

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – 2023. -№ 2 (117). - Б.99-108.

doi.org/ 10.51452/kazatu.2023.2(117).1363

ӘОЖ 631.333

СҰЙЫҚ ТЫҢАЙТҚЫШТЫ ТОПЫРАҚҚА АСТАРЛАЙ ЕНГІЗУГЕ АРНАЛҒАН ПЫШАҚ ІЗІНДЕГІ ҚУЫС ШАМАСЫН АНЫҚТАУ

Таңбаев Қожакелді Қуандықұлы

Докторант

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

Астана қ., Қазақстан

E-mail: khozhakeldi.tanbayev@kazatu.kz

Нөкешев Саяхат Оразұлы

Техника ғылымдарының докторы, профессор

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

Астана қ., Қазақстан

E-mail: s.nukeshev@kazatu.kz

Тахсин Энгин

Техника ғылымдарының докторы, профессор

Стамбул техникалық университеті

Стамбул қ., Түркия

E-mail: tengin@itu.edu.tr

Түйін

Мақалада сұйық тыңайтқышты топырақ астына енгізуге арналған топырақ өңдеу пышағының ізінде қалыптасатын қуыс кеңістіктің өлшемдерін анықтау мақсатында жүргізілген эксперимент нәтижелері баяндалған. Эксперимент нәтижесі бойынша ылғалдылығы 0,7–1,1%, орташа тығыздығы 1300–1400 кг/м³, орташа қаттылығы 7–14 кг/см² болған топырақта эксперименттік пышақтың 0,28 м/с, 0,42 м/с, 0,67 м/с, 1,94 м/с жылдамдықпен қозғалысы кезінде пышақ ізіне құлаған топырақ ағыны табанының орташа мәндері сәйкесінше 10–16 мм, 18–22 мм, 30–42 мм, 45–56 мм болды. Теориялық мәнмен салыстырғанда ауытқу төмен дәрежеде (5–6%). Бейнежазбаны графикалық талдау және проекциялау жолымен анықталған сұйықтық пен топырақ бөлшектерінің соқтығысу сызығы тереңдігі (b) жылдамдықтарға қатысты сәйкесінше ≈12 мм, ≈15 мм, ≈20 мм, ≈28 мм болды. Бұл өз кезегінде қажетті ылғалданған жолақ енін алу үшін жеткілікті болатын бүрку бұрышы шегін (130°–164°) анықтауға мүмкіндік берді. Жұмыста анықталған параметрлер шегі сұйық бүріккішті жобалау және оның есептік гидродинамика (CFD) құралдары көмегімен талдау жасау кезінде қолданылуы мүмкін.

Кілт сөздер: бүріккіш; бүрку; сұйық тыңайтқыш; қуыс кеңістік; топырақ өңдеу пышағы; ылғалданған жолақ.

Негізгі ұстанымы және кіріспе

Бүйірлік қанат тәрізді топырақ өңдеу пышағы бар жұмыс органдары топырақты терең, бетке аудармастан өңдеуде және арамшөптер мен өсімдіктердің ескі тамырларын жоюда маңызды. Сонымен қатар мұндай топырақ өңдеу пышақтары сұйық минерал тыңайтқыштарды (СМТ) топыраққа астарлай беру үдерісінде чизель соқасымен бірге

қолданылып, атқарушы бүріккіш элемент ретінде қарастырылуы мүмкін. Дегенмен бұл бағыттағы ғылыми ізденістер мен құрылымдық шешімдер әлі де жоқ.

Бүйірлік қанат тәрізді топырақ өңдеу пышағы бар чизель типті жұмыс органдары туралы көптеген ғалымдар зерттеулер жасаған [1–4]. Топырақты өңдеудің ресурс үнемдейтін бағыты үшін жаңа қанатты чизель соқасын

әзірлеу және оның жарамдылығын бағалау бойынша ізденістерде [5] өңдеу тереңдігінің, қанаттардың көлбеулік (жылдамдық осіне қатысты) және орнату бұрыштарының тарту және тік күштерге, топырақтың бұзылуы мен көтерілу ауданы және қопсу дәрежесіне әсері зерттелді. Қанатты терең қопсытқыштың топырақты қопсыту дәрежесі мен топырақ қыртысын бұзу ауданы сияқты көрсеткіштері жоғары болатыны белгілі [6–8]. Терең қопсытқыштың қанаттары топырақтың бұзылу ауданымен қатар, беттегі топырақтың фрагментациялану дәрежесіне де оң әсер етеді [9]. Пышақты орнату биіктігінің төмендеуі топырақтың бұзылу ауданының ұлғаюына сонымен бірге орташа ылғалдылыққа [10], ал пышақтың орнату биіктігі мен қатар орнату бұрышы – қопсытылған топырақтың беткі жотасы мен еніне айтарлықтай әсер етеді [11]. Зерттеулер бүйірлік топырақ өңдеу пышағының тиімділігін көрсетеді, бірақ бұл жұмыстырда пышақты СМТ-ны топырақ астына енгізу мақсатында қолдану мәселелері қарастырылмаған.

Ғылыми жұмыстың мақсаты бойынша сұйық минерал тыңайтқышты топырақ астына енгізуге арналған бүріккіш элементтің құрылымы екі бағытта зерттелді:

- бүріккіш элемент (немесе технологиялық қуыс) тікелей жұмыс органының топырақ өңдеуші элементінде (жалпақ кескіш пышақ) жасалады [12, 13];

- бүріккіш элемент бөлек саптама түрінде жасалады және жұмыс органының топырақ

Материалдар мен әдістер

Ұсынылған пышақтың ізінде қалыптасатын қуыс кеңістік шамасын анықтау үдерісті бейнежазбаға алу және оны визуал талдау әдісімен орындалды. Бұл мақсатта кескіш жиегінің бұрышы 27° болған пышақ қолданылды. Қуыс кеңістіктің көлемін арттыру мақсатында пышақтың артқы үстіңгі бөлігіне қосымша қақпақ қойылған. Қақпақ пышаққа орнатылатын бүріккішті қорғауға да арналған.

1-суретте экспериментке арналған қондырғылар көрсетілген. Эксперимент органикалық шыныдан жасалған мөлдір экран (2) орнатылған топырақ арнасында (1) жүргізілді. Экранның төменгі бөлігінде пышақ сырғып қозғала алатын биіктігі 15–16 мм арнайы көлденең сызат бар. Арнадағы жылжыма-

өңдеуші элементіне (пышаққа) орнатылады.

Екі бағыт бойынша да СМТ-ны топырақ астына енгізуге арналған топырақ өңдеу пышағының ізінде қалыптасатын қуыс кеңістіктің пішіні мен өлшемдерін анықтау аса маңызды. Бұл өз кезегінде ізделінді бүріккіштің құрылымдық және технологиялық параметрлерін анықтауда сонымен қатар топырақ және сұйықтық бөлшектерінің араласуы [14] үдерісін зерттеуде де қажет болады. Бүріккіштің дизайнына қойылатын талаптар бойынша ол барынша жұқа аралыққа (12–14 мм) орнатуға жарамды болуы, топырақ асты кеңістігінде пышақ ізінде қалып отыратын 10–30 мм (b) қашықтықты және ені 140–160 мм жолақты сұйықпен қамтуы тиіс. Сондай-ақ ол жұмыс ені 5–8 м болатын терең қопсытқыш машинада 5–12 км/сағ жылдамдықпен қозғалғанда 100–400 л/га аралығында енгізу мөлшерін қамтамасыз етуі керек.

Жұмыстың мақсаты сұйық тыңайтқышты топыраққа астарлай енгізуге арналған пышақ ізінде қалыптасатын топырақ асты қуысының пішінін, өлшемдерін анықтау. Мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді жүзеге асыру қарастырылды: пышақ қозғалысы және оның ізінде қалыптасатын қуысты бейнежазбаға алуға мүмкіндік беретін лабораториялық құрылғы ойластыру және әзірлеу; топырақ арнасын дайындау, құрылғыны орнату; лабораториялық мүмкіндікке сай әртүрлі жылдамдықпен эксперименттер жүргізу, бейне жазба алу; бейнежазбаларды визуал және графикалық жолдармен талдау.

лы арбаға арнайы сап арқылы пышақтар жұбы (3) орнатылған. 1-суретте көрініп тұрғандай бір пышақ экран сызатында (4) еш кедергісіз қозғалады. Экранның бір жағы топырақпен толтырылады және аздап нығыздалады, ал екінші, арна қабырғасына жақын жағы бос болып, онда бейнежазба құралы еркін қозғалуы тиіс. Бейнежазба құралы пышаққа бекітілген арнайы кронштейнге (6) орнатылады. Кронштейн бейнежазба үдерісін шаңнан және құмнан қорғау үшін алюминийден жасалған қорғағыш экранмен жабдықталған. Толтырылған топырақ бетінен есептегенде пышақтың қозғалу тереңдігі 14–20 см (5). Мөлдір экранды орнату кезінде сызаттың көлденеңдігі пышақ қозғалысына сай дұрыс анықталуы тиіс.



1- сурет – Экспериментке арналған қондырғылар:

1. Топырақ арнасы. 2. Мөлдір экран. 3. Сап. 4. Пышақ. 5. Биіктік өлшегіш. 6. Кронштейн.

Арнадағы арбаның жылдамдық алу мүмкіндігі 0,28 м/с, 0,42 м/с, 0,67 м/с, 1,94 м/с.

Бақылау кезінде топырақ асты қуыс кеңістігін бағалау үшін таңдалған критерийлер: топырақтың ағыны немесе топырақ бөлшектерінің құлау сызығы, бақыланған қуыстың пішіні және пышақтың артқы төменгі жиегі мен топырақ бөлшектері құлаған жерге дейінгі жорамал қашықтық (ағын табаны). Визуал талдау кезінде негізгі есептік өлшем ретінде экран сызатының биіктігі (16 мм) саналды.

Топырақ жағдайы. Арнадағы топырақ ылғалдылығы 0,7–1,1%, орташа тығыздығы 1300–1400 кг/м³, қаттылығы 7–14 кг/см², ал табиғи құлау бұрышы 37°. Топырақтың ылғалдылығы Aquaterr T-350 температура мен ылғалдылық өлшегішпен анықталды. Топырақтың қаттылығы Wile Soil тығыздық өлшегішімен тексерілді.

Әрине табиғи жағдайда топырақ қатты, жұмсақ, ылғалды немесе пластикалық күйде болу мүмкін. Эксперимент үшін құрғақ және қопсытылған топырақ әдейі таңдалды. Өйткені

топырақ түйіршіктері бос (жабысқақ емес) болғандықтан құлау сызығын айқын көруге болады. Шаңдануды басу үшін топырақ біраз ылғалдандырылды. Егер топырақ ылғалдылығы орташа немесе пластикалық жағдайда болса, ол пышақ ізінде қалғанда, бостыққа өткенде құлап үлгермейді, немесе жабысады, яғни қуыс кеңістік үлкен болып қала береді. Егер топырақ қатқалақ болса, пышақ оны кесіп өткенімен ол өзінің тұрған қалпын немесе құрылымын сақтап, қуыс кеңістік тағы да үлкен болуы мүмкін. Сондықтан құрғақ әрі түйіршікті топырақ бұл зерттеу үшін қолайлы болып табылады. Ал қуыс кеңістіктің үлкен болуы сұйық минерал тыңайтқышты пышақ ізінде бүркеуге оңтайлы жағдай туғызады.

Теориялық негізі. СМТ-ны топырақ астына енгізуге арналған пышақтың жарамдылығын оның қозғалу жылдамдығы мен топырақ бөлшектерінің құлау жылдамдығы арасындағы қатынаспен сипаттауға болады. Жалпы жоғарыдан еркін түсу үдеуімен құлаған дененің жылдамдығы мен құлау уақыты төмендегі формулалармен қарастырылады:

$$v = \sqrt{2hg}, \quad (1)$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (2)$$

Анықталған уақыт ішінде горизонтал бағыттағы жол ұзындығын да табуға болады. Біздің жағдайды жүрілген жолды анықтау формуласы келесідей түрленеді:

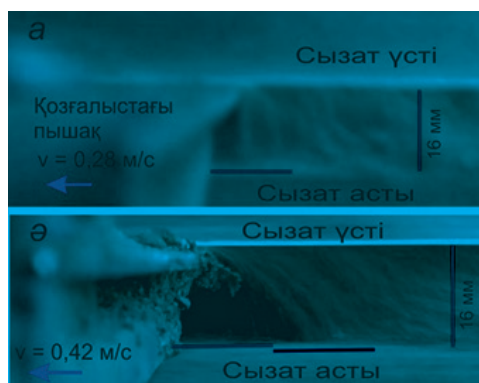
$$L_{\max} = v_a \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3)$$

Мұнда, v_a - агрегаттың, яғни, біздің жағдайда пышақтың жылдамдығы.

Нәтижелер

2а-суретте көрініп тұрғандай сары тік сызық сызаттың биіктігі, демек 0,28 м/с жылдамдықпен қозғалғанда, пышақ ізіндегі топырақ ағыны негізінде анықталған пышақ пен топырақ жерге түскен жерге дейінгі қашықтық (ағын табаны) 8–15 мм шамасында болып тұр. Қуыс кеңістік өте кішкене. 2а-суретте көрініп тұрғандай, пышақ 0,42 м/с жылдамдықпен қозғалғанда аталған қашықтық

20–22 мм шамасында. Қуыс кеңістік біріншімен салыстырғанда үлкен, демек ол сұйық ағынына немесе сол ағынмен соқтығысуға жеткілікті деуге болады. Екі суретте де пышақтың ізінде топырақтың еркін жинала бастағаны білініп тұр. Көрініп тұрғандай жылдамдық 0,4 м/с-тен артқанда ағын сызығы парабола пішінге ауыса бастайды (2ә-сурет).

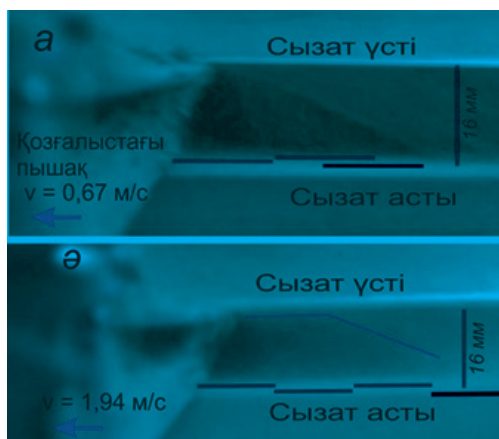


2-сурет – Пышақтың жылдамдығы 0,28 м/с және 0,42 м/с болғандағы құлаған топырақ ағыны сызығы

3а-суретте көрініп тұрғандай пышақ 0,67 м/с жылдамдықпен қозғалғанда пышақ пен топырақ жерге түскен жерге дейінгі қашықтық 30–40 мм (негізгі траектория бойынша) шамасында болып тұр. Мұнда топырақтың жиналу үдерісі алыста жүреді. Қуыс кеңістік кей жағдайда шаңды ортаға айналады. 3ә-суреттен пышақ 1,94 м/с жылдамдықпен қозғалғанда аталған қашықтық 40–56 мм (негізгі ағын сызығы бойынша) шамасында болатыны көрініп тұр. Әрине жылдамдық артқан сайын бейнежазбаға алу қиындайды. Топырақтың құлау жылдамдығы мен топырақ ағынының

формасы қозғалыстың әр сәтінде жоғарыдан ағып (құлап) келіп жатқан топырақтың күйіне, атап айтқанда ылғалдылығына, түйіршіктердің өлшемі мен салмағына, ағын ортасына байланысты.

Көрініп тұрғандай жылдамдық артқан сайын құлау сызығы парабола пішіннен тік сызыққа ауыса бастайды (3ә-сурет). Өйткені пышақ жылдамдығы топырақ түйіршіктерінің құлау әрекеті басталу уақытынан да жылдамырақ болып тұр. Сонымен қатар топырақтың пышақпен шектескен бөлшектерінің ілеспе жылдамдығы да жоғары болады.



3-сурет – Пышақтың жылдамдығы 0,67 м/с және 1,94 м/с болғандағы құлаған топырақ ағыны сызығы

Ағын шаңды ортадан немесе ағынды ортадан тұруы мүмкін. Егер ұсақ және салмағы жеңіл түйіршіктер массасы көп болса онда шаңды орта қалыптасуы мүмкін. Шаңды орта әсіресе жылдамдық артқан сайын көбірек білінеді (3ә-сурет). Екі жағдайда да сұйық

минерал тыңайтқыш бөлшектерінің топырақ бөлшектерімен таза араласу ықтималы жоғары болады. 1-кестеде түрлі жылдамдықпен қозғалған пышақ ізіндегі қуыс кеңістік табанының есептік және өлшенді ұзындықтары салыстырылған.

1-кесте – Түрлі жылдамдықпен қозғалған пышақ ізіндегі топырақ ағыны табанының ұзындығы

Параметрлер	Мәндері			
Пышақтың жылдамдығы, м/с	0,28	0,42	0,67	1,94
Пышақтың есептік жүріп өткен жолы, мм	14,85	22,27	35,63	103,93
Пышақтың визуал өлшенген жүріп өткен жол мәні, мм	8–15	18–22	30–40	45–56

Кестеден көрініп тұрғандай алғашқы үш жылдамдықта визуал өлшенген жүріп өткен жол мәні мен есептік мән дерлік сәйкес келеді. Ал соңғы жылдамдық кезінде шаңды ортаның артуы визуал байқауды қиындатты. Жылдамдық артқан сайын пышақтың есептік жүріп өткен жолы мен визуал өлшенген жол мәндері арасында ауытқу сезіледі.

Талқылау

Жұмыс нәтижелерін бүріккішті пышаққа орнату параметрлеріне байланысты талдайтын болсақ:

- бүріккіш сызатының пышақтың үстіңгі бетіне қатысты орналасу тереңдігі (n);
- сұйықтық пен топырақ бөлшектерінің соқтығысу сызығы тереңдігі (b);
- бүріккіштің пышақтың артқы жиегіне қатысты орналасу қашықтығы (t);
- пышақтың бүрку қабырғасы бұрышы (α);
- бүркілген сұйықтың соқтығысу сызығын қамтамасыз ететін күтілетін бүрку бұрышы (α_1) сияқты параметрлерді нақтылауға мүмкіндік

береді [15].

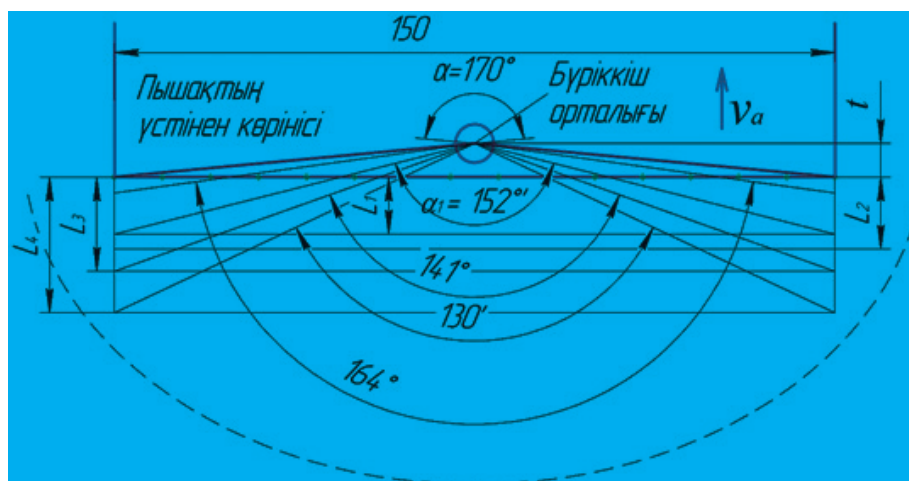
4-суретте анықталған жорамал топырақ ағыны сызығы және ағын табанына (L) сай, сосын n тереңдікке байланысты сұйық пен топырақ бөлшектерінің соқтығысу сызығы мен пышақтың артқы жиегі арасындағы қашықтықты b -ны анықтау көрсетілген. Мұнда b , топырақ ағыны сызығына, ал ол өз кезегінде пышақтың қозғалу жылдамдығына байланысты. Сонда b мен v_a агрегат жылдамдығы арасындағы қатынасты бекіту теориялық тұрғыда мүмкін, дегенмен топырақ ағыны сызығы әрдайым дәл біркелкі бола бермейді.



4-сурет – Түрлі жылдамдыққа сай топырақ бөлшектері мен бүркілген сұйықтың соқтығысу қашықтығы

4-суреттегі сызба агрегаттың тиімді минимал жылдамдығын да көрсетеді. Көрініп тұрғандай b_2 және L_2 өлшемдерге қатысты агрегат үшін 2,4–3 км/сағ (0,6–0,8 м/с) жылдамдық тиімді минимал жылдамдық саналады. Жылдамдық бұдан артқан сайын сұйықтық бөлшектерімен топырақ бөлшектерінің өзара араласу күйі жақсара түседі. 4 және 5-суреттердегі проекциялық байланысты

ескеріп, b мәндерге байланысты t қашықтықты (орнын) және қажетті бұрку бұрышын анықтауға болады. Мұнда t қашықтық өз кезегінде пышақтың бұрку қабырғасы бұрышын анықтап береді. Ол, $\alpha = 170^\circ$. Көрініп тұрғандай жұмыс кезінде қажетті жолақ енін алу үшін 150° – 164° , ал жылдамдық 3–4 км/сағтан (1,1 м/с) артқан кезде 130° – 140° бұрку бұрышы (α_1) жеткілікті болады.



5-сурет – Қажетті бұрку бұрышын анықтау

Егер (1) формуламен есептейтін болсақ топырақ бөлшектерінің 14 мм биіктіктен жерге түсу жылдамдығы 0,5238 м/с, агрегаттың максимал қозғалыс жылдамдығы 3–4 м/с, ал диаметрі 1,6 мм болған бүріккіштен шығатын сұйықтың (ρ) жылдамдығы төмен, ол 0.045 МПа қысымда 6 м/с құрайды. Бұл диаметрден сұйықтық шамамен 4 м/с жылдамдықпен шыққанның өзінде бұрку үлдір тәрізді шашырап шығады. Пышақ қозғалысы мен сұйықтықтың бұрку жылдамдығының айырмасы кем дегенде 2 м/с-ті құрайды. Бұл топырақтың түсу жылдамдығынан 3–4 есе

жоғары. Демек ұсынылған бұрку диаметрі мен жылдамдығы, пышақтың құрылымдық өлшемдері, бұрку бұрышы зерттелген пышақты қолдана отырып қажетті ылғалданған жолақты алуға мүмкіндік береді деген сөз.

Жұмыста анықталған параметрлер шегі сұйық бүріккішті жобалау және оның есептік гидродинамика (CFD) құралдары көмегімен талдау жасау кезінде қолданылуы мүмкін. Ізденіс жұмысының келесі сатысында пышаққа бүріккіш орнатылып, топырақты жырту нәтижесінде топырақтың ылғалдану нәтижесі тексеріледі.

Қорытынды

Эксперимент нәтижесі бойынша ылғалдылығы 0,7–1,1%, орташа тығыздығы 1300–1400 кг/м³, орташа қаттылығы 7–14 кг/см² болған топырақта эксперименттік пышақтың 0,28 м/с, 0,42 м/с, 0,67 м/с жылдамдықпен қозғалысы кезінде пышақ артына құлаған топырақ ағыны табанының орташа мәндері сәйкесінше 8–15 мм, 18–22 мм, 30–40 мм болды және теориялық мәннен ауытқу 5–6% көрсетті. Жылдамдық артқан сайын ауытқу артатыны байқалды, 1,94 м/с жылдамдықпен қозғалу кезінде есептік мән 103,93 мм, ал өлшемді мән 45–56 мм құрады.

Проекциялау және графикалық талдау жолымен анықталған сұйықтық пен топырақ бөлшектерінің соқтығысу сызығы тереңдігі (b) жылдамдыққа қатысты сәйкесінше ≈ 12 мм, ≈ 15 мм, ≈ 20 мм, ≈ 28 мм болды. Осыған сай ылғалданған жолақ енін алу үшін жеткілікті болатын бұрку бұрышының шегі (130° – 164°) анықталды.

Жалпы ұсынылған бұрку диаметрі (1–1,6 мм) мен жылдамдығы, пышақтың құрылымдық өлшемдері, бұрку бұрышы зерттелген пышақты қолдана отырып қажетті ылғалданған жолақты алуға мүмкіндік беретіні нақтыланды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Nukeshev S. A Chisel Fertilizer for In-Soil Tree-Layer Differential Application in Precision Farming [Текст] / S. Nukeshev K. Yeskhozhin D. Karaivanov M. Ramaniuk E. Akhmetov B. Saktaganov K. Tanbayev // International Journal of Technology. –2023. –Vol.14. –№1. –P.109–118 DOI: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i1.5143>
- 2 Akbarnia A. Simulation of draft force of winged share tillage tool using artificial neural network model [Текст] / A. Akbarnia, A. Mohammadi, F. Farhani, R. Alimardani // Agric Eng Int: CIGR Journal. – 2014. – Vol. 16. – / 4. – P. 57–65.
- 3 Khole P. Effect of winged subsoiler on soil characteristics and subsoiler draft [Текст] / P. Khole, S. Saumya, K. K. Jain // Advances in Life Sciences Conference: Int. Conference on Food, Water, Energy Nexus in Arena of Climate Change. – 2017.– P. 5–18.
- 4 Askari M. The effect of tine, wing, operating depth and speed on the draft requirement of subsoil tillage tines [Текст] / M. Askari, G. Shahgholi, Y. Abbaspour-Gilandeh // Res. Agr. Eng. – 2017. – Vol. 63. – P. 160–167.
- 5 Salar M.R. Forces and loosening characteristics of a new winged chisel plough [Текст] / M.R. Salar, S. H. Karparvarfard, M. Askari, H. Kargarpour // Res. Agr. Eng. –2021. – Vol. 67. – P. 17–25. <https://doi.org/10.17221/71/2020-RAE>
- 6 Hang C. G. Experiment and analysis of the subsoiler tine shape to the soil disturbance process and effect [Текст] / C. G. Hang, Y. X. Huang, X. Gao, W. Li, R. Zhu // Agric. Res. Arid Areas. –2017. – Vol. 35. – P. 285–291.
- 7 Wei Z. J. Kinetic characteristic analysis and experimental study for subsoiler with wing [Текст] / Z. J. Wei, D. K. Zheng, D. T. Yang, F. Y Sun // Agric.Mecha. Res. – 2017. – Vol.12. – P. 32–37.
- 8 Godwin R. J. An experimental investigation into the force mechanics and resulting soil disturbance of mole ploughs [Текст] / R. J. Godwin, G. Spoor, P. Leeds-Harrison // J Agric. Eng. Res. –1981. – Vol. 26. – P. 477–497.
- 9 Wang X.Z. Discrete element simulations and experiments of soil-winged subsoiler interaction [Текст] / X. Z. Wang, P. Li, J. P. He, W. Q. Wei, Y. X Huang // Int. J. Agric. Biol. Eng. –2021. – Vol. 14. – P. 50–62.
- 10 Wang X. Variation of Subsoiling Effect at Wing Mounting Heights on Soil Properties and Crop Growth in Wheat–Maize Cropping System [Текст] / X. Wang, H. Zhou, Y. Huang, J. Ji // Agriculture –2022. –Vol. 12. –P.1684. [https:// DOI:10.3390/agriculture12101684](https://DOI:10.3390/agriculture12101684)
- 11 Xia L. Optimum parameter and experimental study of shovel wing based on discrete element method [Текст]: Master dissertation. / L. Xia. –Yangling: Northwest A&F University. 2018. –80 p.
- 12 Tanbayev K. Performance evaluation of tillage knife discharge microchannel [Текст] / K. Tanbayev, S. Nukeshev, A. Sugirbay // Acta Technologica Agriculturae. – 2022. – Vol. 25. –№ 4. – P. 169–175. DOI: 10.2478/ata-2022-0025.
- 13 Таңбаев Қ. Сұйық тыңайтқышты топырақ ішіне енгізетін пышақтың геометриялық пішіндерін негіздеу [Текст] / Қ. Таңбаев. С Нөкешев // С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Ғылым жаршысы. –2022. –№3(114). –Ч.1. –Б.23-35. DOI: [https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.3\(114\).1100](https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.3(114).1100)
- 14 Васильев А. А. Взаимодействие компактной струи мелиоранта с бесструктурными частями почвы при плоскорезной обработке [Текст] / А. А. Васильев // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. – 2012. – Vol. 2 (74). – С. 27-30.
- 15 Tanbayev K. Flat spray nozzle for intra-soil application of liquid mineral fertilizers [Текст] / Tanbayev, K., Nukeshev, S., Engin, T, Saktaganov B // Acta Technologica Agriculturae. – 2023.– Vol 27. –№ 2 [In press].

References

- 1 Nukeshev S. A Chisel Fertilizer for In-Soil Tree-Layer Differential Application in Precision Farming [Текст] / S. Nukeshev, K. Yeskhozhin, D. Karaivanov, M. Ramaniuk, E. Akhmetov, B. Saktaganov, K. Tanbayev // International Journal of Technology. –2023. –Vol.14. –№1. –P.109–118. DOI: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i1.5143>

2 Akbarnia A. Simulation of draft force of winged share tillage tool using artificial neural network model [Tekst] / A. Akbarnia, A. Mohammadi, F. Farhani, R. Alimardani // *Agric Eng Int: CIGR Journal*. – 2014. – Vol. 16. – №4. – P. 57–65.

3 Khole P. Effect of winged subsoiler on soil characteristics and subsoiler draft [Tekst] / P. Khole, S. Saumya, K. K. Jain // *Advances in Life Sciences Conference: Int. Conference on Food, Water, Energy Nexus in Arena of Climate Change*. – 2017. – P. 5–18.

4 Askari M. The effect of tine, wing, operating depth and speed on the draft requirement of subsoil tillage tines [Tekst] / M. Askari, G. Shahgholi, Y. Abbaspour-Gilandeh // *Res. Agr. Eng.* – 2017. – Vol. 63. – P. 160–167.

5 Salar M.R. Forces and loosening characteristics of a new winged chisel plough [Tekst] / M.R. Salar, S. H. Karparvarfard, M. Askari, H. Kargarpour // *Res. Agr. Eng.* – 2021. – Vol. 67. – P. 17–25. <https://doi.org/10.17221/71/2020-RAE>

6 Hang C. G. Experiment and analysis of the subsoiler tine shape to the soil disturbance process and effect [Tekst] / C. G. Hang, Y. X. Huang, X. Gao, W. Li, R. Zhu // *Agric. Res. Arid Areas*. – 2017. – Vol. 35. – P. 285–291.

7 Wei Z. J. Kinetic characteristic analysis and experimental study for subsoiler with wing [Tekst] / Z. J. Wei, D. K. Zheng, D. T. Yang, F. Y Sun // *Agric.Mecha. Res.* – 2017. – Vol.12. – P. 32–37.

8 Godwin R. J. An experimental investigation into the force mechanics and resulting soil disturbance of mole ploughs [Tekst] / R. J. Godwin, G. Spoor, P. Leeds-Harrison // *J Agric. Eng. Res.* – 1981. – Vol. 26. – P. 477–497.

9 Wang X.Z. Discrete element simulations and experiments of soil-winged subsoiler interaction [Tekst] / X. Z. Wang, P. Li, J. P. He, W. Q. Wei, Y. X Huang // *Int. J. Agric. Biol. Eng.* – 2021. – Vol. 14. – P. 50–62.

10 Wang X. Variation of Subsoiling Effect at Wing Mounting Heights on Soil Properties and Crop Growth in Wheat–Maize Cropping System [Tekst] / X. Wang, H. Zhou, Y. Huang, J. Ji // *Agriculture* – 2022. – Vol. 12. – P. 1684. [https:// DOI:10.3390/agriculture12101684](https://DOI:10.3390/agriculture12101684)

11 Xia L. Optimum parameter and experimental study of shovel wing based on discrete element method [Tekst]: Master dissertation. / L. Xia. –Yangling: Northwest A&F University. 2018. -80 p.

12 Tanbayev K. Performance evaluation of tillage knife discharge microchannel [Tekst] K. Tanbayev, S. Nukeshev, A. Sugirbay // *Acta Technologica Agriculturae*. – 2022. – Vol. 25. -№ 4. – P. 169–175. DOI: 10.2478/ata-2022-0025.

13 Tanbaev K. Syiyk tynaytqyshty topyraq ishine engizetin pyshaqtyn geometriyalyq pishinderin negizdeu [Tekst] / K. Tanbaev. S Nokeshev // *S.Seyfullin atyndagy Kazaq agrotekhnikalыq universitetinin Fylym zharshysy*. – 2022. – №3 (114). –Ч.1. - Б. 23-35. DOI: [https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.3\(114\).1100](https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.3(114).1100)

14 A. A. Vasil'ev. Vzaimodejstvie kompaknoj strui melioranta s besstrukturnymi chasticami pochvy pri ploskoreznoj obrabotke [Tekst] / Vasil'ev, A. A // *Vestnik CHGPU im. I. Ya. Yakovleva*. – 2012. – Vol. 2 (74). – S. 27-30.

15 Tanbayev K. Flat spray nozzle for intra-soil application of liquid mineral fertilizers [Tekst] / Tanbayev, K., Nukeshev, S., Engin, T, Saktaganov B // *Acta Technologica Agriculturae*. – 2023. – Vol. 27. -№ 2 [In press].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ПОЛОСТИ В СЛЕДЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО НОЖА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ

Танбаев Хожакелди Кувандикович

Докторант

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: khozhakeldi.tanbayev@kazatu.kz

Нукешев Саяхат Оразович

Доктор технических наук, профессор

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: s.nukeshev@kazatu.kz

Тахсин Энгин

Доктор технических наук, профессор

Стамбульский технический университет

г. Стамбул, Турция

E-mail: tengin@itu.edu.tr

Аннотация

В статье представлены результаты экспериментальных исследований, проведенных с целью определения формы и размеров пустот, образующихся на следе почвообрабатывающего ножа. Опыты проводились в почвенном канале с почвой насыпной плотностью 1300–1400 кг/м³ и влажностью 0,7–1,1% при скоростях движения ножа 0,28 м/с, 0,42 м/с, 0,67 м/с, 1,94 м/с на глубине обработки 0,13–0,15 м. Согласно полученным результатам, длина базовой линии потока частиц почвы, падающих за движением ножа, составила 10–16 мм, 18–22 мм, 30–42 мм и 45–56 мм соответственно. Отклонение между экспериментальными и теоретическими показателями было незначительным (5–6%). Ожидаемая глубина линии столкновения частиц жидкость-почва (b), определенная путем графического анализа видеозаписей и методом ортогонального проецирования соответственно скорости движения ножа, составляет ≈ 12 мм, ≈ 15 мм, ≈ 20 мм, ≈ 28 мм. Это, в свою очередь, позволило определить предельный угол распыления (130° – 164°), который будет достаточным для получения требуемой увлажненной полосы и минимальной скорости работы сельскохозяйственного агрегата. Определенные в работе предельные значения параметров могут быть использованы при расчетах предлагаемого жидкостного опрыскивателя и его анализе с использованием средств вычислительной гидродинамики (CFD).

Ключевые слова: опрыскиватель; опрыскивание; жидкое удобрение; полое пространство; почвообрабатывающий нож; увлажненная полоса.

DETERMINATION THE CAVITY SHAPE AND SIZES ON THE TRAIL OF THE TILLAGE KNIFE FOR LIQUID FERTILIZER APPLICATION

Tanbayev Khozhakeldi Kuvandikovich

Doctoral student

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: khozhakeldi.tanbayev@kazatu.kz

Nukeshev Sayakhat Orazovich

Doctor of Technical Sciences, Professor

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University

Astana, Kazakhstan

E-mail: s.nukeshev@kazatu.kz

Tahsin Engin

Doctor of Technical Sciences, Professor

Istanbul Technical University

Istanbul, Turkey

E-mail: tengin@itu.edu.tr

Abstract

The paper presents the results of experimental research conducted to determine the shape and dimensions of hollow space formed on the tillage knife trace. Experiments were conducted in a soil-bin containing soil with bulk density of 1300–1400 kg/m³ and moisture of 0.7–1.1% and with the knife velocities of 0,28 m/s, 0,42 m/s, 0,67 m/s, 1,94 m/s at tillage depth of 0.13–0.15 m. According to the results the baseline length of the soil particles falling down behind the knife movement were 10–16 mm, 18–22 mm, 30–42 mm and 45–56 mm, respectively. The deviation between experimental and theoretical indicators was low (5–6%). The expected liquid-soil particles collision line depth (b), determined by graphical analysis of video records and orthogonal projection method respectively to knife velocities are ≈12 mm, ≈15 mm, ≈20 mm, ≈28 mm. This, in turn, made it possible to determine the limit of the spray angle (130°–164°), which would be sufficient to obtain the desired moistened bandwidth and minimal work speed of agricultural unit. The limits of parameters defined in the work can be used in design calculations of the proposed liquid sprayer and its analysis using computational hydrodynamics (CFD) tools.

Key words: sprayer; spraying; liquid fertilizer; hollow space; tillage knife; wettened band.