y}_j, \quad (4.17)$$

бунда  $i, l$  – омилар рақами;

$x_{ij}, x_{lj}$  –  $i$  ва  $l$  омиларини в  $j$  тажрибадаги кодланган қиймати.

#### 4.10 –жадвал

##### Регрессия қийматлари коэффициентни

	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_{12}$
$H$	1,660	0,755	0,320	0,260
$F_{\text{сопр}}$	0,064	0,0062	0,0036	0,0002

Кўриб чиқилаётган жавоб  $H$  ифодасини  $F_{\text{сопр}}$  регрессия тенгламаси 4.10-жадвалда келтирилган маълумотлар асосида ёзилиши мумкин.

Шундай қилиб регрессия тенглама куйидаги кўринишига эга бўлади:

$$H = 1,660 + 0,755x_1 + 0,320x_2 + 0,260x_1x_2 \quad (4.18)$$

$$F_{\text{сопр}} = 0,064 + 0,0062x_1 + 0,0036x_2 + 0,0002x_1x_2 \quad (4.19)$$

Омилар натурал қийматига ўтиш учун регрессия тенгламасидаги  $x_1$  ва  $x_2$  уларнинг қийматлари кўйилади.

$x_i$  омилни кодланган қиймати:

$$x_i = \frac{X_i - X_i^0}{\Delta_i}, \quad (4.20)$$

бунда  $X_i$  –  $i$  – омилини натурал қиймати;

$X_i^0$  –  $i$  – омилини асосий даражасини натурал қиймати;



$\Delta_i - i$  – омилини ўзгартириш оралиғи.

Тажриба хулосаларига айрим рухсат этилишлар қабул қилинган жавоб функцияси ифодаланганида ўрганилаётган ораликда биринчи даража қўлланиши мумкун. 4.11-жадвалда модилни тўғри чизиқлиги икки сатҳли факторларни ўзгартириш натижаси асосида эришилади.

#### 4.11-жадвал

##### Тажриба натижаларига кўра кўрсаткичлар ўзгариши

Омиллар	Сатҳлари			Ўзгартириш оралиғи	Ўлчами
	-1	0	1		
$X_1$	0,1	0,55	1	0,45	кН
$X_2$	0,05	0,105	0,16	0,055	МПа

Тегишли ўзгартиришлардан сўнг:

$$H = 0,733 + 0,575X_1 + 0,040 X_2 + 10,505X_1X_2 \quad (4.21)$$

$$F_{\text{сопр}} = 0,050 + 0,0123 X_1 + 0,061 X_2 + 0,008 X_1X_2 \quad (4.22)$$

Ёки:

$$H = 0,733 + 0,575 G_k + 0,040 P_w + 10,505 G_k P_w \quad (4.23)$$

$$F_{\text{сопр}} = 0,050 + 0,0123 G_k + 0,061 P_w + 0,008 G_k P_w \quad (4.24)$$

Ушбу иборалар ғилдиракларни тупроқ билан ўзаро таъсир қилганида из чуқурлигини ва ғилдиракларни ҳаракатланишига қаршилигини уни ўқига тўғри келадиган юкланиш ва шинадаги ҳаво босимига нисбатан аниқлашга имкон беради.

##### Дала тадқиқотлари натижаларини қайта ишлаш

$\bar{y}_j$  ни ўртача арифметик қиймати, дисперсия  $s_j^2$ , тажриба хатоси  $s_j$  ни, тажриба давомидаги экстремум  $U$  ни лаборатория тадқиқотларида олинган натижаларни қайта ишлаш ифодаларидан ҳисобланади.

Қолдиқ ёки адекват дисперсияси ҳисобланган  $\hat{y}$  ни регрессия тенгламасидан аниқланган  $y$  га нисбатан эмперик қийматларини тарқалишини таснифлайди.

$s_{ад}^2$  қуйидаги ифода билан аниқланади [97]:

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N-k-1}, \quad (4.25)$$

бунда  $\bar{y}_j$  – мақсадли функцияни  $j$  тажрибасидаги ўртача арифметик қиймати;

$\hat{y}_j$  –  $j$  тажрибасини шароити таълуқли регрессия тенгламасидан аниқланган мақсадли функция қиймати;

$k$  – омиллар сони.

$s_j^2$  дисперсия тажрибалари бир хил бўлганида  $s_y^2$  дисперсияси қуйидагича аниқланади [97]:

$$s_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N s_j^2 \quad (4.26)$$

Ундан кейин аниқланган моделни  $F$  Фишер мезонини адекватлик гипотезаси текширилади [98]:

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} \quad (4.27)$$

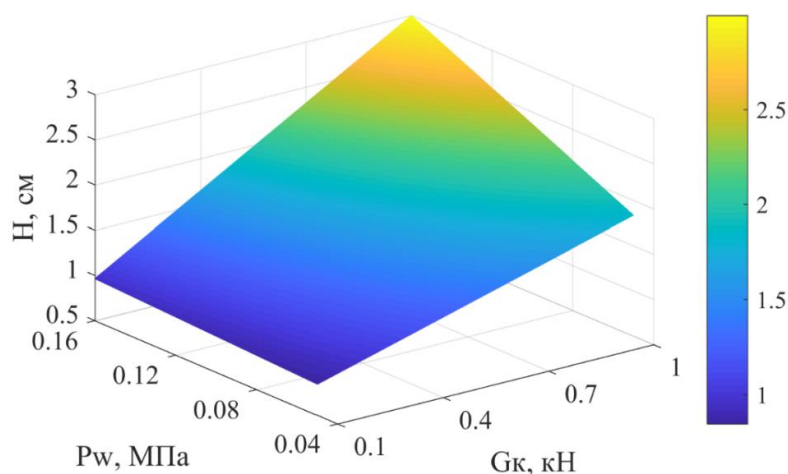
Агар  $F$  қиймати жадвалдаги  $F_T$  дан кам бўлса дисперсия тенгламаси адекват ҳисобланади. Агар  $F$  жадвалдаги  $F_T$  дан катта бўлса адекватлик гипотезаси рад этилади [97, 98]. Ўтказилган дала тадқиқотлари натижасида ва қайта ишлаш қоидалари б иловада батафсил келтирилган.

## 5. ЮРИШ ТИЗИМИНИ ТУПРОҚ БИЛАН ЎЗARO TAЪСИРИНИ ТАДҚИҚОТ ҚИЛГАНДАГИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ НАТИЖАЛАРИ

### 5.1. Ғилдиракларни из қолдириш чуқурлигига ва ҳаракатланиш қаршилигига шиналардаги ҳаво босимини ва ғилдиракларга тўғри келадиган юкланиш таъсирини тадқиқ қилувчи лаборатория синовлари

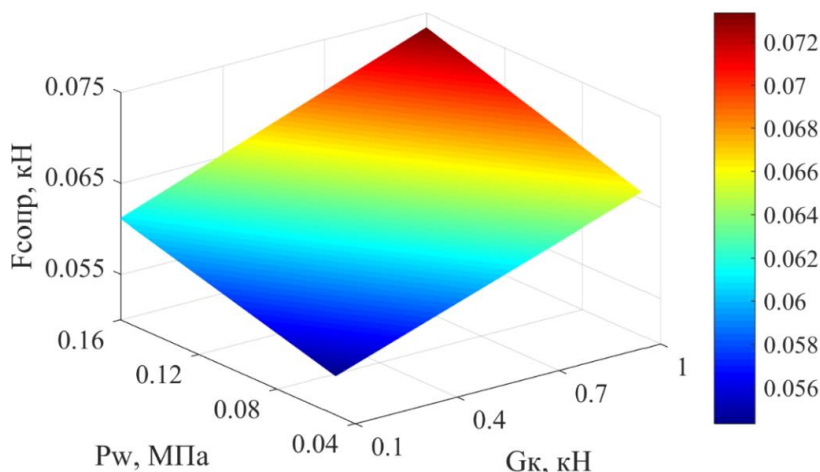
Ўтказилган тадқиқотлардан олинган натижалар ғилдиракни тупроқ билан ўзаро таъсир қилиши омилини ўзгариши из чуқурлиги ва ғилдиракларни ҳаракатланиши қаршилигига боғлиқлигини кўрсатди. Из чуқурлиги (5.1-расм) ва ғилдиракларни ҳаракатланиш қаршилиги (5.2-расм), ғилдирак ўқиға тўғри келадиган юкланиш қийматиға ҳамда шинадаги ҳаво босимиға тўғри пропорционаллиги кўриниб турибди.

Шинадаги ҳаво босими ўзгармас бўлганида пневматик ғилдиракни ўқиға тўғри келадиган юкланишни 0,1 кН дан 1,0 кН га оширилганида икки ғилдиракли юриш аравачасини из чуқурлиги 2 см га ошади ва уч ғилдиракли юриш аравачасини из чуқурлиги 1-1,5 см ошади унга мос равишда машинада такрорий ўтказишда из чуқурлигини тўғри чизикли қонуният бўйича ошиб боради, 5.1-рамс [86].



5.1 – расм. Ғилдирак ўқиға тўғри келадиган юкланиш ва шинадаги ҳаво босимиға из чуқурлигини боғланиши

Шинадаги ҳаво босимини 0,05 МПа дан 0,1 МПа гача оширилганида из чуқурлиги 20% га ошади, 5.2 – расм. Шинадаги ҳаво босими 0,1 МПа дан 0,16 МПа гача оширилганида из чуқурлиги кескин кўтарилади ва 30% ли максимал қиймати 0,1 МПа дан 0,16 Мпа гача ташкил қилади [86].



**5.2 – расм. Ғилдиракларни ҳаракатланишига қаршилигини унга тўғри келадиган юкланишга ва шинадаги ҳаво босимига боғлиқлиги**

Пневматик ғилдиракни ҳаракатланишига қаршилигини максимал қиймати 0,072 кН га етади, 5.2-расм [86].

Пневматик ғилдираклар шинасидаги босим оширилган сари қолдик деформация ошади, яъни из чуқурлигини ва унга мос равишда пневматик ғилдиракни ҳаракатланишига қаршилик ошади [86].

Шиналарни ҳаракатланишига қаршилик қиладиган кучни ошиши ҳам тадқиқот жараёнида қайд қилинган.

Пневматик ғилдиракларни ҳаракатланишига қаршилиги ундаги ҳаво босими 0,05 МПа дан 0,16 Мпа гача оширилганида 25% га ошади ва ҳаво босими 0,16 МПа бўлганида қаршилик максимал қийматга эга бўлади [86].

Ушбу жараён қуйидагича изоҳланади, пневматик ғилдиракни тупроқ билан ўзаро таъсир қиладиган контактида, ғилдиракга туғри келадиган юкланиш оширилганида контактдаги нормал босим ҳам ошади. Нормал босимни қиймати тупроқни сиқилиш қаршилигидан катта бўлганида тупроқ деформацияланиши давом этади [86].

Ғилдираклар шинасидаги ҳаво босими камайтирилганида пневматик ғилдиракларни тупроқ билан контакт юзаси ошади, бунинг натижасида из чуқурлиги камаяди.

## **5.2. Айлана шакли бўйича суғориладиган кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналарни иш жараёни ва из қолдириш қонунияти**

Из қолдириш жараёни суғориш мавсумини бошланишидан охиригача дала тажрибаларини ўтказиш давомида тадқиқот қилинади.

Маълумки из қолдириш чуқурлиги қиймати суғориш мавсуми охирида  $15 \pm 2$  см дан ошмаслиги керак [42, 109, 110]. Агар ушбу миқдор кўрсатилган чегарадан ошиб кетса, из чуқурлиги кенгайиб кетади ва тупроқ дўппайиб чиқиб қолади ва бу ҳол экилган ўсимликларни шикастланишига ҳамда тупроқни эрозиясига олиб келади.

Ғилдиракни контакт юзаси ошиб борганида (0,30-0,50 м<sup>2</sup>), юриш тизимига юкланиш таъсир қилганида (10-20 кН) тупроққа босим камаяди, бу ҳолат «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД), «КАСКАД», «Кубань-ЛК1» ва «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарга тегишли.

Контакт изи юзасининг оширилиши рационал бўлмаганида, яъни фақат ғилдиракларни сони ва ўлчами оширилганида, керакли даражада тортишилаши хусусиятларини яхшиланиши ва из чуқурлиги камаймайди, лекин бунда из кенглиги ва ўсимликларни шикастланиши ошади [82].

Сув ўтказиш қувурларининг диаметрига ва оралиқ масофа узунлигини ўзгартириш орқали ёмғирлатиб суғориш машиналарини юриш тизимидаги юкланишни ростлаш мумкун.

«Кубань-ЛК1М» (КАСКАД), «КАСКАД», «Кубань-ЛК1» ва «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарини юриш тизимларини турига ғилдирак ўлчамлари тадқиқотлар давомида танланган [82].

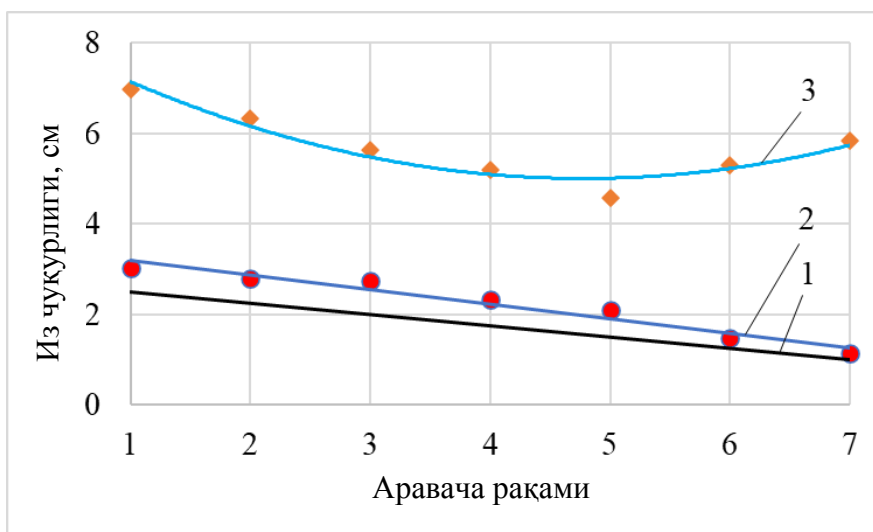
Ёмғирлатиб суғориш машиналарини юқори кўтариб туриш қобилиятларига эга тупроқларда эксплуатация қилинганда ингичка профили шиналарни қуллаш мумкунлиги амалиётда исботланган.

18-24, 23-26 ўлчамли кенг профилли шиналарни суғориш меъёри 600 м<sup>3</sup>/га бўлганда катта майдонли далаларда қўллаш мумкун.

Юриш тизимини охириги таянчларида кенг профилли шиналар ўрнатиш мақсадга мувофиқ бўлади [82].

Диаметри кичик сув ўтказиш қувурлар ва оралик масофа узунлиги кам бўлган ёмғирлатиб суғориш машиналарида кўтариб туриш қобилияти кам бўлган тупроқларда ингичка шиналар ҳам ўрнатиш мумкун [82].

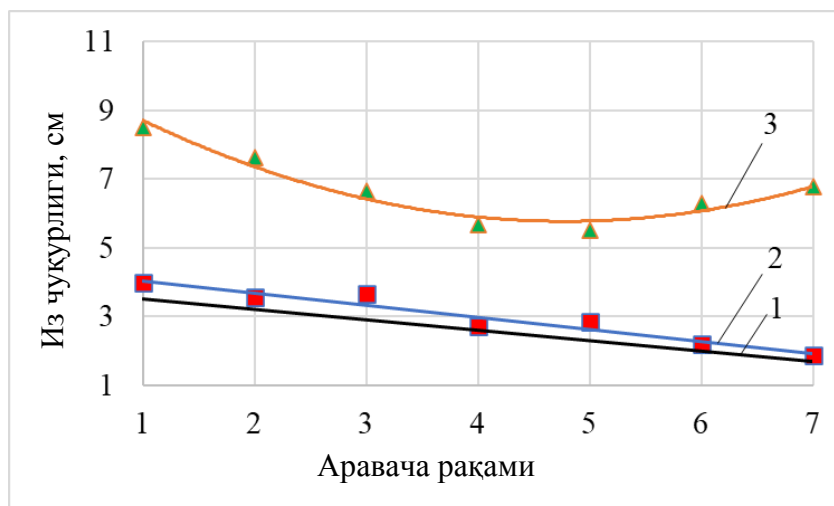
Қўзғалмас таянч масофасини, тупроқни кўтариб туриш қобилияти 110-125 кПа бўлганида из чуқурлиги «Кубань-ЛК1М» русумли ёмғирлатиб суғориш машинасига таъсирини 5.3 – расмда кўрсатилган. Суғориш майдонини бошида из чуқурлигини қўзғалмас таянч масофаси узоклигига боғлиқлиги чизиқли кўринишга эга, суғориш мавсумини охирида эса ушбу боғланиш квадратик кўринишга эга бўлади. Сув сарфи кўпайиши ва унинг томчиларини катталашини охириги аравачалари ғилдиракларни из чуқурлиги катталашига олиб келади.



**5.3 – расм. Қўзғалмас таянчдан узоклик масофасини «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД) русумли ёмғирлатиб суғориш машинасида суғориш мавсумини бошланиши (1, 2) ва охирида (3) из чуқурлигига таъсири, (оралиқ масофа 48,7 м, 14,9-24 ўлчамли шиналар): 1 – назарий; 2 – тажриба орқали  $H = -0,3214n_{от} + 3,5143$ ;  $R^2 = 0,9527$ ; 3 – тажриба орқали  $H = 0,15n_{от}^2 - 1,4333n_{от} + 8,4238$ ;  $R^2 = 0,9175$**

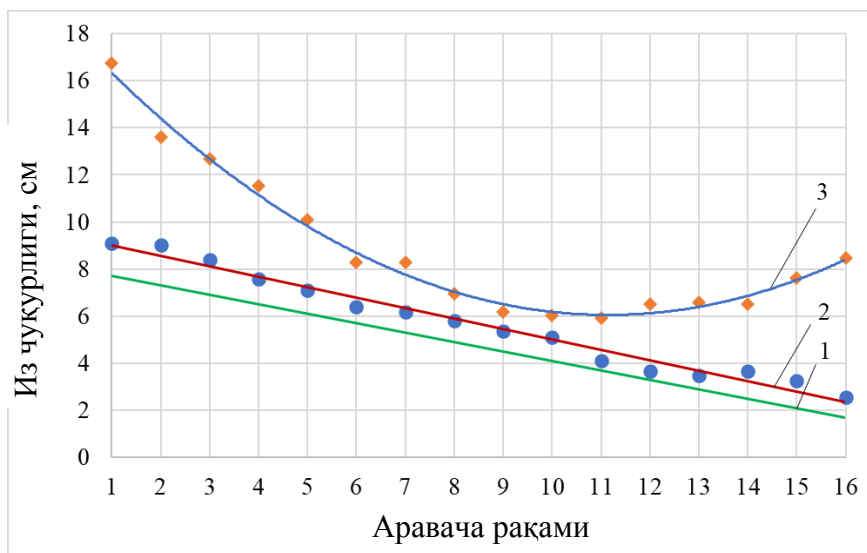
Оралик масофа 48,7 дан 59,5 м гача оширилганида ёмғирлатиб суғориш машинаси ишлатилганида 14,9-24 ўлчамли шина ўрнига 16-20 ўлчамли шиналар қўлланишига қарамасдан из чуқурлиги ошади.

Экспериментал тадқиқотлар шуни кўрсатадики машинани биринчи аравачасида из чуқурлиги суғориш мавсумини бошланишида 1 см гача ошади ва суғориш мавсумини охирида бу кўрсаткич 1,5 см га ошади, 5.4 - расм.



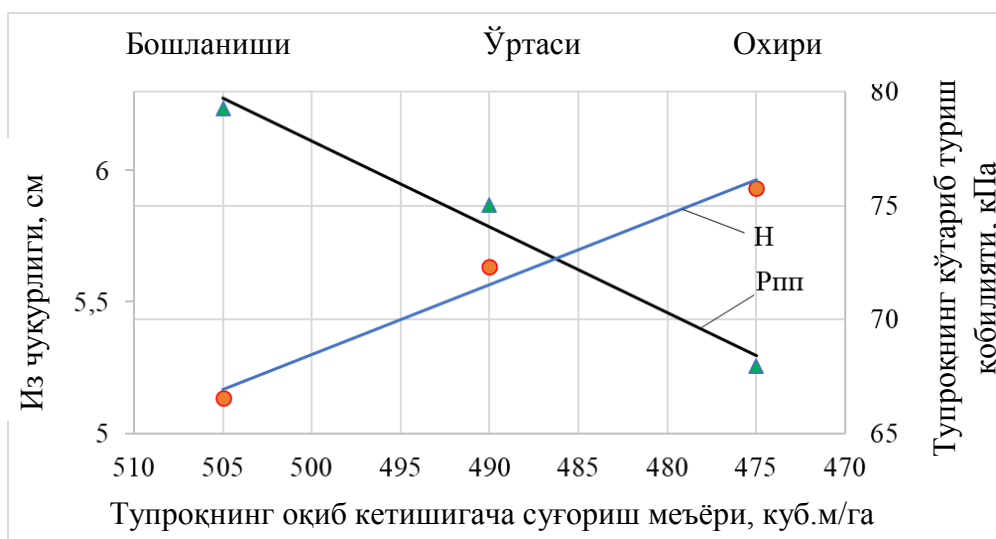
**5.4 – расм. «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД) русумли ёмғирлатиб суғориш машиналарида кўзгалмас таянчдан узоклик масофасини из чуқурлиги суғориш мавсумини бошида (1, 2) ва охирида (3) таъсир (оралиқ масофа 59,5 м, 16-20 ўлчамли шиналар): 1 – назарий; 2 – тажриба орқали  $H = -0,356n_{от} + 4,4048$ ;  $R^2 = 0,937$ ; 3 – тажриба орқали  $H = 0,2056n_{от}^2 - 1,9659n_{от} + 10,467$ ;  $R^2 = 0,949$  [81]**

5.5 – расмда «Фрегат» ДМУ-Б-463-90 русумли бикр ғилдиракли ёмғирлатиб суғориш машинаси из чуқурлигини кўзгалмас таянч масофасига боғлиқлигига суғориш мавсуми бошида ва охиридаги боғланиш тасвирланган. Бунда тупроқни кўтариб туриш қобилияти 75-95 кПа орасида бўлган.



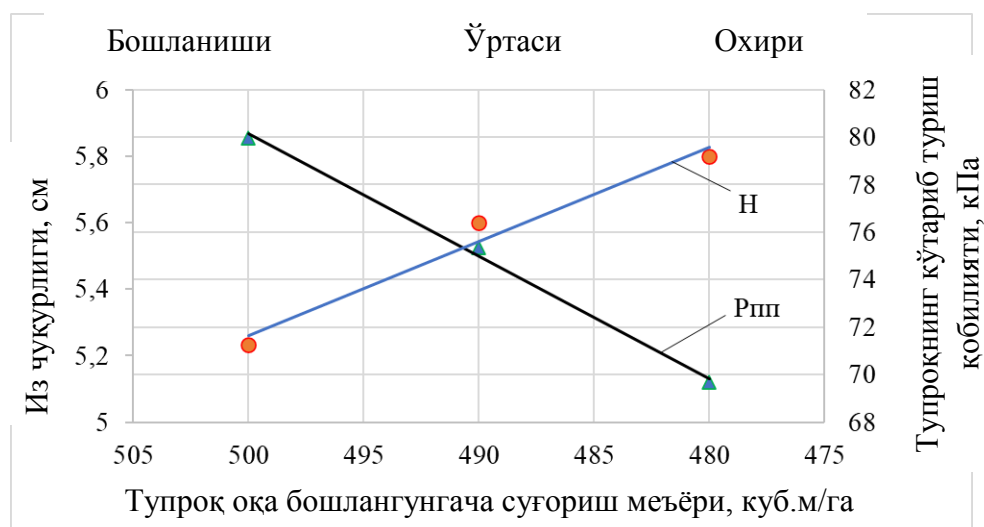
**5.5 – расм. «Фрегат» ДМУ-Б-463-90 русумли бикр ғилдиракли ёмғирлатиб суғориш машинаси из чуқурлиги қўзғалмас таянч масофасига боғлиқлиги суғориш мавсумини бошида (1, 2) ва охиридаги (3) тасвири: 1 – назарий; 2 – тажриба орқали  $H = -0,4428n_{от} + 9,4367; R^2 = 0,978$ ; 3 – тажриба орқали  $H = 0,1n_{от}^2 - 2,228n_{от} + 18,461; R^2 = 0,987$  [81]**

5.6-5.9 – расмларда из чуқурлигини оралиқ масофа узунлигини бошида, ўртасида ва охирида, тпроқни кўтариб туриш қобилиятини ҳамда суғориш меъёрини тупроқни оқабошлашигача ўзгариши тасвирланган.

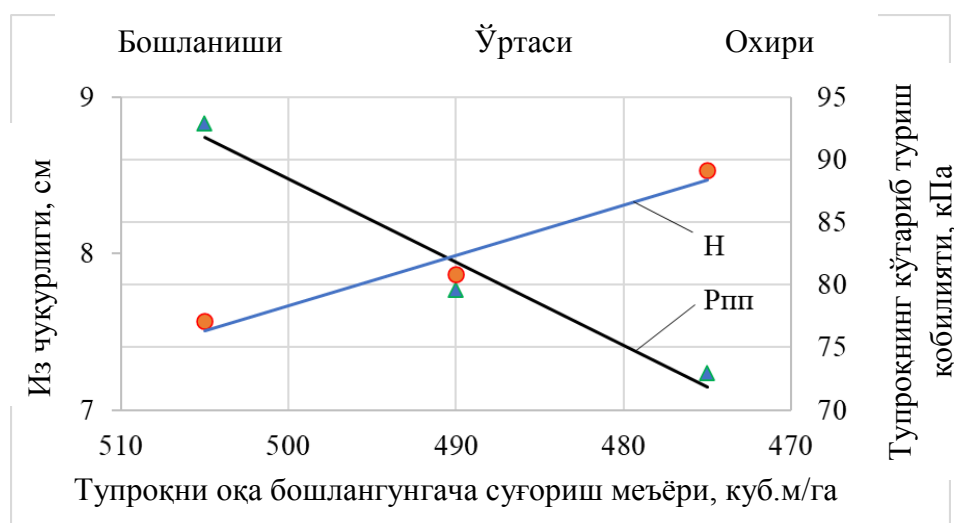


**5.6 – расм. «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД) русумли (оралиқ масофа 59,5 м, 8-24 ўлчамли шиналар ўрнатилган) ёмғирлатиб суғориш машинаси:  $H = 0,0267m_{дост} - 7,5; R^2 = 0,979$ ;  $P_{шт} = 0,3778m_{дост} - 111,03; R^2 = 0,979$  [81]**

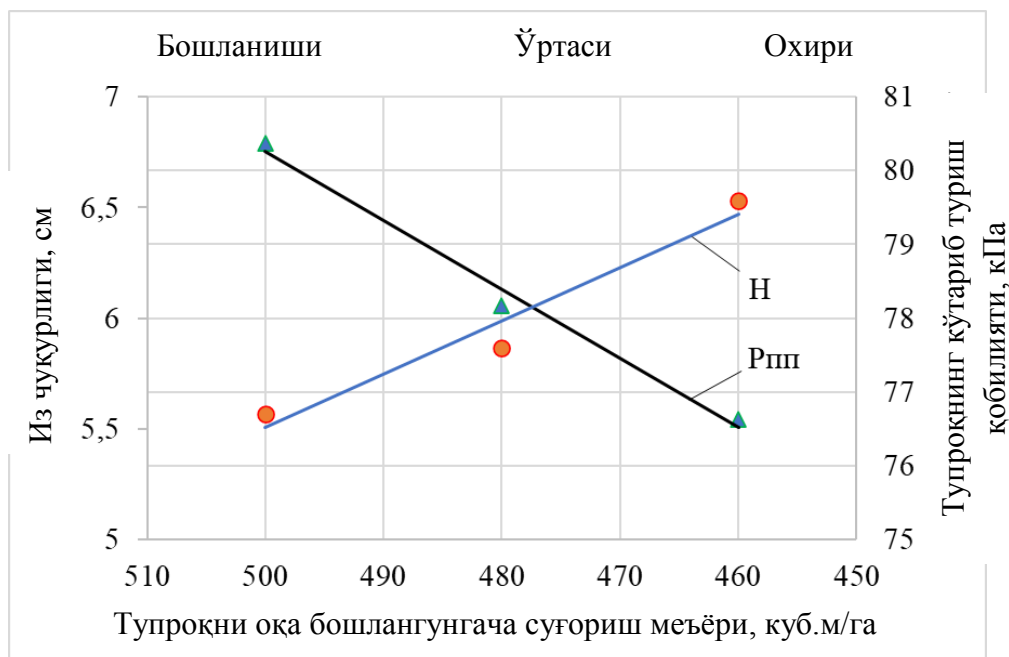




**5.7 – расм. «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД) русумли ёмғирлатиб суғориш машинаси** (оралиқ масофа 48,7 м, 14,9-24 ўлчамли шиналар ўрнатилган):  $H = 0,0283m_{\text{дост}} - 8,3389$ ;  $R^2 = 0,972$ ;  $P_{\text{пп}} = 0,515m_{\text{дост}} - 177,36$ ;  $R^2 = 0,996$



**5.8 – расм. Бикр ғилдиракли «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машинаси:**  $H = 0,0322m_{\text{дост}} - 7,8$ ;  $R^2 = 0,954$ ;  $P_{\text{пп}} = 0,6644m_{\text{дост}} - 243,76$ ;  $R^2 = 0,964$  [81]



**5.9 – расм. «Кубань-ЛК1» МДЭК 212 русумли ёмғирлатиб суғориш машинасига 16-20 ўлчамли шиналар ўрнатилган:  $H = 0,0242m_{\text{дост}} - 5,6111$ ;  $R^2 = 0,954$ ;  $P_{\text{пп}} = 0,0933m_{\text{дост}} + 33,589$ ;  $R^2 = 0,989$**

Ўтказилган тажрибалар асосида суғориш меъёрига нисбатан юриш тизимини танлашга қуйидаги тавсиялар бериш мумкун [81]:

– суғориш меъёри 300 м<sup>3</sup>/га гача, тупрокни кўтариб туривчи қобилияти  $P_{\text{пп}} \geq 80-100$  кПа бўлганида тор пневматик шиналар тавсия этилади. Бунда из чуқурлиги 8-10 см дан катта бўлмаслиги керак;

– суғориш меъёри 300 дан 500 м<sup>3</sup>/га гача, тупрокни кўтариб туривчи қобилияти  $P_{\text{пп}} \geq 60-80$  кПа бўлганида оддий шиналар ўрнатилган пневматик ғилдираклар тавия қилинади. Бунда из чуқурлиги 5-10 см чегарасида бўлиши керак;

– суғориш меъёри 500 м<sup>3</sup>/га дан ошиқ, тупрокни кўтариб туривчи қобилияти  $P_{\text{пп}} < 60$  кПа бўлганида кенг шиналар ўрнатилган ғилдираклар ўрнатиш тавсия қилинади. Бунда из чуқурлиги 10-15 см ни ташкил қилади.

Тажрибаларни ўтказиб аниқланган натижалар назарий йўл билан ҳисобланган натижаларга тўғри келади.

**5.3. Кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналар билан суғоришда сувни оқиб кетиш даражасигача суғориш меъёри. Ўтувчанлик кўрсаткичлари**

Ёмғирлатиш учлигидаги диаметрли оширилиши ва унга мос равишда ёмғир томчилар ўлчами 2 мм га етказилиши ҳамда бу ўзгаришлар сув сарфини «Фрегат» ЁСМ нинг сув ўтказиш қувурлари охирида ошиб кетиши тупроқни оқабошлаши ва эрозия ходисаси содир бўлишига олиб келиши мумкин. Ушбу ҳудуд энг хафли ҳисобланади [72].

**5.1 –жадвал**

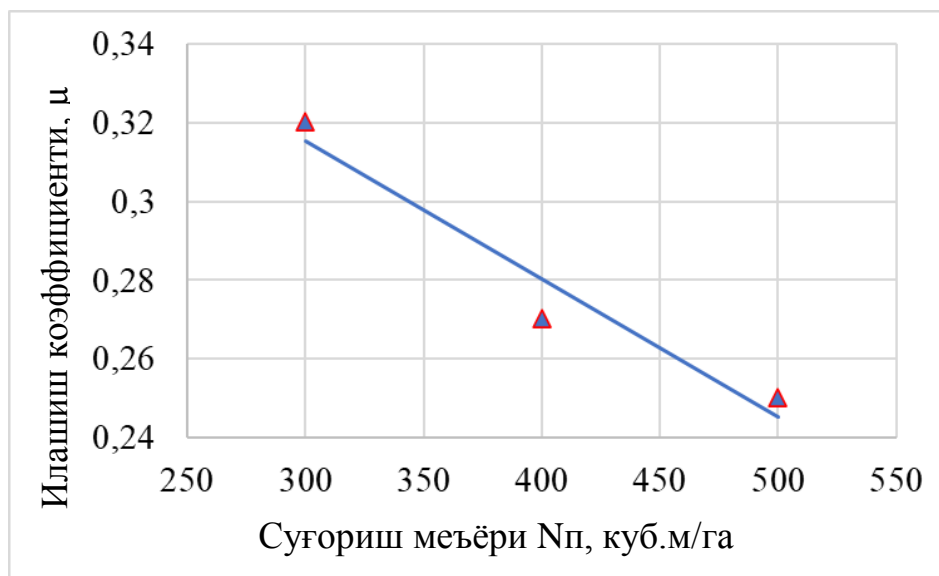
**Суғориш меъёрига нисбатан тупроқни кўтариб туриш қобилиятини қийматлари**

Тупроқ тури	Суғоришдан аввалги тупроқни кўтариб туриш қобилияти, Р <sub>дп</sub> , кПа	Ёмғирлатиб суғориш машинаси русуми	Самарали суғориш меъёри, т <sub>э</sub> , м <sup>3</sup> /га	Тупроқни оқабошлашдан олдинги қиймати, т <sub>доет</sub> , м <sup>3</sup> /га	Тупроқни оқабошлаш қиймати т <sub>ст</sub> , м <sup>3</sup> /га	Тупроқни суғоришдан аввалги кўтариб туриш қобилияти Р <sub>шп</sub> , кПа	
						Экспериментал	Назарий
Одий қора тупроқ	150-155	«Фрегат» ДМУ-Б463-90	296	520	0	62	60,4
			396	525	0	63	59,9
			494	520	0	64	60,4
	150-155	«Кубань-ЛК1»	305	530	0	60	59,4
			400	540	0	58	58,4
			510	535	0	61	58,9
Тўқ – каштан рангли тупроқ	180-185	«КАСКАД»	300	535	0	93	88,9
			405	540	0	92	88,4
			495	550	0	86	87,4

	210-220	«Кубань-ЛК1М» (КАСКАД)	300	380	0	140	135,4
			405	385	20	139	134,9
			500	390	110	119	118,5
		«КАСКАД»	295	382	0	160	135,2
			420	390	30	145	131,5
			500	395	105	125	119,6

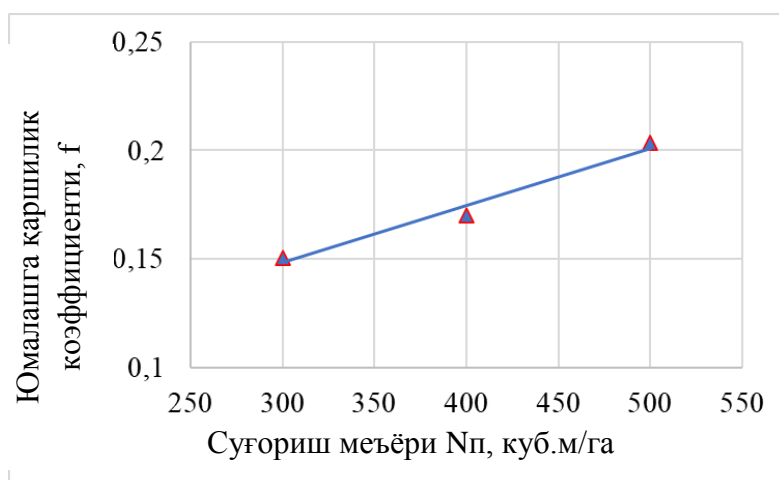
### Ўтувчанлик хусусиятлари

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, суғориш меъёри 300 да 500 м<sup>3</sup>/га гача оширилганида илашиш коэффициенти 0,32 дан 0,25 гача камаяди, 5.10 – расм, бунда ғилдиракни юмалашига қаршилик қилувчи коэффициент тесқари боғланишли бўлади, яъни 0,15 дан 0,20 гача ошади 5.111 - расм [111].



**5.10 – расм. 14,9-24 ўлчамли шиналар учун ғилдиракни тупроқ билан илашиши:**

$$\mu = -0,0004N_{\text{п}} + 0,4209; R^2 = 0,944$$



**5.11 – расм. 14,9-24 ўлчамли шиналарни юмалашига қаршилик қилувчи коэффициент:  $f = 0,0003N_{п} + 0,0694$ ;  $R^2 = 0,979$**

**5.2 –жадвал**

**Ёмғирлатиб суғориш машиналарин тортиш-илашиш кўрсаткичлари**

Ёмғирлатиб суғориш машина русуми	Ғилдираклар тури	Суғориш меъёри $m^3/га$	Коэффициентлар	
			Илашиш, $\mu$	Юмалашга қаршилик қилувчи, $f$
КАСКАД	14,9-24 ўлчамли шина	300	0,32	0,15
		400	0,27	0,17
		500	0,25	0,20
	16-20 ўлчамли шина	300	0,35	0,14
		400	0,30	0,15
		500	0,28	0,18
	18-24 ўлчамли шина	300	0,39	0,12
		400	0,35	0,14
		500	0,30	0,15

Ёмғирлатиб суғориш машиналарини ҳисоблаб чиқилган илашиш ва юмалашга қаршилик қилувчи коэффициентларида ҳаракатланиш жараёнларини таҳлил қилиб қуйидагиларни айтиш мумкун, кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналари ўтувчанлиги суғориш меъёри ва оралик масофа оширилмаганида камаяди. Шунга мос равишда суғориш меъёри сезиларли даражада кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш техникасини нишаблик мавжуд

далаларда юраолишини аниқлаб беради.

Оралик масофа оширилганда ҳамда сезиларли суғориш меъёрида машинани ҳаракатланишини таъминлаш учун юриш тизимига кенг қамровли шиналар ўрнатилиши керак.

Ўтказилган лаборатория тадқиқотлари асосида шуни айтиш мумкин – шинадаги ҳаво босимини 0,05 МПа дан 0,1 МПа гача оширилганида из чуқурлиги 20% га ошади. Агар шинадаги ҳаво босими 0,1 МПа дан 0,16 МПа гача оширилса, из чуқурлиги кескин кўтарилиб максимал 30% ли қийматга эга бўлади.

Таҷрибалар шуни кўрсатадики, ёмғирлатиб суғориш машиналарида юқори кўтариб турувчи қобилиятли тупроқларда эксплуатация қилинганда кенглиги тор пневматик шиналарни ҳам қўллаш мумкинлиги аниқланади.

Кенг шиналар ўрнатилган ғилдираклар, масалан 18-24, 23-26 ўлчамли шиналар юқори суғориш нормали майдонларда (600 м<sup>3</sup>/га дан юқори) ишлатилиши тавсия қилинади, бунда юриш тизимини охириги таянчларида ундан ҳам кенгроқ шиналар ўрнатилиши мақсадга мувофиқ бўлади.

Сув ўтказиш қувурлари кичиклаштирилганда ёки оралик масофа камайтирилган ёмғирлатиб суғориш машиналарини ишлатиш учун, тупроғи кам кўтариш қобилиятига эга майдонларда юриш тизимига тавсия қилинган шиналар ўрнига тор қамровли шиналар ўрнатилиши мумкин.

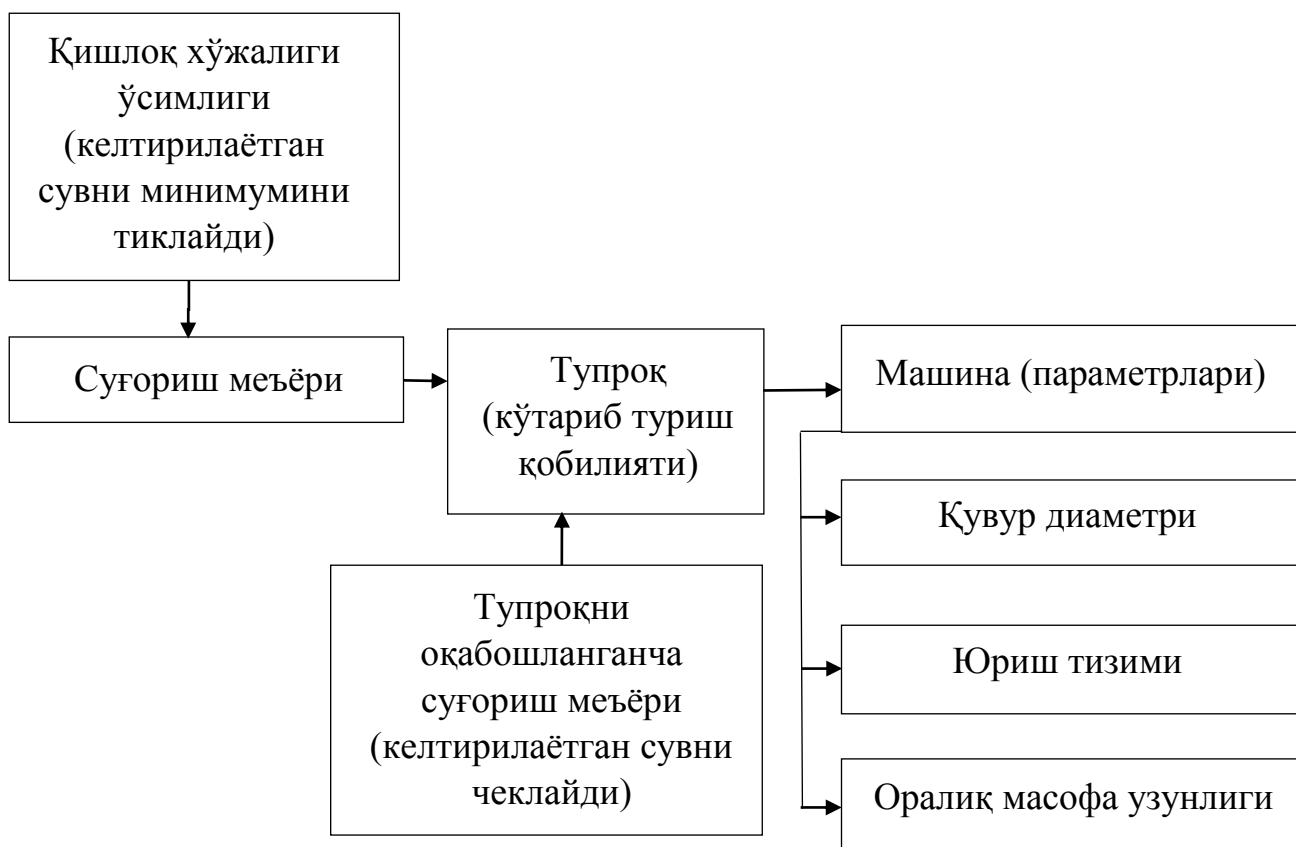
Агар оралик масофа 48,7 дан 59,5 м га оширилса ва 14,9-24 ўлчамли шиналар ўрнига 16-20 ўлчамли шиналар ўрнатилса ёмғирлатиб суғориш машинасини ишлатилганида из чуқурлиги сезиларли камаяди. Экспериментал тадқиқотларга кўра машинани биринчи таянч аравачасини суғоришни бошланиш мавсуми из чуқурлиги 4 см га камаяди, суғориш мавсумини охирида эса бу қиймат 9 см га етиши мумкин.

Суғориш меъёри 300 дан 500 м<sup>3</sup>/га га оширилганида илашиш коэффициенти 0,32 дан 0,25 гача камаяди, бунда ғилдиракни юмалашга қаршилик қилувчи коэффициент тескари боғланишда бўлиб 0,15 дан 0,20 гача ошиши мумкин.

## 6. СУҒОРИШ МЕЪЁРИ – ТУПРОҚ – ЁМҒИРЛАТИБ СУҒОРИШ МАШИНАСИ, ТИЗИМИ БЎЙИЧА ПАРАМЕТРЛАР ТАНЛАШ

Ёмғирлатиб суғориш машиналари ишлаб чиқарувчи корхоналар одатда оралиқ масофа узунлигини оширадилар, бу эса ўз навбатида конструкцияни умумий таннархини камайтиради, чунки сарфларни сезиларли қисми юриш аравачаларини эксплуатация сарфланишига боғлиқ (юритма ва юриш қисимлари).

6.12 – расмда машинани асосий параметрларини танлаш тизимини соддалаштрилган схемаси келтирилган



6.12 – расм. Суғориш меъёри – тупроқ – ёмғирлатиш машинаси тизими

Экилган ўсимлик керакли суғориш меъёрини белгилайди. Ундан ташқари ўсимликни ривожланишиги керак бўлган энг кам сувни аниқлаб беради, бу миқдор кам сув билан суғориш мақсадига муофиқ бўлмайди.

Тизимни иккинчи элементи – тупроқ, у аниқ тавсифномаларга эга ва суғоришда тупроқни оқабошлаш меъёрини белгилайди. Тупроқни суғоришдаги оқабошлаш меъёрини қиймати ҳам чекланиш ҳисобланади, фақат келтирилаётган сувни истимол қилаолиш қийматини чеклайди.

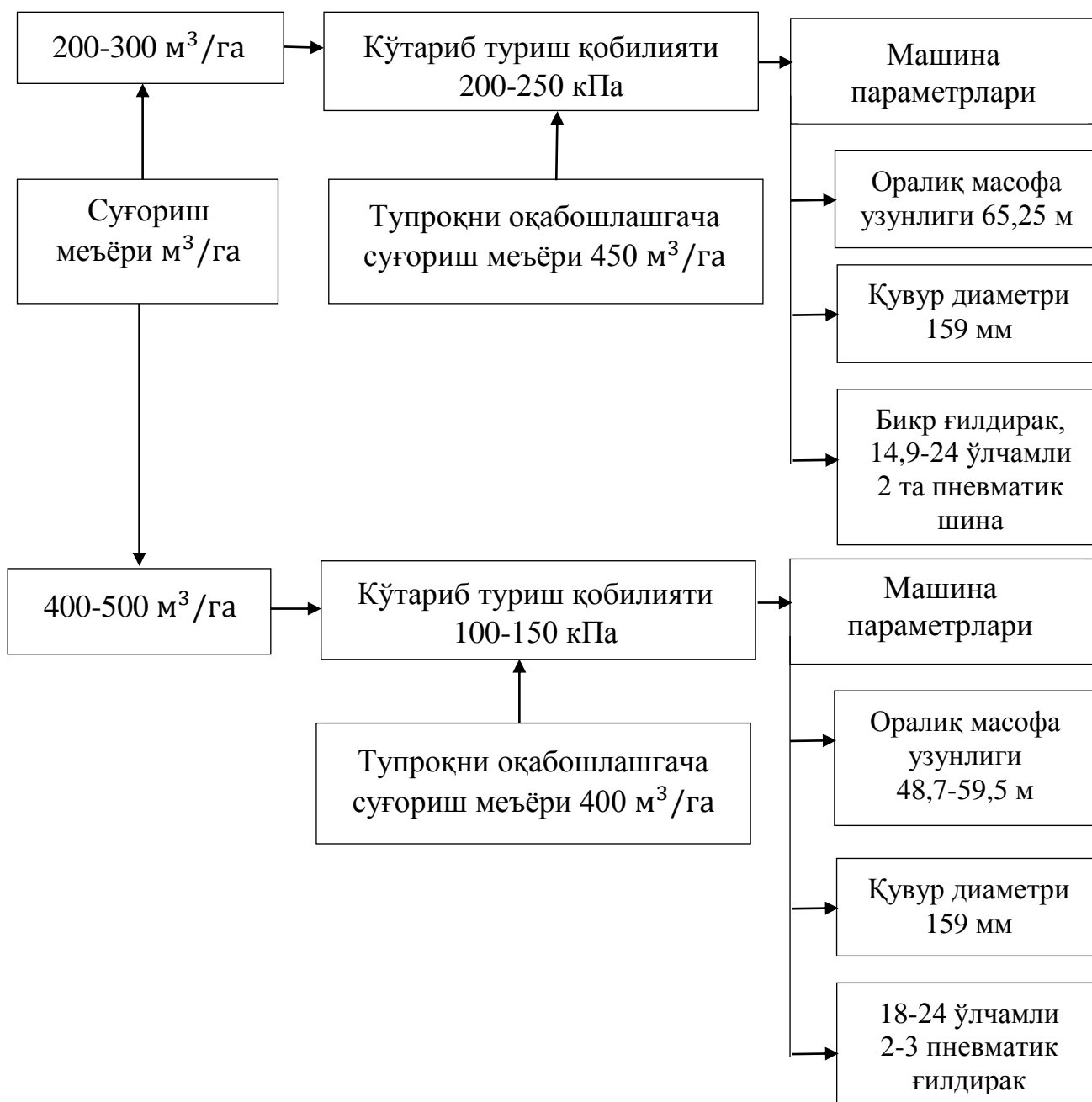
Суғориш меъёри келтирилаётган сув сарфини белгилаб беради ҳамда сув ўтказиш қувурини диаметрни ҳам аниқлаб беради.

Нам ҳолатдаги тупроқ унинг кўтариб туриш қобилтятини белгилаб беради, бу кўрсаткич эса асосий мезон сифатида қабул қилинади.

Суғориш меъёри ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятини билгач, оралик масофа узунлигини ва оптимал юриш жихози ўзаро нисбатини танлаш керак, 6.13 - расм.

Танлаш вариантлари ҳосил бўлган ҳолда, текшириш ўтувчанлик мезони бўйича амалга оширилади, яъни суғорилаётган жойни нишаблиги ҳисобга олинади. Нишаблик бўлганида узунлиги камроқ оралик масофа варианты танланади ёки уч ғилдиракли тизими, ёки кенглиги катта шиналар юриш тизимлари танланади.





**6.13 – расм. Суғориш меъёри – тупроқ – ёмғирлатиш машинаси тизим бўйича параметрларни танлаш**

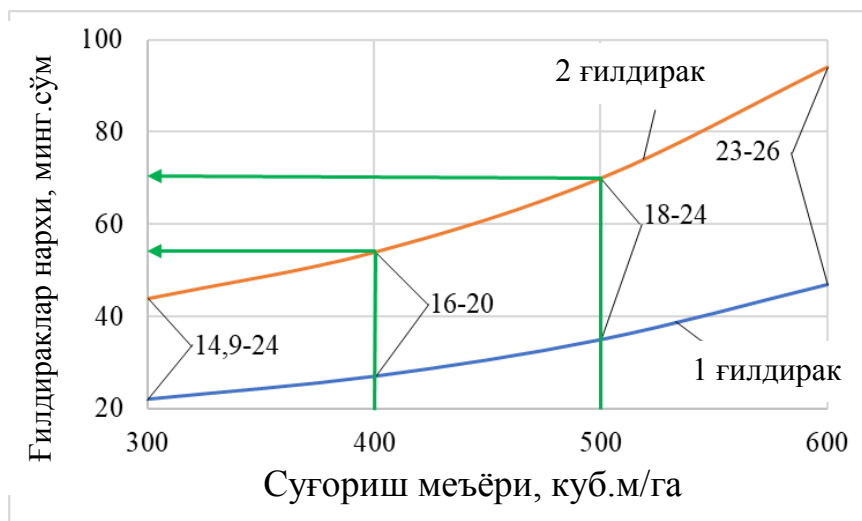
Юриш тизимини эксплуатацион сифатларини баҳолашини соддалаштирилган схемаси 6.14 – расмда келтирилган.



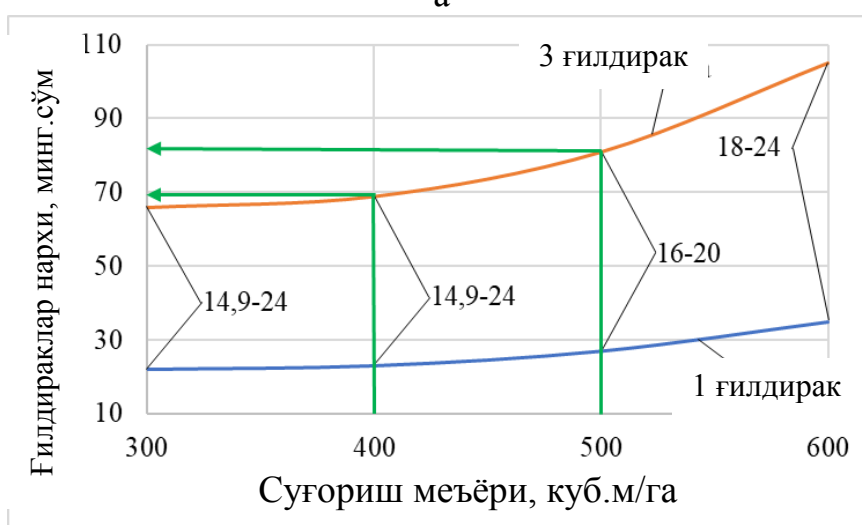
**6.14 – расм. Юриш қисмини эксплуатацион сарфларини баҳолашини соддалаштирилган схемаси**

Юриш тизимини эксплуатацион сарфларини баҳолаш схемасидан кўриниб турибдики ўтувчанликни бир хил кўрсаткичларида уч ғилдирак ўрнатилган қурилмани қўшимча металл конструкция ва юритмани ҳисобга олинмаса ҳам нархи сезиларли равишда ошади.

Суғориш меъёри  $300 \text{ м}^3/\text{га}$  бўлганида икки ғилдиракли тизим учун оралиқ масофа узунлиги 48,7; 59,5 ва 65,25 м бўлса 14,9-24 ўлчамили шинани тавсия қилинган. Шунда уларни сарфлари 450 мин. сўм. ни ташкил қилади, 6.16-расм.



а



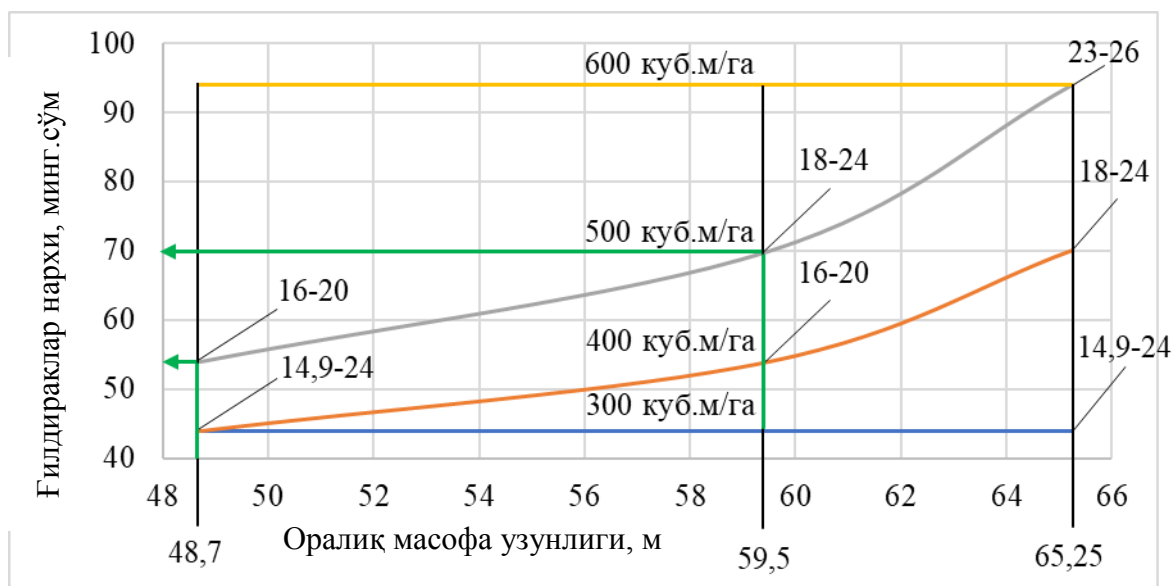
б

**6.15 – Юриш тизимини эксплуатация сарфларини ғилдиракларни тури ва сони бўйича боғланишини аниқлаш гистограммаси: а – икки ғилдиракли тизим, б – уч ғилдиракли тизим**

Суғориш меъёри 400 м<sup>3</sup>/га бўлганида – оралиқ масофа узунлиги 48,7 м бўлганда 14,9-24 ўлчамли шиналар тавсия қилинади, оралиқ масофа узунлиги 55 м дан оширилганида 16-20 ўлчамли шина, оралиқ масофа узунлиги 62 м дан оширилганида 18-24 ўлчамли шина, бундан кўришиб турибдики ғилдираклар сарфланишлари кескин ортиб бораяпти, бу эса ўз навбатида машинани ортиқча сарфланишига олиб келади.

Суғориш меъёри 500 м<sup>3</sup>/га дан ошганида машинани ўтувчанлигини ошишини таъминлаш учун 48,7 м оралиқ масофа узунлиги 16-20 ўлчамли

шиналарни ўрнатиш тавсия қилинади, 59,5 м узунлигида оралик масофа бўлганида 18-24 ўлчамли шиналар ўрнатилади, оралик масофа 65,25 м узунлигида бўлганида 23-26 ўлчамли шиналар ўрнатиш тавсия қилинади.



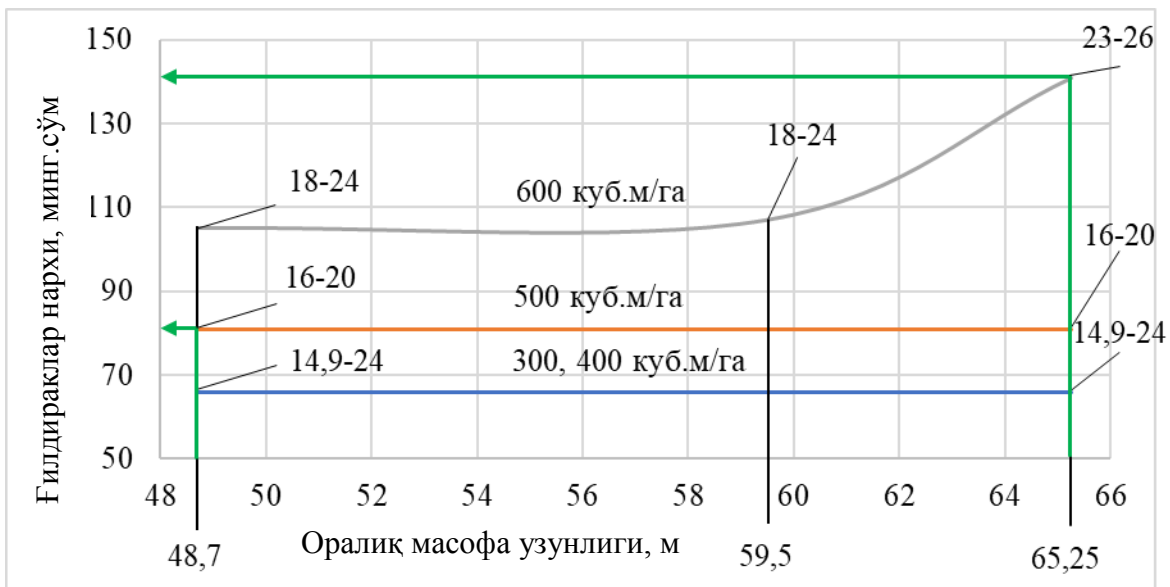
**6.16 – расм. Ғилдиракларни сарфини турли рационал ўзаро нисбатида оралик масофа узунлиги, шиналар ўлчами ва суғориш меъёри ўзгарганида икки ғилдиракли юриш тизими учун эксплуатация сарфларини аниқлаш.**

Шундай қилиб суғориш меъёри 600 м<sup>3</sup>/га бўлганида барча оралик масофа узунлигига 23-26 ўлчамли шиналар тавсия этилади, бу эса ўз навбатида тизимни умумий таннархини оширишга олиб келади.

Уч ғилдиракли тизим учун 300-400 м<sup>3</sup>/га суғориш меъёрида барча оралик масофа узунлиги 14,9-24 ўлчамли шиналар тавсия этилади, 6.17-расм.

Суғориш меъёри 500 м<sup>3</sup>/га бўлганида барча оралик масофа узунлигига 16-20 ўлчамли шиналар тавсия этилади.

Суғориш меъёри 600 м<sup>3</sup>/га га ва ундан катта бўлганида оралик масофа узунлиги 59,5 м ва ундан кам бўлганида 18-24 ўлчамли шиналар қўлланилади ва оралик масофа узунлиги 59,5 м дан катта бўлганида 23-26 ўлчамли шиналар ўрнатилади, бунда нарх омили камроқ рационал бўлишлилигига эътибор бериш керак бўлади.



**6.17 – Оралик масофа узунлиги рационал ўзаро нисбийлиги, шиналар ва суғориш меъёрига нисбатан уч ғилдиракли юриш тизими ғилдиракларни эксплуатация сарфларини аниқлаш**

Уч ғилдиракли тизимни қўлланишини рационаллигини икки ғилдиракли аравачаларни ўтувчанлик кўрсаткичларини тامينлай олмаслиги мумкун эмаслигидан аниқланади.

Шундай қилиб «суғориш меъёри – тупроқ – ёмғирлатиш машинаси» тизими бўйича машинани ёки уни моделини асосий параметрларини танлашда таклиф этаётган соддалаштирилган тизим суғориш меъёри ва тупроқни кўтариб туриш қобилияти асосида машинани асосий параметрларини танлашга имкон беради. Хосил бўладиган вариантларни аниқлаштириш ва танлаш ўтувчанлик мезони бўйича амалга оширилади.

Юриш тизимини эксплуатация сарфларини баҳолаш шуни кўрсатиб турибдики ўтувчанлик кўрсаткичлари амалда бир хил бўлишида, учта ғилдирак ўрнатилганида қўшимча металл конструкция ва юритма элементлар ҳисобга олинмаганида ҳам нарх сезиларли ошади.

Уч ғилдиракли юриш тизимини қўлланилгани мақбуллиги икки ғилдиракли аравачаларни ўтувчанлиги етарли бўлмаслиги учун ўрнатилади.

## ХУЛОСАЛАР

1. Суғориш меъёри – тупроқ – ёмғирлатиш машина тизимини ўзаро боғланишга тадқиқот қилиш асосида юриш шартларини аниқлаш, кенг қамровли ёмғирлатиб суғориш машиналарини сув ўтказиш қувурларини конструктив параметрларини ўзаро нисбатини оптимизациялаш ҳисобига суғориш меъёрига нисбатан оралиқ масофа узунлиги ва юриш тизимини турига, тупроқни кўтариб туриш қобилияти ва тупроқни оқабошлаш ҳолатигача суғориш меъёри каби асоий омилларни машинани ўтувчанлигини оширишга таъсири кўриб чиқилган.

2. Из қолдириш жараёнини қонуниятини суғориш мавсумини барча босқичларда ва кенг қамровли ёмғирлатиш машиналарини тортиш-илашиш хусусиятларини турли меъёр билан суғоришда аниқланган.

300 дан 350 м<sup>3</sup>/га суғориш меъёри ва тупроқни кўтариб туриш қобилияти 100 кПа дан кам бўлмаганда суғорилганда оралиқ масофа узунлиги 65 м гача узайтирилиши мумкун, бунда из чуқурлиги рухсат этилган қийматлардан ошмайди. Ёмғирлатиб суғориш машинасини тупроқни кўтариб туриш қобилияти паст бўлганида агар машинага 59 м дан узунроқ оралиқ масофа ўрнатилса юриш қисмига 16-20 ўлчамдан кам бўлмаган шиналар ўрнатилиши керак, агар тупроқни кўтариб туриш қобилияти камайса 18-24 шиналар ўрнатилиб ишлатиш керак.

Илашиш ва ғилдиракни юмалашига қаршилик қилувчи кучларни турли оралиқ масофа узунлигида суғориш меъёрига нисбатан боғлиқлиги аниқланган.

3. Ўтказилган экспериментлар асосида суғориш меъёрига нисбатан юриш тизимини танлаш бўйича қуйидаги тавсиялар бериш мумкун:

– агар суғориш меъёри 300 м<sup>3</sup>/га гача, тупроқни кўтариб туриш қобилияти  $P_{III} \geq 80-100$  кПа гача бўлса тор шинали пневматик ғилдираклар қўллаш тавсия қилинади. Бунда из чуқурлиги 8-10 см бўлиши керак;

– агар суғориш меъёри 300 дан 500 м<sup>3</sup>/га гача, тупроқни кўтариб туриш қобилияти  $R_{III} \geq 60-80$  кПа бўлса оддий пневматик шинали ғилдираклар қўллаш тавсия этилади. Бунда из чуқурлиги 5-10 см диапазонда бўлиши керак;

– агар суғориш меъёри 500 м<sup>3</sup>/га дан катта, тупроқни кўтариб туриш қобилияти  $R_{III} < 60$  кПа бўлса кенг қамровли шиналар қўллаш тавсия этилади. Бунда из чуқурлиги 10-15 см оралиғида бўлиши керак.

4. Илашиш хусусиятлари таҳлил қилинганида суғориш меъёрини 300 дан 500 м<sup>3</sup>/га гача оширилганида илашиш коэффициенти 0,32 дан 0,25 гача пасаяди, ғилдиракларни юмалашига қаршилик қилувчи коэффициент эса тескари боғланишда бўлиб 0,15 дан 0,20 гача ошиши кузатилади.

5. Оралиқ масофа узунлиги 48,7 м дан 65,25 м гача оширилганида машинани ўтувчанлиги 25-30% га камаяди. Ёмғирлатиб суғориш машинаси нишаблик далаларда ёки суғориш меъёри сезиларли оширилганида ишлатилганида кенг қамровли шиналар ўрнатиш ёки уч ғилдиракли юриш тизими қўллаш керак.

6. Юриш тизимини эксплуатация сарфларини баҳолаш шуни кўрсатадики, ўтувчанлик кўрсаткичлари бир хил бўлганида ҳам уч ғилдиракли юриш тизими ўрнатилганида қушимча металл конструкция ва юритма элементлари эътиборга олинмаса ҳам нархи сезиларли ошади. Уч ғилдиракли юриш тизимини қўллаш рационаллилиги икки ғилдиракли аравачалар керакли ўтувчанликни таъминлай олмаслиги сабабчи бўлади.

## АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Есин, А.И. Задачи технической механики жидкости в естественных координатах: монография / А.И. Есин. – Саратов: ФГОУ ВПО СГАУ, 2003. – 144 с.
2. Колганов, А.В. Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в России: монография / А.В. Колганов, Н.А. Сухой, В.Н. Шкура, В.Н. Щедрин. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 222 с.
3. Гусейн-Заде, С.Х. Многоопорные дождевальные машины / С.Х. Гусейн-Заде, Л.А. Перевезенцев и др. – М.: Колос, 1984. – 191 с.
4. Лебедев, Б.М. Дождевальные машины / Б.М. Лебедев. – М.: Машиностроение, 1965. – 225 с.
5. Рыжко, Н.Ф. Ресурсосберегающие технологии и технические средства полива многоопорными дождевальными машинами в условиях Саратовского Заволжья: дис. ... д-ра. техн. наук: 06.01.02 / Н.Ф. Рыжко. – Саратов, 2010. – 366 с.
6. Городничев, В.И. Современные средства контроля для оценки качества работы поливной техники / В.И. Городничев // Проблема устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования. Матер. юбилейной межд. науч.-практ. конф. – М., 2007. – С. 122-130.
7. Фокин, Б.П. Современные проблемы применения многоопорных дождевальных машин / Б.П. Фокин, А.К. Носов // Научное издание. – Ставрополь, 2011. – 80 с.
8. Рязанцев, А.И. Механико-технологическое обоснование, создание и внедрение многоопорных дождевальных машин с поливом в движении по кругу для сложных почвенно-рельефных условий: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / А.И. Рязанцев. – Рязань, 1994. – 253 с.
9. Малько, И.В. Технология и дождевальная машина «Фрегат» с усовершенствованными ходовыми системами для полива площадей с пересеченным рельефом: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / И.В. Малько. –



Рязань, 2006. – 161 с.

10. Антипов, А.О. Совершенствование технологического процесса и систем торможения дождевальнoй машины «Фрегат» на пневматических шинах для полива многолетних трав в условиях склоновых земель: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.О. Антипов. – Рязань, 2015. – 172 с.

11. Снопич, Ю.Ф. Интенсификация технологий и совершенствование технических средств орошения дождеванием: дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02 / Ю.Ф. Снопич. – Саратов, 2011. – 340 с.

12. Ольгаренко, Г.В. Нормирование, информационное обеспечение и реализация водосберегающих процессов орошения: дис. ... д-ра с-х. наук: 06.01.02 / Г.В. Ольгаренко. – Новочеркасск, 1998. – 409 с.

13. Горячкин, В.П. Полное собрание сочинений. Т. 1-7. – М.: Сельхозгиз, 1937-1949.

14. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание, 3 изд. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1955.

15. Мацепуро, М.Е. Творческое применение учения академика В.П. Горячкина в научных исследованиях по механизации сельского хозяйства: монография. – Минск: Изд-во Акад. наук СССР, 1956. – 208 с.

16. Кацыгин, В.В. Основы теории выбора оптимальных параметров мобильных сельскохозяйственных машин: Автореферат дис. на соискание ученой степени доктора технических наук / Белорус. науч.-исслед. ин-т земледелия. – Минск: [б. и.], 1964. – 63 с.

17. Методические рекомендации проведения мониторинга показателей и предложения повышения технического уровня оросительных и осушительных систем. – Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015. – 48 с.

18. Информационный портал по мелиорации земель. Мелиоративный кадастр за 2015-2019 годы.

19. Аналитические исследования перспектив развития техники орошения в России: Информационно-аналитическое издание. – М: Коломна.: ИП Лавренов А.В., 2020. – 128 с.: ил.

20. Каталог оросительной техники, оборудования и сопутствующей продукции на 2020 год. – М.: Департамент мелиорации., 2020. – 41 с.

21. Дождевальная машина Bauer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://irrigationparts.ru/bauer-avstriya/>. (дата обращения: 18.03.2022).

22. Современные дождевальные машины от компании Reinke [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://allspectech.com/selhoztehnika/dlya-zemledeliya/dlya-uhoda-za-  
posevom/reinke.html](http://allspectech.com/selhoztehnika/dlya-zemledeliya/dlya-uhoda-za-posevom/reinke.html). (дата обращения: 20.03.2022).

23. Каталог продукции Valley [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kuznitsa.ru/upload/iblock/46b/46b5814e5744220c6fd35267b9723968.pdf>. (дата обращения: 23.03.2022).

24. Меламед, М.Д. О перспективах рынка зарубежных дождевальных машин в России / М.Д. Меламед, Е.И. Кормыш, К.В. Губер // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – С. 50-52.

25. Рекомендации по научно обоснованным технологиям орошения сельскохозяйственных культур кукурузы на зерно, картофеля, лука и моркови современными стационарными широкозахватными круговыми и фронтальными дождевальными машинами Reinke и Valley в условиях центральной орошаемой зоны Ростовской области / под ред. Н.А. Иванова; Новочерк. гос. мелиор. акад. –Новочеркасск, 2013. – 30 с.

26. Журавлева, Л.А. Ресурсосберегающие широкозахватные дождевальные машины кругового действия: дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02 / Л.А. Журавлева. – Саратов, 2018. – 409 с.

27. Материалы сайта компании Lindsay [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lindsayrussia.com>. (дата обращения 26.01.2022).

28. Каталог ирригационной продукции Zimmatic by Lindsay [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.lindsay.com](http://www.lindsay.com). (дата обращения: 9.02.2022).

29. Каталог Lindsay. Повышение урожайности пшеницы за счет применения эффективных решений в области орошения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.lindsay.com](http://www.lindsay.com). (дата обращения: 10.02.2022).

30. Антонюк, А.В. / Основные технико-эксплуатационные показатели многоопорных дождевальных машин «ZIMMATIC» / А.В. Антонюк // Научный взгляд в будущее. – 2016. – № 2. – С. 34-40.
31. Каталог. Отличительные особенности ирригационных машин Reinke [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.reinke.com](http://www.reinke.com). (дата обращения: 8.01.2021).
32. Каталог BAUER. Самая эффективная система под солнцем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.bauer-at.com](http://www.bauer-at.com). (дата обращения: 16.02.2022).
33. Catalog-Irrifrance [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.irrifrance.com](http://www.irrifrance.com). (дата обращения: 22.03.2022).
34. Руководство по эксплуатации ЭК-100.000РЭ. Машина дождевальная электрифицированная круговая «Кубань-ЛК1». Руководство по эксплуатации. Техническое описание и инструкции ЭК-100.000РЭ. СКБ ДМ «Дождь». – М.: 1991. – 99 с.
35. Дождевальная машина «Фрегат»: руководство по эксплуатации ДМ-00.000 РЭ-СССР. – М.: изд. № ЛО-5884/3303. – 136 с.
36. Руководство по эксплуатации ДМФ-К-00.00.000РЭ. Машина дождевальная ферменная кругового действия «Фрегат» с тросовой системой управления, 2013. – 81 с.
37. Губер, К.В. К расчету ферм для двухконсольных дождевальных машин / К.В. Губер // Тракторы и сельхозмашины. – 1973. – № 10. – С. 26-29.
38. Протокол испытаний № 08-18П-2016 Приемочных испытаний дождевальной машины IRRIGREAT. – Кинель, 2016. – 45 с.
39. Преимущества Lindsay [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lindsay.com/euas/ru/>. (дата обращения: 16.02.2022).
40. Гилёв, В.Ю. Физика почв. Учебно-методические указания по полевой практике / В.Ю. Гилёв. – Пермь: ФГБОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2012. – 37 с.

41. Попова, А.В. Зависимость прочностных грунтов от природной влажности / А.В. Попова, Н.Я. Цимбельман // Вологодские чтения. – 2009. – С. 3-4.
42. Рязанцев, А.И. Механизация полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия в сложных условиях / А.И. Рязанцев. – Рязань, 1991. – 131 с.
43. Рязанцев, А.И. Повышение тягово-сцепных свойств ходовых систем широкозахватных дождевальных машин кругового действия «Фрегат» / А.И. Рязанцев и др. // Техника и технологии агропромышленного комплекса. – 2009. – № 3. – С. 19-22.
44. Рязанцев, А.И. Модернизация дождевого пояса дождевальной машины «Фрегат» / А.И. Рязанцев и др. // Проблемы и перспективы совершенствования технологии совершенствования и водоснабжения: сб. науч. тр. ВНИИ «Радуга». – Коломна, 2001. – С. 71-76.
45. Чернышев, В.В. Моделирование взаимодействия стопы шагающего движителя с водонасыщенными грунтами / В.В. Чернышев, В.В. Артыканцев // научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2015. – № 4. – С. 21-38.
46. Catalog-DMFE «Fregat». Широкозахватные ферменные дождевальные машины с электрическим приводом ДМФЕ «Фрегат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.ruskontrakt.Ru](http://www.ruskontrakt.Ru). (дата обращения: 13.03.2022).
47. Каталог T-L Irrigation Company [sales@tlirr.com](mailto:sales@tlirr.com) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.tlirr.com](http://www.tlirr.com). (дата обращения: 15.03.2022).
48. Многоопорная дождевальная машина кругового действия: пат. 34846 Рос. Федерация: МКИ А. 01G 25/09 / Н.Я. Кириленко, А.И. Рязанцев, А.В. Шереметьев. – заявл. 09.10.2003; опубл. 20.12.2003, Бюл. № 35.
49. Рязанцев, А.И. Оптимизация широкозахватных дождевальных машин кругового действия для сложных почвенно-рельефных условий / А.И. Рязанцев, А.О. Гаврилица. – Кишинев: Штиинца, 1991. – 200 с.

50. Рыжко, Н.Ф. Совершенствование поливной техники и повышения качества дождя на примере низконапорной ресурсосберегающей дождевальной машины «Фрегат»: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Н.Ф. Рыжко. – Саратов, 2002. – 19 с.

51. Рязанцев, А.И. Проходимость многоопорных дождевальных машин / А.И. Рязанцев. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2015. – 237 с.

52. Донато, И.О. Теоретическое и экспериментальное обоснование повышения проходимости колесных машин по снегу: дис. ... д-ра. техн. наук: 05.05.03 / И.О. Донато. – Нижний Новгород, 2007. – 306 с.

53. Рязанцев, А.И. Технологические особенности полива дождевальной машиной «Фрегат» культурных пастбищ / А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко, А.В. Шереметьев и др. // Техника и технологии агропромышленного комплекса. – 2012. – № 5. – С. 27-30.

54. Горячкин, В.П. Собрание сочинений 4.1 / В.П. Горячкин. – М.: Сельхозиздат, 1937.

55. Слюсаренко, В.В. Механико-технологическое совершенствование движителей энергонасыщенных сельскохозяйственных тракторов и их влияние на агроэкологическое состояние почвы и ее продуктивность: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / В.В. Слюсаренко. – Саратов, 2000. – 484 с.

56. Орда, А.Н. Исследование механики колееобразования и уплотнения почвы колесными движителями и обоснование требований к многоосным ходовым системам: дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 1978.

57. Беккер, М.Г. Введение в теорию систем местность-машина / М.Г. Беккер. – М.: Машиностроение, 1973. – 296 с.

58. Ищлинский, А.Ю. О качении жестких и пневматических колес по деформированному грунту / А.Ю. Ищлинский, А.С. Кондратьева // Тр. совещания по проходимости колесных и гусеничных машин по целине и грунтовым дорогам. – 1950. – С. 28-36.

59. Агафонов, А.П. Взаимодействие ходового аппарата трактора и рабочих органов машин с грунтом / А.П. Агафонов // Механизация и

электрификация сельского хозяйства. – 1980. – № 10.

60. Водяник, И.И. Работа колеса при многократных проходах по одному следу / И.И. Водяник // Механ. и электр. сел. хоз-ва. – 1982. – № 2. – С. 34-36.

61. Савиных, В.И. Исследование закономерностей релаксации напряжений и сопротивления грунтов деформации как основание технологического процесса проектирования процессов землеобработки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 1972. – 23 с.

62. Кузьмин, В.И. Исследование реологических свойств глинистых почв применительно к вопросам механизации процессов почвообработки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ереван, 1971.

63. Смирнов, В.Д. Проблемы снижения уплотняющего воздействия на почву ходовых систем трактора, мобильной сельскохозяйственной техники и рабочих органов почвообрабатывающих машин: сб. науч. трудов. – Киев, 1982. – С. 167-174.

64. Скотников, В.А. Проходимость машин / В.А. Скотников, А.В. Пономарев, А.В. Климанов. – Минск: Наука и техника, 1982. – 328 с.

65. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения / В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.

66. Золотаревская, Д.А. Влияние скорости качения на тяговые свойства колес и сопротивление качению по упруго-вязкой почве. Изв. ТСХА. вып. 1, 1976.

67. Полетаев, А.Ф. Основы теории сопротивления качению и тяги жесткого колеса по деформируемому основанию / А.Ф. Полетаев. – М.: Машиностроение, 1971.

68. Водяник, И.И. Влияние крутящего момента на взаимодействие колеса с почвой / И.И. Водяник // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1984. – № 6. – С. 37-39.

69. Хахина, А.М. Методы прогнозирования и повышения проходимости колесных лесных машин: дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.01 / А.М. Хахина. – Саратов, 2000. – 484 с.

70. Котович, С.В. Двигатели специальных транспортных средств. Часть I: учебное пособие / С.В. Котович. – М.: МАДИ (ГТУ), 2008. – 161 с.

71. Журавлева, Л.А. Уменьшение воздействия ходовых систем дождевальными машинами кругового действия на почву / Л.А. Журавлева, Н.В. Тхуан // Научные исследования XXI века. – Нефтекамск. – 2020. – № 5(7). – С. 26-37.

72. Журавлева, Л.А. Технологические и технические решения для обеспечения ресурсосберегающего и экологически безопасного полива широкозахватными дождевальными машинами: монография / Л.А. Журавлева, Н.В. Тхуан. – Москва: ФГБОУ ВО Московский политехнический университет; Саратов: Амирит, 2020. – 161 с.

73. Шины, диски и камеры для сельскохозяйственной техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uptire.ru/shiny/1249-shina-149-24-128a6-121a8-8-ns-td-19-mitas.html>. (дата обращения: 02.03.22).

74. Шины, диски и камеры для сельскохозяйственной техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uptire.ru/shiny/637-shina-16-70-20-405-70-20-149b-14-ns-31715806al-in-alliance.html>. (дата обращения: 02.03.22).

75. Шины, диски и камеры для сельскохозяйственной техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uptire.ru/shiny/481-shina-184-24-158a6-f-148-12-ns-rosava.html>. (дата обращения: 02.03.22).

76. Шины, диски и камеры для сельскохозяйственной техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uptire.ru/shiny/294-shina-231-26-610-665-152a6-12-ns-ja-242ab-dneproshina.html>. (дата обращения: 02.03.21).

77. Бояркина, И.В. Аналитическое обоснование параметров и норм слойности пневмошин для наземных транспортных средств / И.В. Бояркина, В.Н. Тарасов // Омский научный вестник. – 2017. – № 4(154). – С. 5-9.

78. Журавлева, Л.А. Совершенствование конструктивных параметров широкозахватных дождевальными машинами кругового действия / Л.А. Журавлева, Н.В. Тхуан // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 8. – С. 90-94.

79. Тарасов, В.Н. Метод расчета грузоподъемности пневмоколеса и прочности каркаса автошины транспортного средства / В.Н. Тарасов, И.В. Бояркина, В.В. Дегтярь // Строительные и дорожные машины. – 2015. – № 5. – С. 47-52.

80. ГОСТ 26955-86. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 8 с.

81. Журавлева, Л.А. Экспериментально-теоретические исследования системы «норма полива-почва-дождевальная машина» / Л.А. Журавлева, Н.В. Тхуан // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 10. – С. 103-107.

82. Журавлева, Л.А. Уменьшение колееобразования широкозахватных дождевальных машин / Л.А. Журавлева, Н.В. Тхуан // Известия МГТУ «МАМИ». – 2020. – № 4(46). – С. 38-45.

83. Машина дождевальная (Фрегат) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery\\_fa1666dc-31df-4775-8631-ebc034572b2f](https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_fa1666dc-31df-4775-8631-ebc034572b2f). (дата обращения: 02.03.21).

84. Рязанцев, А.И. Технологические особенности полива дождевальной машиной «Фрегат» культурных пастбищ / А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко, А.В. Шереметьев // Техника и технологии агропромышленного комплекса. – 2012. – № 5. – С. 27-30.

85. Абдразаков, Ф.К. Рациональное снижение металлоемкости при конструировании широкозахватных дождевальных машин / Ф.К. Абдразаков, Л.А. Журавлева, В.А. Соловьев // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 5. – С. 37-42.

86. Журавлева, Л.А. Факторы, влияющие на изменение сопротивления передвижению колес и глубину колеи широкозахватных дождевальных машин / Л.А. Журавлева, Н.В. Тхуан // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 6. – С. 67-71.

87. ГОСТ 19912-2001. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием. – М.: Стандартиформ, 2001. – 25 с.



88. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М., 1986. – 415 с.
89. ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. – М.: Стандартинформ, 2011. – 28 с.
90. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. – М.: Стандартинформ, 2006. – 8 с.
91. Карпова, О.В. Усовершенствованные устройства приповерхностного дождевания дождевальной машины «Фрегат»: дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / О.В. Карпова. – Саратов, 2017. – 197 с.
92. Мазиров, М.А. Полевые исследования свойств почв / М.А. Мазиров, Е.В. Шеин, А.А. Корчагин и др.: учебное пособие. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 72 с.
93. Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почв при изучении водной эрозии. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 88 с.
94. Сухановский, Ю.П. Модификация методики дождевания стоковых площадок для исследования эрозии почв. Всероссийский НИИ земледелия и почвоведения. ФГУ «Академический научно-издательский производственно полиграфический и книгораспределительный центр «Наука». – 2007. – № 2. – С. 215-222.
95. Устройство для определения коэффициента сцепления пневматических колес с дорожным покрытием: пат. 2470286 Рос. Федерация: МПК51 G01N 19/02 (2006.01) / П.К. Плотников; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный технический университет». – № 2011132878; заявл. 04.08.2011; опубл. 20.12.2012, Бюл. № 35. – 10 с.
96. ГОСТ 11.002-73. Прикладная статистика. Правила оценки аномальности результатов наблюдений. – М.: Издание официальное, 1973. – 26 с.
97. Кристаль, М.Г. Обработка результатов планирования экстремального

эксперимента / М.Г. Кристаль. – Волгоград, 2019. – 70 с.

98. Спиридонов, А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А.А. Спиридонов. – М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.

99. Гусев, В.Г. Теория планирования многофакторных экспериментов: Метод. Указания к лаб. работам / В.Г. Гусев. – Владим. Гос. ун-т. Владимир, 2010. – 110 с.

100. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: «УОУО Media», 2012. – 352 с.

101. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.И. Туликов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.

102. Дружинин, В.С. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации / В.С. Дружинин, А.В. Сикан. – Санкт-Петербург: РГГМУ, 2001. – 169 с.

103. Зажигаев, Л.С. Методика планирования и обработка физического эксперимента / Л.С. Зажигаев. – М.: Атомиздат, 1978. – 170 с.

104. Макарова, Н.В. Статистика в Excel: учебное пособие / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 365 с.

105. Методика полевого опыта в условиях орошения (рекомендации). – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 149 с.

106. Новицкий, П.В. Оценка погрешностей результатов измерений / П.В. Новицкий, И.А. Зограф. – Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение. – 1991. – 288 с.

107. Зинченко, А.П. Практикум по статистике: учебное пособие / А.П. Зинченко, А.Е. Шибалкин, О.Б. Тарасова и др. – М.: Колос, 2001. – 392 с.

108. Яковлев, В.Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel / В.Б. Яковлев. – М.: Колос, 2005. – 352 с.

109. Ольгаренко, Г.В. Ресурсосберегающие эффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справочник / Г.В.

Ольгаренко, В.И. Городничев, А.А. Алдошкин и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с.

110. Журавлева, Л.А. Влияние закономерностей впитывания воды в почву на тягово-сцепные свойства широкозахватных дождевальными машин фронтального действия / Л.А. Журавлева, С.Г. Краев, В.Г. Чернышев // Организация, технология и механизация производства. Сб. посвящен.70-летию П.С. Батенкова. – Саратов: СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2006. – С. 104-107.

111. Журавлева, Л.А. Проходимость широкозахватных дождевальными машин кругового действия по увлажненным почвам / Л.А. Журавлева, Н.В. Тхуан // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 12. – С. 115-119.

112. Anttila, T. Metsamaan raiteistumisen ennustaminen WES-menettelmaa kayttaen. University of Helsinki, Department of forest resource management. Publications 17, 1998. – 53 p.

113. Maclaurin, E.B. The use of mobility numbers to describe the in-field tractive performance of pneumatic tyres. Proceedings of the 10th International ISTVS Conference, Kobe, Japan, August 20-24, 1990. – P. 177-186.

114. Maclaurin, E.B. The use of mobility numbers to predict the tractive performance of wheeled and tracked vehicles in soft cohesive soils. Proceedings of the 7th European ISTVS Conference, Ferrara, Italy, 8-10. October 1997. – P. 391-398.

115. Rantala, M. Metsamaan raiteistumisherkkyiden ennustamismenetelmien ver-tailu kaytannon puunkorjuuoloissa. Helsingin yliopisto, Metsavarojen kayton laitos. Metsateknologian tutkielma MMM-tutkintoa varten, 2001. – 49 p.

116. Saarilahti, M. Development of a protocol for ecoefficient wood harvesting on sensitive sites (Ecowood). Dynamic terrain classification. University of Helsinki, Department of Forest Resource Management, 2002. – 22 p.

117. Saarilahti, M. Development of a protocol for ecoefficient wood harvesting on sensitive sites (Ecowood). Evaluation of the WES-method in assessing the trafficabil-ity of terrain and the mobility of forest tractors, Interpretation and

application of the results. University of Helsinki, Department of Forest Resource Management, 2002. – 15 p.

118. Saarilahti, M. Development of a protocol for ecoefficient wood harvesting on sensitive sites (Ecowood). Evaluation of the WES-method in assessing the trafficability of terrain and the mobility of forest tractors. University of Helsinki, Department of Forest Resource Management, 2002. – 28 p.

119. Saarilahti, M. Development of a protocol for ecoefficient wood harvesting on sensitive sites (Ecowood). Soil interaction model. University of Helsinki, Department of Forest Resource Management, 2002. – 39 p.

120. Saarilahti, M. Estevastus ja estetyö maastossa liikkuvien koneiden kulkumalleissa. Metsätieteen aikakauskirja -Folia Forestalia 1. – 1997. – P. 73-84.

121. Wismer R.D., Luth, H. J. Off-road traction prediction for wheeled vehicles. Transaction ASAE 17(1). – 1973. 8-10,14 pp.

122. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 1 мартдаги ПҚ-144-сон қарор.

123. Xamidov M., Suvanov B., Isabaev K. “Sug’orish melioratsiyasi” O’quv qo’llanma. T.: 2020, 266 b. 2. Ritzema H.P. (Editor-in-Chief), 2006. Drainage Principles and Applications. Wageningen, Alterra, ILRI Publication no. 16, pp. 1125.

124. Xamidov M.X., Begmatov I.A., Isaev S.X., Mamatov S.A. “Suv tejankor sug’orish texnologiyalari” O’quv qo’llanma. T.: TIMI, 2015, 232 b.

125. Xamidov M.X., Shukurlaev X.I., Mamataliev A.B. “Qishloq xo’jaligi gidrotexnika melioratsiyasi”. Darslik. T. Sharq, 2009, 379 bet.

126. Хамидов М.Х., Шукурлаев Х.И., Маматалиев А.Б. “Қишлоқ хўжалиги гидротехника мелиорацияси”. Тошкент. Шарқ. 2008. -408 бет

**А - ИЛОВАСИ: Пневматик ғилдиракли «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб  
суғориш машинаси учун дастурли ҳисоблаш коди**

```
% Суғориш меъёри, м3/га
N = [300, 400, 500, 600];
% Машина узунлиги, м
L = [300, 400, 500, 600];
% Оралиқ масофа узунлиги, м
lp = [48.7, 59.5, 65.25];
% Қувур ўтказгич диаметри, м
dt = 0.001 * [159, 159, 168, 203];
% Қувурни ишчи кесим юзаси, м2
st = [0.01838, 0.01838, 0.02061, 0.03048];
% Ғилдирак – шина ўлчамли: 14.9-24, 16-20, 18-24, 23-26
% Кенглиги, м
B = 0.01 * 2.54 * [14.9, 16, 18, 23];
% Протектор кенлигининг контакт изи кенлиги, м
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        for j = 1:3
            if n == 1
                b(f) = 0.75 * B(n);
                f = f + 1;
            else
                for t = 1:2
                    if t == 1
                        b(f) = 0.75 * B(n-1);
                        f = f + 1;
                    else
                        b(f) = 0.75 * B(n);
                        f = f + 1;
                    end
                end
            end
        end
    end
end
end
end
end
end
% Аравачалар сони (nt) ва консол узунлиги (lk), м
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        for j = 1:3
```



```

mc = [9832, 11790, 15711, 15711];
% Машинани сувсиз массаси, кг
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        for j = 1:3
            if n == 1
                m1(f) = L(i) * mc(i) / Lc(i);
                f = f + 1;
            else
                for t = 1:2
                    m1(f) = L(i) * mc(i) / Lc(i) * dt(n) / 0.159;
                    f = f + 1;
                end
            end
        end
    end
end
end
% Қувур ўтказгич ҳажми, м^3
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        for j = 1:3
            if n == 1
                vt(f) = st(n) * nt(f) * lp(j);
                f = f + 1;
            else
                for t = 1:2
                    vt(f) = st(n) * nt(f) * lp(j);
                    f = f + 1;
                end
            end
        end
    end
end
end
% Консол қувур ҳажми, м^3
vk = sk.* lk;
% Машиналар қувур ўтказгичидаги сув массаси, кг
k = 0.7; % Тўлдириш коэффициентлари
m2 = 1000 * k * (vt + vk);
% Машинани сув билан бирга массаси, кг
m = m1 + m2;
% Ғилдиракга тўғри келадиган оғирлик, Н
mg = 9.81 * m./ (2 * nt);

```

```

% Ғилдиракка тўғри келадиган оғирлик (жадвалга киритиш керак), кН
mr = mg / 1000;
mr = round (mr, 3);
%-----ПНЕВМАТИК ҒИЛДИРАКЛАР-----
% Контакт изини узунлиги, м
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        for j = 1:3
            if n == 1
                a(f) = 1.1 * b(f);
                f = f + 1;
            else
                for t = 1:2
                    if n == 2
                        a(f) = 1.1 * b(f);
                        f = f + 1;
                    elseif n == 3
                        if t == 1
                            a(f) = 1.1 * b(f);
                            f = f + 1;
                        else
                            a(f) = b(f);
                            f = f + 1;
                        end
                    else
                        a(f) = 1.1 * b(f);
                        f = f + 1;
                    end
                end
            end
        end
    end
end
% КОНТАКТ ЮЗАСИ, М^2
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        for j = 1:3
            if n == 1
                A(f) = (a(f) - b(f)) * b(f) + pi * a(f)^2 / 4;
                f = f + 1;
            else
                for t = 1:2

```



```

if n == 2
    A(f) = (a(f) - b(f)) * b(f) + pi * a(f)^2 / 4;
    f = f + 1;
elseif n == 3
    if t == 1
        A(f) = (a(f) - b(f)) * b(f) + pi * a(f)^2 / 4;
        f = f + 1;
    else
        A(f) = a(f) * b(f);
        f = f + 1;
    end
else
    A(f) = a(f) * b(f);
    f = f + 1;
end
end
end
end
end
end
end
% Ғилдирак тўғини, м
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        for j = 1:3
            if n == 1
                bk(f) = B(n) / 1.35;
                f = f + 1;
            else
                for t = 1:2
                    if n == 2
                        bk(f) = B(t) / 1.35;
                        f = f + 1;
                    elseif n == 3
                        bk(f) = B(t + 1) / 1.35;
                        f = f + 1;
                    else
                        bk(f) = B(t + 2) / 1.35;
                        f = f + 1;
                    end
                end
            end
        end
    end
end
end
end
end
end
end
end

```

```

end
% Ғилдирак диаметри, м
D = 0.001 * [1265, 1076, 1400, 1621];
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        for j = 1:3
            if n == 1
                Dk(f) = D(n);
                f = f + 1;
            else
                for t = 1:2
                    if n == 2
                        Dk(f) = D(t);
                        f = f + 1;
                    elseif n == 3
                        Dk(f) = D (t + 1);
                        f = f + 1;
                    elseif n == 4
                        Dk(f) = D (t + 2);
                        f = f + 1;
                    end
                end
            end
        end
    end
end
end
end
end
end
% Солиштирма босим, Па
P = mg./ A;
Pr = 10^-6 * P;
Pr = round (Pr, 3);
% Рухсат этилган солиштирма босим, МПа – Баҳорги масум
Pvc = [0.18, 0.15, 0.12, 0.10];
for i = 1:12
    Pv1(i) = Pvc (1);
end
for i = 1:24
    Pv2(i) = Pvc (2);
end
for i = 1:24
    Pv3(i) = Pvc (3);
end
for i = 1:24
    Pv4(i) = Pvc (4);

```

```

end
Pv = [Pv1 Pv2 Pv3 Pv4];
% Ғилдираклар сони бўйича тавсия
for i = 1:84
    if Pr(i) <= Pv(i)
        kkv(i) = 2;
    else
        kkv(i) = 3;
    end
end
end
%-----
% Ғилдираклар сони бўйича тавсия параметрларини қайта ҳисоблаш
% Икки ғилдиракли аравагани массаси: m2 = 1000 кг
% Икки ғилдиракли аравагани массаси: m3 = (1,1 - 1,25) * m2
% Сувсиз машинани массаси, кг
for i = 1:84
    if kkv(i) == 3
        m1(i) = m1(i) + 200 * nt(i);
    else
        m1(i) = m1(i);
    end
end
end
% Сув тўлдирилган машинани массаси, кг
m = m1 + m2;
% Ғилдиракка тўғри келадиган оғирлик, Н
mg = 9.81 * m./ (kkv. * nt);
% Ғилдиракка тўғри келадиган оғирлик (жадвалга киритиш керак), кН
mr = mg / 1000;
mr = round (mr, 3);
% Солиштира босим, Па
P = mg./ A;
Pr = 10^-6 * P;
Pr = round (Pr, 3);
%-----
% Рухсат этилган солиштира босим, МПа - Ёз-куз мавсуми
Plc = [0.21, 0.18, 0.14, 0.12];
for i = 1:12
    P11(i) = Plc (1);
end
for i = 1:24
    P12(i) = Plc (2);
end
for i = 1:24
    P13(i) = Plc (3);

```

```

end
for i = 1:24
    P14(i) = Plc (4);
end
P1 = [P11 P12 P13 P14];
% Гилдираклар сони бўйича тавсия
for i = 1:84
    if Pr(i) <= P1(i)
        kkl(i) = 2;
    else
        kkl(i) = 3;
    end
end
end
% -----ОДДИЙ ҚОРА ТУПРОҚ -----
Pdn1 = 150;
dk = 0.72;
jcp = 0.5;
j1 = 0.4;
K1 = 1,25;
% Тупрокни оқабошлашигача суғориш меъёри, м3/га
mdoct1 = 2850 * (1.14 - dk^0.2) * j1/jcp * K1;
mdoct1 = round(mdoct1);
Pnn1 = Pdn1 - (1.4 * mdoct1^0.65 + 8);
% Из чуқурлиги, м
H1 = 0.6 * m./ (nt * (10^3 * Pnn1). * bk.* sqrt (Dk));
for i = 1:84
    if kkv(i) == 3
        H1(i) = 2/3 * H1(i);
    else
        H1(i) = H1(i);
    end
end
end
H1 = round (H1, 3);
% Из кенглиги, м
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        for j = 1:3
            if n == 1
                Bk1(f) = sqrt((lp(j) + bk(f)/2) ^2 + H1(f) * (Dk(f) - H1(f))) - (lp(j) -
bk(f)/2);
                f = f + 1;
            else
                for t = 1:2

```

```

        Bk1(f) = sqrt((lp(j) + bk(f)/2) ^2 + H1(f) * (Dk(f) - H1(f))) - (lp(j) -
bk(f)/2);
        f = f + 1;
    end
end
end
end
end
Bk1 = round (Bk1, 3);
Xlswrite ('3KPmPH1Bk1.xlsx', [mr (:), Pr (:), H1(:), Bk1(:)]);
Xlswrite ('Kkkvkkl.xlsx', [kkv (:), kkl (:)]);
% -----ҚОРА-КАШТАН ҚУМОҚ ТУПРОҚ -----
Pdn2 = 180;
% Тупроқни сув шимишини эътиборга оладиган коэффициент (K = 0.6 - 1.5)
K2 = 1;
% Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача бўлган суғориш меъёри, м^3/га
mdoct2 = 2850 * (1.14 - dk^0.2) * j1/jcp * K2;
mdoct2 = round(mdoct2);
Pnn2 = Pdn2 - (1.4 * mdoct2^0.65 + 8);
% Из чуқурлиги, м
H2 = 0.6 * m./ (nt * (10^3 * Pnn2). * bk.* sqrt (Dk));
for i = 1:84
    if kkv(i) == 3
        H2(i) = 2/3 * H2(i);
    else
        H2(i) = H2(i);
    end
end
H2 = round (H2, 3);
% Из кенглиги, м
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        for j = 1:3
            if n == 1
                Bk2(f) = sqrt((lp(j) + bk(f)/2) ^2 + H2(f) * (Dk(f) - H2(f))) - (lp(j) -
bk(f)/2);
                f = f + 1;
            else
                for t = 1:2
                    Bk2(f) = sqrt((lp(j) + bk(f)/2) ^2 + H2(f) * (Dk(f) - H2(f))) - (lp(j) -
bk(f)/2);
                    f = f + 1;
                end
            end
        end
    end
end

```

```

        end
    end
end
Bk2 = round (Bk2, 3);
Xlswrite ('3KРmPH2Bk2.xlsx', [mr (:), Pr (:), H2(:), Bk2(:)]);
xlswrite ('MDOCT12.xlsx', [mdoct1(:), mdoct2(:)]);

```

## **В - ИЛОВАСИ: Бикр ғилдиракли «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машинасини дастури ҳисоблаш коди**

```

% Суғориш меъёри, м3/га
N = [300, 400, 500, 600];
% Машина узунлиги, м
L = [300, 400, 500, 600];
% Оралиқ масофа узунлиги, м
lp = 29.6;
% Қувур ўтказгич диаметри, м
dt = 0.001 * [177.8, 152.4];
% Қувурни ишчи кесим юзаси, м2
st = pi * (dt - 0.006). ^2 / 4;
% Тўғин кенглиги = контакт изининг кенглиги, м
for i = 1:16
    b(i) = 0.21;
end
% Аравачалар сони (nt) ва консол узунлиги (lk), м
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        nt(f) = round(L(i) / lp);
        lk(f) = L(i) - nt(f) * lp;
        if lk(f) < 0
            nt(f) = nt(f) - 1;
            lk(f) = L(i) - nt(f) * lp;
        end
        f = f + 1;
    end
end
% Консол диаметри (dk), м
for i = 1:16
    dk(i) = 0.0128;
end

```

```

% Консолнинг ишчи кесим юзаси (sk), м2
sk = pi. * (dk - 0.006). ^2 / 4;
% Олалиқ масофа узунлиги (mc) 65.25 м бўлганида сув тўлдирилмаган машина
массаси dt = 159 мм бўлганида
Lc = [349, 409, 518, 572];
mc = [12200, 13200, 16800, 18600];
% Сув тўлдирилмаган машина массаси, кг
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        m1(f) = L(i) * mc(i) / Lc(i);
        f = f + 1;
    end
end
% Қувур ўтказгич ҳажми, м3
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        vt(f) = st (1) * (nt(f) - 3) * lp + st(2) * 3 * lp;
        f = f + 1;
    end
end
% Консол қувурининг ҳажми, м3
vk = sk.* lk;
% Мшинани қувур ўтказидаги сув массаси, кг
k = 0.7; % Тўлиш коэффициенти
m2 = 1000 * k * (vt + vk);
% Сув тўлдирилган машина массаси, кг
m = m1 + m2;
% Ғилдиракка тўғри келадиган оғирлик, Н
mg = 9.81 * m./ (2 * nt);
% Ғилдиракка тўғри келадиган оғирлик (жадвалга киритиш керак), кН
mr = mg / 1000;
mr = round (mr, 3);
%-----БИКР ҒИЛДИРАКЛАР-----
% Контакт изининг узунлиги, м
a = b;
% Контакт юзаси, м2
A = a.* b;
% Тўғин кенглиги, м
bk = b;
% Ғилдирак диаметри, м
for i = 1:16
    Dk(i) = 0.93;

```

```

end
% Солиштирма босим, Па
P = mg./ A;
Pr = 10^-6 * P;
Pr = round (Pr, 3);
% Рухсат этилган солиштирма босим, МПа – Баҳорги мавсуми
Pvc = [0.18, 0.15, 0.12, 0.10];
for i = 1:4
    Pv1(i) = Pvc (1);
end
for i = 1:4
    Pv2(i) = Pvc (2);
end
for i = 1:4
    Pv3(i) = Pvc (3);
end
for i = 1:4
    Pv4(i) = Pvc (4);
end
Pv = [Pv1 Pv2 Pv3 Pv4];
% Ғилдираклар сони бўйича тавсия
for i = 1:16
    if Pr(i) <= Pv(i)
        kkv(i) = 2;
    else
        kkv(i) = 3;
    end
end
end
%-----
% Ғилдираклар сони параметрлари бўйича берилган тавсияларни қайта
ҳисоблаш
% Икки ғилдиракли аравагани массаси: m2 = 1000 кг
% Икки ғилдиракли аравагани массаси: m3 = (1,1 - 1,25) * m2
% Сув тўлдирилмаган машина массаси, кг
for i = 1:16
    if kkv(i) == 3
        m1(i) = m1(i) + 200 * nt(i);
    else
        m1(i) = m1(i);
    end
end
end
% Сув тўлдирилган машина массаси, кг
m = m1 + m2;
% Ғилдиракка тўғри келадиган оғирлик, Н

```



```

mg = 9.81 * m./ (kkv. * nt);
% Ғилдиракка тўғри келадиган оғирлик (жадвалга киритиш керак), кН
mr = mg / 1000;
mr = round (mr, 3);
% Солиштирма босим, Па
P = mg./ A;
Pr = 10^-6 * P;
Pr = round (Pr, 3);

%-----
% Рухсат этилган солиштирма босим, МПа - Ёз-куз мавсуми
Plc = [0.21, 0.18, 0.14, 0.12];
for i = 1:4
    P11(i) = Plc (1);
end
for i = 1:4
    P12(i) = Plc (2);
end
for i = 1:4
    P13(i) = Plc (3);
end
for i = 1:4
    P14(i) = Plc (4);
end
P1 = [P11 P12 P13 P14];
% Ғилдираклар сони бўйича тавсиялар
for i = 1:16
    if Pr(i) <= P1(i)
        kkl(i) = 2;
    else
        kkl(i) = 3;
    end
end
% -----ОДДИЙ ҚОРА ТУПРОҚ -----
Pdn1 = 150;
dk = 0.72;
jcp = 0.5;
j1 = 0.4;
K1 = 1,25;
% Тупроқ оқабошлаш ҳолатигача суғориш меъёри, м^3/га
mdoct1 = 2850 * (1.14 - dk^0.2) * j1/jcp * K1;
mdoct1 = round(mdoct1);
Pnn1 = Pdn1 - (1.4 * mdoct1^0.65 + 8);
% Из чуқурлиги, м

```

```

H1 = 0.6 * m./ (nt * (10^3 *Pnn1). * bk.* sqrt (Dk));
for i = 1:16
    if kkv(i) == 3
        H1(i) = 2/3 * H1(i);
    else
        H1(i) = H1(i);
    end
end
H1 = round (H1, 3);
% Из кенглиги, м
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        Bk1(f) = sqrt ((lp + bk(f)/2) ^2 + H1(f) * (Dk(f) - H1(f))) - (lp - bk(f)/2);
        f = f + 1;
    end
end
Bk1 = round (Bk1, 3);
Xlswrite ('3PJmPH1Bk1.xlsx', [mr (:), Pr (:), H1(:), Bk1(:)]);
Xlswrite ('3Pkkvkk1.xlsx', [kkv (:), kkl (:)]);
% -----ҚОРА-КАШТАН РАНГЛИ ҚУМОҚ ТУПРОҚ -----
Pdn2 = 180;
% Тупроқни сув шимишини эътиборга олувчи коэффициент (K = 0.6 - 1.5)
K2 = 1;
% Тупроқни оқабошлаш ҳолатигага суғориш меъёри, м^3/га
mdoct2 = 2850 * (1.14 - dk^0.2) * j1/jcp * K2;
mdoct2 = round(mdoct2);
Pnn2 = Pdn2 - (1.4 * mdoct2^0.65 + 8);
% Из чуқурлиги, м
H2 = 0.6 * m./ (nt * (10^3 *Pnn2). * bk.* sqrt (Dk));
for i = 1:16
    if kkv(i) == 3
        H2(i) = 2/3 * H2(i);
    else
        H2(i) = H2(i);
    end
end
H2 = round (H2, 3);
% Из кенглиги, м
f = 1;
for n = 1:4
    for i = 1:4
        Bk2(f) = sqrt ((lp + bk(f)/2) ^2 + H2(f) * (Dk(f) - H2(f))) - (lp - bk(f)/2);
        f = f + 1;
    end
end

```

```
end
end
Bk2 = round (Bk2, 3);
Xlswrite ('3PJmPH2Bk2.xlsx', [mr (:), Pr (:), H2(:), Bk2(:)]);
Xlswrite ('MDOCT12.xlsx', [mdoct1(:), mdoct2(:)]);
```

**D - ИЛОВАСИ: Пневматик ғилдиракли «КАСКАД» русумли ёмғирлатиб суғориш машинаси учун ҳисоблаш  
натижалари**

Табиий шароитлар			Машинани тавсифномаси					Ҳисобланадиган параметр							
Тупроқ тури	Суғориш меъёри, м <sup>3</sup> /га	Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача суғориш меъёри, м <sup>3</sup> /га	Машина узунлиги, м	Оралиқ масофа узунлиги, м	Қувур ўтказгич диаметри, мм	Шина ўлчами	Ғилдиракка тўғри келадиган оғирлик, кН	Солиштирма босим, МПа	Из чуқурлиги, м	Из кенлиги, м	Рухсат этилган солиштирма босим, МПа				
											Баҳорги мавсум	Ғилдираклар сони	Ёз-куз мавсуми	Ғилдираклар сони	
1	2	3	4	5	6	8	9	11	12	13	14	15	16	17	
Оддий қора тулпроқ	300	580	300	48,7	159	14,9-24	10,506	0,124	0,064	0,281	0,180	2	0,210	2	
				59,5			12,645	0,149	0,076	0,281				2	2
				65,25			10,978	0,13	0,066	0,281				3	2
			400	48,7			10,505	0,124	0,064	0,281				2	2
				59,5			13,816	0,163	0,084	0,281				2	2
				65,25			14,018	0,166	0,085	0,281				2	2
			500	48,7			10,505	0,124	0,064	0,281				2	2
				59,5			13,084	0,155	0,079	0,281				2	2

			600	65,25			14,856	0,176	0,09	0,281		2		2					
				48,7			10,505	0,124	0,064	0,281		2		2					
				59,5			12,644	0,149	0,076	0,281		2		2					
				65,25			14,018	0,166	0,085	0,281		2		2					
	400			300	48,7	159	14,9-24	10,506	0,124	0,064	0,281	0,150	2	0,180	2				
							16-20	10,506	0,108	0,064	0,302		2		2				
					59,5		14,9-24	12,645	0,149	0,076	0,281		2		2				
							16-20	12,645	0,13	0,077	0,302		2		2				
					65,25		14,9-24	10,978	0,13	0,066	0,281		3		3				
							16-20	10,978	0,113	0,067	0,302		3		2				
					400				400	48,7	14,9-24		10,505		0,124	0,064	0,281	2	2
											16-20		10,505		0,108	0,064	0,302	2	2
	59,5	14,9-24	9,865	0,117		0,06				0,281	3	2							
		16-20	13,816	0,142		0,084				0,302	2	2							
	500			500	48,7	14,9-24	10,505	0,124	0,064	0,281	2	2							
						16-20	10,505	0,108	0,064	0,302	2	2							
					59,5	14,9-24	9,376	0,111	0,057	0,281	3	2							
						16-20	13,084	0,134	0,08	0,302	2	2							

	500		600	65,25	168	14,9-24	10,558	0,125	0,064	0,281	0,120	3	0,140	2						
						16-20	10,558	0,108	0,064	0,302		3		2						
				48,7		14,9-24	10,505	0,124	0,064	0,281		2		2						
						16-20	10,505	0,108	0,064	0,302		2		2						
				59,5		14,9-24	12,644	0,149	0,076	0,281		2		2						
						16-20	12,644	0,13	0,077	0,302		2		2						
			65,25	14,9-24		10	0,118	0,06	0,281	3		2								
				16-20		14,018	0,144	0,086	0,302	2		2								
							300	48,7	168	16-20		11,302		0,116	0,069	0,302	0,120	2	0,140	2
										18-24		11,302		0,096	0,054	0,339		2		2
								59,5		16-20		9,724		0,1	0,059	0,302		3		2
										18-24		13,605		0,116	0,065	0,339		2		2
	65,25	16-20			11,752			0,12		0,072	0,302	3	3							
		18-24			11,752			0,1		0,056	0,339	3	3							
	400	48,7			168		16-20	11,301		0,116	0,069	0,302	0,120	2	0,140	2				
							18-24	11,301		0,096	0,054	0,339		2		2				
		59,5					16-20	10,557		0,108	0,064	0,302		3		3				
							18-24	10,557		0,09	0,05	0,339		3		2				
		65,25					16-20	10,707		0,11	0,065	0,302		3		3				
							18-24	10,707		0,091	0,051	0,339		3		2				

	600		500	48,7	203	16-20	11,301	0,116	0,069	0,302	0,100	2	0,120	2
				59,5		18-24	11,301	0,096	0,054	0,339		2		2
						16-20	10,036	0,103	0,061	0,302		3		3
				65,25		18-24	14,073	0,12	0,067	0,339		2		2
						16-20	11,304	0,116	0,069	0,302		3		3
				600		48,7	18-24	11,304	0,096	0,054		0,339		3
			16-20				11,301	0,116	0,069	0,302		2		2
			59,5			18-24	11,301	0,096	0,054	0,339		2		2
						16-20	9,723	0,1	0,059	0,302		3		2
			65,25			18-24	13,603	0,116	0,065	0,339		2		2
						16-20	10,708	0,11	0,065	0,302		3		3
			600	300		48,7	18-24	10,708	0,091	0,051		0,339		3
	18-24	10,385			0,08		0,049	0,339	3	2				
	59,5	23-26			14,597	0,069	0,051	0,434	2	2				
		18-24			12,375	0,096	0,059	0,339	3	3				
	65,25	23-26			17,581	0,083	0,061	0,434	2	2				
		18-24			14,933	0,115	0,071	0,339	3	3				
	400	48,7		23-26	14,933	0,071	0,052	0,433	3	2				
				18-24	10,384	0,08	0,049	0,339	3	2				
					23-26	14,595	0,069	0,051	0,434	2	2			

			59,5		18-24	13,406	0,104	0,064	0,339		3		3						
					23-26	19,127	0,091	0,066	0,434		2		2						
					65,25	18-24	13,64	0,105	0,065		0,339		3	3					
						23-26	19,479	0,092	0,067		0,434		2	2					
			48,7		18-24	10,384	0,08	0,049	0,339		3		2						
					23-26	14,595	0,069	0,051	0,434		2		2						
					59,5	18-24	12,761	0,099	0,061		0,339		3	3					
						23-26	18,16	0,086	0,063		0,434		2	2					
			65,25		18-24	14,378	0,111	0,068	0,339		3		3						
					23-26	20,586	0,097	0,071	0,434		2		2						
					48,7	18-24	10,384	0,08	0,049		0,339		3	2					
						23-26	14,595	0,069	0,051		0,434		2	2					
			600		59,5	18-24	12,374	0,096	0,059		0,339		3	3					
						23-26	17,579	0,083	0,061		0,434		2	2					
					65,25	18-24	13,641	0,105	0,065		0,339		3	3					
						23-26	19,48	0,092	0,067		0,434		2	2					
			Қора-қаштан рангли қумоқ туңров		300	464	300	159	14,9-24		10,506		0,124	0,051	0,281	0,180	2	0,210	2
											12,645		0,149	0,062	0,281		2		2
											10,978		0,13	0,053	0,281		3		2
							400				48,7		10,505	0,124	0,051		0,281		2



	400			59,5			13,816	0,163	0,067	0,281		2		2						
				65,25			14,018	0,166	0,068	0,281		2		2						
			500	48,7			10,505	0,124	0,051	0,281		2		2						
				59,5			13,084	0,155	0,064	0,281		2		2						
				65,25			14,856	0,176	0,072	0,281		2		2						
			600	48,7			10,505	0,124	0,051	0,281		2		2						
				59,5			12,644	0,149	0,062	0,281		2		2						
				65,25			14,018	0,166	0,068	0,281		2		2						
				400				159	48,7	14,9-24		10,506		0,124	0,051	0,281	0,150	2	0,180	2
										16-20		10,506		0,108	0,052	0,302		2		2
	300	59,5			14,9-24	12,645			0,149	0,062	0,281	2	2							
					16-20	12,645			0,13	0,062	0,302	2	2							
	65,25	14,9-24			10,978	0,13			0,053	0,281	3	3								
		16-20			10,978	0,113			0,054	0,301	3	2								
	400	48,7			14,9-24	10,505			0,124	0,051	0,281	2	2							
					16-20	10,505			0,108	0,052	0,302	2	2							
		59,5			14,9-24	9,865			0,117	0,048	0,281	3	2							
					16-20	13,816			0,142	0,068	0,302	2	2							
		65,25	14,9-24	9,999	0,118	0,049	0,281	3	2											
			16-20	14,018	0,144	0,069	0,302	2	2											

	500		500	48,7	168	14,9-24	10,505	0,124	0,051	0,281	0,120	2	0,140	2
				16-20		10,505	0,108	0,052	0,302	2		2		
				59,5		14,9-24	9,376	0,111	0,046	0,281		3		2
				16-20		13,084	0,134	0,064	0,302	2		2		
				65,25		14,9-24	10,558	0,125	0,051	0,281		3		2
				16-20		10,558	0,108	0,052	0,301	3		2		
			600	48,7		14,9-24	10,505	0,124	0,051	0,281		2		2
				16-20		10,505	0,108	0,052	0,302	2		2		
				59,5		14,9-24	12,644	0,149	0,062	0,281		2		2
				16-20		12,644	0,13	0,062	0,302	2		2		
				65,25		14,9-24	10	0,118	0,049	0,281		3		2
				16-20		14,018	0,144	0,069	0,302	2		2		
	500	300	168	48,7	16-20	11,302	0,116	0,056	0,302	0,120	2	0,140	2	
					18-24	11,302	0,096	0,043	0,339		2		2	
					16-20	9,724	0,1	0,048	0,301		3		2	
				59,5	18-24	13,605	0,116	0,052	0,339		2		2	
				65,25	16-20	11,752	0,12	0,058	0,301		3		3	
				18-24	11,752	0,1	0,045	0,339	3		3			
		400	48,7	16-20	11,301	0,116	0,056	0,302	2	2				
				18-24	11,301	0,096	0,043	0,339	2	2				

			500	59,5	203	16-20	10,557	0,108	0,052	0,301	0,100	3	0,120	3
				65,25		18-24	10,557	0,09	0,04	0,339		3		2
						48,7	16-20	10,707	0,11	0,053		0,301		3
				18-24			10,707	0,091	0,041	0,339		3		2
			600	59,5	16-20	11,301	0,116	0,056	0,302	2		2		
					18-24	11,301	0,096	0,043	0,339	2		2		
				65,25	16-20	10,036	0,103	0,049	0,301	3		3		
					18-24	14,073	0,12	0,054	0,339	2		2		
			600	48,7	16-20	11,304	0,116	0,056	0,301	3		3		
					18-24	11,304	0,096	0,043	0,339	3		2		
					59,5	16-20	11,301	0,116	0,056	0,302		2		2
						18-24	11,301	0,096	0,043	0,339		2		2
				65,25	16-20	9,723	0,1	0,048	0,301	3		2		
					18-24	13,603	0,116	0,052	0,339	2		2		
					48,7	16-20	10,708	0,11	0,053	0,301		3		3
						18-24	10,708	0,091	0,041	0,339		3		2
			600	48,7	18-24	10,385	0,08	0,04	0,339	3		2		
					23-26	14,597	0,069	0,041	0,433	2		2		
				59,5	18-24	12,375	0,096	0,047	0,339	3		3		
					23-26	17,581	0,083	0,049	0,433	2		2		

				65,25	18-24	14,933	0,115	0,057	0,339		3		3
					23-26	14,933	0,071	0,042	0,433		3		2
			400	48,7	18-24	10,384	0,08	0,04	0,339	3	2		
					23-26	14,595	0,069	0,041	0,433	2	2		
				59,5	18-24	13,406	0,104	0,051	0,339	3	3		
					23-26	19,127	0,091	0,053	0,433	2	2		
				65,25	18-24	13,64	0,105	0,052	0,339	3	3		
					23-26	19,479	0,092	0,054	0,433	2	2		
				500	48,7	18-24	10,384	0,08	0,04	0,339	3	2	
						23-26	14,595	0,069	0,041	0,433	2	2	
			59,5		18-24	12,761	0,099	0,049	0,339	3	3		
					23-26	18,16	0,086	0,051	0,433	2	2		
			65,25		18-24	14,378	0,111	0,055	0,339	3	3		
					23-26	20,586	0,097	0,057	0,433	2	2		
			600		48,7	18-24	10,384	0,08	0,04	0,339	3	2	
						23-26	14,595	0,069	0,041	0,433	2	2	
				59,5	18-24	12,374	0,096	0,047	0,339	3	3		
					23-26	17,579	0,083	0,049	0,433	2	2		
				65,25	18-24	13,641	0,105	0,052	0,339	3	3		
					23-26	19,48	0,092	0,054	0,433	2	2		

**К - ИЛОВАСИ: Бикр ғилдиракли «Фрегат» русумли ёмғирлатиб суғориш машинаси учун ҳисоблаш натижалари**

Табий шароитлар			Машина тавсифномаси					Ҳисобланаётган параметрлар								
Тупроқ тури	Суғориш меъёри, м <sup>3</sup> /га	Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача суғориш меъёри, м <sup>3</sup> /га	Машина узунлиги, м	Оралик масофа узунлиги, м	Қувур ўтказгич диаметри, мм	Ғилдирак тўғриси ўлчами, м (диаметр - кинглиги)	Ғилдиракка тўғри келадиغان оғирлик, кН	Солиштирма босим, МПа	Из чуқурлиги, м	Из кенлиги, м	Рухсат этилган солиштирма босим, МПа					
											Баҳорги мавсум	Ғилдираклар сони	Ёз-куз мавсуми	Ғилдираклар сони		
1	2	3	4	5	6	8	9	11	12	13	14	15	16	17		
Оддий қора тупроқ	300	580	300	29,6	Биринчи оралик масофа 177,8, охириги учта оралик масофа 152,4	0,93-0,21	7,306	0,166	0,069	0,211	0,180	2	0,210	2		
			400				7,078	0,161	0,067	0,211					2	2
			500				7,206	0,163	0,068	0,211					2	2
			600				7,044	0,16	0,066	0,211					2	2
	400		300				5,525	0,125	0,052	0,211	0,150	3	0,180	2		
			400				5,373	0,122	0,051	0,211					3	2
			500				5,458	0,124	0,051	0,211					3	2
			600				5,35	0,121	0,05	0,211					3	2
	500	300	5,525				0,125	0,052	0,211	0,120	3	0,140	3			
		400	5,373				0,122	0,051	0,211					3	3	

	600		500				5,458	0,124	0,051	0,211	0,100	3	0,120	3
			600				5,35	0,121	0,05	0,211		3		3
			300				5,525	0,125	0,052	0,211		3		3
			400				5,373	0,122	0,051	0,211		3		3
			500				5,458	0,124	0,051	0,211		3		3
			600				5,35	0,121	0,05	0,211		3		3
Қора-каштан рангли кумок туцрок	300	464	300				7,306	0,166	0,055	0,211	0,180	2	0,210	2
			400				7,078	0,161	0,054	0,211		2		2
			500				7,206	0,163	0,055	0,211		2		2
			600				7,044	0,16	0,053	0,211		2		2
	400		300				5,525	0,125	0,042	0,211	0,150	3	0,180	2
			400				5,373	0,122	0,041	0,211		3		2
			500				5,458	0,124	0,041	0,211		3		2
			600				5,35	0,121	0,041	0,211		3		2
	500		300				5,525	0,125	0,042	0,211	0,120	3	0,140	3
			400				5,373	0,122	0,041	0,211		3		3
			500				5,458	0,124	0,041	0,211		3		3
			600				5,35	0,121	0,041	0,211		3		3
	600		300				5,525	0,125	0,042	0,211	0,100	3	0,120	3
			400				5,373	0,122	0,041	0,211		3		3
			500				5,458	0,124	0,041	0,211		3		3
			600				5,35	0,121	0,041	0,211		3		3

## М - ИЛОВА: Ўтказилган дала тадқиқотлар натижалари

*«Кубань-ЛКІМ» (КАСКАД) (оралиқ масофа узунлиги 48,7 м, 14,9-24 ўлчамли  
шиналар ўрнатилган) русумли ёмғирлатиб суғориш машинасида из чуқурлигини  
қўзғалмас таянч масофасига боғлиқлиги*

**1-жадвал**

**Ўтказилган тажрибалар ва из чуқурлигини суғоришни бошида ва  
охирдаги дисперсияларни натижалари**

Аравачалар №		Н <sub>н</sub>	Н <sub>к</sub>	Н <sub>н</sub>		Н <sub>к</sub>	
				$\bar{y}$	$s_j^2$	$\bar{y}$	$s_j^2$
1	1	2,8	6,8	3,033333	0,063333	6,966667	0,043333
	2	3	6,9				
	3	3,3	7,2				
2	1	2,6	6,3	2,8	0,07	6,333333	0,023333
	2	2,7	6,2				
	3	3,1	6,5				
3	1	2,5	5,6	2,733333	0,103333	5,633333	0,063333
	2	2,6	5,4				
	3	3,1	5,9				
4	1	2	5,2	2,333333	0,093333	5,2	0,04
	2	2,4	5,4				
	3	2,6	5				
5	1	2	4,8	2,1	0,01	4,566667	0,043333
	2	2,2	4,4				
	3	2,1	4,5				
6	1	1,4	5,4	1,466667	0,043333	5,3	0,01
	2	1,7	5,2				
	3	1,3	5,3				
7	1	1	5,8	1,133333	0,023333	5,833333	0,063333
	2	1,1	5,6				
	3	1,3	6,1				

**Эксперимент давомида олинган экстремумлар тегишли эканлигини  
текшириш**

Аравачалар №	$U < \beta = 1,15$							
	$H_n$				$H_k$			
	$U_{max}$		$U_{min}$		$U_{max}$		$U_{min}$	
1	1,059626	Ҳа	0,927173	Ҳа	1,120897	Ҳа	0,800641	Ҳа
2	1,133893	Ҳа	0,755929	Ҳа	1,091089	Ҳа	0,872872	Ҳа
3	1,140647	Ҳа	0,725866	Ҳа	1,059626	Ҳа	0,927173	Ҳа
4	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа
5	1	Ҳа	1	Ҳа	1,120897	Ҳа	0,800641	Ҳа
6	1,120897	Ҳа	0,800641	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа
7	1,091089	Ҳа	0,872872	Ҳа	1,059626	Ҳа	0,927173	Ҳа

Ўтказилган экспериментлар шуни кўрсатдики суғориш мавсум бошида из чуқурлиги билан қўзғалмас таянч орасидаги масофа боғланиши чизикли кўринишга эга, суғориш мавсуми охирида эса ўзгариб квадратик кўринишга эга бўлади. Ушбу ходисани куйидагича тушунтириш мумкун – суғориш бошланишда ёмғирлатиш сопел диаметри аввал 3 мм дан 15 мм гача катталашади, сув ўтказиш қувурини охирида суғориш интенсивлиги ва томчилар катталиги ошади, шунинг учун ҳам суғориш бошида тупроқни оқабошлаш ҳолати қузғалмайди, боғланиш катта даражада чизикли кўринишга эга бўлади. Машина ўтиши бир неча карра ошганидан сўнг тупроқ оқабошлаш ҳолати қузатилади ва сув ўтказиш қувурини охирида изни катталаниши яққолроқ кўринабошлайди. Тадқиқодлар шуни кўрсатдики 4-5 мартта машина ўтганидан кейин тупроқни суғоришда оқабошлаш ҳолати қузатилади, яъни суғориш мавсуми охирида.

Энг кичик квадратлар усули бўйича из чуқурлиги билан қўғалмас таянч масофа узунлиги орасидаги боғланиш регрессия тенгламасини суғориш мавсуми бошланишида ва охирида аниқланади.

$$H_n = -0,3214n_{от} + 3,5143 \quad (1)$$



$$H_k = 0,15n_{от}^2 - 1,4333n_{от} + 8,4238 \quad (2)$$

Белгиланган ахамият даражаси (5%) ва эркинлик сони даражасига қараб  $f_1 = 1, f_2 = N - p - 1 = 7 - 1 - 1 = 5, F_T = 6,61$  [93].

**3 – жадвал**

**Дисперсии адекватлигини ҳисоблаш учун ёрдамчи жадвал**

Аравачалар №	$H_H$			$H_K$		
	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$
1	3,033333	3,1929	0,15437	6,966667	7,1405	0,030218
2	2,8	2,8715	0,073712	6,333333	6,1572	0,031023
3	2,733333	2,5501	0,00251	5,633333	5,4739	0,025419
4	2,333333	2,2287	0,052304	5,2	5,0906	0,011968
5	2,1	1,9073	0,008593	4,566667	5,0073	0,194158
6	1,466667	1,5859	0,034559	5,3	5,224	0,005776
7	1,133333	1,2645	0,06996	5,833333	5,7407	0,008581

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $H_H = -0,3214n_{от} + 3,5143$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 0,0792$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{0,0792}{0,0581} = 1,36 < 6,61$$

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $H_K = 0,15n_{от}^2 - 1,4333n_{от} + 8,4238$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 0,06143$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{0,06143}{0,04095} = 1,5 < 6,61$$

*«Кубань-ЛКІМ» (КАСКАД) русумли ёмгирлатиб сугориш машинасини (оралиқ масофа 59,5 м, шина ўлчами 16-20) из чуқурлигини қўзғалмас таянчдан масофага боғлиқлиги бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижалари*

## 4 – жадвал

**Суғоришни бошида ва охирида из чуқурлиги дисперсиялар ва тажрибалар  
натижалари**

Аравачалар №		H <sub>н</sub>	H <sub>к</sub>	H <sub>н</sub>		H <sub>к</sub>	
				$\bar{y}$	$s_j^2$	$\bar{y}$	$s_j^2$
1	1	4	8,8	4	0,04	8,5	0,07
	2	3,8	8,4				
	3	4,2	8,3				
2	1	3,6	7,6	3,566667	0,023333	7,633333	0,023333
	2	3,7	7,8				
	3	3,4	7,5				
3	1	3,5	6,6	3,666667	0,043333	6,633333	0,063333
	2	3,6	6,4				
	3	3,9	6,9				
4	1	2,5	5,9	2,733333	0,043333	5,666667	0,043333
	2	2,8	5,6				
	3	2,9	5,5				
5	1	2,6	5,6	2,833333	0,043333	5,5	0,01
	2	2,9	5,4				
	3	3	5,5				
6	1	2,3	6,4	2,2	0,01	6,3	0,01
	2	2,1	6,2				
	3	2,2	6,3				
7	1	2	6,8	1,866667	0,023333	6,766667	0,023333
	2	1,7	6,6				
	3	1,9	6,9				

## 5 – жадвал

**Эксперимент давомида олинган экстремумлари ахамиятли эканлигини  
текшириш**

Аравача Лар №	U < $\beta$ = 1,15							
	H <sub>н</sub>				H <sub>к</sub>			
	U <sub>max</sub>		U <sub>min</sub>		U <sub>max</sub>		U <sub>min</sub>	
1	1	Ҳа	1	Ҳа	1,133893	Ҳа	0,755929	Ҳа
2	0,872871561	Ҳа	1,091089451	Ҳа	1,091089	Ҳа	0,872872	Ҳа
3	1,120897077	Ҳа	0,800640769	Ҳа	1,059626	Ҳа	0,927173	Ҳа
4	0,800640769	Ҳа	1,120897077	Ҳа	1,120897	Ҳа	0,800641	Ҳа
5	0,800640769	Ҳа	1,120897077	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа
6	1	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа

7	0,872871561	Ҳа	1,091089451	Ҳа	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа
---	-------------	----	-------------	----	----------	----	----------	----

Энг кичик квадратлар усули бўйича из чуқурлигини кўзгалмас таянчдан бўлган масофа узунлиги боғланиш регрессия тенгламасини суғориш мавсуми бошланишида ва охирида аниқланади.

$$H_H = -0,356n_{OT} + 4,4048 \quad (3)$$

$$H_K = 0,2056n_{OT}^2 - 1,9659n_{OT} + 10,467 \quad (4)$$

Қабул қилинган аҳамият даражаси (5%) ва эркинлик даражаси сонига қараб  $f_1 = 1$ ,  $f_2 = N - p - 1 = 7 - 1 - 1 = 5$ ,  $F_T = 6,61$  [93].

### 6 – жадвал

#### Адекватлик дисперсиясини ҳисоблаш учун ёрдамчи жадвал

Аравачалар №	$H_H$			$H_K$		
	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$
1	4	4,0488	0,002381	8,5	8,7067	0,042725
2	3,566667	3,6928	0,008612	7,633333	7,3576	0,076029
3	3,666667	3,3368	0,026634	6,633333	6,4197	0,045639
4	2,733333	2,9808	0,231169	5,666667	5,893	0,051227
5	2,833333	2,6248	0,000615	5,5	5,7775	0,077006
6	2,2	2,2688	0,000973	6,3	6,0732	0,051438
7	1,866667	1,9128	0,007604	6,766667	6,7801	0,00018

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $H_H = -0,356n_{OT} + 4,4048$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 0,0556$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{0,0556}{0,03238} = 1,72 < 6,61$$

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $H_K = 0,2056n_{OT}^2 - 1,9659n_{OT} + 10,467$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 0,06885$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_{\bar{y}}^2} = \frac{0,06885}{0,03476} = 1,98 < 6,61$$

**Бикр гилдиракли «Фрегат» ДМУ-Б-463-90 русумли ёмгирлатиб суғориш  
машинасини из чуқурлигини қўзғалмас таянчдан бўлган масофа  
боғланишини тадқиқот натижалари**

7 – жадвал

**Суғоришни бошида  $H_H$  ва охирада  $H_K$  тажрибалар натижалари ҳамда из  
чуқурлиги қийматлари**

Аравачалар №		$H_H$	$H_K$	$H_H$		$H_K$	
				$\bar{y}$	$s_j^2$	$\bar{y}$	$s_j^2$
1	1	9	16,8	9,1	0,01	16,73333333	0,043333
	2	9,2	16,9				
	3	9,1	16,5				
2	1	9	13,7	9,033333	0,023333	13,6	0,01
	2	9,2	13,5				
	3	8,9	13,6				
3	1	8,5	12,6	8,4	0,07	12,66666667	0,043333
	2	8,6	12,9				
	3	8,1	12,5				
4	1	7,4	11,5	7,566667	0,023333	11,53333333	0,023333
	2	7,7	11,4				
	3	7,6	11,7				
5	1	7,1	9,8	7,1	0,01	10,1	0,13
	2	7,2	10				
	3	7	10,5				
6	1	6,5	8,4	6,4	0,01	8,3	0,01
	2	6,3	8,2				
	3	6,4	8,3				
7	1	6	8,4	6,166667	0,023333	8,3	0,01
	2	6,3	8,2				
	3	6,2	8,3				
8	1	5,8	6,8	5,8	0,01	6,966666667	0,043333
	2	5,9	6,9				
	3	5,7	7,2				
9	1	5,6	6,3	5,366667	0,063333	6,166666667	0,023333
	2	5,4	6,2				
	3	5,1	6				
10	1	5	5,9	5,1	0,01	6,033333333	0,023333
	2	5,2	6,2				

	3	5,1	6				
11	1	4,1	5,9	4,1	0,01	5,9	0,01
	2	4,2	5,8				
	3	4	6				
12	1	3,7	6,6	3,666667	0,023333	6,5	0,01
	2	3,5	6,4				
	3	3,8	6,5				
13	1	3,4	6,7	3,466667	0,043333	6,566666667	0,023333
	2	3,7	6,6				
	3	3,3	6,4				
14	1	3,5	6,5	3,666667	0,023333	6,5	0,01
	2	3,7	6,4				
	3	3,8	6,6				
15	1	3	7,8	3,266667	0,063333	7,6	0,07
	2	3,3	7,7				
	3	3,5	7,3				
16	1	2,6	8,3	2,566667	0,023333	8,466666667	0,023333
	2	2,7	8,6				
	3	2,4	8,5				

8 – жадвал

Эксперимент давомида олинган экстремумларни ахамиятли эканлигини текшириш

Аравачалар №	$U < \beta = 1,15$							
	$H_H$				$H_K$			
	$U_{max}$		$U_{min}$		$U_{max}$		$U_{min}$	
1	1	Ҳа	1	Ҳа	0,800641	Ҳа	1,120897	Ҳа
2	1,091089	Ҳа	0,872872	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа
3	0,755929	Ҳа	1,133893	Ҳа	1,120897	Ҳа	0,800641	Ҳа
4	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа	1,091089	Ҳа	0,872872	Ҳа
5	1	Ҳа	1	Ҳа	1,1094	Ҳа	0,83205	Ҳа
6	1	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа
7	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа
8	1	Ҳа	1	Ҳа	1,120897	Ҳа	0,800641	Ҳа
9	0,927173	Ҳа	1,059626	Ҳа	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа
10	1	Ҳа	1	Ҳа	1,091089	Ҳа	0,872872	Ҳа
11	1	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа
12	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа
13	1,120897	Ҳа	0,800641	Ҳа	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа
14	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа	1	Ҳа	1	Ҳа
15	0,927173	Ҳа	1,059626	Ҳа	0,755929	Ҳа	1,133893	Ҳа

16	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа
----	----------	----	----------	----	----------	----	----------	----

Энг кичик квадратлар усули бўйича суғоришни бошида ва охирида из чуқурлигини қўзғалмас таянчдан бўлган масофа узунлигининг боғланиш регрессия тенгламасини аниқлаш.

$$H_H = -0,4428n_{OT} + 9,4367 \quad (5)$$

$$H_K = 0,1n_{OT}^2 - 2,228n_{OT} + 18,461 \quad (6)$$

Қабул қилинган ахамият даражаси (5%) ва эркинлик даражаси сонига қараб  $f_1 = 1$ ,  $f_2 = N - p - 1 = 16 - 1 - 1 = 14$ ,  $F_T = 4,6$  [93].

### 9 – жадвал

#### Дисперсия адекватлигини ҳисоблаш учун ёрдамчи жадвал

Аравачалар №	$H_H$			$H_K$		
	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$
1	9,1	8,9939	0,011257	16,73333333	16,333	0,160267
2	9,033333	8,5511	0,232549	13,6	14,405	0,648025
3	8,4	8,1083	0,085089	12,66666667	12,677	0,000107
4	7,566667	7,6655	0,009768	11,53333333	11,149	0,147712
5	7,1	7,2227	0,015055	10,1	9,821	0,077841
6	6,4	6,7799	0,144324	8,3	8,693	0,154449
7	6,166667	6,3371	0,029048	8,3	7,765	0,286225
8	5,8	5,8943	0,008892	6,96666667	7,037	0,004947
9	5,366667	5,4515	0,007197	6,16666667	6,509	0,117192
10	5,1	5,0087	0,008336	6,03333333	6,181	0,021805
11	4,1	4,5659	0,217063	5,9	6,053	0,023409
12	3,666667	4,1231	0,208331	6,5	6,125	0,140625
13	3,466667	3,6803	0,045639	6,56666667	6,397	0,028787
14	3,666667	3,2375	0,184184	6,5	6,869	0,136161
15	3,266667	2,7947	0,222753	7,6	7,541	0,003481
16	2,566667	2,3519	0,046125	8,46666667	8,413	0,00288

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $H_H = -0,4428n_{OT} + 9,4367$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 0,1054$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{0,1054}{0,0275} = 3,83 < 4,6$$

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $H_k = 0,1n_{от}^2 - 2,228n_{от} + 18,461$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 0,13957$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{0,13957}{0,03167} = 4,41 < 4,6$$

*«Кубань-ЛКІМ» (КАСКАД) русумли ёмгирлатиб сузориш машинасини оралиқ масофа бошида, ўртасида ва охирида из чуқурлиги ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятини тупроқни оқабошлаш ҳолатигача сузориш меъёри ўзгариши тадқиқот натижалари (оралиқ масофа 59,5 м, 18-24 улчамли шина)*

Из чуқурлиги дисперсияси (Н) ва тупроқни кўтариб туриш қобилияти ( $P_{пп}$ ), охирги оралиқ масофа узунлигидаги тажрибалар натижалари 10 - жадвал.

**10 – жадвал**

**Из чуқурлиги дисперсияси ва тупроқни кўтариб туриш қобилияти қийматлари**

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{дост}$		Н	$P_{пп}$	Н		$P_{пп}$	
				$\bar{y}$	$s_j^2$	$\bar{y}$	$s_j^2$
505	1	5,2	79,5	5,133333	0,043333	79,26667	0,043333
	2	4,9	79,1				
	3	5,3	79,2				
490	1	5,5	74,8	5,633333	0,023333	75,03333	0,063333
	2	5,8	75,3				
	3	5,6	75				
475	1	5,7	68,2	5,933333	0,043333	67,93333	0,063333
	2	6,1	67,9				
	3	6	67,7				

**Эксперимент давомида олинган экстремумларни ахамиятли эканлигини текшириш**

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{\text{дост}}$	$U < \beta = 1,15$							
	Н				$P_{\text{пп}}$			
	$U_{\text{max}}$		$U_{\text{min}}$		$U_{\text{max}}$		$U_{\text{min}}$	
505	0,800641	Ҳа	1,120897	Ҳа	1,120897	Ҳа	0,800641	Ҳа
490	1,091089	Ҳа	0,872872	Ҳа	1,059626	Ҳа	0,927173	Ҳа
475	0,800641	Ҳа	1,120897	Ҳа	1,059626	Ҳа	0,927173	Ҳа

Энг кичик квадратлар усули бўйича из чуқурлиги ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятини регрессия тенгламасини тупроқни оқабошлаш ҳолатигача охирги оралиқ масофа узунлигига боғланиш аниқланди.

$$N = 0,0267m_{\text{дост}} - 7,5 \quad (7)$$

$$P_{\text{пп}} = 0,3778m_{\text{дост}} - 111,03 \quad (8)$$

Қабул қилинган аҳамият даражасида (5%) ва эркинлик даражаси сонига қараб  $f_1 = 1$ ,  $f_2 = N - p - 1 = 3 - 1 - 1 = 1$ ,  $F_T = 164,4$  [93].

**Дисперсия адекватлигини ҳисоблаш учун ёрдамчи жадвал**

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{\text{дост}}$	Н			$P_{\text{пп}}$		
	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$
505	5,133333	5,9835	0,722783	79,26667	79,759	0,242392
490	5,633333	5,583	0,002533	75,03333	74,092	0,886108
475	5,933333	5,1825	0,563751	67,93333	68,425	0,241736

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $N = 0,0267m_{\text{дост}} - 7,5$



$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 1,28907$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{1,28907}{0,03667} = 35,16 < 164,4$$

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $P_{пп} = 0,3778m_{дост} - 111,03$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 1,37024$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{1,37024}{0,05666} = 24,18 < 164,4$$

*«Кубань-ЛКІМ» (КАСКАД) русумли ёмгирлатиб сугориш машинасини (оралиқ масофа узунлиги 48,7 м, 14,9-24 ўлчамли шиналар) из чуқурлиги ва тупроқни кўтариб туриш қобилияти ўзгарганида тупроқни оқабошлаш ҳолатигача сугорилганида охириги оралиқ масофа узунлигини бошида, ўртасида ва охиридаги қийматлари ўзгаришини тадқиқот натижалари*

Из чуқурлиги дисперсияси (Н) ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятини ( $P_{пп}$ ) охириги орлиқ масофа узунлигини бошида, ўртасида ва охиридаги қийматларини тажриба натижалар 13-жадвалда келтирилган.

**13 - жадвал**

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{дост}$		Н	$P_{пп}$	Н		$P_{пп}$	
				$\bar{y}$	$s_j^2$	$\bar{y}$	$s_j^2$
505	1	5,4	80,2	5,233333	0,023333	79,96667	0,063333
	2	5,2	80				
	3	5,1	79,7				
490	1	5,6	75,2	5,6	0,01	75,33333	0,023333
	2	5,7	75,3				
	3	5,5	75,5				
475	1	5,7	69,8	5,8	0,01	69,66667	0,023333
	2	5,8	69,7				
	3	5,9	69,5				

**Эксперимент давомида олинган экстремумларни ахамиятли эканлигини текшириш**

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{\text{дост}}$	$U < \beta = 1,15$							
	Н				$P_{\text{пп}}$			
	$U_{\text{max}}$		$U_{\text{min}}$		$U_{\text{max}}$		$U_{\text{min}}$	
505	1,091089	Ҳа	0,872872	Ҳа	0,927173	Ҳа	1,059626	Ҳа
490	1	Ҳа	1	Ҳа	1,091089	Ҳа	0,872872	Ҳа
475	1	Ҳа	1	Ҳа	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа

Энг кичик квадратлар усули бўйича из чуқурлиги ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятини регрессия тенгламасини тупроқни оқабошлаш ҳолатигача охирги оралиқ масофа узунлигини бошида, ўртасида ва охиридаги боғланиш аниқланди.

$$N = 0,0283m_{\text{дост}} - 8,3389 \quad (9)$$

$$P_{\text{пп}} = 0,515m_{\text{дост}} - 177,36 \quad (10)$$

Қабул қилинган аҳамият даражасида (5%) ва эркинлик даражаси сонига қараб  $f_1 = 1$ ,  $f_2 = N - p - 1 = 3 - 1 - 1 = 1$ ,  $F_T = 164,4$  [93].

**Дисперсия адекватлигини ҳисоблаш учун ёрдамчи жадвал**

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{\text{дост}}$	Н			$P_{\text{пп}}$		
	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$
505	5,233333	5,8111	0,333814	79,96667	80,14	0,030044
490	5,6	5,5281	0,00517	75,33333	74,99	0,117878
475	5,8	5,2451	0,307914	69,66667	69,84	0,030044

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $N = 0,0283m_{\text{дост}} - 8,3389$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 0,6469$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{0,6469}{0,01444} = 44,79 < 164,4$$

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $P_{пп} = 0,515m_{дост} - 177,36$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 0,17797$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{0,17797}{0,03666} = 4,85 < 164,4$$

*«Кубань-ЛК1» МДЭК 212 русумли 16-20 шиналар ўрнатилган ёмғирлатиб сугориш машинасини оралиқ масофа узунлигини бошида, ўртасида ва охирида тупроқни оқабошлаш ҳолатигача сугоришда из чуқурлиги ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятини тадқиқот натижалари*

Из чуқурлиги дисперсияси (Н) ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятини ( $P_{пп}$ ) охириги оралиқ масофа узунлигини бошида, ўртасида ва охирида ўтказилган тажрибалар натижалари 16-жадвалда келтирилган.

## 16 – жадвал

### Из чуқурлиги дисперсияси ва тупроқни кўтариб туриш қобилияти қийматлари

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{дост}$		Н	$P_{пп}$	Н		$P_{пп}$	
				$\bar{y}$	$s_j^2$	$\bar{y}$	$s_j^2$
505	1	5,6	80,2	5,566667	0,023333	80,36667	0,043333
	2	5,4	80,6				
	3	5,7	80,3				
490	1	5,7	78,3	5,866667	0,023333	78,16667	0,023333
	2	5,9	78,2				
	3	6	78				
475	1	6,6	76,4	6,533333	0,043333	76,63333	0,043333
	2	6,3	76,7				
	3	6,7	76,8				

**Эксперимент давомида аниқланган экстремумларни ахамиятли  
эканлигини текшириш**

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{\text{дост}}$	$U < \beta = 1,15$							
	Н				$P_{\text{пп}}$			
	$U_{\text{max}}$		$U_{\text{min}}$		$U_{\text{max}}$		$U_{\text{min}}$	
505	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа	1,120897	Ҳа	0,800641	Ҳа
490	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа
475	0,800641	Ҳа	1,120897	Ҳа	0,800641	Ҳа	1,120897	Ҳа

Энг кичик квадратлар усули бўйича из чуқурлиги ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятини регрессия тенгламасини тупроқни оқабошлаш ҳолатигача охирги оралиқ масофа узунлигини бошида, ўртасида ва охиридаги боғланиш аниқланди.

$$N = 0,0242m_{\text{дост}} - 5,6111 \quad (11)$$

$$P_{\text{пп}} = 0,0933m_{\text{дост}} + 33,589 \quad (12)$$

Қабул қилинган аҳамият даражасида (5%) ва эркинлик даражаси сонига қараб  $f_1 = 1$ ,  $f_2 = N - p - 1 = 3 - 1 - 1 = 1$ ,  $F_T = 164,4$  [93].

**Дисперсия адекватлигини ҳисоблаш учун ёрдамчи жадвал**

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{\text{дост}}$	Н			$P_{\text{пп}}$		
	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$
505	5,566667	6,4889	0,850514	80,36667	80,239	0,016299
490	5,866667	6,0049	0,019108	78,16667	78,373	0,042573
475	6,533333	5,5209	1,025021	76,63333	76,507	0,01596

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $N = 0,0242m_{\text{дост}} -$

5,6111

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 1,89464$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{1,89464}{0,03} = 63,15 < 164,4$$

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $P_{пп} = 0,0933m_{дост} + 33,589$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 0,0748$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{0,0748}{0,03667} = 2,04 < 164,4$$

***Бикр гилдиракли «Фрегат» русумли ёмгирлатиб сугориш машинасини охирги оралиқ масофа узунлигини бошида, ўртасида ва охирида тупроқни сугоришда оқабошлаш ҳолатигача из чуқурлиги ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятини тадқиқот натижалари***

Из чуқурлиги дисперсияси (Н) ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятини ( $P_{пп}$ ) охирги орлиқ масофа узунлигини бошида, ўртасида ва охирида ўтказилган тажрибалар натижалари 19-жадвалда келтирилган.

**19 – жадвал**

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{дост}$		Н	$P_{пп}$	Н		$P_{пп}$	
				$\bar{y}$	$s_j^2$	$\bar{y}$	$s_j^2$
505	1	7,6	93	7,566667	0,023333	92,9	0,07
	2	7,4	92,6				
	3	7,7	93,1				
490	1	7,7	79,3	7,866667	0,023333	79,6	0,07
	2	7,9	79,7				
	3	8	79,8				
475	1	8,6	73,4	8,533333	0,043333	72,96667	0,143333
	2	8,3	72,7				
	3	8,7	72,8				

**Эксперимент давомида аниқланган экстремумларни ахамиятли  
эканлигини текшириш**

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{\text{дост}}$	$U < \beta = 1,15$							
	Н				$P_{\text{пп}}$			
	$U_{\text{max}}$		$U_{\text{min}}$		$U_{\text{max}}$		$U_{\text{min}}$	
505	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа	0,755929	Ҳа	1,133893	Ҳа
490	0,872872	Ҳа	1,091089	Ҳа	0,755929	Ҳа	1,133893	Ҳа
475	0,800641	Ҳа	1,120897	Ҳа	1,144586	Ҳа	0,704361	Ҳа

Энг кичик квадратлар усули бўйича из чуқурлиги ва тупроқни кўтариб туриш қобилиятини регрессия тенгламасини тупроқни оқабошлаш ҳолатигача охирги оралиқ масофа узунлигини бошида, ўртасида ва охиридаги боғланиш аниқланди.

$$N = 0,0322m_{\text{дост}} - 7,8 \quad (13)$$

$$P_{\text{пп}} = 0,6644m_{\text{дост}} - 243,76 \quad (14)$$

Қабул қилинган аҳамият даражасида (5%) ва эркинлик даражаси сонига қараб  $f_1 = 1$ ,  $f_2 = N - p - 1 = 3 - 1 - 1 = 1$ ,  $F_T = 164,4$  [93].

**Дисперсия адекватлигини ҳисоблаш учун ёрдамчи жадвал**

Тупроқни оқабошлаш ҳолатигача меъёри, $m_{\text{дост}}$	Н			$P_{\text{пп}}$		
	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$
505	7,566667	8,461	0,799832	92,9	91,762	1,295044
490	7,866667	7,978	0,012395	79,6	81,796	4,822416
475	8,533333	7,495	1,078136	72,96667	71,83	1,292011

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $N = 0,0322m_{\text{дост}} - 7,8$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 1,89036$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{1,89036}{0,03} = 63,01 < 164,4$$

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $P_{пп} = 0,6644m_{дост} - 243,76$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 7,40947$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = \frac{7,40947}{0,09444} = 78,45 < 164,4$$

***Суғориш меъёрига нисбатан илашиш коэффицент ива юмалаш қаршилигини аниқлаш тадқиқотлар натижалари***

14,9-24 ўлчамли шиналар ўрнатилган ғилдиракларни илашиш коэффиценти ва юмалашга қаршилик дисперсияларини аниқлаш тадқиқотларини натижалари 22 – жадвалда келтирилган.

**22 – жадвалда**

Суғориш меъёри, $N_{п}$		$\mu$	f	$\mu$		f	
				$\bar{y}$	$s_j^2$	$\bar{y}$	$s_j^2$
300	1	0,325	0,151	0,320333	1,73E-05	0,150667	6,33E-06
	2	0,317	0,148				
	3	0,319	0,153				
400	1	0,275	0,172	0,270333	2,53E-05	0,170333	2,33E-06
	2	0,271	0,17				
	3	0,265	0,169				
500	1	0,253	0,19	0,25	7E-06	0,203333	0,000233
	2	0,248	0,2				
	3	0,249	0,22				

**Эксперимент давомида аниқланган экстремумларни аҳамиятли  
эканлигини текшириш**

Суғориш меъёри, $N_{\pi}$	$U < \beta = 1,15$							
	$\mu$				$f$			
	$U_{\max}$		$U_{\min}$		$U_{\max}$		$U_{\min}$	
300	1,1209	Ҳа	0,80064	Ҳа	0,92717	Ҳа	1,05963	Ҳа
400	0,92717	Ҳа	1,05963	Ҳа	1,09109	Ҳа	0,87287	Ҳа
500	1,13389	Ҳа	0,75593	Ҳа	1,09109	Ҳа	0,87287	Ҳа

Энг кичик квадратлар усули бўйича илашиш коэффиценти ва юмалаш қаршилиги боғланишини суғориш меъёрига қараб регрессия тенгламаси аниқланди.

$$\mu = -0,0004N_{\pi} + 0,4209 \quad (15)$$

$$f = 0,0003N_{\pi} + 0,0694 \quad (16)$$

Қабул қилинган аҳамият (5%) ва эркинлик даражаси сонига қараб  $f_1 = 1$ ,  $f_2 = N - p - 1 = 3 - 1 - 1 = 1$ ,  $F_T = 164,4$  [93].

**Дисперсия адекватлигини ҳисоблаш учун ёрдамчи жадвал**

Суғориш меъёри, $N_{\pi}$	$\mu$			$f$		
	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$	$\bar{y}$	$\hat{y}_j$	$(\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2$
300	0,32033	0,3009	0,00038	0,15067	0,1594	0,000076
400	0,27033	0,2609	0,000089	0,17033	0,1894	0,00036
500	0,25	0,2209	0,00085	0,20333	0,2194	0,00026

Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $\mu = -0,0004N_{\pi} + 0,4209$

$$s_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 0,00131$$

$$F = \frac{s_{ад}^2}{s_{\bar{y}}^2} = \frac{0,00131}{0,000017} = 79,336 < 164,4$$



Регрессия тенгламасини адекватлигини текшириш:  $f = 0,0003N_{\pi} + 0,0694$

$$s_{\text{ад}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2}{N - k - 1} = 0,0007$$

$$F = \frac{s_{\text{ад}}^2}{s_y^2} = \frac{0,0007}{0,000081} = 8,65 < 164,4$$