

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему_**

«Вдосконалення технології вирощування соняшнику з
дослідженням та вдосконаленням глибокорозпушувача»

Виконав здобувач вищої освіти __ІІ__ курсу,
групи АІ-20М(1,4)-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Бойко Володимир Олександрович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти _____

Галузь знань _____

Спеціальність _____

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Микола СВІРЕНЬ

«___» _____ 2021 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ
(МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

2. Керівник роботи (проекту)

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи

(проекту) _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання

«___» _____ 20 р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 20 р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина	8
3. Наукова частина	36
4. Охорона праці.....	59
5. Економічна частина	61
6. Висновок	63
Список використаної літератури	64
Додатки.....	68

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Україна – держава із розвиненим сільськогосподарським виробництвом, а перелік сільськогосподарської продукції, що вирощується на полях нашої держави поступово зростає, що дозволяє не лише нарощувати обсяги її вирощування, а й розширювати ринки збуту. Підтвердженням цього є чітка тенденція до збільшення обсягів посівів соняшнику. Це підтверджується тим, що протягом останніх десятирічь Україна входить в лідируючу трійку держав за обсягом виробництва цієї культури а за обсягом реалізації соняшникової олії взагалі є світовим лідером.

Поряд із позитивними тенденціями, пов'язаними із збільшенням обсягів вирощування соняшнику, існують і негативні моменти, серед яких варто виділити прискорене виснаження ґрунтів через скорочення, а подекуди і повної відміни від сівозмін та вирощування соняшнику як монокультури для отримання фермерами стабільного високого прибутку; ущільнення і обезструктурування орного горизонту через використання інтенсивних технологій, заважкої та енергоємної сільськогосподарської техніки; значне накопичення на поверхні поля та у верхньому ґрунтовому горизонті крупних рослинних решток, що ускладнює наступні етапи технологічних операцій тощо. Виходячи з цього, питання підвищення ефективності вирощування соняшнику, вдосконалення існуючих технологій та адаптація машин і знарядь, що використовуються для інтенсивної технології вирощування соняшнику до дійсних умов виробництва є актуальним, а комплексне і ефективне вирішення цього питання дозволить забезпечити вирощування стабільного врожаю за умов забезпечення родючості ґрунтів і для вирощування інших культур в сівозміні.

					ВТВС 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Бойко				Пояснювальна записка	Літ.	Арк.
Перевір.	Лещенко						6
Реценз.						ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-1	
Н. Контр.	Мачок						
Затверд.	Свірень						

Відомо, що одним із найбільш проблемних етапів типових технологічних процесів вирощування рослинницької продукції, в тому числі і соняшнику, є основний обробіток. До цих пір в більшості господарств Кіровоградщини перший глибокий обробіток ґрунту проводять у вигляді полицевої оранки, що в кінцевому варіанті, сприяє загостренню проявів вітрової і водної ерозій та є найбільш впливовим фактором, що призводить до деградації ґрунтів, і, як наслідок, стрімкого падіння врожаїв загалом по регіону.

В ході виконання даної магістерської кваліфікаційної роботи робиться спроба вдосконалити існуючу у базовому господарстві технологію вирощування соняшнику та дослідити і запропонувати раціональні параметри глибокорозпушувача, який застосовується для операції основного обробітку ґрунту за умов збереження родючості та зниження загальних енерговитрат на технологічний процес.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технологічна частина

2.1. Загальна інформація про вирощування соняшнику. Потенціал вирощування цієї культури в Україні

Соняшник є основною олійною культурою України, що дає високі та стабільні прибутки агровиробникам, а тому його вирощування займає одне із основних місць серед продукції рослинництва. Зібране насіння соняшнику володіє високою олійністю, яка подекуди сягає 50...52% [1...3]. Якщо порівняти соняшник із іншими олійними культурами, які культивуються в нашій державі, то можна стверджувати, що саме соняшник забезпечує найбільший вихід олії з одиниці площі, цей показник в середньому по Україні знаходиться в межах 750 кг/га. З врахуванням цього, та можливості в дійсних ґрунтово-кліматичних умовах, забезпечуючи раціональну технологію виробництва цієї культури, отримувати стабільні та порівняно високі врожаї, валовий збір соняшнику та його загальні посіви є одними із найбільших порівняно із іншими культурами. Цілком обґрунтовано, що сьогодні виробництво соняшникової олії займає близько 98% від загального виробництва рослинних олій.

Як відмічалось раніше, переоцінити роль рослинництва, як провідної галузі економіки України, дуже важко. Адже за статистичними даними [1], в агропромисловому комплексі нашої держави постійно задіяні близько 90% орних угідь, до 50% водних ресурсів та майже 30% від загального працездатного населення. Незважаючи на той факт, що вітчизняні чорноземи вважаються еталонними поступово спостерігається їх виродження, переущільнення, погіршення водно-повітряного режиму ґрунту, зниження кількості органічної речовини та гумусу в цілому, що призводить до зниження як родючості так і загального збору всіх сільськогосподарських культур, в тому числі і соняшнику. Переломлення цієї тенденції вимагає бережного відношення до землі сільськогосподарського призначення, відновлення повноцінної сівозміни, покращення удобрення орних угідь, насамперед

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

органічними добривами тощо. Отже питання вдосконалення існуючих технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур, серед яких і вирощування соняшнику є дуже актуальним, а впровадження новацій, що дозволять сповільнити деградацію родючих чорноземів та запустити процеси відновлення родючості є стратегічно важливими і життєво необхідними для будь-яких за розмірами та формою власності агроформувань.

2.2. Біологічні та морфологічні ознаки соняшнику та базова технологія його вирощування у господарських умовах

Соняшник [1...8] – одна із найбільш поширених олійних культур, що вирощується та використовується в Україні. Загалом вид соняшник (*Helianthus annuus* L.), який відноситься до сімейства самоцвітних, за своїми біологічними особливостями складається із двох окремих видів – соняшника культурного (*Helianthus cultus* Wenzl) та соняшника дикорослого (*Helianthus ruderalis* Wenzl). До першого типу відносяться усі сорти цієї культури, що вирощуються в польових умовах, а для отримання врожаю потрібно поетапно реалізувати всі технологічні операції, які забезпечують технологію його вирощування. Дикорослі ж сорти соняшнику найбільш розповсюджені за межами Європейських країн, ростуть хаотично і некеровано, а продукція, яка отримується в результаті росту дикого соняшнику не збирається та не використовується на промисловому рівні.

Культурний соняшник (*Helianthus cultus* Wenzl) є однорічною самоцвітною рослиною (рис. 1). Коренева система соняшнику – стрижнева, яка може проникати в товщу ґрунту на глибину до 4 м та зазвичай інтенсивно розповсюджується в сторони від стебла на відстань до 120 см. Саме будова і властивості кореневої системи створюють сприятливі умови для того, щоб соняшник стабільно розвивався і давав врожай у засушливих районах, наприклад в Південному степу України.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 1. Загальний вигляд та біологічні особливості соняшнику

Стебло культурного соняшнику – прямостояче, високе, міцне, має дерев'янисту структуру та є нерозгалуженим. В середині порожнина стебла заповнена пухкою серцевиною. Більшість районованих сортів, що вирощується на теренах нашої держави мають висоту стебла 0,6...2,5 м, якщо ж характеризувати силосні сорти, то часто в них висота стебла досягає 3...4 м.

Листя соняшнику (рис. 1) розвивається на довгих черешках, є достатньо великим, має овальну продовговату форму із рваними загостреними окрайками. Кількість листків на кожній рослині є досить різним, і, крім сорту, залежить від скоростиглосі соняшнику, так для скоростиглих сортів кількість листків на рослині складає в середньому 15...25 шт., для пізньостиглого соняшнику – до 35 шт.

Суцвіттям соняшнику (рис. 2) є корзинка, що має вигляд плоского, розширеного до гори диску, який має діаметр 10...20 см для олійних сортів, а

для гризових сортів соняшнику часто діаметр корзинок досягає 30...35 см. По колу кошик оточують обгортки із листків, що розміщуються навколо корзинки у кілька рядів. Основою кошику є квітколоже (рис. 2), на якому посередині розміщуються трубчасті квітки а по краям кошика – язичкові квітки. Саме розміщені на квітколоже язичкові квітки, які мають яскраво жовте забарвлення, під час цвітіння рослин приваблюють комах, які виконують роль запилення рослин. В той час, як трубчасті квітки є двостатевими, на кожному кошику їх може бути від 600 до 1200 та саме вони займають всю корзинку. Кожна така квітка є ярко вираженою маточкою, яка знизу має одногніздову зав'язь та стовпчик із зрощеним пелюстковим віночком. Такі віночки мають по п'ять зубчиків і мають жовте або ж помаранчеве забарвлення.



Рис. 2. Морфологічні ознаки соняшнику

За своєю природою соняшник є перехресно запилюваною рослиною, а тому під час його росту зазвичай частина квіток не запилюється, а отже утворюються пустозерни. Під час вирощування соняшнику, для усунення цього недоліку. На поля вивозять вулики із бджолами, які запилюючи рослини суттєво скорочують кількість пустозерності.

Основним плодом соняшнику є зернівка стиснуто-яйцевидної форми (рис. 2), яка має чотири грані, що є не дуже вираженими. Ця зернівка складається із насінини у вигляді ядра з тонкою оболонкою та щільної кірки, яка не зростається із ядром. Забарвлення кірки може бути різним: чорним, білим, сірим, смугастим тощо. Співвідношення ваги лузги до ваги насіння, яке називається показником лузжистості коливається від 22 до 46%. Варто зазначити, що найбільш цінні сорти соняшнику мають низьку лузжистість. В середньому вага 1000 насінин соняшнику коливається від 40 до 125 гр.

Загалом культурний соняшник [8] за своїм зовнішнім виглядом і будовою насінин поділяється на гризовий, межеумок та олійний. Гризовий соняшник є високою до 4-х метрів рослиною із товстим стеблом, крупними листками та великою корзинкою, діаметром 25...40 см. Насіння має розміри 11...23 мм, причому ядро заповнює не більше половини внутрішньої порожнини зернівки. Вага 1000 насінин гризового соняшнику доходить до 170 гр, показник лузжистості знаходиться в межах 46...56% а загальна олійність не перевищує 35%. Олійний соняшник, характеризується порівняно тонким та низькорослим стеблом (висотою до 2,5 м) та дрібним насінням, довжина якого не перевищує 7...13 мм., але при цьому ядро насінини заповнює майже всю порожнину. Вага 1000 насінин олійного соняшнику становить 35...80 гр, показник лузжистості – не перевищує 25...35% при цьому олійність досягається на рівні 38...56%. Межеумок за своїми характеристиками займає проміжне становище між вище наведеними типами соняшнику. За розмірами і типом насінин межеумок ближче до олійного соняшнику, в той час як за іншими ознаками є більш подібним до гризового. На полях нашої держави

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

переважно вирощуються сорти соняшнику олійної групи. Ця група соняшнику, крім максимальної олійності та низької лузжистості характеризується природньою стійкістю до соняшникової молі та вовчка.

Основним продуктом переробки соняшнику є рослинна олія, яку використовують як продукт харчування в натуральному її вигляді. Основна цінність соняшникової олії пояснюється одним із найвищим серед іншої продукції вмістом жирної поліненасиченої лінолевої кислоти, вміст якої в олії доходить до 55...60%. Ця кислота володіє високою біологічною активністю, що сприяє прискоренню метаболізування ефірів холестерину в людському організмі, яке має дуже позитивний вплив на організм. Крім зазначеного до складу соняшникової олії входить ряд корисних для людини речовин, серед яких варто виділити стеарини, фосфатити, цілу групу вітамінів А, D, Е, К. Широко соняшникову олію застосовують у хлібовиробництві, кулінарії, для виготовлення консервів та інших продуктів харчування. В промисловості із продуктів переробки соняшника виготовляють лаки, фарби, покриття для підлоги, стеарин, тканини, харчові і промислові плівки тощо. Останнім часом почали широко використовувати побічні продукти вирощування та переробки соняшнику для виготовлення пілетів, біодизеля та іншої продукції і речовин, що використовуються в альтернативній та зеленій енергетиці.

Отже, виходячи із перелічених властивостей соняшник та продукції його переробки, можна стверджувати, що питання вдосконалення процесів вирощування цієї рослини з метою забезпечення стабільних врожаїв є актуальним питанням рослинництва. У базовому господарстві реалізується типова технологія вирощування соняшнику, основні операції і етапи якої описані нижче.

Вимоги до ґрунтово-кліматичних умов при вирощуванні соняшнику

Для ефективного росту та отримання високих і стабільних врожаїв соняшнику потрібно забезпечити відповідний температурний режим, достатню вологозабезпеченість, особливо у період сходження і активного

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

росту (рис. 3). Зважаючи на температурні режими та інші ґрунтово-кліматичні умови, зони Степу та Лісостепу України найбільш повно відповідають біологічним і фізіологічним особливостям рослин відносно отримання стабільних врожаїв. Проте, засушливі райони, а з врахуванням поступової тенденції до зміни клімату, такі райони все більш активно зміщуються до Центральної України, ця зона переходить до ризикованої з точки зору вирощування майже всіх сільськогосподарських культур, в тому числі і соняшнику. Варто мати на увазі, що саме тут забезпечується виробництво більшості соняшнику, а тому варто використовувати районовані посухостійкі гібриди та адаптовані до таких ускладнених умов сорти.



Рис. 3. Фази розвитку соняшнику

Вимоги соняшника до світла. За своїм відношення до сонячного світла всі рослини поділяються на три групи:

- Світлолюбиві рослини, що по іншому називаються геліофіти. Найбільш сприятливо рослини розвиваються за умов повного сонячного освітлення. Яркими представниками цієї групи є злаки та більшість культурних рослин, що вирощуються у відкритому ґрунті.
- Тіньовитривалі рослини – це рослини, які найефективніше розвиваються при повному освітленні, проте й непогано розвиваються при затіненні. Представниками цієї групи рослин є трав'янисті рослини лісової зони та чагарники.
- Тіньові рослини, або сціофіти. Це такі рослини, що можуть рости лише за умов затінення та в умовах відкритого освітлення ніколи не ростуть.

Серед представників цієї групи рослин варто відзначити представників тропічних лісів.

В залежності від можливості перебігу в рослини процесу фотосинтезу всі рослини поділяються на рослини короткого дня (тривалість світлого періоду доби менше 12 годин), рослини довгого дня (тривалість світлого періоду доби більше 12 годин) та рослини які є нейтральними до фотоперіодичної реакції.

Вирощуючи чи проектуючи технологічний процес вирощування соняшнику варто мати на увазі, що це світлолюбна рослина. Важливо пам'ятати, що затінення соняшника, особливо на початкових етапах його росту, тривала хмарна погода значно знижують силу його росту і розвитку, що неминуче впливає на майбутній врожай. Хоч соняшник і є рослиною короткого дня, однак при вирощуванні його в умовах Півночі України вегетаційний період цієї рослини суттєво подовжується.

Вимоги соняшника до тепла. Соняшник є рослиною яка є достатньо вимогливою до тепла. Для ефективного проростання насіння у ґрунті, крім достатньої вологості має бути температура не нижче +4...+6°C. За умов, коли температура навколишнього середовища досягає +8...+10°C насіння проростає значно швидше а дружинні сходи на полі з'являються після посіву через 15...20 днів. Коли ж середовище прогрівається до +15...+16°C сходи соняшнику вже з'являються на 9...10 день, при прогріванні до +20°C – соняшник сходить на 6...8 день. Незважаючи на свою теплолюбивість, соняшник без втрат переживає короткочасові заморозки до -5...-6°C. Із подальшим розвитком, вимоги до тепла рослин тільки підвищуються. Так, під час перебігу фази цвітіння рослин, найбільш сприятливою є температура навколишнього середовища від +25 до +27°C, проте прогрівання повітря до 30°C і вище призводить до пригальмовування процесів росту і розвитку. Під час проходження цієї фази соняшник є гіперчутливим до низьких температур

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

і навіть незначні заморозки до -1°C забезпечують сильне пошкодження та навіть загибель квіточок соняшнику.

Вимоги соняшника до вологи. Незважаючи на те, що соняшник вважається рослиною стійкою до посух, під час вегетаційного періоду ця рослина споживає велику кількість води. При цьому, споживання води, протягом періоду росту соняшнику, є дуже нерівномірним, так найбільше потребує вологи ця рослина у періоди від утворення кошиків та до завершення його цвітіння. Саме в цей період рослини потребують до 60% вологи, яка потрібна взагалі на весь процес росту. За умов нестачі вологи в цей період рослини стають більш кволі, шапки дрібнішають та з'являється велика кількість пустозерності в центральній частині кошиків. Частково цю проблему дозволяє вирішити розвинена коренева система, яка здатна забезпечити підведення вологи до рослини із глибини до 3-х метрів.

Існують дані дослідників [7, 8], за якими доводиться, що під час росту і розвитку соняшник дуже нерівномірно споживає воду. Так, під час сходження до етапу формування кошиків потрібно близько 23% загальної вологи; етап утворення кошиків та його активне цвітіння супроводжується витратами вологи на рівні 60% та етап дозрівання потребує до 17% вологи від її загальних витрат на вегетацію цієї рослини. Варто розуміти, що на початкових етапах використовується волога із верхніх горизонтів поля, в той час як більш пізні етапи розвитку рослин відбуваються за рахунок води, що залягає в ґрунті на глибині 50 см і більше. Отже, якщо поля господарства, де вирощується соняшник, відносяться до умов ризикованого землеробства, потрібно значну увагу приділяти накопиченню вологи у ґрунті, поліпшення загальних інфільтраційних властивостей, снігозатриманню чи провадити систему зрошувального землеробства.

Вимоги соняшнику до ґрунтів та поживних речовин. В умовах України більшість соняшнику виробляється на вилужених потужних звичайних чорноземах та каштанових ґрунтах із сприятливою кислотністю ґрунту pH

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

6,0...6,8. Ускладнено вирощувати соняшник на важких ґрунтах, піщаних, глинистих, заболочених, ґрунтах із високою кислотністю та солонцях [8].

Якщо порівнювати потребу соняшнику у поживних речовинах із зерновими культурами, то можна стверджувати, що соняшник їх потребує значно більше. Так, для отримання 1 центнеру соняшнику потрібно приблизно 6 кг азоту, до 10 кг калію та близько 2 кг фосфору. Якщо це виразити через співвідношення $N:P_2O_5:K_2O$, то воно дорівнює 3:1:5. Саме достатня кількість потрібних речовин у конкретний період росту і розвитку і визначає можливість отримання достатнього врожаю.

Існуюча технологія вирощування соняшнику у господарстві

Підготовка насіння до сівби

Для сівби потрібно використовувати якісне насіння тих сортів, які є районованими для конкретних умов із високими сортовими показниками, та показниками схожості. Перед посівом потрібно насіння протруїти інсектофунгіцидами для знищення шкідливих організмів. Найбільш доцільно від несправжньої борошнистої роси, гнилі, фомозу застосовувати препарати Венцедор, з нормами 1,2 л/т; Фаєр – 2,5...3 л/т; Антал – 0,3...0,4 л/т. Для боротьби із дрітцями застосовують препарати Командор Екстра, нормами якого є 8...12 л/га та Контадор Макс – до 12 л/т.

Технологія внесення добрив

Існують розроблені норми внесення добрив під соняшник для основних ґрунтово-кліматичних зон України. Так, для Південного Степу, необхідні норми внесення добрив для вирощування соняшнику становлять $N_{30-60}P_{40-90}$, в свою чергу для Північного Степу – $N_{30-40}P_{60}$. До калійних добрив, таких жорстких вимог не висувають а їх вносити потрібно тільки при низькому вмісті калію в ґрунті (менше 30 мг на 100 грам ґрунту).

Під час реалізації процесу вирощування соняшнику можна вносити майже всі існуючі добрива без обмежень. Гарно впливає на врожайність

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

соняшнику осіннє або весняне внесення (до 2 ц/га) аміачної води або РКД. Дуже позитивно впливає, і не тільки на врожайність соняшнику, а й на стабілізацію і підвищення родючості ґрунту загалом, внесення органічних добрив. Причому максимальний ефект і прибавка до 0,2 т/га врожаю соняшнику досягається при внесенні органіки під оранку. Якщо ж в господарстві існує дефіцит органічних добрив, деякий позитивний ефект досягається шляхом заробки в ґрунт стерні і інших рослинних залишок попередника, але при цьому компенсують мікробіологічну діяльність бактерій шляхом прямого внесення на кожному тоні органіки до 8...12 кг азоту.

Досить гарно впливає на загальний врожай реалізація локально-смугового внесення мінеральних добрив із нормами $N_{40}P_{60}$ восени або ж під час сівби. Варто мати на увазі, що оскільки в господарстві посів проводять сівалкою СУПН-8, яка забезпечує внесення добрив на відстані від насіння 2...3 см, то потрібно вносити $N_{20}P_{30}$, це пояснюється тим, що повна норма внесення мінеральних добрив може вплинути на схожість насіння і суттєво її погіршити.

Підживлення посівів соняшнику $N_{20}P_{30}$ потрібно проводити під час першого міжрядного обробітку за умов достатньої вологості. За таких умов досягається підвищення врожайності насіння до 0,26 т/га.

Під час проведення кореневого чи позакореневого підживлення соняшнику слід визначити загальний вміст у рослинах фосфору. За умови, коли його менше 0,8% – потрібно вносити $N_{20}P_{30}$. Позакореневе підживлення рослин доцільно проводити тоді, коли соняшник має 5...6 пар листків, для цього потрібно використовувати КАС-28, РКД-10-34 або ж мікродобрива.

Технологія обробітку ґрунту

Технологія обробітку ґрунту під соняшник визначається попередником, станом та забур'яненістю поля, системами удобрення. Якщо поле, на якому планується вирощування соняшнику є забур'яненим коренепаростковими бур'янами, варто застосовувати прийоми їх знищення і виснаження. Одним із ефективних для цього прийомів є проведення

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

кількаразового їх підрізання після збирання попередника по мірі їх відростання, і як завершальний етап є за 10...15 днів до зяблевого основного обробітку обробка цього бур'яну гербіцидами на кшталт Отаман – норма 4...6 л/га; Аргумент – 4...6 л/га тощо.

З врахуванням того, що значна кількість полів господарства мають нерівний рельєф, основний обробіток проводять у вигляді глибокого розпушування плугом-глибокорозпушувачем ПЧ-4,5. При цьому намагаються забезпечити максимальну глибину обробітку до 40...45 см, що можна робити із року в рік поступово. Під час реалізації технологій безполцевого обробітку варто інтенсифікувати боротьбу із бур'янами, хворобами та шкідниками хімічним способом, оскільки під час таких операцій ці явища загострюються.

Весною польові роботи при реалізації технології вирощування соняшнику починають із закриття вологи, що проводять у господарстві важкими боронами чи волокушами, причому операції проводять перпендикулярно чи під кутом до напрямку зяблевого обробітку. Якщо на полі спостерігаються суттєві нерівності, то для ефективної підготовки ґрунту під посів, проводять першу культивуацію на глибину до 10...12 см, яку проводять у господарстві культиватором КПС-4. Другу ж суцільну культивуацію проводять після масового проростання бур'янів за кілька днів до посіву на глибину 6...8 см а для кращого вирівнювання поверхні поля до культиватора приєднують борони БЗСС-1,0.

Технологія посіву соняшнику

Для посіву соняшнику варто використовувати виключно високоякісне, відкаліброване, очищене та протруєне насіння сортів та гібридів, що є районованим для конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Дуже рано сіяти соняшник недоцільно, оскільки він є досить вимогливим до температурного режиму, про що говорилося вище. В дійсних умовах календарні терміни сівби соняшнику є 15 квітня – 10 травня, хоча залежно від року ці терміни можуть наступити як раніше, так і пізніше. В господарстві на сьогоднішній день сіють

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

районовані олійні сорти середньостиглі – Хортиця і Днестр; ранньостиглі – Хайсан та Одеський 249; скоростиглий – Оберіг.

Соняшник висівають пунктирним способом, забезпечуючи при цьому міжряддя 70 см із нормами висіву 30...45 тис. шт., що в перерахунку складає 8...10 кг насіння на гектар [7]. Глибина заробки насіння становить 6...7 см, а на важких і перезволожених ґрунтах цю глибину зменшують до 4...5 см. Посів проводять сівалкою СУПН-8.

Технологія догляду за посівами соняшнику у господарстві

Першою операцією догляду за посівами в господарстві можна вважати коткування посівів кільчасто-шпоровими котками. Наступний етап – знищення бур'янів у стадії білої ниточки, що проводять через 5...6 днів після посіву середніми зубовими боронами упоперек або ж по діагоналі до розміщення рядків, при цьому потрібно, щоб зуби борін не працювали глибше за 5 см, для того, щоб не пошкодити соняшник. Іноді, коли цього потребують рослини, а саме утворилася ущільнена поверхнева кірка в результаті опадів чи на полі велика кількість паростків бур'янів проводять післясходове боронування, яке можна проводити коли рослини мають 1-3 пари листків. Причому цю операцію проводять на низьких швидкостях – до 4 км/год теж упоперек до розташування рядків та не раніше 11 годин дня, так як в цей період через високий тургор рослин вони можуть сильно пошкоджуватися. За правильної реалізації післясходового боронування досягається знищення бур'янів на рівні 80...90% із пошкодженням культурних рослин, що не перевищує 10%.

Протягом всього вегетаційного періоду провадять дві міжрядні культивації, що в господарстві здійснюють міжрядним культиватором КРН-4,2. Глибина міжрядної культивації становить 6...8 см, а проведення цих операцій на підвищених швидкостях дозволяє проводити присипання бур'янів в рядку і таким способом боротися із ними, що знижує рівень пригнічення соняшнику бур'янами. Крім механічного способу боротьби із бур'янами

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

практикують хімічний спосіб шляхом внесення гербіцидів Раундап, Ураган, Форте та інші. Для боротьби із хворобами соняшнику застосовують фунгіциди – Фундазол, Корбель, Ропілан тощо. Для захисту від шкідників під час догляду за посівами використовують такі препарати як Децис, Фуфанон та інші.

Значно покращує запилення посівів соняшнику розміщення на його посівах бджіл, у кількості – 1...1,5 бджоло сім'ї на гектар площі. Цей захід не лише скорочує кількість пустого насіння, але й сприяє за решти сприятливих умов приросту врожаю на 2...4%.

Збирання врожаю

Зважаючи на дуже нерівномірне дозрівання соняшнику, його необхідно обробляти десикантами, такими як Реглон, Раундап тощо. Це дозволяє прискорити терміни проведення операцій збирання на 7...8 днів, та проводити роботи в той період, коли насіння накопичили максимальну кількість олії. За кілька днів до збирання основного врожаю поле обкошують та розбивають на загінки. Збирання в господарстві проводять комбайнами Лан та John Deere, які збирають і обмолочують із кошиків насіння, а самі кошики і стебла подрібнюють і розкидають по поверхні поля. Після збирання для зниження вологості і видалення домішок насіння соняшнику обробляють на зерноочисних агрегатах типу ЗАВ, при цьому вологість зібраного врожаю потрібно знизити до 12%. Якщо ж насіння потрібно зберігати тривалий час, то насіння повинно мати вологість не більше 7...8%.

2.2. Вдосконалення технології вирощування соняшнику

Більшість господарств Кіровоградщини до цих пір основний обробіток ґрунту проводять шляхом глибокої полицевої оранки, що, як відомо є не лише однією із найбільш енергозатратних та ерозійно небезпечних операцій, а й операцією яка сприяє суттєвому ущільненню ґрунтів, загального зниження їх родючості та обезструктурення [9...15]. Ряд господарств, які почали впровадження технологій збереження ресурсів та захисту ґрунту, базуючись

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

на дослідженнях ресурсозберігаючих технологій рослинництва та на досвіді провідних світових виробників продукції рослинництва та сільськогосподарської техніки замість класичної оранки впроваджують технології глибокого розпушування, що дозволяє на практиці реалізовувати системи ґрунтозахисного енергоощадного землеробства. В цьому ж напрямку запропоновано вдосконалити технологічний процес вирощування соняшнику і в базовому господарстві.

Дослідники і практики використання чизельних робочих органів, які в більшості випадків є найбільш поширеними основними робочими елементами глибокорозпушувачів, виділяють два основні їх недоліки [14...15]. Це по-перше – під час обробітку ґрунту на дні борозни утворюються зубчики, а вирівняну денну поверхню, без використання додаткових робочих органів отримати неможливо; по-друге – використання глибокорозпушувачів із чизельними лапами не забезпечує повне підрізання рослинності. Поряд з тим, варто визначити і переваги використання глибокорозпушувачів, а це – можливість руйнування долотами лап ущільненої підорної підшви, що забезпечує відновлення проникнення вільної води в нижні горизонти та забезпечує достатній резерв вологи на вегетаційний період рослин; використання таких знарядь знижує прояви усіх видів ерозій, зменшує обезструктурування ґрунтів, захищає живі мікроорганізми та біоту від пошкоджень, та, як наслідок створює сприятливі умови для відновлення загальної родючості ґрунтів сільськогосподарського призначення. Крім перелічених переваг варто виділити і той факт, що витрати енергії на процес глибокого обробітку ґрунту глибокорозпушувачами є найнижчими у порівнянні із іншими операціями основного обробітку ґрунту [10].

Незважаючи на явні переваги впровадження в технології вирощування продукції рослинництва, в тому числі і соняшнику, операцій глибокого розпушування орного горизонту, існують певні проблеми щодо їх інтеграції в технологічні процеси вирощування сільськогосподарських культур. Одним із

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

обмежуючим фактором, поряд із високою вартістю нових глибокорозпушувачів є недостатня культура землеробства, яка характеризується значним забур'яненням полів, що в свою чергу вимагає операцій обертання скиби для боротьби із бур'янами агротехнічними методами. Крім того, на ринку сільськогосподарської техніки серед глибокорозпушувачів представлена широка номенклатура закордонних машин, що не дуже добре агрегатуються із тракторами вітчизняного виробництва та не завжди є пристосованими до існуючих ґрунтово-кліматичних умов нашої держави. Машини ж вітчизняного виробництва, до яких відноситься і плуг глибокорозпушувач ЧН-4,5, що є наявним у господарстві, вимагають проведення подальших досліджень з ціллю вдосконалення якості обробітку та зниження витрат енергії, що й робиться спроба реалізувати у розрізі даної роботи.

Агротехнічні вимоги до глибокого розпушування ґрунту

Одним із показників, який варто контролювати і забезпечувати при глибокому безполицевому обробітку ґрунту є глибина його обробітку та її рівномірність по всій ширині захвату агрегату, яка не повинна перевищувати ± 1 см. Якщо в цьому існує потреба, то при проведенні глибокого розпушування на поверхні поля має залишатися максимальна кількість стерні, яка знижує випаровування вологи та сповільнює поверхневу вітрову ерозію. Серед якісних показників виконання робіт регламентують відхилення глибини обробітку від тієї, що потрібно та відповідно рівномірність цієї глибини, що за встановленими стандартом не повинно перевищувати 10%; за потреби збереження стерні на поверхні поля її повинно залишатися до 85% від загальної початкової кількості; бур'яни на поверхні поля мають бути повністю підрізаними; регламентується стандартом і прямолінійність руху агрегату при роботі, яка має бути не більшою за ± 20 см; висота гребенів та глибина западин після проведення глибокого розпушування має бути не більшою за 5 см.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Під час реалізації глибокого безполицевого обробітку ґрунту варто проводити цю операцію лише на достатньо зволжених ґрунтах, адже лише за таких умов можна достатньо подрібнити крупні брили і грудки не утворюючи при цьому на денній поверхні поля значних нерівностей і крупних агрегатів. Швидкість операцій безполицевого обробітку ґрунту може бути до 12 км/год.

Уточнення агротехнічних вимог, їх корегування під конкретні умови господарства проводяться безпосередньо під час виконання робіт у полі із врахуванням культури-попередника, ґрунтово-кліматичних умов, техніки, для здійснення означених операцій, кваліфікації виконавців робіт тощо.

Комплектування агрегату для основного безполицевого обробітку ґрунту,
його обслуговування і підготовка до роботи

Господарство, в якому проходили практику, має в своєму парку техніки кілька чизельних плугів-глибокорозпушувачів типу ПЧ, а тому, під час реалізації технології вирощування соняшнику, на етапі проведення основного обробітку ґрунту запропоновано реалізувати цю операцію агрегатом у складі Т-150К та ПЧ-4,5.

За загальноприйнятними вимогами [16...20] до підготовки машинно-тракторних агрегатів, що проводять ґрунтообробні операції варто проводити окремо підготовку трактора та сільськогосподарської машини, скомплектувати агрегат і провести налаштування на роботу скомплектованого агрегату, провести контрольний прохід агрегату із оцінкою якісних показників його роботи, та за потреби внести корективи в налаштування та забезпечити проведення щозмінного технічного і технологічного обслуговування. Комплектуючи ґрунтообробний агрегат потрібно забезпечити максимальне використання тягового зусилля енергетичного засобу при цьому отримана продуктивність роботи не повинна бути меншою за регламентовану заводом-виробником.

Для вірного налаштування чизельного глибокорозпушувача потрібно провести поетапно наступні роботи: провести складання глибокорозпушувача

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

за рекомендаціями, що наведені в інструкції по експлуатації; провести приєднання машини до енергетичного засобу, керуючись рекомендаціями до навішування навісних машин; провести попереднє регулювання скомплектованого агрегату, провівши розстановку і регулювання основних та допоміжних робочих органів, відрегулювати глибину руху робочих органів, виставити необхідну висоту розташування рами над поверхнею поля, відкорегувати перекося рами, перевірити робочі елементи, що мають вільно обертатися тощо.

Під час першого проходу агрегату в полі контролюють показники якості та продуктивності роботи, співставляють їх із регламентованими показниками в агротехнічних вимогах, та за потреби проводять додаткові регулювання в польових умовах.

2.3. Обґрунтування кінематичних параметрів і режимів роботи глибокорозпушувача

Для проведення розрахунків технологічних параметрів і режимів роботи ґрунтообробного агрегату у складі трактора Т-150К і чизельного глибокорозпушувача ПЧ-4,5 визначимося із вихідними даними та проведемо відповідні розрахунки за стандартною методикою [16...25]. Під час розрахунків варто пам'ятати, що терміни проведення операцій безполіцевого обробітку ґрунту в межах одного поля чи господарства мають бути обмеженими і не перевищувати 10 календарних днів [17].

Керуючись довідниковими даними [17] та враховуючи агротехнічні вимоги, властивості маневреності та прохідності скомплектованого ґрунтообробного агрегату, він має працювати в діапазоні допустимих швидкостей $V_{дон} = 7...10$ км/год. Такий швидкісний режим роботи для трактора Т-150К забезпечується при його роботі на 2 та 3 передачі [22], причому за таких передач, дійсна швидкість руху трактора відповідає наступним значенням номінальних тягових зусиль:

$$V_m^{II} = 8,53 \text{ км/год};$$

$$P_{гак}^{III} = 33,2 \text{ кН};$$

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$V_m^{III} = 10,08 \text{ км/год};$$

$$P_{гак}^{III} = 28,4 \text{ кН}.$$

З врахуванням умов роботи трактора потрібно розрахувати дійсне тягове зусилля, що розвивається при роботі на конкретних передачах:

$$P_{гак} = P_{гак}^H - G_{тр} \cdot i,$$

де $P_{гак}^H$ – номінальне тягове зусилля, що розвивається на гаку трактора і яке прийнято за довідниковими даними [22] і для обраних передач становить відповідно, $P_{гак}^{II} = 33,2 \text{ кН}$, $P_{гак}^{III} = 28,4 \text{ кН}$;

$G_{тр}$ – сила ваги трактора, яка для трактора Т-150К [21] складає $G_{тр} = 76 \text{ кН}$;

i – коефіцієнт, що враховує дійсне значення величини спуску чи підйому, який має подаватися в долях одиниці, так для розрахунків приймаємо $i = 0,03$.

Підставляємо дійсні значення в наведену вище формулу і для обраних передач маємо:

$$P_{гак}^{II} = 33,2 - 76 \cdot 0,03 = 30,92 \text{ кН};$$

$$P_{гак}^{III} = 28,4 - 76 \cdot 0,03 = 26,12 \text{ кН}.$$

Знайдемо розрахунковим методом максимальне значення ширини захвату ґрунтообробного агрегату з врахуванням дійсного тягового зусилля для конкретних обраних робочих передач. Максимальна ширина захвату із врахуванням перелічених показників описується залежністю:

$$B_{\max}^n = \frac{P_{гак}}{K_v \cdot a + R_i},$$

де K_v – питомий опір ґрунту який повинен враховувати поправку на швидкість проведення глибокого розпушування. Значення цього опору шукається за наступною емпіричною залежністю:

$$K_v = K_0 \cdot \left[1 + 0,006 \cdot (V_p^2 - V_0^2) \right],$$

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

де K_0 – питомий опір ґрунту з врахуванням початкової робочої швидкості

$V_0 = 5$ км/год, за даними, наведеними в [25] за таких умов

$K_0 = 8$ кН/м;

V_p – робоча швидкість руху ґрунтообробного агрегату в польових умовах,

яку можна знайти наступним чином, км/год:

$$V_p = V_m \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right),$$

де V_m – довідникове значення теоретичної швидкості руху трактора для конкретної обраної передачі, що наведено вище, км/год;

δ – довідникове значення коефіцієнту пробуксовування приводних коліс трактора, який за даними наведеними в [18] для трактора Т-150К дорівнює $\delta = 12\%$

$$V_p^{II} = 8,53 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 7,5 \text{ км/год};$$

$$V_p^{III} = 10,08 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 8,9 \text{ км/год}.$$

З врахування проведених вище розрахунків та представлених довідникових даних, розрахункове значення питомого опору ґрунту при роботі на обраних передачах становить:

$$K_v^{II} = 8 \cdot [1 + 0,006 \cdot (7,5 - 5)] = 8,12 \text{ кН/м}^2;$$

$$K_v^{III} = 8 \cdot [1 + 0,006 \cdot (8,9 - 5)] = 8,19 \text{ кН/м}^2.$$

Далі за існуючою стандартною методикою потрібно знайти додатковий опір ґрунту, що може виникнути в результаті руху глибокорозпушувача разом із трактором на підйом, що можна описати залежністю:

$$R_i = \frac{G_m \cdot i}{B_k},$$

де G_m – встановлена заводом-виробником вага глибокорозпушувача в скомплектованому і готовому до роботи вигляді, кН. Для агрегату ПЧ-

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4,5 до проведення певних вдосконалень $G_m = 4,2$ кН/м, після проведення вдосконалень, які наведені в наступному розділі вага вдосконаленого ґрунтообробного агрегату становить $G_m = 3,9$ кН/м.;

B_k – ширина захвату чизельного глибокорозпушувача за інструкцією по експлуатації, м. Так для серійної машини ПЧ-4,5, конструктивна ширина захвату становить $B_k = 4,1$ м., після проведення модернізацій конструктивна ширина захвату глибокорозпушувача буде складати $B_k = 4,5$ м.

Отже, за наведеною вище методикою, розрахуємо додатковий опір ґрунтообробного агрегату до проведення його вдосконалення:

$$R_i = \frac{4,2 \cdot 0,03}{4,1} = 0,03 \text{ кН.}$$

Після проведення вдосконалень, додатковий опір глибокорозпушувача складає:

$$R_i = \frac{3,9 \cdot 0,03}{4,5} = 0,026 \text{ кН.}$$

Таким чином, враховуючи попередньо отримані дані, можемо розрахувати максимально допустиму ширину захвату агрегату, до вдосконалення конструкції глибокорозпушувача на різних передачах трактора:

$$B_{\max}^{II} = \frac{30,92}{8,12 + 0,03} = 3,79 \text{ м;}$$

$$B_{\max}^{III} = \frac{26,12}{8,19 + 0,03} = 3,18 \text{ м.}$$

Аналогічно розраховуємо макисмально допустиму ширину захвату агрегату для різних робочих передач після проведення вдосконалень глибокорозпушувача:

$$B_{\max}^{II} = \frac{30,92}{8,12 + 0,026} = 4,79 \text{ м;}$$

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$B_{\max}^{III} = \frac{26,12}{8,19 + 0,026} = 4,1 \text{ м.}$$

Для подальшого визначення раціональних параметрів роботи ґрунтообробного потрібно розрахувати тяговий опір за формулою:

$$R_{agr} = (K_v + R_i) \cdot B_k \cdot n_k.$$

Користуючись наведеною вище формулою, знайдемо тяговий опір глибокорозпушувача при роботі на обраних передачах до проведення його вдосконалення

$$R_{agr}^{II} = (8,12 + 0,03) \cdot 4,1 \cdot 1 = 23,41 \text{ кН};$$

$$R_{agr}^{III} = (8,19 + 0,03) \cdot 4,1 \cdot 1 = 26,7 \text{ кН.}$$

Аналогічним чином знайдемо тяговий опір для тих-же передач, після проведення вдосконалення:

$$R_{agr}^{II} = (8,12 + 0,026) \cdot 4,5 \cdot 1 = 24,66 \text{ кН};$$

$$R_{agr}^{III} = (8,19 + 0,026) \cdot 4,5 \cdot 1 = 24,97 \text{ кН.}$$

Для визначення коефіцієнту використання тягового зусилля енергетичного засобу під час обробітку ґрунту варто використати відому [23] формулу

$$\eta = \frac{R_{agr}}{P_{зак}}.$$

Цей показник знаходимо для обраних робочих передач як до проведення вдосконалення глибокорозпушувача, так і після проведення вдосконалення конструкції.

До вдосконалення:

$$\eta^{II} = \frac{23,41}{30,92} = 0,75;$$

$$\eta^{III} = \frac{26,7}{26,12} = 1,02.$$

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Після проведення вдосконалень:

$$\eta^{II} = \frac{24,66}{30,92} = 0,8;$$

$$\eta^{III} = \frac{24,97}{26,12} = 0,96.$$

Отже, аналізуючи проведені розрахунки можна дійти до висновку, що одним із найбільш вдалим за використанням тягового зусилля агрегату є МТА у складі трактора Т-150К та глибокорозпушувач після проведення його вдосконалення, причому скомплектований агрегат має працювати на III робочій передачі. Саме за таких умов коефіцієнт використання тягового зусилля максимально наближається до 1, що є дуже гарним показником. Варто зазначити, що цей показник для роботи агрегату до вдосконалення на III робочій передачі є більшим за 1, що засвідчує, що на цій передачі трактор із глибокорозпушувачем до проведення його вдосконалення працювати не зможе. Для роботи такого агрегату трактор має працювати на II швидкості.

З точки зору оцінки продуктивності роботи ґрунтообробного агрегату потрібно визначити змінну продуктивність

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p,$$

де B_p – робоча ширина захвату глибокорозпушувача за інформацією заводу-виробника, м;

V_p – швидкість роботи ґрунтообробного агрегату в полі, км/год;

T_p – тривалість зміни, год.

Розрахункова робоча ширина захвату глибокорозпушувача дорівнює:

$$B_p = B_m \cdot \beta,$$

де B_m – заявлена виробником ширина захвату глибокорозпушувача, м;

β – коефіцієнт ефективності використання ширини захвату, $\beta = 0,98 \dots 1,0$

Тоді, до проведення вдосконалення розрахункове значення ширини захвату глибокорозпушувача становить

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_p = 4,1 \cdot 1,0 = 4,1 \text{ м.}$$

Після проведення вдосконалення конструкції глибокорозпушувача розрахункова ширина захвату агрегату змінилася і дорівнює:

$$B_p = 4,5 \cdot 1,0 = 4,5 \text{ м.}$$

Знайдемо, за відомою методикою [18], тривання робочого часу зміни:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T_{зм}$ – загальний час тривалості зміни, $T_{зм} = 7$ год;

τ – нормативний коефіцієнт використання часу тривалості зміни, $\tau = 0,82$

$$T_p = 7 \cdot 0,82 = 5,7 \text{ год.}$$

З врахуванням представлених даних, розрахункова змінна продуктивність ґрунтообробного агрегату до проведення його вдосконалення при русі машини в полі на обраних передачах дорівнює:

$$W_{зм}^{II} = 0,1 \cdot 4,1 \cdot 7,5 \cdot 5,7 = 17,5 \text{ га/зм;}$$

$$W_{зм}^{III} = 0,1 \cdot 4,1 \cdot 8,9 \cdot 5,7 = 20,8 \text{ га/зм.}$$

Аналогічно розрахуємо змінну продуктивність ґрунтообробного агрегату на обраних швидкостях роботи після проведення вдосконалень:

$$W_{зм}^{II} = 0,1 \cdot 4,5 \cdot 7,5 \cdot 5,7 = 19,2 \text{ га/зм;}$$

$$W_{зм}^{III} = 0,1 \cdot 4,5 \cdot 8,9 \cdot 5,7 = 22,8 \text{ га/зм.}$$

З метою розрахунку витрат пального на операцію варто використати залежність [20]:

$$Q_{га} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z}{W_{зм}},$$

де Q_p , Q_x , Q_z – витрати пального за годину роботи під час здійснення робочого проходу, при годинній роботі на холостому ході та під час зупинок ґрунтообробного агрегату із двигуном, що працює відповідно, кг/год;

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

T_p, T_x, T_z – відповідно час протягом якого відбувається робочий хід агрегату, холостий хід та стоянки із двигуном, що працює, год;

$$T_x = T_z = \frac{T_{zm} - T_p}{2},$$

$$T_x = T_z = \frac{7 - 5,7}{2} = 0,65 \text{ год.}$$

Підставимо дані у попередні формули та знайдемо витрати пального під час проведення ґрунтообробних операцій до проведення вдосконалення глибокорозпушувача для відповідних робочих передач:

$$Q_{za}^{II} = \frac{27,5 \cdot 7 + 11,7 \cdot 0,65 + 2,5 \cdot 0,55}{9,0} = 22,4 \text{ кг/га};$$

$$Q_{za}^{III} = \frac{27,5 \cdot 7 + 11,7 \cdot 0,65 + 2,5 \cdot 0,65}{10,6} = 19,04 \text{ кг/га.}$$

За цією ж залежністю, розрахуємо витрати пального ґрунтообробним агрегатом на обраних передачах роботи після проведення вдосконалення

$$Q_{za}^{II} = \frac{27,5 \cdot 7 + 11,7 \cdot 0,65 + 2,5 \cdot 0,55}{10,7} = 18,9 \text{ кг/га};$$

$$Q_{za}^{III} = \frac{27,5 \cdot 7 + 11,7 \cdot 0,65 + 2,5 \cdot 0,55}{12,7} = 15,9 \text{ кг/га.}$$

Отже, цілком очевидно, що після проведення вдосконалень глибокорозпушувача, витрати пального стали меншими на кожній із робочих передач.

Підготовка поля до роботи ґрунтообробного агрегату

Важливим етапом підготовки до проведення операцій основного безполицевого обробітку ґрунту є не тільки підготовка самого агрегату, а й підготовка поля, шляхів під'їзду агрегату, за необхідності провести роботи по усуненню перешкод, що можуть ускладнювати роботу МТА в полі чи впливати на швидкісний режим роботи. Якщо робота відбувається без GPS навігації потрібно за давно відомою методикою відмітити вішками лінії руху

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

агрегатів. Варто відмітити, що встановлення вішок має відбуватися таким чином, щоб тракторист із кабіни трактора відразу бачив не менше трьох вішок. Висота паколів, які використовуються для вішок, повинні бути рівними 2,5...3 м, що дозволяє забезпечити не тільки зручне їх використання, а й достатню видимість. Якщо доводиться працювати на полі, на якому немає вільного виїзду для розвороту ґрунтообробного агрегату, то за таких умов, потрібно зробити розмітку і поворотних смуг, для чого теж за традиційною технологією підготовки поля до роботи використовують вішки. За існуючими рекомендаціями [17], проектуючи операційно-технологічну карту слід обрати раціональний напрямок руху, який традиційно, якщо немає ніяких додаткових перешкод чи рельєфних обмежень, обирають вздовж коротшої сторони гону, яка в нашому конкретному випадку дорівнює $L = 1000$ м.

Розрахунок кінематики ґрунтообробного агрегату починають із пошуку кінематичної довжини скомплектованого МТА, яка знаходиться за формулою:

$$L_k = l_{mp} + l_m,$$

де l_{mp} – дійсна кінематична довжина енергетичного засобу, так для трактора

Т-150К [19], кінематична довжина дорівнює $l_{mp} = 2,4$ м;

l_m – кінематична довжина глибокорозпушувача, яка для чизельного плуга-глибокорозпушувача ПЧ-4,5 дорівнює [26] $l_m = 2,8$ м.

$$L_k = 2,4 + 2,8 = 5,2 \text{ м.}$$

З метою розрахунку ширини поворотної смуги ґрунтообробного агрегату за умови того, що МТА працює гоновим способом із петльовими поворотами в кінці гонів потрібно скористатися формулою [18]:

$$E_p = 3 \cdot R_{\min} + e,$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту скомплектованого МТА, м;

e – реальна величина виїзду агрегату у складі глибокорозпушувача ПЧ-4,5 та трактора Т-150К, м.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Цілком логічно, що крім маневрових властивостей енергетичного засобу на мінімальний радіус повороту має прямий вплив ширина захвату глибокорозпушувача

$$R_{\min} = 1,2 \cdot B_p,$$

$$R_{\min} = 1,2 \cdot 4,5 = 5,4 \text{ м.}$$

Виїзд агрегату для здійснення розвороту варто знайти за відомою залежністю [17]:

$$e = (0,50 \dots 0,70) \cdot L_k$$

$$e = 0,5 \cdot 5,2 = 2,6 \text{ м.}$$

Таким чином, розрахуємо ширину поворотної смуги ґрунтообробного агрегату, враховуючи попередні розрахунки

$$E_p = 3 \cdot 5,4 + 2,6 = 18,8 \text{ м.}$$

Дійсне ж значення ширини поворотної смуги обов'язково узгоджується із дійсною шириною захвату агрегату та повинно бути кратною цій величині

$$E = K \cdot B_p,$$

де K – кратність ширини ґрунтообробного агрегату, що має обов'язково округлюватися до найближчого цілого більшого числа.

Отже, з врахуванням наведених залежностей, маємо:

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{18,8}{4,5} = 4,2, \text{ заокруглюємо до найближчого більшого цілого}$$

числа, а отже $K = 5$.

Уточнимо ширину поворотної смуги, враховуючи дійсну кількість проходів ґрунтообробного агрегату під час роботи МТА на цій смугі

$$E = 5 \cdot 4,5 = 22,5 \text{ м.}$$

Знайдемо розрахункове значення ширини загінки, для чого скористаємося формулою:

$$C = \frac{10^4 \cdot (2 \dots 3) \cdot W_{зм}}{L},$$

де $W_{зм}$ – знайдена вище змінна продуктивність МТА що працює в полі, га/зм;

L – реальне значення довжини загінки, що обробляється, $L = 1000$ м.

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 22,8}{1000} = 456 \text{ м.}$$

З метою пошуку кількості загінок, які варто зробити на полі, необхідно використати формулу

$$n_z = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C},$$

де F – дійна площа поля, на якому потрібно провести безполицевий обробіток, га.

$$n_z = \frac{10^4 \cdot 200}{1000 \cdot 456} = 4,38 \text{ шт.}$$

Користуючись проведеними розрахунками, рекомендована кількість загінок – 5, причому необхідно, щоб 4 загінки мали ширину $C = 456$ м, а відповідно п'ята $C = 2000 - (456 \cdot 4) = 176$ м.

Відомо, що вірний підбір способу руху агрегату по полю, в тому числі і агрегату в складі глибокорозпушувача ПЧ-4,5 та трактора Т-150К, дозволить забезпечити високі техніко-економічні показники роботи, навіть на такій енергозатратній операції як основний обробіток. Проводячи вибір способу руху слід перш за все використовувати рекомендації, що розроблялися раніше [18...25], крім того, варто враховувати дійсні розміри поля, його рельєф, ґрунтові і кліматичні умови, кваліфікацію і навички виконавців робіт тощо. Відомо, що для безполицевих способів основного обробітку [18...25], найчастіше рекомендують реалізовувати гоновий (човниковий) спосіб руху (рис. 4). Серед його переваг у порівнянні із іншими способами руху можна виділити: легкість його здійснення в полі; безпроблемне виконання встановлених агротехнічних вимог за умов вірного налаштування МТА; високі техніко-економічні показники виконання всієї операції, що досягається

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

насамперед вірним перерозподілом часу виконання робочого ходу і підготовчо-заклучних операцій.

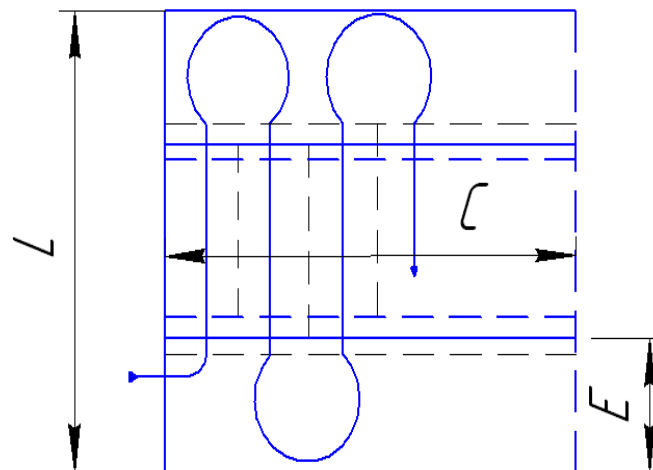


Рис. 4. Схематичне зображення гонового способу руху під час здійснення операцій обробітку ґрунту:

L – загальна довжина поля; C – ширина всього поля; E – дійсна ширина поворотної смуги

Для оцінки якості проведених операцій під час ґрунтообробки в операціо-технологічній карті потрібно навести способи і прилади, що потрібні для контролю за глибиною, її рівномірністю, ступенем кришення ґрунту, гребенистістю поверхні поля, кількістю рослинних залишок і стерні, що залишилася на поверхні поля тощо.

3. Наукова частина

3.1. Опис об'єкту вдосконалення в кваліфікаційній роботі

Для інтенсифікації роботи серійного чизельного глибокорозпушувача ПЧ-4,5 в роботі запропоновані певні зміни до його конструкції. Для початку обґрунтування вдосконалень та розробки рекомендацій щодо практичного використання поліпшеної машини, ознайомимося із конструкцією серійного глибокорозпушувача, окреслимо його переваги і недоліки та розробимо стратегію поліпшення конструкції машини з точки зору поліпшення якості роботи та зниження енерговитрат на процес обробітку ґрунту.

У якості об'єкту досліджень цієї роботи обрано глибокорозпушувач ПЧ-4,5 [26]. Серійна машина (рис. 5) складається з рами, яка зварюється з квадратної труби і до якої, як до основного несучого елементу, закріплюються основні робочі органи – у вигляді розпушувальних лап на прямому стояку, додаткові робочі органи, це переважно зубчастий коток, опорні колеса, механізми навішування на трактора та регулювання глибини обробітку тощо.



Рис. 5. Чизельний глибокорозпушувач ПЧ-4,5

Конструктивним елементом глибокорозпушувача, який сколює необроблений ґрунту розпушує і частково перемішує частки в орному горизонті, підрізає рослинні рештки і руйнує ущільнення є чизельна лапа, що фактично і є основним елементом конструкції, який виконує основну роботу. На серійному глибокорозпушувачі ПЧ-4,5 основний робочий орган конструктивно виконаний у вигляді прямого стояка із долотом, більш пізні варіації серійної машини, наприклад ПЧ-4,5 «SVAROG», передбачають встановлення на прямому стояку додаткових елементів, що у переважній більшості є крилами чи закрилками прямолінійних форм, які під час роботи покращують підрізання коріння бур'янів. Основне навантаження по сколюванню необробленого ґрунту сприймає на себе долото, яке розміщене в

нижній частині робочого органу і кріпиться шплінтом до стояка. У верхній частині стояка на скобах із кронштейнами та болтами, зафіксовані металеві кронштейни, за допомогою яких основний робочий орган фіксується на рамі знаряддя. На аналогічних за конструкцією чизельних плугах-глибокорозпушувачах [10, 16, 25] часто на передній частині прямого стояка закріплюють ножі різних конструкцій, які дозволяють по-перше – продовжити термін експлуатації стояка, а по-друге – дозволяє частково знизити опір знаряддя під час його роботи в необробленому середовищі. У машини ПЧ-4,5, яка була прийнята за прототип до вдосконалення, на лобовій частині стояка закріплено обтікаємий пруток [26], який за версією розробників має виконувати таку ж функцію.

Всі основні та допоміжні робочі органи фіксуються на рамі ґрунтообробного агрегату, яка має зварну просторову конструкцію із великою кількістю перемичок та боковин. За своєю формою розробники глибокорозпушувача прийняли рішення виготовляти раму трикутної форми, що повинно, у поєднанні із раціональним розміщенням на ній розпушувальних лап, забезпечити менше забивання рослинними рештками та ґрунтом робочих органів і конструктивних елементів. Ліворуч і праворуч на рамі розміщуються опорні колеса, що шарнірно закріплені до рами, а зміна їх положення відносно поперечин рами, за рахунок обертання гвинтового механізму забезпечують регулювання глибини обробітку ґрунту чизельними лапами. На етапі регулювання ґрунтообробного агрегату важливо, щоб гвинти регулювання лівого та правого опорного коліс були виставлені ідентично, у іншому випадку під час роботи машини буде спостерігатися перекіс рами у вертикальній площині, а робочі органи за шириною захвату глибокорозпушувача будуть працювати нерівномірно. В передній частині рами зафіксовано механізм навіски, який конструктивно виконано таким чином, щоб глибокорозпушувач просто агрегувався із тракторами типу Т-150 та К-700.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Технологічний процес роботи глибокорозпушувача відбувається наступним чином. Ґрунтообробний агрегат ПЧ-4,5, після його комплектування із трактора та проведення всіх необхідних регулювань переводиться гідросистемою трактора в робоче положення та рухається по полю із обґрунтованими вище кінематичними показниками. В цей час робочі органи, під власною вагою та вагою машини, заглиблюються в ґрунт на глибину, яку обмежують опорні колеса. Працюючи в ґрунті на заданій глибині долото, як основний робочий елемент чизельної лапи, сколює та перемішує необроблений ґрунт, та зміщує сколені елементи до поверхні. Утворення сколів і тріщин у ґрунті під час руху в ньому чизельної лапи, конструктивні параметри долота, крил (у випадку їх встановлення) та стояка і зубів чи обтікачів на ньому в кінцевому варіанті і визначає наскільки якісно будуть подрібнюватися частки ґрунту та які розміри грудок та співвідношення між частками різних розмірів у обробленому горизонті будуть отримуватися після проходження агрегату.

Ретельний аналіз протоколів випробувань машини прототипу ПЧ-4,5 та відгуки господарств, в яких такі машини працюють, дозволяють відмітити, що якісні показники роботи ґрунтообробного агрегату є подібними до інших глибокорозпушувачів, в тому числі і деяких машин закордонних виробників. Проте, існують значні проблеми, коли агрегату доводиться працювати на ґрунтах із потужною ущільненою підорною підшвою, яка розміщена близько до поверхні, на переущільнених, пересушених чи надто перезволожених ґрунтах, на полях із великою кількістю рослинних решток тощо. Тому, на наш погляд, внесення зміни до конструкції чизельного глибокорозпушувача, а саме вдосконалити конструкцію чизельної лапи з метою зниження її тягового опору, покращення кришення та вирівнювання дна борозни, кращої роботи на полях із достатньою кількістю рослинництва є питанням актуальним і доцільним до реалізації.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

З метою зниження загального тягового опору агрегату та інтенсифікації його роботи в складних умовах роботи, прийнято рішення замінити серійні чизельні лапи глибокорозпушувача на лапи вдосконаленої конструкції. Дані лапи розроблені із використанням досліджень, що проведені Вєтохіном В.І. [27], який запропонував для покращення кришення і інтенсифікації розповсюдження деформацій використовувати криволінійні опуклі чи вігнуто-опуклі поверхні. На основі даних рекомендацій прийнято рішення змінити форму звичайного плаского долота на долото криволінійної вігнуто-опуклої форми. Причому, базуючись на дослідженнях, проведених раніше [10] долото повинно бути увігнутим в передній його частині із стрімким набиранням опуклості долота біля стояка лапи. Варто мати на увазі, що така стрімка зміна форми поверхні долота, яка має бути реалізована і в поздовжній площині проекції, дозволяє забезпечити концентрацію стискаючих напружень у передній частині цього елемента (біля його носка) та різкий (майже вибухоподібний) перехід цих стискаючих напружень до напружень розтягу, що виникають на опуклій частині долота на його задній частині. Саме цей процес зміни концентрації напружень в зоні руху долота дозволяє інтенсифікувати утворення тріщин і сколів в необробленому ґрунті, сприяє більш якісному подрібненню оброблюваного горизонту, поліпшує якість роботи навіть в ускладнених умовах. Такий вдосконалений робочий орган із змінними напруженнями розтягу і стиску дозволяють не лише поліпшити якість кришення монолітів, а й сприяють зменшенню витрат енергії на процес розпушування.

Виходячи із наведеної інформації, та базуючись на запропонованих вдосконаленнях, можна сформулювати *мету роботи*, яка полягає в інтенсифікації роботи глибокорозпушувача та зниження енерговитрат на процес шляхом вдосконалення чизельної лапи та обґрунтування технологічних параметрів глибокорозпушувача.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Задачею досліджень є оцінка параметрів і форми долота чизельної лапи глибокорозпушувача та його вплив на ефективність подрібнення часток ґрунту в середовищі, що обробляється.

Об'єкт досліджень – процес взаємодії вдосконаленої чизельної лапи з долотом вігнуто-опуклої форми із ґрунтовим середовищем під час глибокого розпушування на етапі основного обробітку ґрунту.

Предмет досліджень – вплив конструктивно-технологічних параметрів долота вігнуто-опуклої форми та вдосконаленої чизельної лапи на якісні показники роботи знаряддя.

Виконання магістерської роботи відбувалося на кафедрі СГМ ЦНТУ та проводилося у розрізі тематики наукових робіт, що закріплені за вказаною випускаючою кафедрою.

3.2. Теоретичне обґрунтування параметрів вдосконаленого робочого органу

Одним із загальновідомих недоліків чизельних плугів і чизельних глибокорозпушувачів є те, що під час роботи таких машин, дуже складно отримати вирівняне дно борозни, а невірне налаштування чи неправильна розстановка робочих органів призводить до того, що ще й на поверхні поля часто утворюються пропуски обробітку та гребені. За класичною схемою роботи таких знарядь, сколювання і розпушування необробленого ґрунту виконують чизельні лапи, що складається із стояка, до якого закріплюються долота, крила чи закрилки і зуби чи обтікачі (рис. 6).

Ретельний огляд конструкцій та аналіз існуючих схем роботи чизельних лап [10, 16, 25-33] дозволяє виділити деякі основні конструктивні параметри більшості із них, які можна вважати загальноприйнятими і класичними а саме (рис. 6): кут кришення долота – $\beta = 15...45^\circ$; кут нахилу робочої грані стояка до дна борозни $\beta_1 = 15...60^\circ$; нижня частина долота має нахил до дна борозни $\varepsilon = 0...10^\circ$; кут розхилу долота, за умови його роботи в умовах деблокованого різання $2\gamma = 60...150^\circ$; виліт долота відносно стояка

лапи – $l = 0,2 \dots 0,8$ м; робоча ширина долота – $\epsilon = 45 \dots 100$ мм; ширина розширювача долота (за його наявності) в зоні його руху по дну борозни $\epsilon_1 = 100 \dots 350$ мм; висота стояка може бути різною і залежить не лише від глибини обробітку, а й від конструктивних особливостей ґрунтообробного агрегату і може змінюватися в широкому діапазоні значень $H_{cm} = 450 \dots 900$ мм; товщина стояка чизельної лапи вибирається із умови забезпечення міцності цієї несучої конструкції і в середньому становить $\epsilon_2 = 25 \dots 35$ мм.

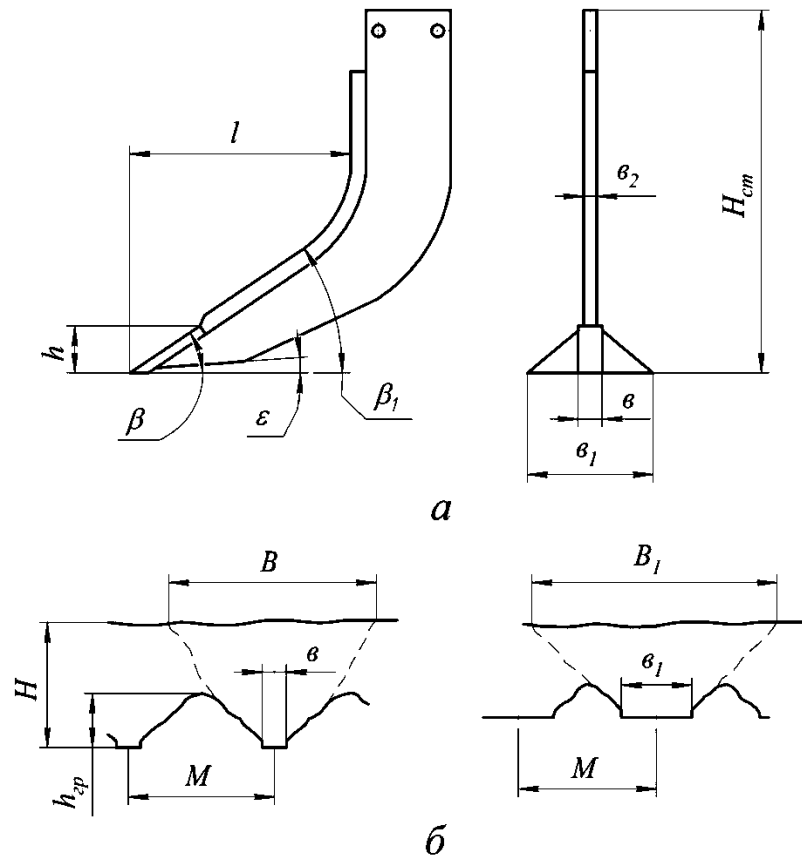


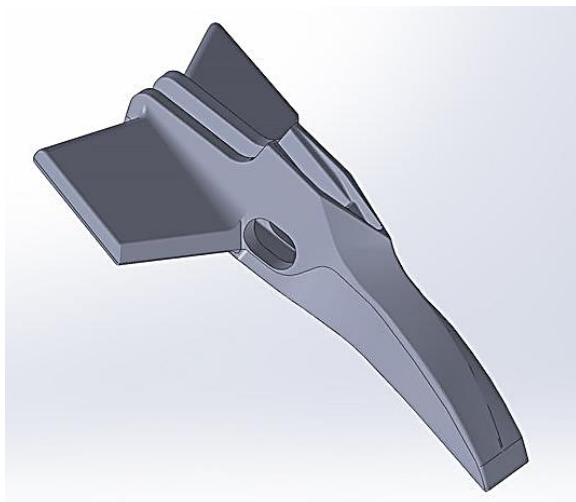
Рис. 6. Розрахункова схема класичних чизельних лап, як основних робочих органів глибокорозпушувачів а) та профілі дна борозни, що утворюються в результаті роботи лап б)

В залежності від конструкцій робочих органів глибокорозпушувачів, всі стояки, як основні несучі елементи бувають прямими, параболічними (типу «Пароплау») та дугоподібними. Якщо не брати до уваги конструктивні особливості стояків, всі вони виконують ідентичну функцію – виконують роль основи, до якої кріпляться долота, лапи чи крила та інші елементи, які

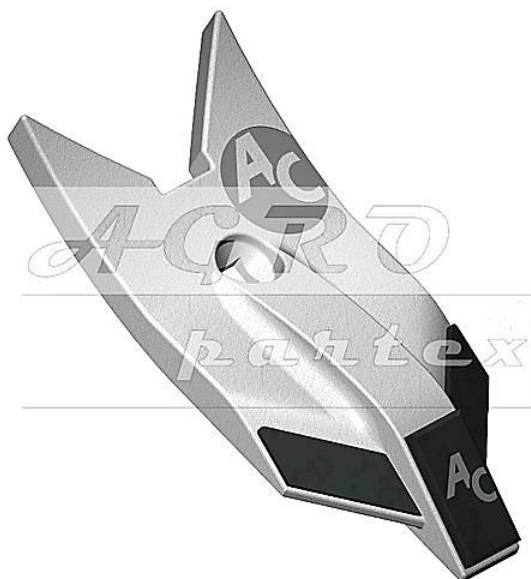
безпосередньо виконують роботу по сколюванню монолітів ґрунту, підрізання коріння рослин, розпушуванню та перемішуванню зрушених часток. Не беручи до уваги функцію несучого елемента, технологічні і конструктивні параметри стояка теж впливають на якість обробітку, оскільки саме стояк докришує ґрунт, зміщує вбік крупні брили і рослинні рештки тощо. В деяких машинах на долотах встановлюються розширювачі зони деформацій ґрунту, що покращує процес подрібнення, проте призводить і до різкого збільшення витрат енергії на весь процес обробітку ґрунту. Якщо глибокорозпушувач, як і більшість машин для таких операцій, реалізує суцільний основний безполицевий обробіток, то робоча ширина долота b і b_1 є суттєво меншою за ширину захвату B , B_1 зони обробітку чизельною лапою (рис. 6) та відстані між сусідніми робочими органами M .

Прямий вплив на енергетику процесу безполицевого обробітку ґрунту чизельною лапою має форма і геометричні параметри долота. Більшість серійних машин, в тому числі і закордонних, через низьку вартість і високу уніфікацію практично використовують долота прямолінійної форми, а для продовження терміну їх роботи, ці долота виготовляються ще й двосторонніми оборотними. Існує ряд робіт і експериментальних підтверджень того, що закріплення на поверхні долота будь-яких накладок, нарізання канавок чи надання опуклості сприяє поліпшенню сколювання необробленого ґрунту [27]. Також, чітко доведено [28...32], що якщо на машині використовуються долота ще більш складних і неправильних форм, це дозволяє не тільки інтенсифікувати процес обробітку, а й позитивно впливає на енергетику процесу. Лідерами серед виробників ґрунтообробної техніки для безполицевого обробітку ґрунту, які у серійних глибокорозпушувачах використовують долота складних форм є провідні виробники JOHN DEERE та LEMKEN (рис. 7), причому принцип функціонування і форми поверхні їх доліт дещо різняться, незважаючи на один підхід до методики створення перевірних напружень у товщі ґрунту.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43



а)



б)

Рис. 7. Долота чизельних глибокорозпушувачів серійних закордонних виробників JOHN DEERE а) та LEMKEN б)

Незважаючи на різноманіття конструктивних виконань чизельних лап, у кожній із них найбільше навантаження сприймають на себе долото і стояк, а тому саме ці елементи конструкцій зазнають найбільш інтенсивного зношування. Для підтримання їх функціонування як долото так і стояк рекомендується виготовляти із матеріалів, що є максимально зносостійкими, а після втрачання можливості виконувати процес різання і розпушування, затуплення і зношення лез і кромek тощо, ці елементи підлягають заміні, що і є підставою для того, щоб їх робити швидкоз'ємними навіть у польових умовах. Частково вирішує питання із подовженням терміну експлуатації стояка встановлення, як зазначалося вище, на лобовому його контурі спеціальних елементів – зубів чи обтічників, які лобові навантаження сприймають на себе і саме вони більш активно стираються і виходять з ладу. При цьому більш дорогий елемент – стояк зберігається цілим і працює після заміни зношених елементів далі.

Існує велика кількість робіт, як теоретичного, так і практичного характеру, що присвячені розробки конструкцій нових глибокорозпушувачів та вдосконалення конструктивних елементів серійних машин. Бауков А.В. [27], в своїх дослідних роботах під час дослідження ґрунтообробних знарядь,

використовуючи реологію тіла Шведова розділяв деформації ґрунту робочими органами в його товщі на дві взаємопов'язані фази. В решті, ці роботи зводилися до вирішення контактної задачі теорії пружності, після чого Бауков А.В. дійшов до висновку, що інтенсифікувати процес сколювання і розпушування можна за умови, коли профіль долота, як основного елементу що сколює необроблений ґрунт, слід виготовляти із поперечним перерізом по дузі кола. Така форма поверхні долота забезпечить створення спеціального напруженого стану у ґрунті, який буде забезпечувати виникнення додаткових силових факторів, що утворюватимуть максимальну кількість зсувів ґрунтових елементів, що в кінцевому варіанті забезпечує поліпшення кришення всього об'єму ґрунтового середовища.

Практично, оброблюючи ґрунт, відбувається його сколювання, причому поверхня сколювання та її межі можуть суттєво різнитися між собою, і, при інших однакових умовах, це визначається лише параметрами елемента конструкції, що цей ґрунт сколює. З наукової точки зору цю гіпотезу підтвердив Л.Ф. Бабицький [27], який на етапі вдосконалення робочої поверхні корпусу плуга обґрунтував, що надання цій поверхні опуклої форми значно покращує загальне кришення ґрунту в зоні руху корпусу з такою поверхнею.

Подібні дослідження із формами поверхонь ґрунтообробних робочих органів проводилися і для культиваторних лап, так В.І Гасилін [27] запропонував застосовувати культиваторні лапи із опуклою подовженою формою поперечного перерізу. На його думку, для досягнення покращеного кришення і подрібнення ґрунту за умов підвищених швидкостей і забезпечення необхідного підймання оброблюваного шару за умов зниження опору переміщення лапи потрібно щоб забезпечувалося зменшення кута кришення β та збільшення кута розхилу стрільчастої лапи 2γ . Отже, і під час використання опуклих поверхонь для ґрунтообробних робочих органів для

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

поверхневого обробітку ґрунту теж спостерігався позитивний ефект, навіть при їх роботі на високих швидкостях.

Таким чином, узагальнюючи наведене вище, стає очевидним, що вдосконалюючи робочі елементи ґрунтообробних машин доцільно використовувати опуклі чи вігнуті поверхні, крім того, на тяговий опір конструктивних елементів основних робочих органів глибокорозпушувачів мають максимальний вплив його кут кришення β та кут розхилу γ долота. Незважаючи на значну кількість робіт і варіантів конструкцій чизельних лап, потрібно зважати, що проведені експериментальні дослідження проводилися за різних ґрунтово-кліматичних умов, а теоретичні дослідження містили велику кількість спрощень і припущень, що сталися під сумнів їх повну відповідність реаліям, все ж вдалося розробити методику оцінки основних параметрів чизельних лап їх на тяговий опір. Так, у основу даної методики запропоновано проведення оцінки відсоткового вираження сили тягового опору в залежності від геометричних параметрів. Наприклад, рекомендовано, що 100% має відповідати кут кришення долота 35° , а тому у прототипі нашої розробки – плуга-глибокорозпушувача ПЧ-4,5 прийнято саме такий кут установки долота відносно денної поверхні поля.

В свою чергу, зменшення кута кришення β сприяє загальному зниженню тягового опору, при цьому загальне зниження цього показника не перевищує 20% від вихідного тягового опору чизельної лапи. Найменше значення тягового опору можливе за умови, що кут кришення долота знаходиться у інтервалі $\beta = 15...25^\circ$, що й представлено на рис. 8.

Вплив на тяговий опір кута розхилу кромки долота $R_x = f(\beta)$ (рис. 9), дозволяє стверджувати, що поступове збільшення цього кута до 180° супроводжується зниженням тягового опору. Але обов'язковою умовою того, що тяговий опір повинен знижуватися є уникнення забивання різальних граней робочого органу рослинними рештками, у іншому випадку рослинні рештки із ґрунтом налипають на робочі поверхні цим самим змінюючи не

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

тільки геометричну форму робочого органу, а й умови його функціонування. Використання глибокорозпушувача ПЧ-4,5 в польових умовах дозволило визначитися з тим, що так як кардинальної зміни геометричних параметрів робочого органу в полі не спостерігається, то і кут розхилу долота чизельної лапи варто збільшити до 180° .

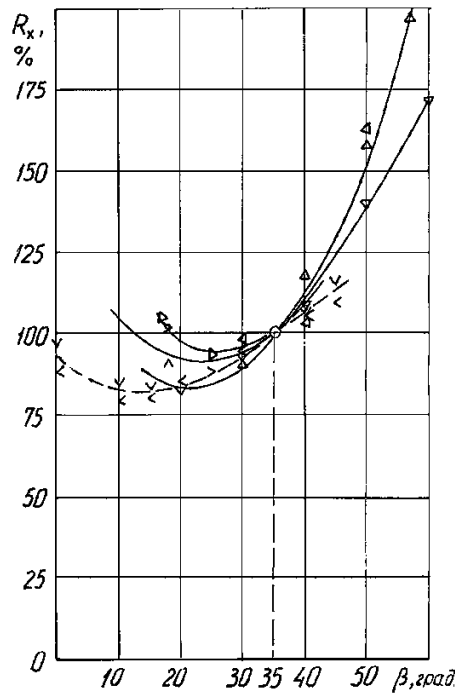


Рис. 8. Вплив кута кришення β долота чизельної лапи на тяговий опір робочого органу:

$\triangleleft$ – за даними Зеленина [27];

$\triangleright$, ∇ , $\triangleleft$, $\triangle$ – за даними Синеокова [27]

Загалом, в деякому приближенні можна припустити, що чизельна лапа в ґрунті виконує процес, аналогічний процесу, що виникає між двома опорами, які перебувають у статиці, а отже за таких умов при відносній стабільності жорсткості кожної із опор, епюра контактного тиску видозмінюється і може бути як параболічною, так і сідловидною (рис. 10). Причому можна зазначити, що у випадку, якщо тиск розподіляється за параболою, то у ґрунті відбувається яскраво виражене утворення рівномірної сітки розтріскувань, що і сприяє утворенню близьких за розміром часток. У випадку ж розповсюдження сідловидних епюр тиску, процес супроводжується зниженням витрат енергії.

Виходячи з цього, в даній роботі пропонуємо поєднати в межах одного долота глибокорозпушувача спочатку вигнуту поверхню – для зниження витрат енергії на процес, а потім опуклу – в задній частині долота – для рівномірного виникнення і розповсюдження тріщин у ґрунті під час його обробітку.

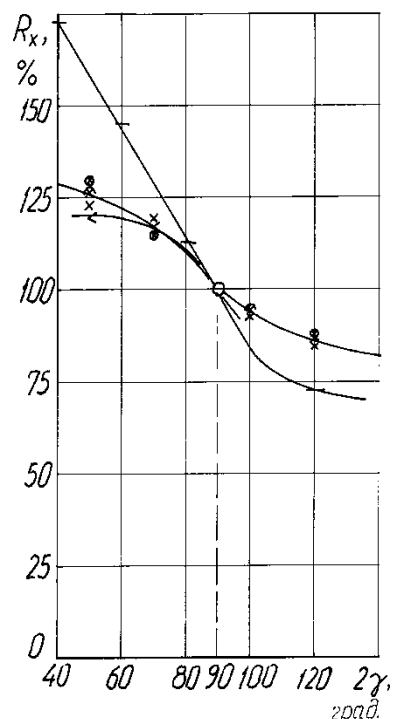


Рис. 9. Вплив кута розхилу долота 2γ на загальний тяговий опір R_x робочого органу:

– – за даними Глейберзона [27]; х – за даними Грачова [27]; о – за даними Зеленіна [27]

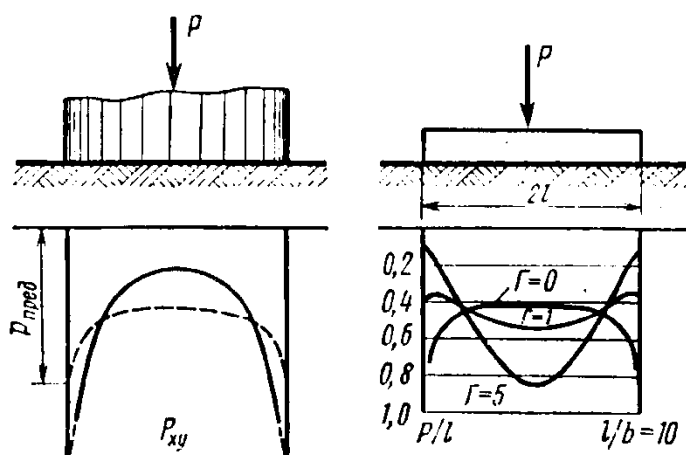


Рис. 10. Епюри контактного тиску, що виникають між двох опор під фундаментом

Отже, проведені дослідження дозволяють відмітити, що найбільш ефективно обробити ґрунт та досягти раціональних значень енергетики процесу можна за умови, коли геометрія робочої поверхні граней долота лапи, як елемента, що сколює необроблений ґрунт, якомога повніше має відповідати формі контакту поверхні ґрунту із робочим органом. Під час руху чизельної лапи в товщі поля, має відбуватися на початковому етапі ущільнення і деформація елементів ґрунту, що повинна описуватися максимально рівномірним розподілом контактного тиску, що найкраще забезпечується розподілом деформацій за параболічним контуром поверхні.

Варто пам'ятати, що працюючи в ґрунті біля кромки долота глибокорозпушувача відбувається ріст деформацій пружності та загального навантаження, що супроводжується виникненням в зоні контакту так званого ядра ущільнення [27]. Саме це ядро суттєво впливає на зони розповсюдження динамічних тріщин і зрештою може стати фактором, що змінює загальну геометрію робочого органу. Ветохін В.І. [27] зазначав, що утворене ядро ущільнення на кромці долота глибокорозпушувача забезпечує при обробці ґрунту разом із лініями ковзання часток вздовж самого долота S-подібні траєкторії руху структурних елементів.

Таким чином, можна стверджувати, що форма поверхні долота глибокорозпушувача, яка задається у вигляді клина, суттєво впливає на якість і енергоємність процесу обробітку, а кут його кришення β та кут розхилу робочої грані долота 2γ у поєднанні із матеріалом виготовлення і рештою конструктивних параметрів долота напряду визначають вид, інтенсивність і рівномірність деформацій, і, як наслідок, утворення тріщин в ґрунті, що обробляється чизельною лапою.

Отже, проведені дослідження на аналітичному рівні дозволяють обґрунтувати, що одним із методів поліпшення інтенсивності та рівномірності сколювання ґрунту під час його обробки глибокорозпушувачем є зміна форми долота із плоскої на криволінійну, причому у передній його частині краще

використати вігнутий профіль, у задній – опуклий. Саме така вігнуто-опукла форма долота, дозволить забезпечити розподіл навантажень та контактного тиску, що забезпечує виникнення рівномірних сколювань, за параболічним контуром поверхні. Виконання долота в лобовій частині із увігнутим профілем забезпечує зниження на початковому етапі різання відсотку деформацій стиснення часток, в той час, як частка деформацій розтягу зростає, що забезпечує скорочення енерговитрат на обробіток ґрунту і засновано на ефекті Баушингера [27]. Тому, з наведених міркувань, на наш погляд долото чизельної лапи із вігнуто-опуклою формою долота буде забезпечувати високу якість розпушування ґрунту із значною рівномірністю утворених структурних елементів за умов скорочення енерговитрат на процес обробітку ґрунту.

3.3. Конструкторські розрахунки глибокорозпушувача

Основним робочим органом глибокорозпушувача є чизельна лапа, яка і виконує основну роботу по кришенню, подрібненню монолітів ґрунту, руйнуванню підорної підшви, підрізання рослин тощо. Цілком логічно, що конструктивні параметри чизельної лапи, її режими роботи будуть напряму впливати на загальну якість процесу обробітку ґрунту. Під час проектування та розрахунку ґрунтообробних машин і знарядь, робочі елементи, в більшості випадків, представляються у вигляді двохгранного клина, який рухається у ґрунті, таким же чином долото чизельної лапи представимо і ми.

На енергетику процесу впливає теж ряд факторів, серед яких, крім конструктивних параметрів робочих органів, можна виділити компоновку робочих органів і елементів в одній машині, кінематичні характеристики агрегату, зовнішні умови роботи, глибина обробітку, наявність і кількість рослинних решток тощо. Так, для зниження витрат енергії потрібно забезпечити щоб глибина обробітку не була більшою за критичну глибину роботи робочого органу H (рис. 11). Якщо ж ця умова не виконується, то має місце різке зростання пластичних деформацій, що неминуче пов'язане із зростанням енерговитрат. Крім того, під час руху долота в товщі ґрунту має

місце ущільнення ґрунту в зоні контакту його із кромкою долота, що супроводжується погіршенням кришення і теж збільшенням витрат енергії.

Під час розрахунку чизельної лапи потрібно враховувати, що розрахунковий кут сколювання ґрунту $\psi_{ск}$ пов'язаний із максимальною (критично) глибиною обробітку ґрунту H (рис. 11). Під час розрахунку теоретичного кута сколювання ґрунту, варто скористатися відомою залежністю [15], яка дозволяє знайти вказаний кут із врахуванням властивостей середовища, яке потрібно обробляти, що в математичному вигляді має вигляд:

$$\psi_{ск} = 90^\circ - (\beta + \gamma),$$

де β – розрахункове значення кута кришення ґрунту, який для дійсних ґрунтово-кліматичних умов господарства становить, $\beta = 25 - 30^\circ$;

γ – теоретичний кут тертя ґрунту по сталевій поверхні чизельного робочого органу, який дорівнює $\gamma = 22^\circ$.

$$\psi_{ск} = 90^\circ - (25 + 22) = 43^\circ.$$

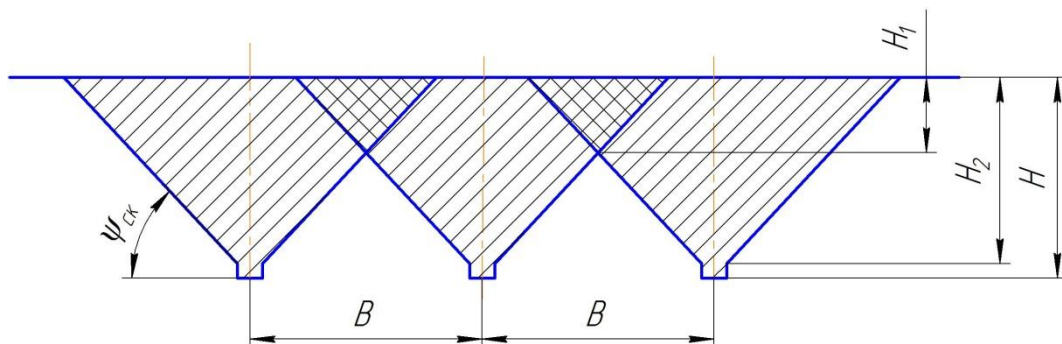


Рис. 11. Вертикальний зріз ґрунту та зони сколювання середовища після обробітку чизельним глибокорозпушувачем

Ще одним якісним параметром безполицевого обробітку ґрунту чизельними знаряддями є дійсна глибина суцільного обробітку H_1 після роботи глибокорозпушувача. Максимальний вплив ця величина має на можливість стійкості проведення наступних операцій, а тому рекомендується, щоб мінімальна глибина суцільного обробітку ґрунту при його глибокому

розпушуванні була на кілька сантиметрів глибшою за глибину майбутнього посіву. Маючи дійсні фізико-механічні властивості ґрунту на полі господарства, що підлягає обробітці, глибина суцільного H_1 має прямопропорційний зв'язок із глибиною обробітки H та дійсній відстані між суміжними чизельними лапами (за їх міжсліддям, а не в одному ряду) B . Враховуючи рекомендації ряду дослідників [25...32], та керуючись тим, що робота глибокорозпушувача проводиться перед культивацією, значення глибини суцільного обробітку потрібно забезпечувати на рівні $H_1 = 12...15$ см.

На основі приведених вище рекомендацій по суцільному обробітку та глибину руху робочих органів в необробленому ґрунті шляхом елементарних перетворень можна знайти розрахункове значення відстані між міжсліддями чизельних лап вдосконаленого глибокорозпушувача:

$$B = 2(H - H_1) \operatorname{ctg} \psi_{ск},$$

$$B = 2(400 - 150) \operatorname{ctg} 45 = 510 \text{ мм.}$$

Поведені вище розрахунки дозволили визначити максимальну відстань між лапами в агрегаті, при цьому розміщуючи лапи на меншій відстані, задана глибина суцільного обробітку буде гарантовано забезпечуватися. Враховуючи необхідність уніфікації конструкції глибокорозпушувачів та керуючись конструктивними міркуваннями, на чизельному глибокорозпушувачі, що рекомендовано до використання, відстань між чизельними лапами приймаємо $B = 500$ мм.

Сколювання ґрунту під впливом ґрунтообробних елементів відбувається подібним чином. Схема виникнення тріщин у суцільному середовищі, яке виникає перед чизельною лапою при її рухові у товщі ґрунту на глибині H наведено на рис. 12. Працюючи у ґрунті на заданій глибині обробітку, чизельна лапа із характерним для неї кутом кришення α сколює необроблені горизонти ґрунту, причому кут сколювання, а отже і кут тріщиноутворення складає τ .

У першому наближенні, при розрахунку чизельної лапи, можна прийняти, що кут кришення α (кут нахилу долота до горизонтальної лінії дна борозни) буде рівним куту тертя ґрунту по долоту. Таке припущення часто вводиться під час розрахунку робочих органів машин і знарядь, що використовуються під час обробітку ґрунту. Тоді формула, яка використовується для розрахунку кута сколювання ґрунту попереду чизельної лапи (рис. 12) має вигляд:

$$\tau = 90^\circ - (\alpha + \varphi + \varphi_1)/2,$$

в іншій інтерпретації, враховуючи рівність кутів α та φ

$$\tau = 90^\circ - \left(\alpha + \frac{\varphi_1}{2} \right),$$

де φ_1 – внутрішній кут тертя часток ґрунту між собою, який дорівнює

$$\varphi_1 = 50^\circ;$$

α – кут кришення долота ґрунтообробного робочого органу, який в конкретному випадку рівний $\alpha = 25^\circ$.

Тоді можемо знайти розрахунковий кут сколювання ґрунту долотом чизельного глибокорозпушувача попереду робочого органу

$$\tau = 90^\circ - \left(25^\circ + \frac{50^\circ}{2} \right) = 40^\circ.$$

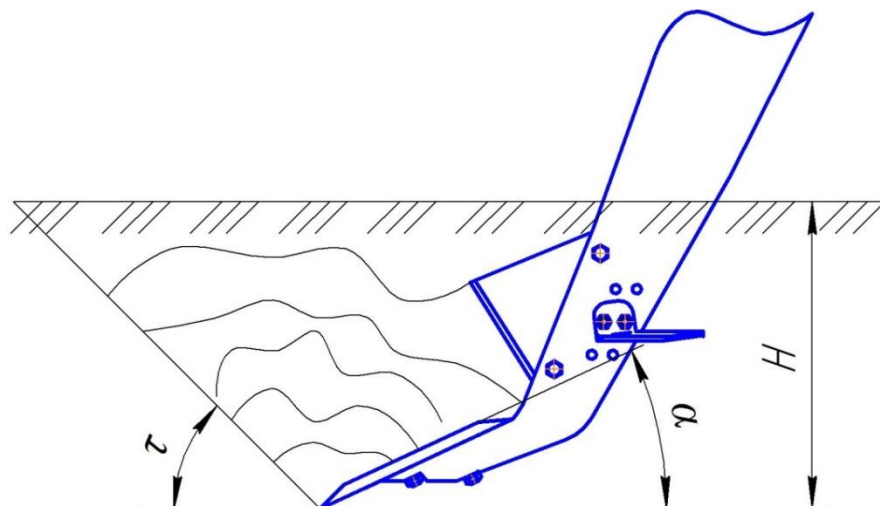


Рис. 12. Схематичне зображення та деякі параметри чизельної лапи під час її роботи у товщі ґрунту на глибині H

Вздовж глибокорозпушувача розповсюджуються поздовжні деформації, і саме вони забезпечують сколювання ґрунту, що відбуваються на відстані C від чизельної лапи. Величину зони сколювання ґрунту у поздовжньому напрямку можна розрахувати за формулою

$$C = H \cdot \operatorname{ctg} \tau \approx H \cdot \operatorname{tg} \left(\alpha + \frac{\varphi_1}{2} \right).$$

Розрахунок цієї формули дозволив отримати значення цього сколювання:

$$C = 400 \cdot \operatorname{tg} \left(25 + \frac{50}{2} \right) = 476 \text{ мм.}$$

На основі тих розрахунків, що виконані вище, та керуючись умовою того, що для унеможливлення забивання між чизельними лапами крупними глинами і рослинними рештками, відстань між рядами встановлення лап глибокорозпушувача L має відповідати такій умові:

$$L > H \cdot \operatorname{tg} (\alpha + \varphi) + C.$$

$$L > 400 \cdot \operatorname{tg} (25 + 25) + 476 = 952 \text{ мм.}$$

Попередня нерівність дозволяє теж отримати мінімальне значення між рядами чизельних лап глибокорозпушувача, а з врахуванням того, що в дійсних умовах роботи на полях може бути надто ущільнений ґрунт, а отже – при обробітку можуть утворюватися крупні брили, може бути велика кількість рослинних залишок, в тому числі і високостебельних, для виключення можливості забивання ґрунту і рослинних решток стояків розпушувача, відстань між рядами лап має збільшуватися. На додачу до цього, робота чизельного глибокорозпушувача має забезпечувати можливість проведення обробітку ґрунту в широкому діапазоні глибин, і часто такі глибини можуть бути достатньо значимими – до 45...50 см, а отже теж є необхідність і для таких екстремальних глибин виключити можливість забивання знаряддя між рядами лап, що теж вимагає збільшення міжрядної відстані. Тоді, на основі даних рекомендацій та з конструктивних міркувань, дійсну міжрядну відстань

глибокорозпушувача ПЧ-4,5 рекомендується забезпечити на рівні $L = 1100$ мм.

Таким чином, проведені розрахунки дозволяють забезпечити працездатність агрегату за умови практичного використання розрахованих параметрів глибокорозпушувача. Цілком очевидно, що вдосконалений чизельний глибокорозпушувач, може забезпечувати задані агротехнічні вимоги, навіть при підвищених глибинах роботи (до 45...50 см).

Перевірка дійсної ширини захвату агрегату із врахуванням стану ґрунту відбувається за співвідношенням:

$$B_q = \eta \cdot P_m / q,$$

де η – коефіцієнт, який показує наскільки повно використовується тягове зусилля енергетичного засобу, з врахуванням [15], ця величина дорівнює $\eta = 0,85$;

P_m – розрахункове значення тягового зусилля енергетичного засобу, на конкретній обраній передачі, із розрахунку, проведеному в технологічній частині, значення цього параметру для трактора Т-150К на III робочій передачі дорівнює $P_m = 26,12$ кН;

q – значення питомого опору ґрунту на метр ширини захвату глибокорозпушувача, значення цього показника залежить від конкретних ґрунтово-кліматичних умов та від набору додаткових робочих органів, які забезпечують працездатність ґрунтообробного агрегату, враховуючи дійсні умови і те, що чизельний глибокорозпушувач ПЧ-4,5 працює із зубчастим котком питомий опір складає $q = 4,85$ кН/м [10, 12, 15].

Отже, маємо
$$B_q = 0,85 \cdot 26,12 / 4,85 = 4,58 \text{ м.}$$

Враховуючи прийняте значення міжсліддя чизельних робочих органів в агрегаті приймаємо його ширину захвату $B_q = 4,5$ м. Вже раніше

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

зазначалося, що для виключення можливості забивання чизельних лап, їх потрібно розміщувати з певною відстанню у два ряди, а з врахуванням того, що є ще й необхідність обробляти сліди опорних коліс, по дві лапи для розпушування їх слідів варто віднести на третій напівряд. Очевидно, що з врахуванням міжсліддя, розрахункова кількість чизельних лап на рамі глибокорозпушувача складає

$$n = \frac{B_q}{B},$$

де B_q – дійсна ширина захвату ґрунтообробного агрегату, мм;

B – прийняте міжсліддя чизельних лап у вертикальній площині (рис. 11), чи фактична ширина захвату лапи глибокорозпушувача, мм.

Підставивши знайдені величини маємо загальну кількість робочих органів на знарядді

$$n = \frac{4500}{500} = 9 \text{ шт.}$$

Отже, проведені конструкторські розрахунки дозволяють констатувати, що чизельний глибокорозпушувач ПЧ-4,5 забезпечує ширину захвату 4,5 м за рахунок роботи дев'ятьма чизельними лапами запропонованої конструкції. Як і для інших глибокорозпушувачів, робота вдосконаленого агрегату із 9-ма лапами, які розміщені в два ряди фактично забезпечує збільшення реальної ширини захвату відносно конструктивної. Варто відмітити, що таке збільшення фактичної ширини захвату є позитивним явищем, оскільки буде відбуватися більш якісне перекриття суміжних проходів.

3.4. Розрахунок на міцність стояка лапи глибокорозпушувача

Для забезпечення необхідної міцності робочих органів, при їх роботі у товщі ґрунту, необхідно забезпечити міцність стояка чизельної лапи, в тому числі і в небезпечному перерізі при дії на стояк максимального згинального моменту [34] рис. 13.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Для проведення відповідних розрахунків потрібно виконати масштабний ескіз чизельної лапи, та шляхом прямих вимірювань отримати недостаючі розрахункові величини, а саме, параметри $H' = 750$ мм і $h = 850$ мм. Максимальний згинальний момент, під час руху чизельної лапи в товщі ґрунту, діятиме в перерізі А-А (рис. 13), а цей момент буде виникати від дії сили R_{xz} :

$$M_a = R_{xz} \cdot h = 3,3 \cdot 0,85 = 2,8 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

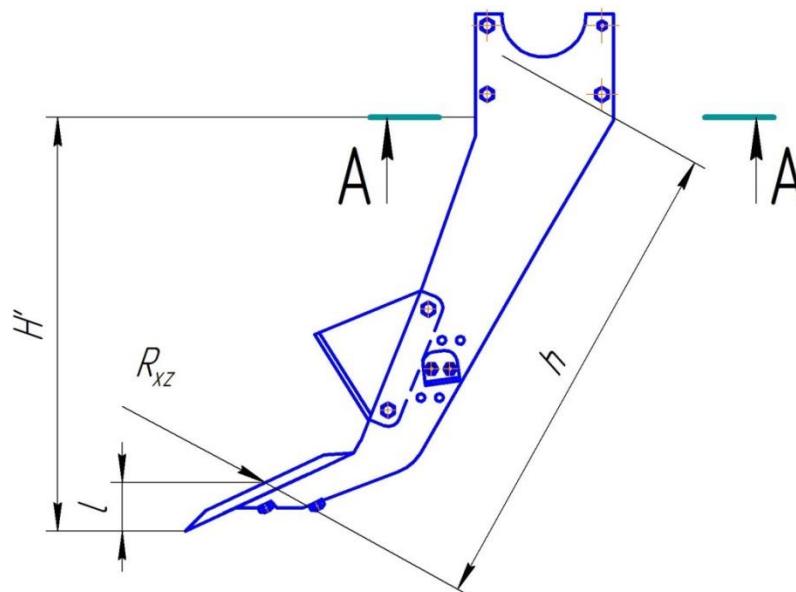


Рис. 13. Схема до розрахунку чизельної лапи на міцність

Побудуємо переріз стояка лапи в небезпечній зоні (рис. 14), який використаємо для подальших розрахунків його моменту опору.

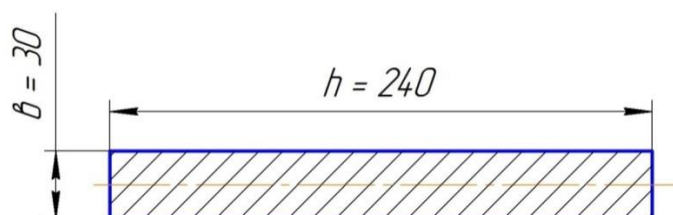


Рис. 14. Розрахункова схема перерізу стояка лапи глибокорозпушувача в небезпечному місці

Для розрахунку моменту інерції стояка у небезпечному прямокутному перерізі, який проходить через центр тяжіння скористаємося залежністю:

$$I_{Z_1} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{3 \cdot 24^3}{12} \approx 3453 \text{ см}^4.$$

Площа поперечного перерізу стояка в зоні дії максимального згинаючого моменту складає

$$F_{np} = b \cdot h = 3 \cdot 24 = 72 \text{ см}^2$$

Розрахуємо і статистичний момент небезпечного перерізу у системі координат XZ_1

$$S_{Z_1} = F_{np} \cdot x_{np} + F_{кр} \cdot x_{кр} = 72 \cdot 0 + 7,1 \cdot (12 + 1,5) = 95,8 \text{ см}^3.$$

Абсциса центру тяжіння небезпечного перерізу знаходиться за формулою:

$$x_c = a_1 = \frac{S_z}{F} = \frac{S_t}{F_{np} + F_{кр}} = \frac{95,8}{72 + 7,1} = 1,21 \text{ см.}$$

Оскільки через центр тяжіння стояка чизельної лапи проходить нейтральна вісь стояка Z ми можемо знайти головний момент інерції відносно нейтральної осі, який дорівнює

$$I_Z = I_{Z_1} + a_1^2 \cdot F_{np} + I_{Z_2} + a_2^2 \cdot F_{кр} = 3453 + 1,21^2 \cdot 72 + 4 + (12 + 1,5 - 1,21)^2 \cdot 7,1 = 4630 \text{ см}^4$$

Для знаходження конкретного місця знаходження абсцис крайніх точок небезпечного перерізу варто використати залежності:

$$x_A = \frac{h}{2} + a_1 = 12 + 1,21 = 13,21 \text{ см.}$$

$$x_B = \frac{h}{2} + d - a_1 = 12 + 3 - 1,21 = 13,79 \text{ см.}$$

Проведені розрахунки доводять, що має місце наступна залежність $x_B > x_A$. З врахуванням останньої нерівності, щоб знайти осьовий момент опору по перерізу варто прийняти, що $x_{\max} = x_B = 13,79 \text{ см.}$

Тоді маємо

$$W_{Z \min} = \frac{I_Z}{x_B} = \frac{4630}{13,79} = 335,7 \text{ см}^3.$$

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Після цього можемо провести розрахунок нормального напруження в крайній точці небезпечного перерізу

$$\sigma_{\max} = \frac{M_a}{W_{Z \min}} = \frac{2800}{335,7 \cdot 10^{-6}} \approx 83,4 \cdot 10^6 \text{ Па} = 83,4 \text{ МПа.}$$

Матеріалом виготовлення стояка глибокорозпушувача є Сталь 45, оскільки цей матеріал володіє достатньою для таких деталей міцністю і зносостійкістю, за довідниковими даними [29], для даного матеріалу під час його роботи на циклічних динамічних знакозмінних навантаженнях допустиме максимальне напруження дорівнює $[\sigma] = 125 \text{ МПа}$.

Тепер можемо порівняти нормативне значення максимального напруження стояка лапи із розрахунковим його значенням $\sigma_{\max} < [\sigma]$. Оскільки дана нерівність виконується, то можна стверджувати, що стояк чизельної лапи із наступними параметрами $b = 30 \text{ мм}$; $h = 240 \text{ мм}$, який виготовляється із Сталі 45 є працездатним і може нормально працювати на будь-яких ґрунтах.

4. Охорона праці

Глибокорозпушувач, вдосконалення якого проводилося в даній кваліфікаційній роботі повинен комплексно забезпечувати вимоги, що викладені в ДСТУ 2189-93. Робота на скомплектованому ґрунтообробному агрегаті має бути повністю безпечною і комфортною, а умови його виготовлення, комплектування, налаштування і використання мають повністю забезпечувати всі встановлені вимоги з охорони праці і техніки безпеки до подібних робіт [35, 36].

Комплектуючи ґрунтообробний агрегат, проводячи його налаштування і виконуючи операції обробітку ґрунту в полі, на працівників можуть діяти цілий ряд шкідливих та небезпечних виробничих чинників фізичного походження. Серед цих чинників варто виділити ті, що є найбільш поширеними під час операцій обробітку ґрунту чизельними

глибокорозпушувачами, а це – елементи конструкцій глибокорозпушувачів, що рухаються і обертаються, високий чи підвищений шум, вібрація на робочому місці механізатора під час виконання робіт чи під час обслуговування агрегату, підвищений рівень запилення робочої зони, висока загазованість чи задимленість повітря, відхилення від допустимої температури повітря в робочій зоні, підвищена чи знижена вологість повітря, надто швидкий рух повітряних мас в робочій зоні, гострі краї конструкцій, що можуть завдати пошкодження організму працюючого та ряд інших факторів.

З метою зниження впливу цих та інших шкідливих чи небезпечних виробничих факторів слід розробити спеціальні заходи, які варто реалізовувати для безпечної роботи з агрегатом за будь-яких умов.

Для ефективного і безпечного проведення налаштувань скомплектованого ґрунтообробного агрегату він має бути додатково обладнаний тим інструментом, зокрема спеціальним, якого немає в стандартному інструменті в тракторі. З метою проведення ручного очищення робочих органів від налипшого ґрунту, намотаних і забитих рослинних решток тощо, глибокорозпушувач повинен комплектуватися спеціальним чистиком, робота яким дозволить проводити безпечне очищення робочих органів і інших елементів машини.

На етапі розробки агрегату, забезпечується розстановка основних робочих органів таким чином, щоб під час їх обслуговування, налаштування, очищення до кожного із них був максимально безпечний і зручний доступ.

Важливе значення, з точки зору безпеки проведення робіт, відіграє і фарбування глибокорозпушувача, оскільки його фарбування в контрастний колір до середовища, на якому планується використання машини, що дозволяє постійно бачити машину під час роботи і оцінювати рівень загроз, яку ця машина може нести. Ті елементи конструкції машини, які під час роботи мають контролюватися візуально, і на певному етапі часу можуть засліплювати механізатора, мають покриватися матовою фарбою чи

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

відповідними наліпками, які захищають від відбиваючого сонячного проміння. На рамі машини, її конструктивних елементах варто розмістити інформаційні таблички, знаки і написи, які інформують робітників про аварійні ситуації, що виникають чт можуть виникати експлуатуючи ґрунтообробний агрегат.

Висуваються і певні вимоги до стійкості чизельного глибокорозпушувача у його відчепленому від трактора стані, а саме стійкість машини має бути забезпечена при зусиллі на цю машину на рівні до 200 Н. При транспортуванні чизельного глибокорозпушувача мають виконуватися правила дорожнього руху і забезпечуватися вимоги до сільськогосподарських машин відносно встановлення світловідбивачів, дозволеної ширини захвату, позаду з лівої сторони наноситься знак обмеження максимальної швидкості руху тощо. Конструкція глибокорозпушувача має бути адаптованою до того, щоб навішування агрегату на трактор міг проводити один механізатор. Регулюючи механізми і елементи конструкцій, максимальне зусилля на переміщення механізмів регулювання не повинно перевищувати 200 Н.

З точки зору пожежної безпеки, чизельний ґрунтообробний агрегат повинен повністю відповідати ДСТУ ISO 6309:2007, ДСТУ ІЕС 80416-1:2005, ДСТУ ISO 3864-1:2005 [36].

5. Економічна частина

Одним із дієвих важелів, що дозволяє скоротити собівартість вирощування продукції рослинництва взагалі, і соняшнику зокрема – це використання технологій безполицевого глибокого обробітку ґрунту, яка і реалізується в базовому господарстві. Реалізація таких операцій в технології вирощування соняшнику, крім скорочення енерговитрат на процес обробітку ґрунту, дозволяє започаткувати системи ґрунтозахисного землеробства, поліпшити водно-повітряний режим ґрунту, скоротити прояви усіх видів ерозій тощо.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

В процесі виконання вдосконалень був розроблений глибокорозпушувач, який здатен виконувати обробіток ґрунту в ускладнених умовах роботи, при цьому за рахунок застосування вігнуто-опуклої форми долота досягається високі показники якості кришення необроблених монолітів ґрунту зі зменшеними енерговитратами на процес.

Для оцінки економічної ефективності розробок в кваліфікаційній роботі проведено розрахунок економічної ефективності вдосконалень. Розрахунок проводився за стандартною методикою (Додаток А), результати цих розрахунків наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Техніко-економічні показники економічної ефективності вдосконалень

Показник	Од. вим.	Технології		Відхилення	
		Базова	Удосконалена	+, -	%
1	2	3	4	5	6
Площа	га	200	200	-	-
Капітальні вкладення	грн./га	1325,0	4258,0	+2933	2,2 рази
Продуктивність праці	га/зм.	9,8	13,86	+4,06	+41,4
Собівартість операції оранка/чизелювання	грн.	192553,48	151323,27	-41230,21	-21,4
Питома собівартість обробітку	грн./га	962,77	756,62	-206,15	-21,4
Річна економія витрат	грн.	-	41230,21	-	-

Оцінка економічної ефективності розробок в кваліфікаційній роботі дозволяє підтвердити, що запропоновані зміни є ефективними, їх впровадження у виробництво дозволить отримати річну економію на рівні 41230,21 грн., крім того забезпечилося і зростання продуктивності праці до

4,06 га за зміну. Досягнуті гарні показники і по економії дизельного пального до 6 кг/га.

6. Висновок

Виконуючи кваліфікаційну роботу, розраховано і вдосконалено технологію вирощування соняшнику, наведено характеристику цієї культури та сфери її використання, обґрунтовані технологічні режими та кінематичні характеристики агрегату у складі трактора Т-150К і глибокорозпушувача ПЧ-4,5. Отримані результати доводять, що використання безполицевого обробітку ґрунту на рекомендованих режимах роботи і конструктивного виконання машини дасть змогу започаткувати систему ґрунтозбереження за умови знижених енерговитрат на процес основного обробітку ґрунту.

В науковій частині роботи проаналізовано існуючі дослідження в напрямку вдосконалення робочих органів глибокорозпушувачів. Встановлено, що один із напрямків інтенсифікації процесу, що дозволить покращити сколювання необроблених монолітів ґрунту із зниженими енерговитратами є використання долота, як основного елемента, що подрібнює і сколює необроблений ґрунт, вдосконаленої форми. Запропоновано використовувати вігнуто-опуклу форму долота, яка дозволить забезпечити стрімкий перехід від концентрації стискаючих напружень у передній частині долота до розтягуючих напружень на опуклій поверхні його задньої частини. Проведені всі необхідні конструкторські розрахунки, що доводять працездатність розробленої конструкції, за умов підвищення як якості робіт так і загальної продуктивності вдосконаленого ґрунтообробного агрегату.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Список використаної літератури

1. Статистичний збірник «Рослинництво України за 2020 рік» – К.: Державний комітет статистики України, 2020. – 196 с.
2. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / За ред. М.В. Зубця. – К.: Аграрна наука, 2010. – 986 с.
3. Інноваційні ресурсозберігаючі технології: ефективність в умовах різного фінансового стану агроформувань: [монографія] / За ред. Професора Г.Є. Мазнева. – Харків: Вид-во «Майдан», 2015. – 592 с.
4. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України / За ред. П.Т. Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. – [2-е вид., доп.]. – К.: ННЦ ІАЕ, 2008. – 720 с.
5. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
6. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук та ін.. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с.
7. Гаврилюк М.М. Олійні культури в Україні: Навчальний посібник / М.М. Гаврилюк, В.Н. Салатенко, А.В. Чехов, М.І. Федорчук / за редакцією В.Н. Салатенко. – 2-ге видання перероблене і доповнене. – К.: Основа, 2008. – 420 с.
8. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника): монография /И.Д. Ткалич, Ю.И. Ткалич, С.Г. Рычик // под ред. док-ра с.-х. наук, проф. И.Д. Ткалича. – Днепропетровск, 2011.– 172 с.
9. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
10. Машины для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

11. Практикум із землеробства: Навчальний посібник / М.С. Кравченко, О.М. Царенко, Ю.Г. Міщенко та ін.: За ред. М.С. Кравченка і З.М. Томашівського. – К.: Мета, 2003. – 320 с.
12. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
13. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
14. Кравчук В.І., Мельник Ю.Ф. Машини для обробітку ґрунту та сівби/ МІНАПК України, Дослідницьке, – 2009. – 288 с.
15. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.
16. Механізація технологічних процесів в землеробстві: Навчально-методичний комплекс: навч. посіб. / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, Т.Д. Іщенко та ін.. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 352 с.
17. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.
18. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник - К.: Вища освіта, 2013. – 535 с.
19. Эксплуатация сельскохозяйственной техники: Учебник для учащихся специальности «Техническое обеспечение процессов

					ВТВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

сельскохозяйственного производства» / Ю.В. Будько [и др.]; под ред. Ю.В. Будько. – Минск: Беларусь, 2006. – 510 с.

20. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
21. Машиновикористання у рослинництві. Технологічний регламент використання машин у рослинництві: Навчальний посібник. / Гарькавий А.Д., Калетнік Г.М., Мельник І.І. та ін. – ВДАУ, НУБП, ЛДАУ, 2009. – 160 с.
22. Фортунa В.Й., Миронюк С.К. Технологія механізованих сільськогосподарських робіт. – К.: Вища школа, 1991. – 316 с.
23. Лімонт А.С., Мельник І.І., Малиновський А.С. і ін. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навчальний посібник /. За ред. І.І. Мельника. – Київ: Кондор. – 2004. – 284 с.
24. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – Київ: «Кондор», 2007. – 332 с.
25. Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін. Довідник сільського інженера / За ред. В.Д. Гречкосія. – 2-е вид., перероб. і доповнене. – К.: Урожай, 1991. – 400 с.
26. Инструкция по эксплуатации чизельного плуга ПЧ-4,5. Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/60241035-Plug-chizelnyy-rsch-4-5.html> (Дата звернення 03.11.2021). – Назва з екрана.
27. Ветохин В.И. Системные и физико-механические основы проектирования рыхлителей почвы: Дис. ... д-ра техн. наук: / В.И. Ветохин // НТУУ «Киевский политехнический институт», ОАО «ВИСХОМ». – К. - М.: КПИ – ВИСХОМ, 2010. – 284 с.
28. Нунгезер В.В., Лачуга Ю.Ф., Федоренко В.Ф. и др. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства. Часть I. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 372 с.

29. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
30. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку/ За ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – 480 с.
31. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (частина1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 444 с.
32. Руденко Н. Е. Механизация обработки почвы: учебное пособие. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – 112 с.
33. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / В.М. Баутин, В.Е. Бердышев, Д.С. Буклагин и др. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
34. Скойбеда А.Т. и др. Детали машин. Теория и расчет: Учебно-методическое пособие / А.Т. Скойбеда, В.А. Агейчик, И.Н. Кононович. – Минск: БГАТУ, 2014. – 372 с.
35. Пістун І.П., Хом'як Й.В., Хом'як В.В. Охорона праці в галузі сільського господарства: Навчальний посібник. – Суми: Університетська книга, 2009. – 365 с.
36. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.

Додатки

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини магістерської
кваліфікаційної роботи на тему:

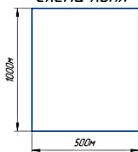
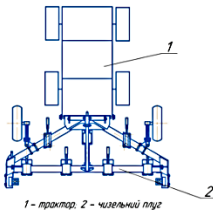
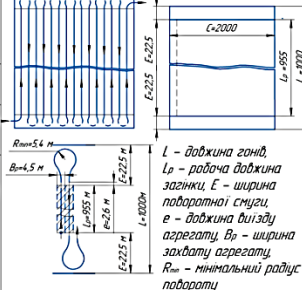
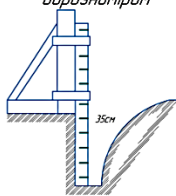
Вдосконалення технології вирощування соняшнику з дослідженням та вдосконаленням глибокорозпушувача

Виконав: ст.гр. АІ-20М(1,4)-1 Бойко Володимир Олександрович
Керівник роботи: доц. Лещенко С.М.

Кропивницький, 2021 р.

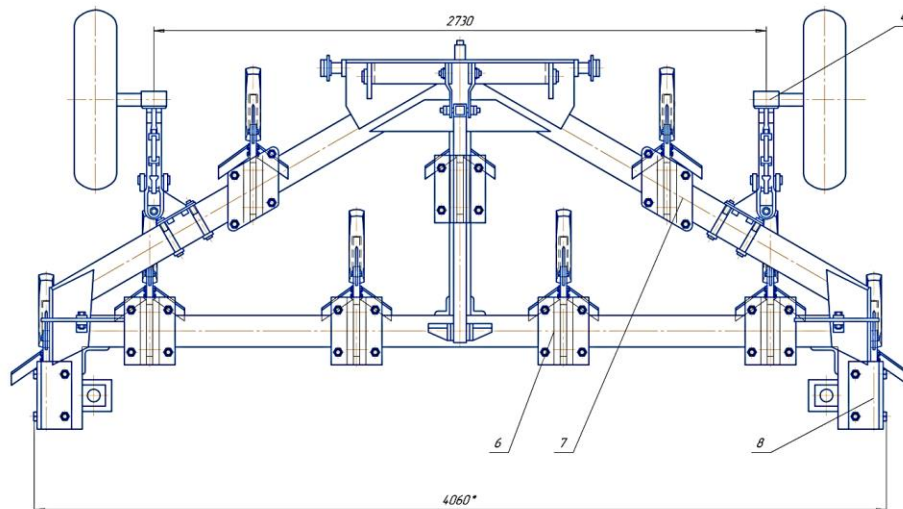
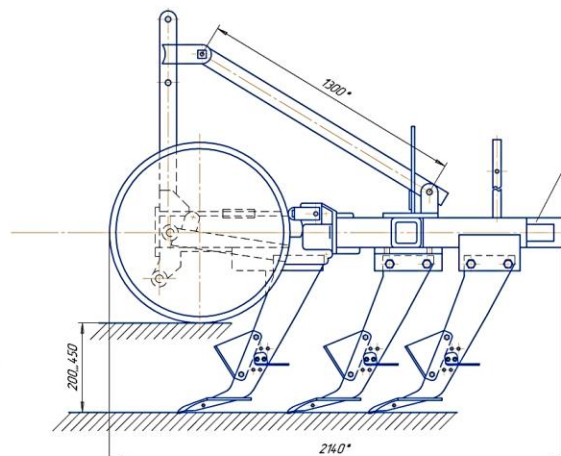
Операційно-технологічна карта на чизельний обробіток

ВТБС 00.001 ТЧ

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми																
Умови роботи	Площа – 200 га; довжина гонів – 1000 м; величина підйому – 3%; питомий опір – 8,0 кН/м.	Схема поля 																
Агротехнічні вимоги	Допустимі відхилення фактичної глибини обробки від заданої не більше 10% або ±2 см; Збереження стерні на ділянці залежить від вимог, може бути до 85%; Прямолінійність проходу агрегату не більше ±20 см; Ширина стикових міжрядь не менше 10 см.																	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор Т-150К+чизельний плуг ПЧ-4,5. Робоча ширина захвату – 4,5м; Мінімальний радіус повороту – 5,4 м. Підготовка агрегату: 1. Провести технічний огляд агрегату 2. Перевіряють робочі поверхні чизельного плуга 3. Перевіряють правильність встановлення глибини обробки 4. При необхідності провести відповідні регулювання	Склад агрегату 																
Підготовка поля	Перед початком обробки оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 22,5 м;	Схема руху одного циклу 																
Спосіб руху	Спосіб руху – човниковий.																	
Швидкість руху	Робоча передача – III (третя) робоча швидкість – $V_p=8,9$ км/год.																	
Показники організації процесу	1. Продуктивність агрегату – 3,28 га/год. 2. Технічна продуктивність за цикл – 0,85 га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 22,8 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 26,8 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 16,4 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 373,9 кг/зм.																	
Контроль за якістю	<table><tr><th>Показники</th><th>Методи визначення</th><th>Граничні нормативи</th><th>Бали</th></tr><tr><td>Відхилення від заданої глибини обробки, см</td><td>Загр глибини здійснюється в 10 місцях по довжині плуга обробленої ділянки</td><td>±10 До ±2 Більше ±2</td><td>3 2 1</td></tr><tr><td>Вирівненість, см</td><td>Заграти довжину профілю впоперек напрямку обробки 10-метровим шнуром, зіставити з двохстороннім стрижнем</td><td>не більше 5 не більше 7 більше 7</td><td>3 2 1</td></tr><tr><td>Кришення ґрунту, %</td><td>Відібрати по відношенню маси фракцій зразки розміром менше 5 см до загальної маси ґрунтового проб</td><td>До 0,5% До 0,1% Більше 0,1%</td><td>2 1 0</td></tr></table>	Показники	Методи визначення	Граничні нормативи	Бали	Відхилення від заданої глибини обробки, см	Загр глибини здійснюється в 10 місцях по довжині плуга обробленої ділянки	±10 До ±2 Більше ±2	3 2 1	Вирівненість, см	Заграти довжину профілю впоперек напрямку обробки 10-метровим шнуром, зіставити з двохстороннім стрижнем	не більше 5 не більше 7 більше 7	3 2 1	Кришення ґрунту, %	Відібрати по відношенню маси фракцій зразки розміром менше 5 см до загальної маси ґрунтового проб	До 0,5% До 0,1% Більше 0,1%	2 1 0	Перевірка глибини обробки бараноміром 
Показники	Методи визначення	Граничні нормативи	Бали															
Відхилення від заданої глибини обробки, см	Загр глибини здійснюється в 10 місцях по довжині плуга обробленої ділянки	±10 До ±2 Більше ±2	3 2 1															
Вирівненість, см	Заграти довжину профілю впоперек напрямку обробки 10-метровим шнуром, зіставити з двохстороннім стрижнем	не більше 5 не більше 7 більше 7	3 2 1															
Кришення ґрунту, %	Відібрати по відношенню маси фракцій зразки розміром менше 5 см до загальної маси ґрунтового проб	До 0,5% До 0,1% Більше 0,1%	2 1 0															

Операційно-технологічна карта на чизельний обробіток

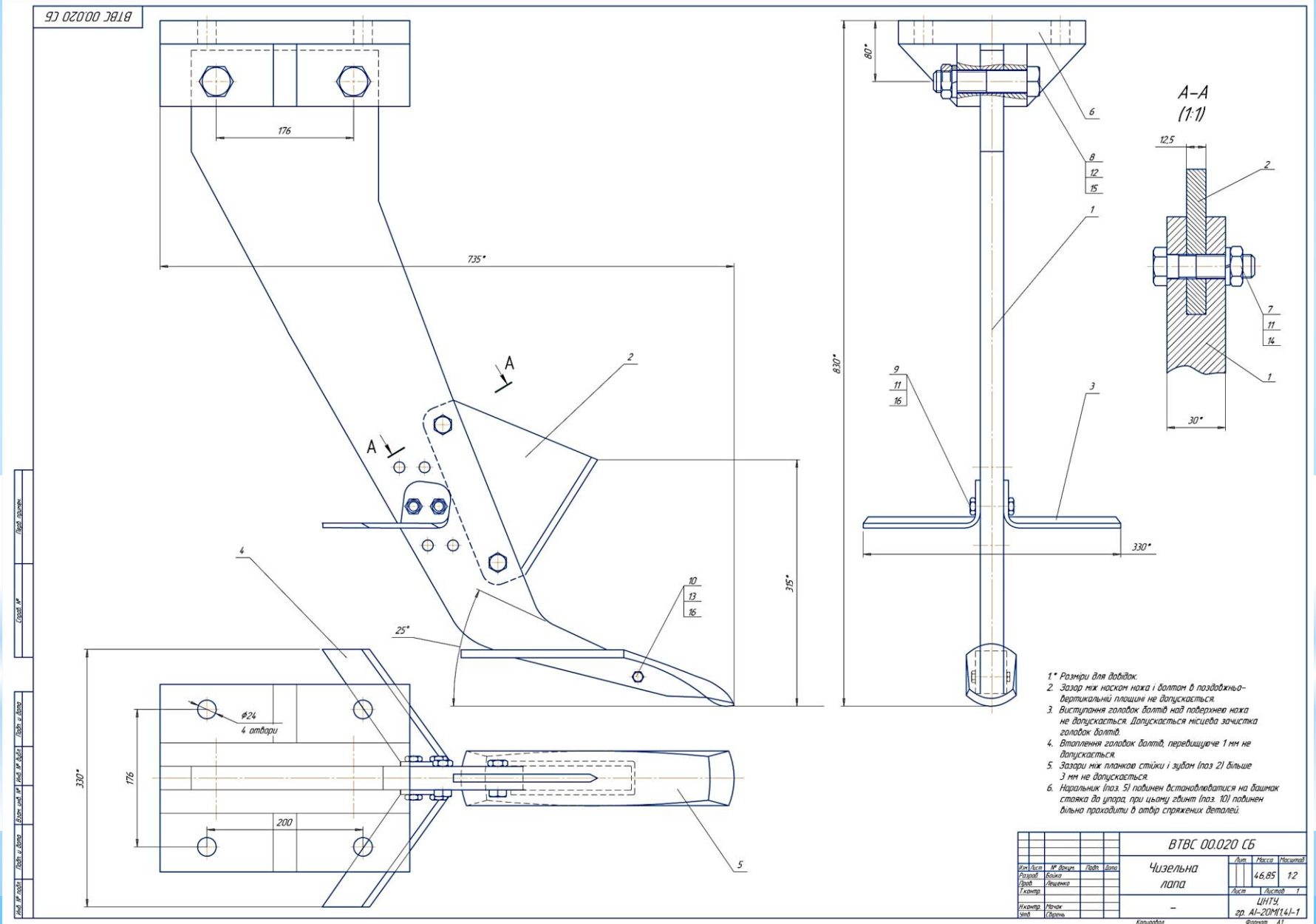
Hand № rechts	Rechts u. links	Rechts und №	Hand № links	Rechts u. links	Größe №	Rechts u. links



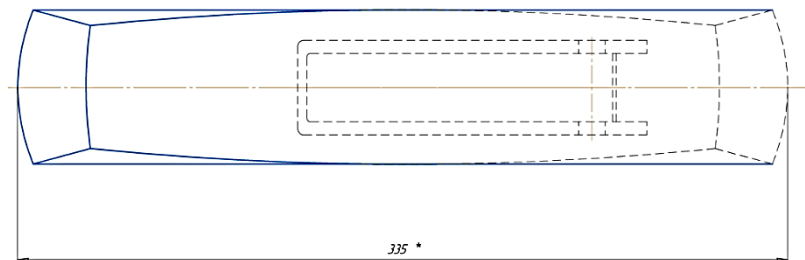
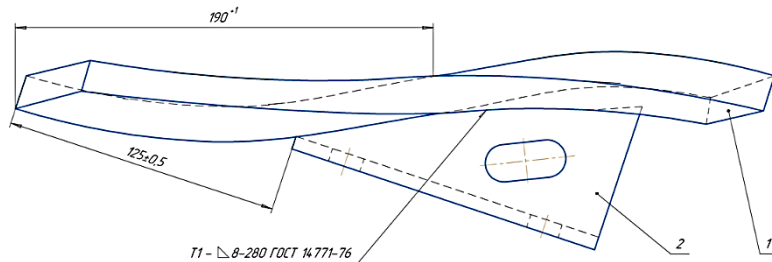
1. Фордувати "Місце стропадок" трактором Т-4 ГОСТ14763-73.
2. Якості злогобного зібраного члнзлого плуга повинна відповісти технічним умовам на плуге ПЛ4-4.5.
3. Після зібрання члнзельні плуг повинен пройти обкатку.
4. Машина поставляється у максимально зпритому стані.
5. Зусилля затягування долотів з'єднаний на надвісному пристрої
 $P = 24 \text{ Н/м}$, робочих органів – 16 Н/м .
6. Відхилення стовбів члнзельних лоп у вертикальній площині до 3-х мм.
- 7* Розміри для довідок.

						BTCB 00.000 C6			
						Числительный гидроаэростатический ПН-4С	Авт.	Масса	Максимум
								1795	110
							Вмест.	Вместов	Т
						-		УИТУ зр. АІ-20M(14)-I	
						Корпусная		Эксплуат.	Літ

Складальне креслення чизельної лапи

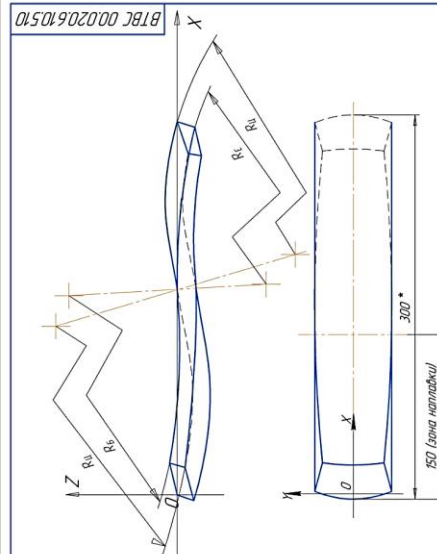


Креслення вдосконаленого долота



1. Термодобробка до твердості деталі поз. 1 38...45 HRC.
2. Зварна конструкція і кл. за ОСТ 23.4.209-80. Зварювальний дріт Св-08Г2С за ГОСТ 2245-70. Метод контролю якості зварних швів за ГОСТ 3242-79 - "Зовнішній огляд і вимірювання".
3. * Розміри для довідок.
4. Невказані граничні відхилення розмірів по ОСТ 23.4.209-82.

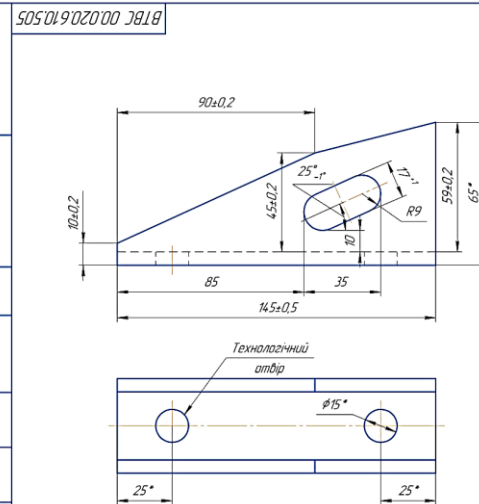
ВТВС 00.020.610 СБ					
Лист	№ докум.	Підп.	Лист	Дато	
Розроб.	Болото	Листов	11		
Проф.	Листов	1			
Начальн.	Менедж.				
Інж.	Інженер				
Долото				Маса	358
-				ЦІНТУ	1
Катодовий				Формат	А2
Зр. АІ-20М(14)-1					



Розміри для довідок		Радіуси
Профіль	Кординати	кит.
X	X	R
Боводий	14.07	6.35.46
Централь-	277.49	-46.145
ний	93.51	370.36
	26.53	-253.93
		265.21

1. Розмір зр - R - високоті пластичної деформації матеріалу.
 2. Невказані граничні відхилення розмірів по ОСТ 23.4.209-82.
 3. * Розміри для довідок.
 4. Нормативні профілі вентрилізм типу 3-320х2002 зр марки Т-580 по ГОСТ 10051-75.
- Твердість напівдисків шару не менше 47HRC (444HВ)
Товщина напівдисків шару 2...3мм

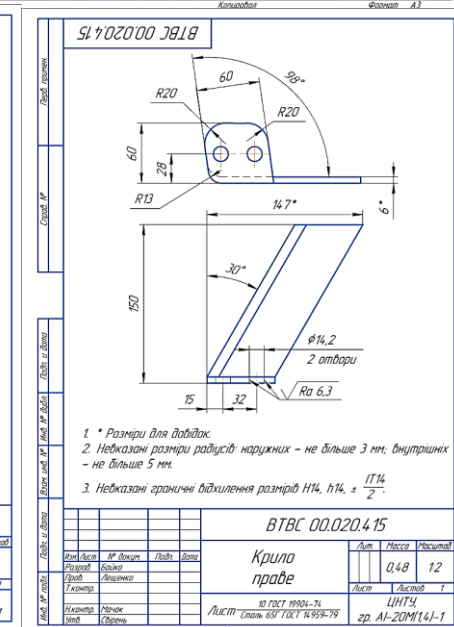
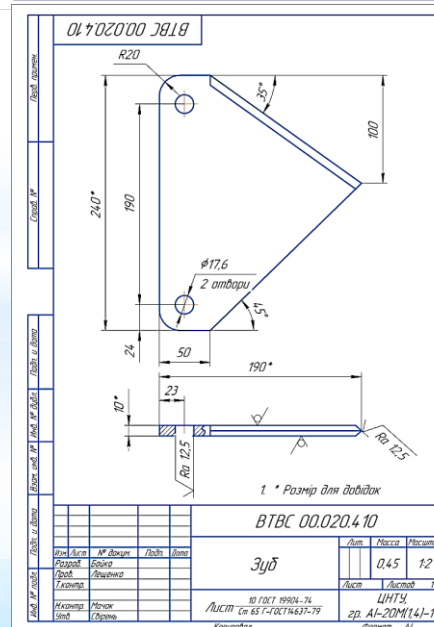
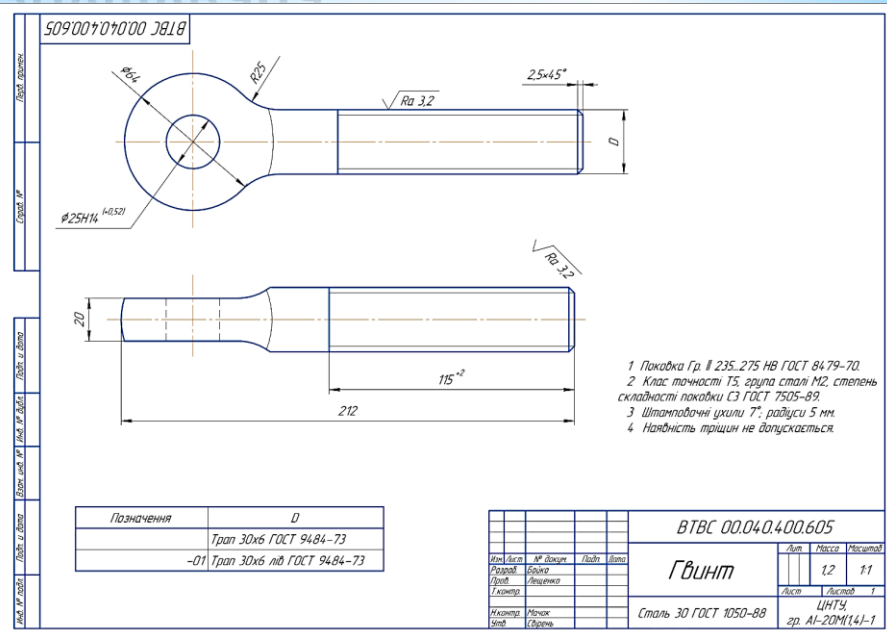
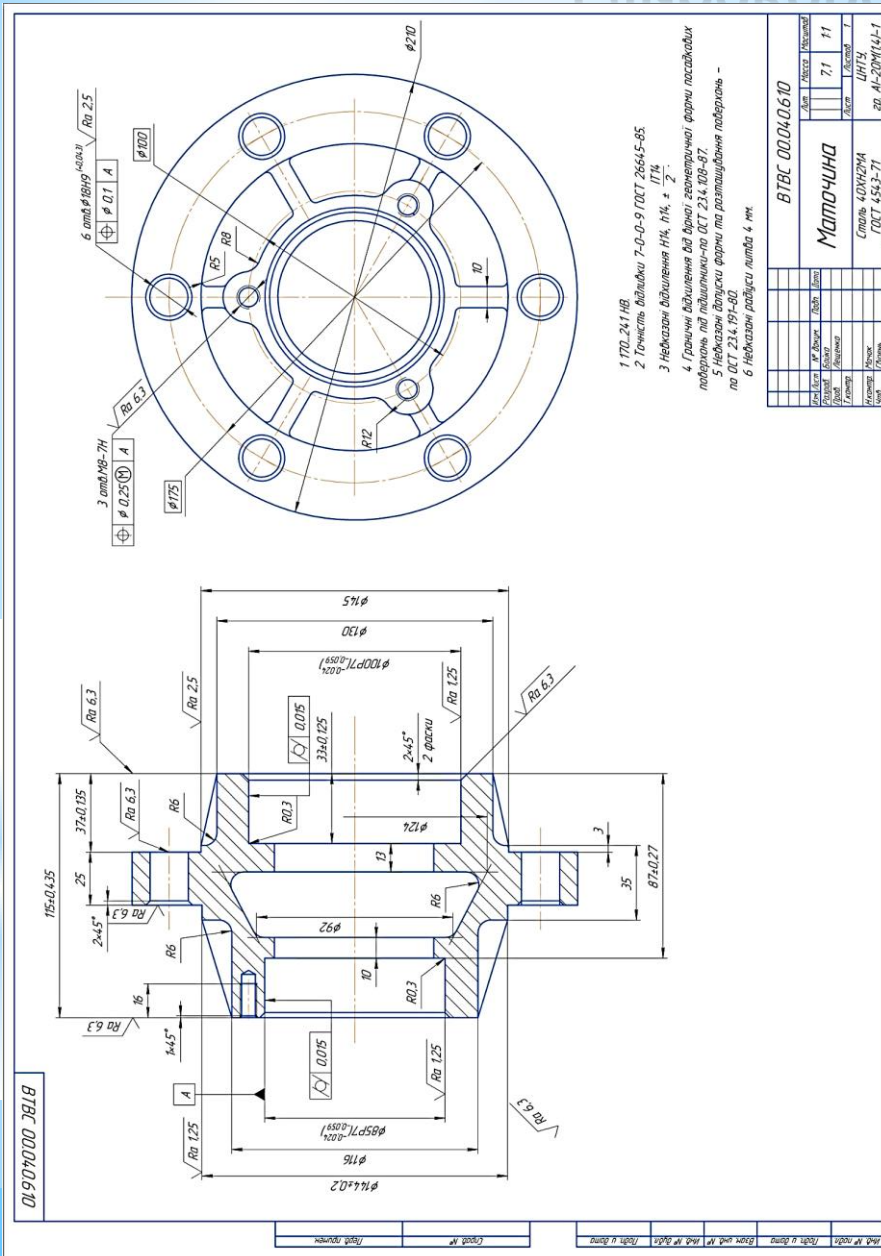
ВТВС 00.020.610.510					
Лист	№ докум.	Підп.	Лист	Дато	
Розроб.	Болото	Листов	12		
Проф.	Листов	1			
Начальн.	Менедж.				
Інж.	Інженер				
Планка				Маса	3.02
-				ЦІНТУ	1
Катодовий				Формат	А3
Зр. АІ-20М(14)-1					



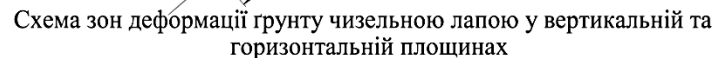
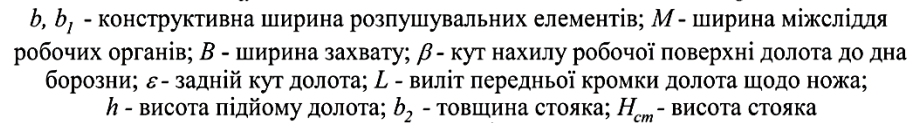
1. * Розміри для довідок.
2. Допускається виконання технологічних отворів.
3. Невказані граничні відхилення розмірів за ОСТ 23.4.209-82.

ВТВС 00.020.610.505					
Лист	№ докум.	Підп.	Лист	Дато	
Розроб.	Болото	Листов	11		
Проф.	Листов	1			
Начальн.	Менедж.				
Інж.	Інженер				
Скоба				Маса	0.6
-				ЦІНТУ	1
Катодовий				Формат	А3
Зр. АІ-20М(14)-1					

Деталювання окремих елементів чизельного глибокорозпушувача



0706 00004 1881


$$L = a \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi) + (l_{\partial} \cdot \cos \beta + l_{\partial c}) - \Delta l$$
$$b = d + \frac{2 \cdot a \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\cos(\beta + \varphi)}$$
[illegible]

Наукова частина роботи

Дякую за увагу!

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	A1			BTBC 00.000 СБ	Складальне креслення			
					Документація			
					Складальні одиниці			
		1	BTBC 00.010	Рама в зборі	1			
		2	BTBC 00.020	Чизельна лапа	9			
		3	BTBC 00.030	Навісний механізм	1			
		4	BTBC 00.040	Колесо з механізмом регулювання	2			
		5	BTBC 00.050	Задній кронштейн-навіска	1			
*		6	BTBC 00.060	Кронштейн лапи прямий	5	див. МВКГ 00.020		
		7	BTBC 00.070	Кронштейн лапи косий	2			
		8	BTBC 00.080	Кронштейн лапи кутовий	2			
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Инв. № дубл.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	BTBC 00.000				
	Разраб.	Бойко			Чизельний глибокорозпушувач ПЧ-4,5	Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Лещенко						1
	Н.контр.	Мачок				ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-1		
Утв.	Свірень							

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документація			
					ВТВС 00.020 СБ	Складальне креслення			
						Складальні одиниці			
				6	ВТВС 00.060	Кронштейн лапи прямиї			
						Деталі			
				1	ВТВС 00.020.405	Стояк			
				2	ВТВС 00.020.410	Зуб			
				3	ВТВС 00.020.415	Крило праве			
				4	ВТВС 00.020.420	Крило ліве			
				5	ВТВС 00.020.610	Долото			
						Стандартні вироби			
				7		Болт М16-8d×45 ГОСТ 17673-81	2		
				8		Болт М20-8d×65 ГОСТ 17673-81	2		
				9		Болт М12-8d×65 ГОСТ 17673-81	2		
				10		Болт М12-8d×40 ГОСТ 17673-81	1		
				11		Гайка М16×1,5-6Н ГОСТ15522-70	2		
					ВТВС 00.020				
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Бойко						
		Пров.	Лещенко						
		Н.контр.	Мачок						
		Утв.	Свірень						
Инв. № подл.		Чизельна лапа					Лит.	Лист	Листов
									1
							ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-1		

[illegible]

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Справ. №	A2			ВТВС 00.020.610 СБ	Складальне креслення	1				
					Деталі					
		1		ВТВС 00.020.610.505	Скоба	1				
		2		ВТВС 00.020.610.510	Планка	1				
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ВТВС 00.020.610						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Долото		Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Бойко								1
	Пров.	Лещенко								
	Н.контр.	Мачок								
	Утв.	Свірень								
ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-1										