

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

КУЛІШЕНКО АНДРІЙ СЕРГІЙОВИЧ

Допускається до захисту:
В.о. завідувача кафедри ремонту машин,
експлуатації енергетичних засобів та
охорони праці,
канд. техн. наук, доцент

_____ Анатолій ПОЛЯКОВ
«_____» _____ 2023 р.

ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГЛИБОКОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З
УДОСКОНАЛЕННЯМ ҐРУНТООБРОБНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

Спеціальність 208 Агроінженерія

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Керівник:
Фесенко Г.В., доцент кафедри
ремонту машин, ЕЕЗ та ОП,
канд. техн. наук _____

Київ, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Кафедра ремонт машин, експлуатації енергетичних засобів та охорони праці
Ступінь освіти бакалавр
Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство
Спеціальність 208 Агроінженерія
Освітня програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ремонту машин,
експлуатації енергетичних засобів та
охорони праці,
канд. техн. наук, доцент

_____ Анатолій ПОЛЯКОВ
«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ
Кулішенку Андрію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Обґрунтування технології глибокого обробітку ґрунту з удосконаленням ґрунтообробного робочого органу

»
керівник роботи Фесенко Григорій Васильвич, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом СНУ ім. В.Далі від «__» _____ 202__ року № _____

2. Строк подання студентом проекту «__» _____ 202__0__ року

3. Вихідні дані до роботи: технологічність глибокої оранки ґрунту, Технічне забезпечення технології оранки ґрунту, характеристика технічних засобів для глибокої оранки ґрунту, умови виконання глибокої оранки ґрунту..

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

- вступ; _____
- технологічні умови виконання глибокої оранки ґрунту; _____
- обґрунтування оптимального складу орного агрегату для глибокої оранки; _____
удосконалення робочого органу плуга; _____
- заходи безпеки при глибокій оранці ґрунту; _____
- техніко-економічне обґрунтування кваліфікаційної роботи. _____

5. Перелік графічного матеріалу:

- показники глибокої оранки ґрунту;
- технологічна карта глибокого обробітку ґрунту;
- конструкторська розробка;
- деталювання конструкторської розробки;
- техніко-економічні показники конструкторської розробки;

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 06.03.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Вступ	березень	
2.	Агротехнологічні особливості глибокого обробітку ґрунту	березень	
3.	Обґрунтування оптимального складу агрегату для глибокого обробітку ґрунту	квітень	
4.	Обґрунтування елементів робочого органу ґрунтообробного знаряддя	квітень	
5.	Заходи безпеки в технології глибокого обробітку ґрунту	травень	
6.	Визначення економічних показників від розроблених заходів у кваліфікаційній роботі	травень	
7.	Оформлення кваліфікаційної роботи	червень	
8.	Представлення кваліфікаційної роботи до захисту	червень	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Андрій КУЛІШЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис)

Григорій ФЕСЕНКО
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП.....	6
1. АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБОКОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ.....	7
1.1 Особливості застосування глибокого обробітку ґрунту.....	7
1.2 Ефективність глибокого обробітку ґрунту	9
1.3 Чизельний спосіб глибокого обробітку ґрунту.....	10
1.4 Глибока оранка як засіб боротьби з бур'янами.....	13
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ОРАНКИ ГРУНТУ.....	16
2.1 Обґрунтування оптимального складу орного агрегату	16
2.2 Підготовка орного агрегату до роботи.....	22
2.3 Обґрунтування показників, пов'язаних із підготовкою поля до оранки..	22
3 ОБГРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ ГРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ.....	28
3.1 Показники глибокого обробітку ґрунту і контроль якості оранки.....	28
3.2 Обґрунтування додаткового елемента до корпусу плуга.....	29
3.3 Обґрунтування загостреного елемента до відвального плуга при глибокому обробітку ґрунту.....	33
3.4 Розрахунок загостреного елемента	35
3.5 Розрахунок максимального навантаження на пристрій.....	35
4 ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ В ТЕХНОЛОГІЇ ГЛИБОКОГО ОБРОБІТКУ	

ГРУНТУ.....	39
4.1 Небезпечні фактори при виконанні глибокого обробітку ґрунту.....	39
4.2 Вимоги безпеки під час виконання ґрунтообробними агрегатами глибокого обробітку ґрунту.....	42
4.3 Заходи безпечних умов праці при виконанні глибокого обробітку ґрунту.....	44
4.4 Дотримання екологічної безпеки при виконанні ґрунтообробних робіт.....	47
5 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІД РОЗРОБЛЕНИХ ЗАХОДІВ У КВАЛІФІКАЦІЙНІЙ РОБОТІ	49
5.1 Розрахунок показників економічної ефективності від застосування ґрунтообробного агрегату.....	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

ВСТУП

Родючість ґрунту, як один із основних агротехнічних показників його стану, спрямований на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, тому має велике значення щодо його збереження для майбутніх поколінь. В цілому родючість ґрунту сприяє окультуренню ґрунтів, поліпшенню водно-повітряного, теплового та поживного режимів при вирощуванні сільськогосподарських культур. Саме за допомогою основного обробітку ґрунту регулюють агрофізичні, біологічні і агрохімічні процеси, які відбуваються в ґрунті, а також інтенсивність розкладання і нагромадження саме органічної речовини, а також нагромадження гумусом вологи в шарі ґрунту, в якому розміщена основна маса коренів вирощуваної культури. При цьому основний обробіток ґрунту являється одним із найефективніших саме агротехнічних заходів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур. При цьому слід відмітити, що головне завдання основного обробітку ґрунту в системі інтенсивного землеробства полягає у створенні оптимальних умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур, підвищення саме родючості ґрунту і захист його від різних видів ерозії. Саме здійснення таких вимог можливо шляхом удосконалення відомих технологій обробітку та запровадження більш досконалих сільськогосподарських знарядь і агрегатів, в тому числі і для основного обробітку ґрунту. Таким чином, удосконалення технічних засобів технології основного обробітку ґрунту з метою покращення фізико-механічних властивостей ґрунту, що створює кращі умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур, являється важливим для виробників рослинницької продукції. Виходячи із цього тема кваліфікаційної роботи, яка спрямована на вирішення таких задач, являється актуальною.

1 АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБОКОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

1.1 Особливості застосування глибокого обробітку ґрунту

Глибокий обробіток ґрунту є однією з найдавніших і невіддільних ланок сучасної системи землеробства. Незважаючи на те, що саме впливу цього агротехнічного заходу на формування врожайності культур деякі вчені відводять всього 7,5–17,4%, але він є одним із найбільш енергомістких та значущих процесів у рослинництві. В середньому на цей захід припадає до 40% енергетичних і до 25% трудових затрат загального обсягу ґрунтових робіт, до якого відноситься глибокий обробіток ґрунту. Глибина та якість глибокого обробітку ґрунту залежить саме від ґрунтово-кліматичних умов, типу ґрунту, схильності його до ерозії, та потужності орного шару, біологічних особливостей культурних рослин, основного обробітку ґрунту саме під попередню культуру, а також від забур'яненості полів тощо. У степних районах глибокий (25–30 см) обробіток ґрунту створює необхідні умови для росту й розвитку рослин, але особливого значення він набуває саме на важких за механічним складом ґрунтах із вмістом фізичної глини понад 45% та солонцюватих із наявністю в них ілювіального прошарку, безструктурних та схильних до переущільнення. Позитивно реагують саме на глибоке розпушування просапні культури, особливо це коренеплоди, багаторічні трави та зернобобові. Необхідність глибокого обробітку ґрунту в сівозміні визначається також у потребі знищення саме коренепаросткових бур'янів і якісного загортання органічних добрив та рослинних решток, що тривалий час розкладаються у ґрунті. Тривалість післядії саме такого обробітку в сівозміні зростає на структурних, а також на добре гумусованих ґрунтах та різко знижується за використання важкої колісної техніки. Саме глибока оранка сприяє покращенню пластичності кореневої системи культурних

рослин. Зокрема, зі збільшенням потужності орного шару саме для кукурудзи значно збільшується маса коренів у підорному шарі, внесення добрива та глибока оранка своєю післядією позитивно впливають саме на водний, поживний, повітряний режими ґрунту, а також на активізацію біологічних процесів, які відбуваються в рослині, підвищуючи врожай і його якість. З підвищенням глибини обробітку ґрунту, пришвиджується усмоктування ним води, що призводить до зменшення поверхневого стіку і змивання ґрунту. У випадку концентрації водних потоків, верхній розпушений шар легко розмивається. саме за глибокого обробітку на бідних та змитих ґрунтах не вивертаються на поверхню нижні шари, що дає можливість у верхньому шарі зберегти запаси гумусу та забезпечити розпушення саме ущільненого підорного шару. При цьому ґрунтопоглиблення досягається саме за обробітку плугом зі спеціальним робочим органом ґрунтопоглиблювачем, який являє собою стрічастий робочий орган, який кріпиться до стійки плуга. Ширина захвату такого ґрунтопоглиблювача зазвичай становить 2/3 ширини захвату основного корпусу. Слід відмітити, що в Україні внаслідок розорювання значних територій відбувається саме розвиток ерозійних процесів на тлі застосування незбалансованого внесення мінеральних добрив, низьких обсягів внесення органічних добрив, і саме як наслідок відбувається порушення мікробіологічних процесів у ґрунті та зниження вмісту важливої складової частини родючості саме гумусу. Зокрема, якщо чорноземи звичайні містили раніше у своєму складі 5,2% гумусу, то в нинішній час цей показник суттєво знизився до 3,0%. крім того, за полицевого обробітку в результаті дії загострених лемешів плужних корпусів на ґрунт утворюється ущільнений шар нижче від орного горизонту, саме так звана плужна підшва, яка погіршує проникнення й нагромадження води у верхньому шарі. Саме плужна підшва сприяє поверхневому та внутрішньому ґрунтовому стоку води й поживних речовин по схилах і є однією з головних причин розвитку саме ерозійних процесів на схилах і застою води в «блюдцях» на рівнинних ділянках полів. При цьому щільність ґрунту в шарі плужної підшви досягає 1,7 г/см³, що

значно більше від оптимальної ($1,1\text{--}1,3\text{ г/см}^3$), яку в більшості випадків не в змозі подолати корені культурних рослин. В цілому глибокий обробіток створює саме гомогенний шар ґрунту, до того ж складаються сприятливі умови для подальшого росту й розвитку більшості культурних культур, особливо таких просапних культур як кукурудза, соняшник, цукрові буряки, соя та ін. Також за полицевого обробітку покращується саме фітосанітарний стан ґрунту, особливо знижується кількість бур'янів та шкідників, а також створюється пролонгована нормативна віддача від внесених мінеральних добрив.

1.2 Ефективність глибокого обробітку ґрунту

Ефективність глибокого обробітку ґрунту проявляється в умовах нестійкого й особливо достатнього зволоження ґрунту. Разом з цим систематичне проведення глибокого обробітку ґрунту призводить до погіршення структури ґрунту та підвищення його ерозійності, утворенню підорної підшви, зниженню вмісту гумусу та посиленню втрат вологи внаслідок саме непродуктивного випаровування. Внаслідок зниження родючості ґрунтів, антропогенним його ущільненням, посиленням ерозії й дефляції, а також проявами спустелювання аграрних територій, подорожчанням енергетичних та матеріальних ресурсів, виникла потреба в пошуку нових ґрунтозахисних, енергоощадних способів його обробітку, які містять саме безполицевий обробіток такий як плоскорізний, чизельний, мілкий та поверхневий. Саме безполицевий спосіб обробітку ґрунту як спосіб обробітку ґрунту без обертання його верхнього шару, який виконується саме плоскорізними, чизельними та дисковими знаряддями. Слід відмітити, що ерозійні процеси в Україні призвели до щорічних втрат саме ґрунту близько 600 млн тонн, зокрема понад 20 млн тонн органічної речовини та третини поживних речовин, а також 16 млрд кубічних метрів води. Зростання саме щорічної площі деградованих ґрунтів сягнуло 80 тисяч гектарів. Виходячи із

цього постало питання розширення саме досліджень щодо розроблення й упровадження більш досконалих нових ґрунтообробних знарядь, а саме застосування знарядь, які б покращили фізико механічні властивості ґрунту.

Характеризуючи дисковий обробіток ґрунту як особливий безполицевий спосіб обробітку, що виконують саме дисковими знаряддями на глибину від 6 до 20 см, при якому забезпечується кришення, часткове перемішування верхньої ґрунтової маси та знищення бур'янів. Застосовується після збирання стерньових культур, коли вся солома залишається на полі, найдоцільніше застосовувати при цьому важкі дискові борони БДТ-7, БДВ-3, Містраль та інші.

1.3 Чизельний спосіб глибокого обробітку ґрунту

Чизельний спосіб глибокого обробітку ґрунту з недорізуванням саме скиби по ширині захвату знаряддя й утворенням не розпушених гребенів на поверхні ґрунту саме за рахунок чизелювання. Розрізняють саме два способи такого обробітку: суцільний безполицевий та вузькосмуговий, або консервувальний. За характерною особливістю останнього є те, що ґрунт саме розпушується тільки на глибину до 10 см, а глибше обробляється смугою від 20 до 45 см із недорізуванням саме скиби по ширині захвату. Розміри не розпушених таких гребенів над дном борозни бувають різними та зростають зі збільшенням ширини між проходами робочих органів чизеля. Чизельний обробіток саме особливо ефективний на полях, що зазнають комплексної дії водної й вітрової ерозії, особливо при застосуванні консервувальної технології.

Саме чизелі, які використовують у сільськогосподарському виробництві, умовно їх розділити на чизельні культиватори, які обробляють ґрунт до 25 см, чизельні плуги які обробляють ґрунт до 25–35 см, чизелі-глибокорозпушувачі які обробляють ґрунт 25–40 см і глибше, та комбіновані чизельні агрегати із широким діапазоном глибини обробітку ґрунту. Крім

того, для чизельного обробітку ґрунту використовують чизель культиватори типу КПЧ-4,3, КЧП-5,4, які обладнані прямими дисками й напівгвинтовими наральниками та чизелями на С-подібних пружинних стійках, розставлених у три ряди, так і чизельні особливі плуги загального призначення ПЧ-4,5, ПЧ-2,5, ПЧК-2,5, ПЧК-4,5 та ГУН-4, які здатні виконувати як вузьке смугове, так і суцільне чизелювання ґрунту. Такі знаряддя укомплектовані двома типами змінних робочих органів, а саме лапами завширшки 70 мм для розпушення на глибину до 45 см та стрілочастими лапами завширшки 270 мм для обробітку ґрунту до 30 см. Чизельні глибокорозпушувачі саме типу АГЧ-4,0, ЧГ-40, ЧГ-40-02 застосовують для руйнування щільної плужної підшви раз на 3–5 років у сівозміні, а комбіновані саме чизельні агрегати типу БДВП-4,2-0,1, БДЧ-5, ЧД-30 й ін. застосовують для основного обробітків ґрунту за один прохід.

В цілому глибокий обробіток ґрунту повинен становити не менше ніж 20-22 см. При меншій глибині такий обробіток не досить ефективний, тому що в цьому разі недостатньо прикривається верхній шар ґрунту, який зрізаний передплужником. При глибокому обробітку ґрунту застосовують два основних способи оранки, а саме гладку і загінну. Гладка як оранка, після якої на полі не залишається ні звальних гребнів, ні роз'ємних борід, для виконання якої застосовують оборотні плуги такі як ПОН-5-40; ППО-4-40; ППО-5-40; ППО-7-40; ППО-8-40; ПО-4-40), кожний і яких мають корпуси із право- і лівосторонніми напрямками відвалів.

Загінна глибока оранка, яка ще досить поширена в землеробстві, має іттевий той недолік, що при її виконанні на полі утворюються звальні і розвальні борозни, які являються суттєвою перешкодою при подальших обробітках ґрунту та при збиранні врожаю.

При безпетлевому комбінованому глибокому обробітку ґрунту перший робочий прохід проводять на відстані, рівній $\frac{3}{4}$ ширини загінки від лівого краю поля. Спочатку загінку обробляють врозгін доти, поки можливі безпетлеві повороти, а саме коли ширина незораної смуги буде дорівнювати сумі двох радіусів повороту. Після цього смугу, яка залишилася, разом з

крайньою правою обробляють всклад. При безпетлевому саме глибокому обробітку ґрунту спочатку орють першу загінку врозгін, поки виникне необхідність у петлевих поворотах агрегата. В кінці глибокого обробітку ґрунту решту смуг на обох загінках доорюють сумісно всклад. Петлевий варіант оранки саме доцільний при довжині полів понад 600 м.

При глибокому обробітку ґрунту важливо дотримання раціональної глибини обробітку, що є запорукою високих урожаїв сільськогосподарських культур. При цьому, найважливіші теоретичні і практичні основи глибокої оранки були розроблені українськими вченими. Крім того, правильні висновки щодо глибини оранки були зроблені ще у XVIII ст. А. Т. Болотовим, І. М. Комовим та іншими дослідниками. Саме детальне обґрунтування глибини оранки можна знайти в працях І. О. Стебута (1957) і О. В. Софєтова. Також про необхідність глибокої оранки висловлювалися вчені А. І. Шишкін, Д. І. Менделєєв, К. А. Тімірязєв. Окрім того, О. О. Ізмаїльський (1949) довів, що глибока оранка є кращим заходом боротьби з посухою ґрунтів. Саме дослідженнями видатного вченого Е. Вольні (1896) було встановлено, що із збільшенням глибини орного шару від 10 до 40 см врожайність озимого жита, кукурудзи, та інших культур підвищується до 13%. Слід також відмітити, що у багатьох випадках від глибини глибокого обробітку ґрунту залежать умови життя та врожайність сільськогосподарських культур. Саме вона впливає на структурний стан ґрунту, зокрема чорноземів, оструктуреність яких можливо поліпшити за рахунок нижньої, більш оструктуреної, частини орного шару. Разом з цим необхідно пам'ятати, що вплив глибокого обробітку ґрунту на оструктуреність різних ґрунтів неоднаковий, а залежить від властивостей окремих його шарів. При цьому глибокий обробіток ґрунту поліпшує фізичні властивості ґрунту, підвищує його пористість, водопроникність, повітроємність, а також аерацію тощо. Після глибокої оранки ґрунт краще вбирає саме вологу атмосферних опадів. Крім того, саме з ґрунтів з неглибоким орним шаром швидше випаровується ґрунтова волога. Саме на ґрунтах з високою водопроникністю поглиблення обробітку може і не

впливати на їх родючість в тому випадку, якщо опадів мало, а в ґрунті переважає дифузний рух вологи. Слід також відмітити, що глибока оранка має велике значення і в умовах надмірного зволоження. Якщо опадів багато, то ґрунти надмірно звожуються і рослинам не вистачає повітря. У глибокорозпушений ґрунт краще проходить повітря, що стимулює біологічні процеси та поліпшує поживний режим ґрунту. Нерідко, особливо на підзолистих та деяких бідних ґрунтах, глибші шари ґрунту можуть містити менше поживних речовин і при поглибленні орного шару рослини терплять від незадовільних умов живлення. Щоб уникнути цього, разом з поглибленням ґрунту треба вносити органічні добрива, при цьому частину з них у менш родючий шар ґрунту. Дуже важливо також і те, що під впливом глибокої обробки ґрунту поліпшується використання рослинами поживних речовин не лише з ґрунту, а із внесених добрив, завдяки чому посилюється їх ефективність. Це пояснюється саме тим, що при глибокій оранці добрива знаходяться у більш зволоженому шарі ґрунту.

1.4 Глибока оранка як засіб боротьби з бур'янами

Дуже ефективна глибока оранка і як засіб боротьби з бур'янами, особливо з багаторічними саме коренепаростковими. Під час такої оранки на дно борозни переміщується саме найбільш засмічена бур'янами верхня частина (0-10 см) орного шару ґрунту. При цьому насіння бур'янів потрапляє в несприятливі умови і частина з них гине, а ті що проросли і з'явилися на поверхні ґрунту, знищуються наступним поверхневим обробітком. Також глибока оранка є досить ефективним заходом боротьби із шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур. Саме шкідники з верхніх шарів ґрунту потрапляють у глибші шари, які із-за несприятливих умов гинуть. Крім того, шкідники, які живуть у глибших шарах ґрунту, при винесенні їх на поверхню також значною мірою гинуть, а частково знищуються птахами тощо. Слід відмітити, що багато шкідників відкладають яйця або зимують у

певній стадії на стерні, бур'янах, або у верхньому шарі ґрунту, до яких належать хлібний трач, шведська та гесенська мухи, які за глибокого обробітку ґрунту по даним Полтавської сільськогосподарської дослідної станції, знищуються до 70% таких шкідників. Гусениці озимої совки, які зимують у верхньому шарі ґрунту, під час глибокого обробітку ґрунту глибоко загортаються в ґрунт, що повністю усуває можливість вильоту метеликів навесні. Таким чином, глибока оранка є однією з радикальних заходів у боротьбі з пухирчастою сажкою, фузаріозом, нігроспорозом кукурудзи та хворобами хлібних злаків як бурю іржею, борошнистою росою, кореневими гнилями тощо. Дослідженнями науковців встановлено, що при глибокій оранці зменшується надходження в рослини шкідливих продуктів, а саме радіоактивного розкладу, зокрема стронцію-90. Слід зазначити, що глибока оранка ефективна лише за умови, коли поглиблення здійснюють саме поступово з одночасним внесенням органічних добрив. Різке збільшення глибини обробітку ґрунту навіть при внесенні підвищених норм добрив здебільшого бажаного ефекту може не дати. При цьому на перших етапах урожай культур, особливо тих, які мало реагують на поглиблення орного шару, може навіть частково знижуватися. Рослини по-різному реагують на потужність орного шару і глибину обробітку. Саме до першої групи культур, які найбільше реагують на глибокий основний обробіток ґрунту, слід віднести кукурудзу, картоплю, люцерну, соняшник, ріпину, просо та ін., а також культури з глибокими стрижневими коренями. До другої групи культур, які порівняно в меншій мірі реагують на глибокий обробіток, належать озиме жито і озима пшениця, горох, ячмінь та овес, а до третьої культур, які мало або зовсім не реагують на глибокий обробіток ґрунту, відноситься льон та яра пшениця. Таким чином, оптимальна глибина глибокого обробітку ґрунту з глибоким гумусовим шаром під технічні культури становить від 25-27 до 32 см, а під кукурудзу до 27см, під зернові колосові до 22 см. Також слід відмітити, що періодична зміна глибини обробітку ґрунту запобігає утворенню ущільненої плужної підшви, причиною утворення якої є

порушення структурного стану і заповнення проміжків між ґрунтовими агрегатами розпилим ґрунтом внаслідок тиску на ґрунт недостатньо загостреного робочого органу і опорного колеса знаряддя, а також ходової частини тракторів і підвищеної маси машин та знарядь. Слід також відмітити, що із підвищенням глибини обробітку ґрунту підвищується і його глибистість, погіршує якісні показники роботи ґрунтообробного агрегату, а саме кришення, що представляє собою подрібнення комків ґрунту на частки в межах агротехнічних вимог, а саме, для створення дрібнокомкової структури, придатної для активного росту сільськогосподарських культур при їх вирощуванні, а також підвищення аерації ґрунту та прискореного переміщення вологи. Разом з цим при глибокому обробітку ґрунту не завжди відбувається кришення ґрунту у відповідності із агро вимогами: утворюються комки ґрунту діаметром більше 50 мм та великі глиби, особливо при глибокому обробітку ґрунтів з пониженою вологістю і глинистих ґрунтів. Причиною підвищеної глибистості ґрунтів при їх обробітку тісно пов'язано із роботою відвалів корпусів плуга, які своєю дією на ґрунт не завжди спроможні її покрити на структурні комочки у відповідності із агротехнічними вимогами, а саме із-за перевищення внутрішніх сил зчеплення в глибі по відношенню до сили, що діє на них зі сторони відвалу під час роботи ґрунтообробного агрегату. Частково зменшити глибистість при глибокому обробітку ґрунту можливо за рахунок підбору форми відвалів, яка суттєво впливає на якісні показники обробітку ґрунту. Вимоги до технологій в рослинницькій галузі, зокрема до технології глибокого обробітку ґрунту, визначаються нормативними та технологічними показниками, які передбачені в номативно-технологічній документації виконання механізованих робіт. При цьому, такий технологічний параметр як якість глибокого обробітку ґрунту в значній мірі залежить від конструктивних особливостей ґрунтообробного знаряддя, параметрів, на які вона відрегульована.

На основі агротехнологічного аналізу стану питання щодо показників

глибокого обробітку ґрунту, а саме по ступеню кришення ґрунту, встановлено, що відомі ґрунтообробні знаряддя глибокого обробітку ґрунту не завжди забезпечують якісні показники, що негативно позначається на показниках наступних технологічних операціях і в кінцевому результаті на врожайності сільськогосподарських культур. Виходячи із цього кваліфікаційна робота і спрямована на підвищення ефективності використання технічних засобів на глибокому обробітку ґрунту за рахунок покращення його кришення робочими органами.

Висновки і задачі на проектування

Технологія глибокого обробітку ґрунту характеризується рядом показників, а саме, відхиленням від заданої глибини ходу робочих органів, рівномірністю глибини обробітку, ступенем кришення ґрунту та відсутністю огріхів.

Аналіз технологічних показників глибокого обробітку ґрунту показав, що такий якісний показник як глибистість перевищує агротехнічні вимоги, що негативно позначається на врожайності сільськогосподарських культур.

В даній кваліфікаційній роботі намічено вирішити наступні питання:

- провести аналіз показників технології глибокого обробітку ґрунту;
- обґрунтувати оптимальний склад агрегату глибокого обробітку ґрунту;
- удосконалити робочий орган ґрунтообробного знаряддя і розкрити його особливості;
- розробити охоронні заходи, спрямовані на підвищення безпечних умов праці при виконанні ґрунтообробних робіт;
- визначити ефективність розроблених заходів у кваліфікаційній роботі.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ГЛИБОКОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

2.1 Склад ґрунтообробного агрегату і його технологічні показники

У відповідності з призначенням технологічної операції для заданих умов роботи, а також виходячи із агротехнічних і технологічних вимог необхідно вибрати марку ґрунтообробного знаряддя і обґрунтувати робочі швидкості агрегату. Після цього необхідно встановити інтервал агротехнічного допустимих робочих швидкостей агрегату, в межах яких забезпечується висока якість його роботи. Потім слід визначити питомий тяговий опір плуга $k_{o.пл}$ при швидкості $V_o=5\text{км/год}$, (для плуга при розрахунках можна прийняти $k_{o.пл}=36\text{кН/м}^2$). Із тягової характеристики трактора заданої марки в режимі експлуатації $N_T=N_t f_{max}$ з урахуванням агрофону вибираємо всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агродопустимих швидкостей.

Таблиця 2.1- Характеристика параметрів ґрунтообробного агрегату

Передача	I	II	III	IV	V	VI	VII
Параметри							
$V_p, \text{ км/год}$	5,1	5,8	6,3	7,0	7,7	8,5	10,75
$P_{т.н}, \text{ кН}$	36	32,0	29,5	26	23	20,0	13,7

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, з вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{max}). Робоча швидкість(V_p) і

номінальне тягове зусилля ($P_{т.н.}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами розрахунку: $V_p=8,5\text{км/год}$ $P_{т.н.}=30\text{кН}$ (Табл.2.2).

Таблиця 2.2 - Технічна характеристика трактора

Марка	Вага $G_{тр.}$ Кн.	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{т.н.}$, кн.
ХТЗ-121	82	VI	8,5	30,0

Таблиця 3.3 - Технічна характеристика плуга

Марка плуга	Вага Плуга $G_{пл.}$ кН	Ширина захвату			Питомий тяговий опір $k_{о.пл.}$ кН/м ²	Інтервал швидкостей V_{lim} км/год
		Плуга $B_{пл.м}$	Корпуса $B_{кор. м}$	Кількість корпусів $P_{кор}$ шт.		
ПЛН-5-35	8,75	1,75	0,35	5	22	8-12

2.2 Визначення тягового опору ґрунтообробного знаряддя

Питомий тяговий опір саме плуга із визначимо для випадку коли $V_p > V_o$.

В нашому випадку питомий тяговий опір плуга можна визначити за наступною залежністю:

$$k_{v_{пл}} = k_{о.пл} E_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100}\right) \left\{1 + 0.004[V_p^2 - 2) - V_o^2] \right\}, \text{кН/м}^2 \quad (2.1)$$

де E_k - коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання машини ($E_k=0.9\dots0.95$);

Δk - збільшення питомого опору робочими органами при підвищенні вологості ґрунту, % ($k_{\Delta}=0$);

$W_{опт}$ – вологість (оптимальна) ґрунту ($W_{опт}=17\%$);

Підставимо у формулу (3.1) її значення і одержимо:

$$k_{v_{пл}} = 36 * 0,93(1+0) \{ 1+0.004 \} (8.5^2 - 2) - 5^2 \} = 38 \text{ кН/м}^2$$

Робочий опір орного агрегату визначимо за допомогою наступної формули:

$$R_a = k_{v_{пл}} a v_{нор} \Pi_{нф} + \sum_{i=1}^j k_{вм} v_{мі} \Pi_{мі} + G_{пл} (\lambda_g f_{тр} \pm \sin \alpha), \text{ кН} \quad (2.2)$$

(Знак «+» відповідає руху на підйом)

де λ_g - коефіцієнт довантаження, який при оранці суглинистих ґрунтів дорівнює 0-0,5;

$f_{тр}$ – коефіцієнт опору кочення трактора ($f_{тр}=0,08$);

$\sin \alpha$ - кут ухилу місцевості $a=0,02=1^0$

Підставимо значення складових формули (3.2) і одержимо:

- на підйом: $R_a = 38 * 0,18 * 0,35 * 5 + 7(1 * 0,08 + 0,02) = 11,8 \text{ кН}$

- на спуск: $R_a = 38 * 0,18 * 0,35 * 5 - 7(1 * 0,08 - 0,02) = 10,6 \text{ кН}$

Правильність вибору швидкості агрегату визначається по коефіцієнту використання номінального тягового зусилля трактора за допомогою наступної формули:

$$E_p = \frac{R_a}{P_{тн} \pm G_{тр} \sin \alpha}, \quad (2.3)$$

Підставимо у формулу (3.3) її визначені складові, отримаємо:

$$\text{на підйом: } E_p = \frac{11,8}{20 - 66,6 * 0,02} = 0,64,$$

$$\text{на спуск: } E_p = \frac{10,6}{20 + 66,6} = 0,51.$$

В результаті розрахунків укомплектовано ґрунтообробний агрегат у складі трактора ХТЗ-121 і плуга ПЛН-5-35, який виконує технологічну

операцію на VI передачі, $V_p=8,5$ (рух на підйом) і на IV передачі, $V_p=7$ (рух на спуск).

2.3 Визначення показників, пов'язаних з підготовкою поля до виконання глибокого обробітку ґрунту

Спочатку визначимо ширину загінки за допомогою наступної формули:

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{16R_n^2 + 2B_p L_p}, \text{ м} \quad (2.4)$$

де L_p – довжина робочої частини гону, м

Довжина робочої частини гону L_p визначається за формулою:

$$L_p = L - 2E_p, \quad (2.5)$$

де L – довжина гону (поля) м; $L=1500$ м;

E_p – ширина поворотної смуги поля.

Мінімальна ширина поворотної смуги залежить саме від виду розвороту і габаритних розмірів самого агрегату, яка визначається за формулою:

$$E_{\text{min}} = h + d_n + e, \quad (2.6)$$

де h – параметр, який визначає розміри петлі повороту:

$$h = \lambda_e * R_n \quad (2.7)$$

де λ_e – коефіцієнт пропорційності; $\lambda_e=2,8$;

R_n – середній радіус повороту ґрунтообробного агрегату.

Осереднене значення радіуса повороту залежить від конструктивних та режимних параметрів самого агрегату і визначається за формулою:

$$R_n = a_r * R_{по} \quad (2.8)$$

де $R_{по}$ – мінімальний радіус повороту при $V_n = 5 \text{ км/год}$; $R_{по} = 5,8 \text{ м}$;

a_r -коефіцієнт збільшення радіуса повороту при підвищенні швидкості повороту; при $V_n = 7 \text{ км/год}$ маємо $a_r = 1,05$, тоді:

$$R_n = 1,05 * 5,8 = 6,1 \text{ м.}$$

Підставимо одержане значення R_n у формулу (3.7), одержимо:

$$h = 2,8 * 6,1 = 17,1 \text{ м.}$$

Кінематична ширина агрегату (d_n), «вліво» чи «вправо» залежить від виду повороту:

$$d_n = v_e B_n \quad (2.9)$$

де v_e – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату; $v_e \approx 1,2$;

B_n – конструктивна ширина захвата агрегату, м;

$$B_k = 1,4 \text{ м} \quad d_n = 1,2 * 1,75 = 2,1 \text{ м}$$

Довжина виїзду агрегату (e) залежить від кінематичної довжини агрегату:

$$e = a_e * l_a, \quad (3.10)$$

де a_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором; $a_e = 0,1$;

l_a - кінематична довжина агрегату, м.

$$l_a = l_{тр} + l_{пл} + l_m, \quad (3.11)$$

де $l_{тр}$, $l_{пл}$, l_m - кінематична довжина, відповідно трактора, плуга; додаткової сільськогосподарської машини, м

$$l_{тр} = 2,35 \text{ м}, l_{пл} = 3,5 \text{ м}, l_m = 0,$$

$$l_a = 2,35 + 3,5 = 5,8 \text{ м}.$$

Визначимо мінімальну ширину поворотної смуги, підставивши відповідні значення у формулу 2.6 отримаємо:

$$E_{\min} = 17.1 + 1.7 + 0.58 = 19.4 \text{ м}.$$

Раціональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна саме робочій ширині захвату агрегату, щоб була можливість обробляти поворотну смугу цілим числом проходів (без огріхів) визначається за формулою:

$$E_p = \Pi_{\phi} + B_p, \quad (2.12)$$

де B_p - робоча ширина захвату агрегату, м;

$$B_p = B_k * \beta, \quad (2.13)$$

де β – коефіцієнт використання ширини захвату, $\beta = 1,1$,

$$B_p = 1,75 * 1,1 = 1,92 \text{ м}$$

Π_{ϕ} – фактичне число проходів агрегату для обробки поворотної смуги:

$$\Pi_{\phi} \geq \frac{E_{\min}}{B_p} \quad (2.14)$$

Результат округляється до ближнього цілого числа (парного чи непарного). Парність чи непарність числа проходів на поворотні смугі залежить від особливостей виконуваної операції і розташування сусіднього загону, на який повинен переїхати агрегат.

$$П_{\phi} = \frac{19,4}{1,92} = 10.$$

$$E_p = 10 \cdot 1,92 = 19,2 \text{ м};$$

$$L_p = 1500 - 2 \cdot 19,2 = 1461 \text{ м};$$

$$C = \sqrt{16 \cdot 6,1^2 + 2 \cdot 1,92 \cdot 1461} = 75,1 \text{ м}$$

Раціональна ширина загінки повинна бути кратна подвійній ширині захвату агрегату:

$$C_p = П_{кр} \cdot 2B_p \quad (2.15)$$

де $П_{кр}$ - кількість кругів для повного обробітку загінки.

$$П_{кр} = \frac{C}{2B_p}; \quad (2.16)$$

$$П_p = \frac{75,1}{3,84} = 20; \quad C_p = 20 \cdot 2 \cdot 1,92 = 76,8 \text{ м}.$$

2.4 Обґрунтування режиму роботи ґрунтообробного агрегату

Тривалість чистої (корисної) роботи T_p агрегату за зміну визначимо за наступною залежністю, год:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{вог} + T_{обс})}{1 + \tau_{пов} + C} \quad (2.17)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни ($T_{зм}=7$), год;

$T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час ($T_{пз}=0,33-0,77$), год;

$T_{вог}$ – час на відпочинок та особисті потреби ($T_{воп}=0,4$), год

$T_{\text{обс}}$ – час на організаційно-технічне обслуговування ($T_{\text{обс}}=0.05\dots 0,13$), год

$\tau_{\text{пов}}$, $\tau_{\text{пов}}$ - коефіцієнт використання часу зміни на повороти і переїзди.

Коефіцієнт використання часу зміни на повороти агрегату:

$$\tau_{\text{пов}} = 1 - \frac{K_v \varphi}{\varphi(K_v - 1) + 1} \quad (2.18)$$

де K_v – відношення швидкостей руху агрегату при повороті і робочому ході V_p/V_p ; $K_v = 7/8,5=0,8$

$$\tau_{\text{пов}} = 1 - \frac{0.8 * 0.96}{0.96 * (0.8 - 1) + 1} = 0.06$$

Коефіцієнт використання часу зміни на переїзди агрегату з однієї ділянки на іншу:

$$\tau_{\text{пер}} = \left(\tau_{\text{пл}} + \frac{L_{\text{пер}}}{V_{\text{пер}}} \right) \frac{W_r \Pi_{\text{агр}}}{F_{\text{ср}}}, \quad (2.19)$$

$$\tau_{\text{пер}}=0,01$$

де $\tau_{\text{пл}}$ - тривалість підготовки агрегату до переїзду ($\tau_{\text{пл}} = 0,07$), год,

$V_{\text{пер}}$ - швидкість руху агрегату при переїздах км/год

W_r - продуктивність агрегату за годину основного часу, га/год;

$$W_r=0,1 B_p V_p \quad (2.20)$$

Підставимо значення показників у формулу (3.21), одержимо:

$$W_r=0.1*1.92*8,5=1,63 \text{ га/год}$$

$\Pi_{\text{агр}}$ – продуктивність агрегатів, що працюють в одночас;

$L_{\text{пер}}$ – відстань переїзду, км

$F_{\text{ср}}$ – середня площа ділянки(поля), га;

Підставимо отримані значення у формулу 2.17, отримаємо:

$$T_p = \frac{7 - (0.45 + 0.4 + 0.1)}{1 + 0.06 + 0.01} = \frac{6.05}{1.07} = 5.6 \text{ год}$$

Розрахунок продуктивності агрегату за годину змінного часу, га/год, визначимо за допомогою наступної залежності:

$$W_{зм} = 0.1 B_p * V_p * \tau. \quad (2.21)$$

Підставимо відповідні значення у формулу (2.21), отримаємо:

$$W_{зм} = 0.01 * 1.92 * 8.5 * 0.8 = 1.3 \text{ га/год}$$

Визначимо виробіток агрегату за зміну по наступній формулі, га:

$$W_{зм} = W_{зм} * T_{зм.} \quad (2.22)$$

Підставимо відповідні значення у формулу (2.22), одержимо:

$$W_{зм} = 1.3 * 7 = 9.1, \text{ га/зм.}$$

2.5 Розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат на виконання технологічної операції глибокого обробітку ґрунту

2.5.1 Розрахунок витрати пального ґрунтообробним агрегатом

Витрату пального визначимо на одиницю виробітку агрегату, g кг/га, яку визначимо за допомогою наступної залежності:

$$g = \frac{G_{\text{пр}} T_{\text{р}} + G_{\text{пх}} T_{\text{пов}} + G_{\text{зуп}} T_{\text{зуп}} + G_{\text{пер}} T_{\text{пер}}}{T_{\text{зм}} W_{\text{зм}}} \quad (2.23)$$

де $G_{\text{пр}}$, $G_{\text{пх}}$, $G_{\text{зуп}}$, $G_{\text{пер}}$ – витрати палива відповідно при робочому ході, на поворотах, зупинках і переїздах, кг/год.

$$G_{\text{пр}}=17\text{кг/год}, G_{\text{пх}}=10\text{кг/год}, G_{\text{зуп}}=2,7\text{кг/год}, G_{\text{пер}}=8\text{кг/год}.$$

$T_{\text{р}}$, $T_{\text{пов}}$, $T_{\text{зуп}}$, $T_{\text{пер}}$ – час, затрачений на чистоту роботи, на повороти, на зупинки і переїзди, год.

Час, затрачений на повороти $T_{\text{пов}}$, визначимо за формулою:

$$T_{\text{пов}} = \frac{T_{\text{р}} (1 - 4)}{\phi} = \tau_{\text{пов}} T_{\text{р}} \quad (2.24)$$

$$T_{\text{пов}}=0,06*5,6=0,34\text{год}$$

Час затрачений на переїзди із загінки на наступну загінку, $T_{\text{пер}}$, год:

$$T_{\text{пер}}=\tau_{\text{пер}} T_{\text{зм}} \quad (2.25)$$

$$T_{\text{пер}}=0,01*7=0,07\text{год}$$

Час затрачений на зупинки для технологічного обслуговування $T_{\text{обс}}$, год:

$$T_{\text{обс}}=T_{\text{зуп}}=0,1\text{год}$$

Підставимо значення у формулу (2.23), одержимо витрату пального на одиницю виробітку агрегату:

$$g_{\text{га}} = \frac{17 * 5,6 + 10 * 0,34 + 2,7 * 0,1 + 8 * 0,07}{7 * 1,1} = 13,0 \text{ кг / га}$$

2.5.2 Визначення витрати праці на одиницю виконаної роботи

Розрахунок витрати праці на одиницю виконаної роботи, $З_{п.га}$ люд./год, виконаємо за допомогою наступної залежності:

$$З_{п.га} = \frac{m}{W_{гз}} \quad (2.26)$$

де m – кількість працівників, що обслуговують агрегат, $m=1$ чол.

$$З_{п.га} = \frac{1}{9,1} = 0,11 \text{ люд./год}$$

Розрахунок прямих витрат енергії палива, $A_{п}$, Дж/га виконаємо за допомогою наступної залежності:

$$A_{п} = H_{п} \cdot g_{га} \quad (2.27)$$

де $H_{п}$ - питома теплота згорання палива, Дж/кг;

Питома теплота згорання дизельного палива $H_{п}=4,166 \cdot 10^7$ Дж/кг.

Підставимо значення у формулу (2.27), одержимо:

$$A_{п}=4,166 \cdot 10^7 \cdot 13=53,5 \cdot 10^7 \text{ Дж/га}$$

2.6 Технологічна наладка ґрунтообробного агрегату до глибокого обробітку ґрунту

Підготовку ґрунтообробних агрегатів виконують на бетонній контрольній площадці, що дозволяє встановити геометрично правильне розташування робочих органів і проконтролювати окремі регулювання. Якщо у господарстві є майданчик для збирання і регулювання машин по типовому

проекту, то на ній виділяють ділянку для плугів. Допустимі відхилення по технічним показникам робочих органів плуга не повинні перевищувати наступні величини:

-відхилення розмірів лемешу, мм:

- по ширині лемішу 10;

- по довжині лемішу 5;

по довжині леза 1;5

по товщині леза 1;

виступ лемешу за відвал 10.

виступ головок болтів кріплення лемішу - не допускається.

Центр дискового ножа встановлюють напроти носка останнього передплужника, а його ріжучу кромку - на 20...30мм нижче леміша передплужника. Площина диску ножа зміщують на 10...25мм в сторону поля від польового обрізу передплужника.

Для налагодження агрегату з начіпним або полуначіпним плугом на регульовальній площадці під ланцюг кладуть бруски товщиною на 2-3см менші заданої глибини оранки. Такі ж бруски встановлюють і під опорні колеса плуга.

Потім перевіряють правильність установки корпусів. Для цього між першим і останнім корпусом плуга натягують шнур. Вірно встановлені корпуси повинні носками лемешів торкатися шнура або відхилятися від нього не більш, чім на 5мм. Регулюють підкладанням пластинок під кріплення стійки або лемешу. При цьому заднє колесо полуначіпного плуга повинно знаходитись в одній площині з заднім корпусом. Для цього регулюючий болт механізму заднього колеса встановлюють так, щоб його головка злегка торкалася упору.

Бокове переміщення плуга відповідно повздовжньої вісі трактора регулюють наступним чином. Спочатку плуг піднімають, щоб лемеші знаходилися на відстані 1...2см від поверхні площадки, а потім стягуючими гайками встановлюють довжину обмежувальних ланцюгів до положення, коли переміщення кінців повздовжніх тяг не буде перевищувати 120мм в кожний бік від середини. Положення рами плуга регулюють таким чином, щоб вона була розташована паралельно поверхні поля, зміною довжини центральної тяги і розкосів начіпки трактора. При цьому глибину оранки виставляють перестановкою опорного колеса по висоті плуга за допомогою гвинтового його механізму.

Висновок

В результаті виконаних розрахунків обґрунтований оптимальний склад ґрунтообробного агрегату для глибокого обробітку ґрунту. При цьому визначений тяговий опір ґрунтообробного знаряддя, показники, що пов'язані з підготовкою поля до виконання глибокого обробітку ґрунту, обґрунтовані режими роботи ґрунтообробного агрегату. а також виконані розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат на виконання технологічної операції глибокого обробітку ґрунту.

3 ОБГРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ ГРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

3.1 Показники глибокого обробітку ґрунту і контроль якості оранки

3.1.1 Визначення найсуттєвіших показників якості і їх значення для роботи агрегатів.

При виконанні глибокого обробітку ґрунту необхідно дотримуватись агротехнічних вимог, до яких відносяться наступні:

- відхилення від заданої глибини;
- висота гребенів;
- якість заробки рештків;
- кількість огріхів;
- гребенястість;
- бриластість та інше.

Приведені показники якості обробітку ґрунту суттєво впливають на ріст і розвиток подальшої культури. При цьому найсуттєвішими показниками якості глибокого обробітку ґрунту є: відхилення від заданої глибини обробітку; якість загортання пожнивних рештків; наявність огріхів; гребенястість зораного поля. При веденні показники можна визначити, оглядаючи поле, не затрачаючи на це багато часу. В цілому для визначення якісних показників оранки, наприклад: відхилення від заданої глибини слід заміряти глибину оранки по першому корпусу плуга в 3-5 місцях, по довжині гону за допомогою

глибиноміру. Гребенистість визначають в 3-5 місцях по довжині гону, закладаючи поперек зораного шару метрову рейку, заміряючи глибину впадин лінійкою. Бриластіть визначають в 10-ти місцях відбором проб ґрунту з майданчиків 0,5×0,5м з наступним просіванням через решето розміром 50мм.

Визначення огріхів, загортання рослинних решток і добрив, наявність огріхів після оранки визначають візуально, оглядаючи місця з незаробленими рослинними рештками та добривами. В цілому відвальна оранка повинна бути виконана плугом з передплужниками. Середня глибина оранки може відклонитися від заданої на рівному полі до ± 1 см, а на ділянках з нерівною поерхнею – до ± 2 см. При цьому пласт ґрунту повинен бути обернутий, та розрихлений на структурні частки і без утворення пустот, а поверхня зораного поля повинна бути рівною і без наявних на поверхні рослинних решток.

3.2 Обґрунтування додаткового елемента до корпусу плуга

З підвищенням застосування в сільськогосподарському виробництві тракторів на колісній основі внаслідок чого суттєво збільшилась щільність ґрунту, яка погіршила умови росту і розвитку сільськогосподарських культур, що призвело до зниження їх врожайності. Крім того, при оранці такого ґрунту збільшується його грудкуватість, внаслідок чого зменшується коефіцієнт структурності ґрунту, що призводить до погіршення умов проростання насіння, росту та розвитку культурних рослин. Крім того, грудкуватість також збільшується при обробітку глинистих ґрунтів з пониженою вологістю, а також застосуванням при вирощуванні сільськогосподарських культур важкої техніки. Слід відмітити, що сільськогосподарські знаряддя не в змозі руйнувати такі глиби структурних часток розміром до 10 мм.

. Особливо це відноситься до ґрунтообробних глибокого обробітку ґрунту, до яких відносяться відвальні плуги, які при обробітку саме затверділих ґрунтів допускають утворення досить великих грудок у вигляді комків, розміри яких досягають майже 50 см. При цьому значна частина тягового зусилля енергетичного засобу саме ґрунтообробного агрегату витрачається на подолання сили тертя по стінці борозни польових дощок корпусів плуга

Для зменшення глибистості ґрунту застосовують передплужники, які своїм корпусом вирізають пласт ґрунту перед корпусом, зменшуючи тим самим розмір комків. При цьому підвищується ступінь кришення ґрунту з утворенням структурних часток. Разом з цим установлені передплужники перед основними корпусами збільшують тяговий опір плуга, що негативно відображається на енергетичних показниках орного агрегату.

. Крім того, при обробітку плугом з передплужником забур'янених ґрунтів саме на передплужнику накопичуються рослинні рештки, які своєю дією ще бвльше підвищують тяговий опір плуга і також погіршують якісні показники саме обробітку ґрунту. Тому у виробничих умовах має місце виконання глибокого обробітку ґрунту без передплужників, що в цілому погіршує показники його роботи щодо кришення ґрунту на структурні частки та загортання пожнивних решток на відповідну глибину. В цілому давно відомо, що внаслідок підвищеної твердості ґрунту та впливу інших саме негативних факторів на процес глибокого обробітку ґрунту, визначено, що близько 70% тягового зусилля енергетичного засобу як трактора витрачається саме на рихлення ґрунту та його кришення на структурні частки, а останні 30% тягового зусилля енергетичного засобу витрачається на подолання сили тертя польових дощок основних корпусів плуга по стінкам борізд.

Таким чином, саме при використанні передплужників при глибокому обробітку ґрунту збільшується його енергоємність, яка виникає в результаті блокування вирізаним пластом ґрунту і подальшим його переміщенням на дно борозни. Слід відмітити, що при глибокому обробітку ґрунту підвищується сила тертя польових дощок по стінкам борозни із-за збільшення результуючої сили тиску підрізаного пласта ґрунту на відвал плуга. При цьому, бокові сили від корпусу плуга, що діють під час глибокого обробітку ґрунту на польову дошку досить суттєве значення, внаслідок чого при оранці саме твердих ґрунтів польові дошки що виконані з високоміцної та легірованої сталі, можуть швидко зношуватися, а також деформуватися та передчасно виходити із ладу.

В результаті проведеного саме структурного аналізу стану питання щодо глибокого обробітку ґрунту були визначені відповідні напрямки пошуку такого саме технічного рішення, яке було б здатне підвищити ступінь кришення ґрунту на структурні частки з одночасним зниженням тиску на польові дошки зі сторони корпусів плуга, внаслідок чого відбулося б покращення показників роботи ґрунтообробного знаряддя саме при глибокому обробітку ґрунту.

Таким технічним рішенням може бути додатковий загострений елемент, установлений на кожному корпусі плуга із протилежної сторони його відвалу. Крім того, такий новий загострений елемент повинен бути установлений саме таким чином, щоб він заходив під час роботи у шар ґрунту в горизонтальному положенні зі сторони польової дошки, а саме у стінку борозни непаханого поля з невеликим нахилом в напрямку руху ґрунтообробного агрегату.. При цьому довжина такого загостреного елемента повинна бути виконана меншою за ширини захвату корпусу плуга до 30%.

Особливістю такого загостреного елемента є також те, що він повинен бути установлений таким чином, що кут його загостреної частини до напрямку руху ґрунтообробного агрегату був меншим кута різання ґрунту з метою розрізання ромків з ковзанням по них., а також із того, що під час роботи ґрунтообробного знаряддя міцність комків ґрунту в цьому напрямку майже на 20-30% нижча, чим у вертикальному напрямку. Крім того, виходячи із анізотропної властивості ґрунту, такий елемент слід розміщувати за корпусами плуга, що дає можливість додатковому пристрою здійснювати неблоковане розрізання ґрунту і тим самим забезпечувати роботу здатність такого плуга при будь-якій глибині обробітку поля, при цьому реакція саме ґрунту на такий пристрій не повинна мати вертикальну складову, що може сприяти зниженню стабільності ходу ґрунтообробного агрегату

В цілому саме дообладнання таким загостреним елементом кожного корпусу плуга може забезпечити значне покращення під час його роботи саме показники кришення ґрунту так як в результаті переміщення такого елемента у попередньо незрихленому шарі ґрунту, відбувається розрізання великих брил з утворенням саме структурних часток. Разом з цим, такий додатковий загострений елемент в результаті саме взаємодії з ґрунтом долаючи силу його опору, утворює момент дії сили, який протидіє саме моменту сил від дії ґрунту на відвал корпусу плуга. При цьому зменшується сила тертя між польовими дошками і стінкою борозни, яка спрямована саме в напрямку, протилежному дії сили тяги енергетичного засобу. Внаслідок такої взаємодії знижується тяговий опір ґрунтообробного знаряддя, що призводить до зниження витрати енергії на глибокий обробіток ґрунту. При цьому підвищується коефіцієнт корисної дії ґрунтообробного знаряддя при глибокому обробітку ґрунту.

3.3 Обґрунтування загостреного елемента до відвального плуга при глибокому обробітку ґрунту

Виходячи із вимог саме до технології глибокого обробітку ґрунту, що наведені вище, і аналізу конструктивних рішень щодо ґрунтообробних агрегатів глибокого обробітку ґрунту, був знайдений особливий елемент до ґрунтообробних знарядь глибокого обробітку, який повинен покращити вище перерахованим вимогам до обробітку ґрунту. Запропонований загострений елемент до ґрунтообробних знарядь глибокого обробітку ґрунту може бути встановлений саме на серійні плуги різних типів. Представляє такий пристрій особливий плоский елемент у вигляді ніжа особливої конструкції, який призначений саме на ґрунтообробні знаряддя глибокого обробітку ґрунту. Такий елемент встановлюють на кожному плужному корпусу вище сторони польової дошки з можливістю його регулювання саме положення по висоті відносно стійки корпуса (Рис.3.1).



Рисунок 3.1 - Загострений елемент установлений на корпусі луга

Щодо довжини елемента, то він повинен бути заходити в ґрунт по довжині на 10см менше, чим ширина захвату корпусу плуга. Такий ніж повинен входити в ґрунт не менш чим на 10см саме від поверхні ґрунту. При цьому елемент лід прикріпити до стійки корпусу плуга зі сторони польової доски таким чином, щоб під час глибокого обробітку ґрунту він рухався на глибині не менше 10 см. від поверхні ґрунту.

Під час роботи ґрунтооробного агрегату глибокого обробітку ґрунту загострений елемент рухається в ґрунті на глибині близько половини глибини обробітку ґрунту. При цьому загострений елемент своєю ріжучою кромкою рихлить шар ґрунту і розрізає на своєму шляху великі комки. Крім того, загострений елемент, взаємодіючи з ґрунтом, сприймає його опір, в результаті якого утворюється сила опору, спрямована в сторону, протилежну дії сили тяги енергетичного засобу. В результаті цього утворюється крутний момент відносно стійки корпусу плуга, який зрівноважує момент сили від дії ґрунту на відвал корпусу плуга. Внаслідок цього знижується тиск польової дошки корпусу плуга на стінку борозни в результаті чого знижується сила від тертя дошки по ґрунту, яка спрямована в сторону протилежну сили тяги енергетичного засобу.

В результаті цього підвищується ефективність ґрунтообробного агрегату щодо підвищення продуктивності та зниження витрати палива на одиницю виконаної роботи.

Проведені виробничі випробування плуга з запропонованим пристроєм в умовах підприємства показали, що виробіток удосконаленого орного агрегату підвищився до 25-30% при одночасному зниженні його глибистості оранки на 30-40%. Крім того, в результаті зменшення кількості технологічних операцій проведених з метою подрібнення ґрунтових глиб забезпечується економія саме 0,7-3,5грн/га. Слід відмітити, що конструкція такого пристосування до плуга і технологія його виготовлення представляють собою досить просту, що дозволяє рекомендувати його виготовлення в умовах будь-якої ремонтної майстерні рядового підприємства за незначні витрати. При цьому затрати на обладнання кожного корпусу плуга таким елементом в середньому складають 10 хвилин.

3.4 Розрахунок загостреного елемента

Загострений елемент виконує свою функцію подібно лапи культиватора. Виходячи із цього питомий опір R_n загостреного елемента для розрахунку приймаємо як для робочого органу культиватора:

$$R_n = 1.6 \div 3.0 \text{ кН/м}$$

Виходячи з того, що опір ґрунту при глибокому обробітку ґрунту може збільшитись із-за його ущільнення на окремих ділянках, в

декілька разів, то для його подолання питомий опір R_n збільшимо у п'ять разів, тобто

$$R_n = 15 \text{ кН/м.}$$

3.5 Розрахунок максимального навантаження на пристрій

Для знаходження максимального навантаження на ніж будемо епюру згинаючого моменту:

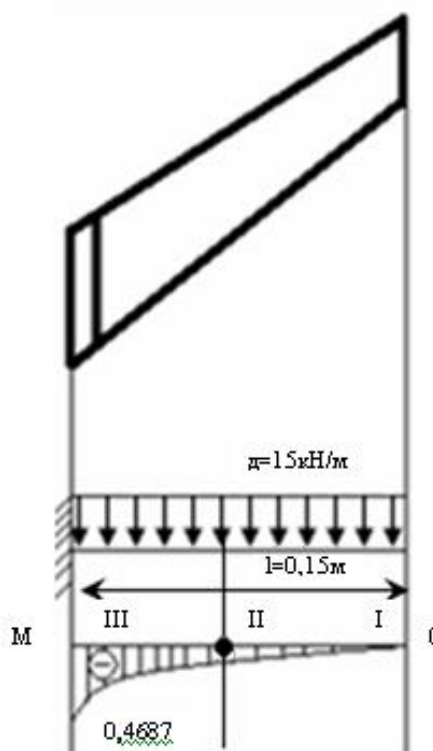


Рис. 3.2 – Епюра згинаючого моменту, яка діє на ніж розробленого пристрою від опору ґрунту

$$\sum M_x = 0; \quad (3.1)$$

$$I \sum M_x = 0; l = 0 \Rightarrow M_x = -gl * \frac{l}{2} = 0$$

$$II \sum M_x = 0; l = 0,125 \Rightarrow M_x = -\frac{gl^2}{2} = \frac{-15 * 0,25^2}{2} = 0,4687 \text{ кН} / \text{м}$$

$$III \sum M_x = 0; l = 0,25 \Rightarrow M_x = -\frac{gl^2}{2} = \frac{-15 * 0,25^2}{2} = 0,4678 \text{ кН} / \text{м}$$

$M_{\max} = 0,4687 \text{ кН} / \text{м}$

Знайдемо момент опору прямого перерізу ножа по формулі (3.2):

$$W_n = \frac{bh^2}{6}; \quad (3.2)$$

Прийmemo наступне співвідношення сторін перерізу ножа:

$$b = \frac{10}{1} h; \quad (3.3)$$

Підставимо прийняте співвідношення у формулу (4.2), отримаємо:

$$W_n = \frac{10h * h^2}{1 * b} = \frac{10h^3}{6} \quad (4.4.)$$

Для ножа приймаємо марку сталі 40Х, допустиме напруження якої:

$$\sigma_{\text{доп}} = 1000 \text{ Н} / \text{мм}^2$$

З міцності перерізу загостреного елемента знаходимо:

$$[\sigma] = \frac{M_{\max}}{W_n} \Rightarrow W_n = \frac{M_{\max}}{[\sigma]}; \quad (3.5)$$

$$\text{тоді } \frac{10h^3}{6} = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} \Rightarrow h^3 = \frac{6M_{\max}}{10[\sigma]}$$

$$h = \sqrt{\frac{6 * M_{\max}}{10[\nu]}} = \sqrt[3]{\frac{6 * 0,46 * 1000}{1000 * 10 * 1000}} = 6,51 \text{ мм}$$

$$\text{Відношення: } \beta = h * 10 = 6,51 * 10 = 65 \text{ мм}$$

Виходячи з надійності орного агрегату приймаємо запас міцності в 1,5 рази більше:

$$\text{тоді: } h_{\text{дійсне}} = h * 1,5 = 6,5 * 1,5 = 10 \text{ мм};$$

$$B_{\text{дійсне}} = h_{\text{дійсне}} * 10 = 10 * 10 = 100 \text{ мм};$$

Перевіряємо міцність перерізу загостреного елемента по нормальному напруженню:

$$W_k = \frac{bh^2}{6} = 1666,666 \text{ мм}^3 \quad (3.6)$$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_n} = \frac{468,7 * 1000}{1666,666} = 281,22 \text{ н/мм}^2 \quad (3.7)$$

$$281,22 \text{ н/мм}^2 < 1000 \text{ н/мм}^2 \text{ (недонапруження складає 71\%)}$$

Висновок

В конструктивній частині кваліфікаційної роботи розроблений пристрій до плуга, який забезпечує зниження глибистості ґрунту. В результаті цього покращуються показники обробітку ґрунту, а саме кришення ґрунту, що в кінцевому результаті сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських

4 ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ В ТЕХНОЛОГІЇ

ГЛИБОКОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

4.1 Небезпечні фактори при виконанні глибокого обробітку ґрунту

Небезпечні фактори при виконанні глибокого обробітку ґрунту пов'язанні із ґрунтообробними роботами і характеризуються саме підвищеною напруженістю тракториста із-за зростання відповідальності, а також збільшується кількість задіяних технічних засобів та тривалістю орних робіт протягом доби. При цьому появляється також значна кількість саме травмонебезпечних ризиків, яка об'єктивно саме збільшує вірогідність травматизму працівників, особливо при недотриманні ними вимог нормативно-правових актів особливо з охорони праці та в наслідок неналежної організації орних робіт. Разом з цим, вимоги безпеки під час виконання орних робіт, в тому числі саме глибокого обробітку ґрунту, регламентовані по часі. Правилами також саме охорони праці у сільськогосподарському виробництві, які в свій час затверджені наказом Міністерства соціальної політики, а саме від 29.08.2018 № 1240. В цілому наказі відмічено, що під час основного обробітку ґрунту можуть проявитись небезпечні особливо шкідливі виробничі фактори, що може призвести безпосередньо до нещасного випадку, а також із-за впливу зовнішніх метеорологічних факторів, такі як атмосферні значні опади, гроза, сонячна радіація, а також низька або висока температура зовнішнього середовища; неправильні саме режими роботи орних засобів; непрапність знаряддя і механізмів технологічних систем для обробітку ґрунту; задіяні саме ґрунтообробні агрегати і пристрої, робочі органи окремих орних машин тощо.

Під час глибокого обробітку ґрунту саме ґрунтообробні агрегати повинні бути також укомплектовані запобіжними засобами для очищення саме лемішів та відвалів робочих органів знаряддя. Очищення від забруднення відвалів або технологічне регулювання робочих органів, а саме знаряддя на орному агрегаті, що рухається під час роботи, або при працюючому двигуні трактора суворо забороняється. Перед початком руху самого агрегату, необхідно подати відповідний сигнал трактористу і отримати його зворотній, та впевнитися, що це нікому не загрожує зовні, тільки після цього почати виконувати саме глибокий обробіток ґрунту.

Слід відмітити також, що при заглибленні робочих органів плуга повинно бути саме виконано тільки під час початкового руху агрегату, а переводити плуг в робоче або в транспортне положення тільки з кабіни енергетичного засобу. Саме приєднання орного знаряддя до трактора слід виконувати із допоміжним робітником, який не повинен саме знаходитись на шляху руху трактора, при цьому саме зчеплення плуга починати тільки після сигналу тракториста. Крім того, приєднувати орний плуг з причіпним його пристроєм необхідно тільки при зупиненому тракторі, а також вимкненій його передачі. Разом з цим, не дозволяється залишати саме без нагляду орний агрегат з працюючим двигуном трактора та при тривалій його зупинці саме орного агрегату глибокого обробітку необхідно агрегат загальмувати, опустити плуг та зупинити двигун трактора. При аварійній ситуації орного агрегату під час ґрунтообробних робіт необхідно екстренно зупинити агрегат, далі повністю його загальмувати та зупинити двигун безпосередньо трактора. Крім того, в процесі роботи орного агрегату глибокого обробітку необхідно періодично перевіряти його надійність і окремих його вузлів, навіски самого плуга, кріплення та стан робочих органів. Разом з цим, тільки при зупиненому орному агрегаті глибокого обробітку слід виконувати регульовальні роботи та очищати відвали корпусів плуга від рослинних решток і забруднень ґрунтом, саме при опущених робочих органах та в рукавицях виконувати очисні роботи із застосуванням саме спеціальних технічних засобів. При виявленні на

орному полі вибухонебезпечних предметів, а саме снарядів та мін, гранат тощо, всі роботи по глибокому обробітку ґрунту повинні бути негайно призупинені, а місце небезпечних предметів позначити попереджувальними табличками наприклад «Обережно!». Крім того, на такій ділянці поля повинна бути організована саме охорона небезпечних предметів, а у відповідні органи слід передати повідомлення. Окрім того, проїзд та робота орних агрегатів глибокого обробітку ґрунту дозволяється за умови, коли відстань саме від найвищої точки орного агрегату до високовольтної лінії повинна бути не менше наступної величини, яка вказана нижче (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – Допустимі умови проїзду орного агрегату під високовольтними лініями електропередач.

Напруга ЛЕП, кВ	до 1	1–20	35–100	154	220	330	500
Відстань по горизонталі, м	1,5	2	4	5	6	7	9
Відстань по вертикалі, м	1	2	3	4	5	6	7

Слід також особливо наголосити на тому, що на дорогах та у місцях перетину з повітряними лініями високої напруги до 330 кВ і вище, повинні бути встановлені відповідні біля таких ліній відповідні знаки, які забороняють зупинку орних агрегатів в охоронних зонах таких ліній. Для запобігання бути ураженим розрядом від блискавки, роботу на орних машинах під час саме грози необхідно негайно припинити виконання орних робіт. Якщо близько від роботи знаходиться закрите приміщення, такі як будинок та інші приміщення, то необхідно швидко заховатися в них до кінця грози, при цьому вікна та двері такого приміщення повинні бути щільно закриті. Категорично забороняється робітникам саме перебувати поблизу електричних і телефонних проводів, а також поряд з окремими предметами, деревами, окремими машинами, та опорами електропередач, а також під іншими спорудами. Якщо відсутні приведені сховища, то необхідно переконатися грозу саме на значній відстані від ґрунтообробної машини.

4.2 Вимоги безпеки під час виконання орними агрегатами глибокого обробітку ґрунту

Вимоги безпеки під час виконання орними агрегатами глибокого обробітку ґрунту передбачено виконання ряд вимог, а саме. Орний агрегат повинен обладнаний таким чином, щоб його шкодочинна дія на навколишнє середовище була мінімальною. Тобто, виділення орним агрегатом в навколишнє середовище шкідливих речовини у повітря під час його роботи повинно не перевищувати допустимих показників, а робоче місце механізатора повинно бути обладнане місцевою вентиляцією. Крім того, елементи орних агрегатів, вузли яких наділені обертовим рухом та можуть становити небезпеку обслуговуючому персоналу, мають бути огорожені саме відповідними захисними огорожами, які в повній мірі повинні забезпечити безпечні умови саме працівників. При цьому суворо не дозволяється експлуатація несправних знарядь та обладнання, використання енергетичних засобів без електростартерного запуску саме двигуна та з , несправною системою його блокування за ввімкнутої передачі трактора. Крім того, зовнішні поверхні , захисних засобів саме приводів і карданних валів повинні бути пофарбовані в світлі тони, а саме в жовтий та червоний сигнальні кольори, а зусилля, що прикладаються механізатором до органів керування самого трактора. повинні бути в допустимих межах, наприклад, при дії ногами на педалі, вони повинні коливатись в діапазоні 60—200 Н, при дії від рук саме на робочі важелі 30—200 Н. Разом з цим, саме орні агрегати не повинні надмірно забруднювати навколишнє середовище відпрацьованими газами, а саме повітря, ґрунт та водоймища шкідливими викидами та бути причиною небезпечних пожеж і вибухів. Відповідні матеріали, які застосовують при використанні під час технічного обслуговування орних машин глибокого обробітку ґрунту, мають бути саме безпечними і нешкідливими для обслуговуючого персоналу.

Крім того, спеціальними правилами безпечних умов праці також передбачені вимоги до щодо самих умов працівників, а також до електрообладнання машини, до начіпних та причіпних знарядь, робочих органів машин тощо. Особливо слід відмітити, що до роботи з технічними засобами допускаються лише технічно справні знаряддя та пристрої до них, які в повній мірі повинні відповідати саме вимогам безпеки. Нові та відремонтовані машини та знаряддя, а також ті машини і знаряддя, що тривалий час не використовувались на виконанні польових робіт, допускають до роботи лише після їх перевірки на справність та проведення обкатки, після якої їх ретельно перевіряють на роботоздатність.

Для комплектування орного агрегату глибокого обробітку ґрунту крім тракториста-машиніста може бути при необхідності присутній допоміжний працівник під обов'язковим контролем саме тракториста або механіка. Крім того, довільна заміна машини у орному агрегаті без узгодження з відповідною особою не допускається. За технічний стан орного агрегату глибокого обробітку ґрунту, а саме за його комплектування і безпечне використання, що знаходиться у приватній власності, несе повну відповідальність саме його керівник. До використання орного агрегату глибокого обробітку ґрунту слід допускати тільки абсолютно справні, відрегульовані та перевірені на роботоздатність знаряддя, яким виконана відповідна режимна обкатка, особливо це відноситься до нового орного знаряддя.

Саме начіпні знаряддя орного агрегату заздалегідь слід перевірити і заагредувати лише з тим трактором, який зазначений у його технічній інструкції використання. Окрім того, до роботи саме на орних агрегатах слід допускати фізично здорові особи, саме навчені за відповідною програмою та досвідчених механізаторів, які в залежності від виду виконання ґрунтообробної роботи повинні бути забезпечені саме безпечними засобами захисту та спецодягом. Крім того, перед виконанням орних робіт глибокого обробітку ґрунту на основі саме обстеження поля агрономом, повинен бути

складений відповідний технологічний регламент на виконання саме орних робіт глибокого обробітку ґрунту. Після цього обстежене поле слід підготувати на предмет відсутності сторонніх предметів та позначити наявні на ньому перешкоди (високовольтні лінії тощо), а також позначити яри і балки відповідними табличками та з попереджувальними написами. Після цього на підготовленому полі до глибокого обробітку ґрунту слід відбити поворотні полоси у відповідності із характеристикою орного агрегату. Саме при груповій роботі орних агрегатів глибокого обробітку ґрунту, слід вибрати та обладнати та позначити особливе місце для відпочинку механізаторів. При цьому на місці роботи саме орних агрегатів глибокого обробітку ґрунту не слід допускати сторонніх осіб, які не мають жодного відношення до технології глибокого обробітку ґрунту. Крім того, орні агрегати глибокого обробітку ґрунту повинні відповідати розробленим і затвердженим головним спеціалістом підприємства у відповідності із технологією глибокого обробітку ґрунту маршрутом руху до поля ґрунтообробного агрегату. При цьому необхідно приділити достатню увагу ґрунтообробним агрегатам, що працюють на похилих ділянках поля. Саме до керування такими орними агрегатами необхідно допускати механізаторів саме вищої категорії та зі стажем роботи за спеціальністю тракториста-машиніста не менше трьох років, що також пройшли відповідне навчання і засвоїли інструктаж з безпеки виконання орних робіт.

4.3 Заходи безпечних умов праці при виконанні глибокого обробітку ґрунту

Заходами безпечних умов праці при виконанні глибокого обробітку ґрунту передбачено створення згідно з Правилами з охорони праці в

сільськогосподарському виробництві створення безпечних умов виконання польових робіт з дотриманням нормативних актів з охорони праці, за умови своєчасного проведення навчання технічних працівників саме безпечним методам роботи та проведення інструктажів з охорони праці на робочих місцях, а також та пожежної безпеки з механізаторами, що беруть участь у роботах основного глибокого обробітку ґрунту, Крім того механізатори повинні бути забезпечені спецодягом та засобами індивідуального захисту, а також окулярами, респіраторами, та засобами пожежогасіння, медичними аптечками На місцях виконання оранки ґрунту повинні бути відділені місця для відпочинку механізаторів. Разом з цим, до роботи на орних агрегатах та на подібних технічних засобах повинні бути допущені механізатори та інші технічні працівники віком старші 18 років, які успішно пройшли медогляд, спецнавчання та відповідний інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки, а також наділені відповідним посвідченням на право управління орними агрегатами. На основі проведеного системного аналізу причин та обставин виробничого травматизму, а також із врахуванням рекомендації комісій з в'ясуванням саме нещасних випадків на виробництві, встановлено, що основними причинами нещасних випадків є відсутність контролю з боку керівників підприємств, а також служб охорони праці за дотриманням саме безпечних правил на робочих місцях. Слід також відмітити, що з настанням періоду орних робіт глибокого обробітку ґрунту, інтенсивність техніки в полі значно збільшується, що потребує безпосередньої уваги зі сторони керівництва підприємства щодо забезпечення саме безпечної організації праці самих механізаторів.

Слід також зауважити, що орні агрегати глибокого обробітку ґрунту після ремонту або тривалого зберігання слід перевірити їх вузли і механізми на працездатність з дотриманням відповідних технічних умов. Саме орні агрегати глибокого обробітку ґрунту повинні бути повністю укомплектовані, а також відрегульовані та обладнані необхідними безпечними пристроями, в тому числі захисним огородженням небезпечних механізмів. В цілому

технічний стан саме орних агрегатів слід перевірити у відповідності до вимог діючої саме нормативно-технічних документів. Крім того, ґрунтообробні агрегати глибокого обробітку ґрунту повинні налаштовані таким чином, щоб мінімувати їх дію на навколишнє середовище (Рис.4.1).



Рисунок 4.1 – Схема впливу орного агрегату глибокого обробітку ґрунту на навколишнє середовище

В цілому для виконання орних робіт глибокого обробітку ґрунту, поле спочатку необхідно завчасно підготувати, а саме, видалити сторонні предмети, засипати канави, та позначити небезпечні перешкоди, які неможливо видалити з поля. Після цього слід розмітити поле на загінки у відповідності з особливостями орного агрегату і позначити поворотні смуги для самих орних агрегатів, що будуть виконувати оранку ґрунту на цьому полі,

Слід також відмітити, що під час перевищення швидкості руху орного агрегату по дорогам з вибоїнами, поперечна його стійкість, особливо

колісного, суттєво зменшується, що може привести до трагічних наслідків. Також під час руху орного агрегату впоперек схилу стійкість трактора також зменшується, що може привести його до перевертання.

Безпечними умовами виконання робіт є регулювання орного агрегату на задані умови роботи саме на горизонтальному майданчику, на якому слід встановити корпуси плуга на задану глибину глибокої оранки, затягнути гайки кріплення лемішів та полиць до корпусів плуга, виставити передплужники, а самих корпусів підтягнути кріплення до рами плуга. При цьому робітників, які виконують технічні роботи з орним агрегатом, необхідно забезпечити засобами індивідуального захисту, а також необхідними предметами для очищення робочих органів. Перед поворотом орного агрегату необхідно його робочі органи повністю виглибити, а на початку заїзду в загінку знову їх заглибити. Якщо орний агрегат під час роботи обслуговує окрім тракториста його помічник, то необхідно перед початком саме руху слід переконатись в тому, що саме помічник знаходився на безпечній відстані від орного агрегату.

4.4 Дотримання екологічної безпеки при виконанні орних робіт

До екологічної безпеки при виконанні орних робіт відноситься її забруднення технічними засобами, що є однією з найбільших екологічних проблем саме із-за їх стану.

Особливо до екологічної безпеки відносяться роботи, пов'язані із розорюваністю земель, які піддаються вітровій та водній ерозії. При цьому саме проблема екологічної безпеки виникає у неправильному використанні таких розораних ґрунтів, внаслідок чого в них значно знижується вміст гумусу, а отже і родючість. Екологічною небезпекою являється нераціональне використання родючих ґрунтів, внаслідок чого відбуваються забруднення повітря вуглекислим газом, що призводить погіршення ґрунтових зон, а саме,

степова зона постійно розширюється. Слід також зауважити, що на сьогодні відбувається суттєва деградація самого чорнозему із-за постійного вирощування на одному полі ,прибуткових культур таких як кукурудзи та сої. При цьому виснаження ґрунтів створює умови для вітрової і водної ерозії. Значної шкоди довкіллю також завдає саме хімічне забруднення ґрунтів із-за нераціонального використання гербіцидів та інших ядохімікатів. Слід також відмітити, що саме ґрунт здатний вбирати в себе хімікати, а потім віддавати їх в рослини. Слід також звернути і на важкі метали в ґрунті, які забираються з нього рослинами і потім з ними потрапляють у вироблену продукцію.

Висновок

В результаті структурного аналізу небезпечних умов виконання орних робіт глибокого обробітку ґрунту, встановлено, що у виробничих умовах не завжди дотримуються безпечних умов виконання ґрунтообробних робіт на що призводить до травматизму технічних працівників. Виходячи із цього в розділі охорони праці розроблені ряд безпечних заходів з охорони праці на робочих місцях механізаторів, запровадження яких при виконанні польових робіт у виробничих умовах забезпечить покращення безпечних умов праці механізаторів при виконанні орними агрегатами глибокого обробітку ґрунту.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІД РОЗРОБЛЕНИХ ЗАХОДІВ У КВАЛІФІКАЦІЙНІЙ РОБОТІ

5.1 Розрахунок показників економічної ефективності

від застосування орного агрегату

Для розрахунку показників економічної ефективності від застосування орного агрегату використаємо метод порівняльних розрахунків. При цьому для розрахунку саме економічної ефективності складових орного агрегату для глибокого обробітку ґрунту з використанням начіпного орного агрегату є визначення відповідних показників саме комплексу даних, які в найбільшій мірі впливають на результати виробництва продукції рослинництва. Крім того, складові даних використання начіпного орного агрегату глибокого обробітку ґрунту повинні скоротити саме витрати на їх застосування, при цьому збільшити прибуток підприємства від його застосування. Крім того, сама економія планових витрат повинна бути отримана за підвищення якості виконаних орних робіт глибокого обробітку ґрунту, а також за рахунок підвищеної надійності в роботі орного агрегату та економії в потокових витратах. Для оцінки ефективності від використання начіпного орного агрегату, проаналізуємо витрати на його переобладнання, а також на утримання і на виконання в повній мірі річного обсягу планових орних робіт. В цілому витрати, що пов'язані з утриманням та використанням орного агрегату глибокого обробітку ґрунту, діляться на постійні і змінні. Постійні витрати використовують на утримання орного агрегату в роботоздатному стані, які не залежать від інтенсивності її використання на орних роботах.

Змінні витрати витрачають на підтримання орного агрегату під час його використання на орних роботах і залежать від самого обсягу орних робіт, які виконані ним на протязі планового періоду. В ці витрати входять витрати на технічне обслуговування орного агрегату, а також на усунення відказів,

До постійних витрат на утримання начіпного орного агрегату протягом всього строку використання в підприємстві відноситься наступне:

- амортизаційні відрахування на утримання (*грн/рік*):

$$\text{трактора: } A_{\text{тр}} = \frac{Ц_{\text{н.тр}} - Ц_{\text{к.тр}}}{T_{\text{ме.тр}}} \quad (5.1)$$

начіпного орного агрегату:

$$A_{\text{тр}} = \frac{Ц_{\text{н.тр}} - Ц_{\text{к.тр}}}{T_{\text{ме.тр}}} \quad (5.2)$$

де $Ц_{\text{н.тр}}, Ц_{\text{н.м}}$ — відповідно, початкова ціна трактора та орної машини, *грн*.

$Ц_{\text{к.тр}}, Ц_{\text{к.м}}$ — кінцева ціна трактора та орної машини, *грн*.

$T_{\text{ме.тр}}, T_{\text{ме.м}}$ — термін використання трактора та плуга у підприємстві, *роки*.

- витрати на вкладений капітал, *грн/рік*: трактор і плуг придбані за власні кошти:

$$\text{трактора } B_{\text{ек.тр.}} = \frac{H_{\text{ек}}}{100} \cdot K_{\text{ек.тр.}} \quad (5.3)$$

де $H_{\text{ек}}$ - банківська норма на вкладений капітал, %; $H_{\text{ек}}=12\%$;

$K_{\text{ек.тр}}, K_{\text{ек.м}}$ - капітальні вкладення на придбання трактора (плуга), *грн*;

$K_{\text{ек.тр.}}$ - капітальні вкладення на придбання трактора, *грн*;

$$K_{\text{ек.тр}} = \frac{Ц_{\text{н.тр}} + Ц_{\text{к.тр}}}{2} \quad (5.4)$$

$K_{\text{ек.м}}$ - капітальні вкладення на придбання плуга, *грн*;

$$K_{\text{ек.пл}} = \frac{Ц_{\text{н.пл}} + Ц_{\text{к.пл}}}{2} \quad (5.5)$$

Витрати на вкладений капітал плуга:

$$B_{ек.м} = \frac{H_{ек}}{100} \cdot K_{ек.м} \quad (5.6)$$

Витрати на зберігання плуга, (грн/рік):

$$B_{зб.м} = \frac{H_{зб.м}}{100} \cdot Ц_{п.м} \quad (5.7)$$

де $H_{зб.тр}$, $H_{зб.м}$ - норма відрахувань (процент від початкової ціни) на зберігання трактора, робочої машини, %. (1%)

Сума постійних річних витрат, (грн/рік):

трактора:

$$B_{тр.тр} = A_{ар} + B_{ек.тр} + B_{зб.тр} \quad (5.8)$$

Плуга

$$B_{тр.м} = A_{ар} + B_{ек.м} + B_{зб.м} \quad (5.9)$$

Питомі (годинні) постійні витрати (грн/год):

трактора

$$\epsilon_{пз.тр} = \frac{B_{тр.тр}}{T_{пз.тр}} \quad (5.10)$$

плуга

$$\epsilon_{пз.м} = \frac{B_{тр.м}}{T_{пз.м}} \quad (5.11)$$

де $T_{пз.тр}$, $T_{пз.м}$ — річне завантаження трактора, робочої машини, (годин роботи за рік). Річне завантаження трактора становить 1200 год. Річне завантаження культиватора становить 240 год.

- сума питомих (годинних) постійних витрат на агрегат, грн/год:

$$\epsilon_{тр.а} = \epsilon_{тр.тр} + \epsilon_{тр.м} \quad (5.12)$$

$$e_{np.a} = 23,7 + 14,0 = 37,7 \text{ грн/год.}$$

Змінні витрати на роботу начіпного орного агрегату.

- питомі (годинні) витрати на заробітну плату, *грн/год*

$$e_{зр.зн} = C_m \cdot n_m \quad (5.13)$$

де C_m - годинна тарифна ставка механізатора, *грн/год*.

Групи тракторів, комбайнів та інших самохідних машин для диференціації тарифних розрядів робіт наступні:

I група – колісні трактори з класом тяги до 14кН і потужністю двигуна до 58.8кВт та інші машини з подібною потужністю двигуна;

II група – трактори з класом тяги від 14 до 30кН (включно) і потужністю двигуна: а) гусеничних – до 73.5 кВт; б) колісних – від 58.8 до 95.5 кВт та інші машини з подібною потужністю двигуна;

III група – трактори з класом тяги понад 30кН і потужністю двигуна:

а) гусеничних – 73.5кВт і вище;

б) колісних – 95.5кВт і вище, та інші машини з подібною потужністю.

n_m - кількість механізаторів.

- річні витрати на заробітну плату, *грн/рік*:

$$B_{зр.зн} = e_{зр.зн} \frac{O_{сез}}{W_z} \quad (5.14)$$

де W_z - годинна продуктивність орного агрегату,

- питомі витрати на паливно-мастильні матеріали, *грн/год*

$$e_{зг.тмм} = q_{за} \cdot W_r \cdot Ц_{тмм} \quad (5.15)$$

де $q_{за}$ - витрати палива на одиницю роботи серійним агрегатом, *кг/га*;

$Ц_{тмм}$ - комплексна ціна палива, *грн/кг*.

Питомі витрати на паливно-мастильні матеріали удосконаленого агрегату, *грн./год*

q_{ga} - витрати палива на одиницю виконаної роботи удосконаленим агрегатом, *кг/га*; ($q_{ga} = 17,6 \text{ кг} / \text{га}.$)

Річні витрати на паливно-мастильні матеріали, *грн/рік*.

$$B_{зр.нмм} = \partial_{ga} O_{сез} \Pi_{нмм}. \quad (5.16)$$

-питомі (годинні) витрати на технічне обслуговування і усунення відказів трактора, *грн/год*

$$\epsilon_{зг.ТО.тр} = \frac{B_{зр.ТО.тр}}{T_{рз.тр}} \quad (5.17)$$

де $B_{зр.то.тр}$ - річні витрати на на технічне обслуговування і усунення відказів самого трактора, *грн*.

Питомі (годинні) витрати на технічне обслуговування і усунення відказів начіпного плуга, *грн./год*

$$\epsilon_{зг.ТО.м} = \frac{B_{зр.ТО.м}}{T_{рз.м}} \quad (5.18)$$

де $B_{зр.то.м}$ - річні витрати на на технічне обслуговування і усунення відказів начіпного плуга, *грн*.

Сума змінних питомих (годинних) витрат на начіпний агрегат, *грн/год*

$$\epsilon_{зг.а} = \epsilon_{зг.зп} + \epsilon_{зг.нмм} + \epsilon_{зг.то.тр} + \epsilon_{зг.то.м} \quad (5.19)$$

Сума питомих постійних та питомих змінних витрат на 1 годину роботи орного агрегату, *грн/год*.

$$\epsilon_{сг.а} = \epsilon_{пг.а} + \epsilon_{зг.а} \quad (5.20)$$

- витрати підприємства на одиницю роботи начіпного орного агрегату, *грн/га*.

Питомі витрати на паливно-мастильні матеріали удосконаленого агрегату, *грн./год*

$q_{зм}$ - витрати палива на одиницю виконаної роботи удосконаленим агрегатом, *кг/га*; ($q_{зм} = 17,6 \text{ кг} / \text{га}$.)

Річні витрати на паливно-мастильні матеріали, *грн/рік*.

$$B_{зр.плм} = \partial_{зм} O_{сез} \Pi_{плм} \quad (5.16)$$

-питомі (годинні) витрати на технічне обслуговування і усунення відказів трактора, *грн/год*

$$e_{зг.то.тр} = \frac{B_{зр.то.тр}}{T_{рз.тр}} \quad (5.17)$$

де $B_{зр.то.тр}$ - річні витрати на на технічне обслуговування і усунення відказів самого трактора, *грн*.

Питомі (годинні) витрати на технічне обслуговування і усунення відказів начіпного плуга, *грн./год*

$$e_{зг.то.м} = \frac{B_{зр.то.м}}{T_{рз.м}} \quad (5.18)$$

де $B_{зр.то.м}$ - річні витрати на на технічне обслуговування і усунення відказів начіпного плуга, *грн*.

Сума змінних питомих (годинних) витрат на начіпний агрегат, *грн/год*

$$e_{зг.а} = e_{зг.зн} + e_{зг.плм} + e_{зг.то.тр} + e_{зг.то.м} \quad (5.19)$$

Сума питомих постійних та питомих змінних витрат на 1 годину роботи орного агрегату, *грн/год*.

$$e_{сг.а} = e_{пг.а} + e_{зг.а} \quad (5.20)$$

- витрати підприємства на одиницю роботи начіпного орного агрегату, *грн/га*.

$$v_{\text{вр.з}} = \frac{v_{\text{с.з.з}}}{W_{\text{з}}} \quad (5.21)$$

Додатковий економічний ефект від збільшення врожайності, на прикладі насіння соняшника, за рахунок підвищення якості основного обробітку ґрунту удосконаленим начіпним орним агрегатом:

$$E_{\partial} = C_{\text{з}} \cdot U_{\partial} \cdot S \quad (5.22)$$

де $C_{\text{з}}$ – середня закупівельна ціна одного центнера насіння соняшника, 2300грн/ц;

U_{∂} – додатковий врожай, ц/га. При перевищенні допустимого відхилення глибини обробітку ґрунту його якість оцінюється на «задовільно», при цьому коефіцієнт реалізації біопотенціалу буде становити 0,93, що призводить до зниження врожайності на 6%. Застосування удосконаленого саме начіпного орного агрегату при дотриманні в заданих межах заданої глибини оранки, а саме в допустимих агровимогах, забезпечує якість обробітку з оцінкою «добре», яка відповідає коефіцієнту реалізації потенціалу соняшника 0,96. В результаті підвищення коефіцієнта реалізації саме потенціалу врожайність соняшника може підвищитись до 18,9 ц/га, при середній врожайності насіння соняшника, 18,4 ц/га, що складе в цілому прибавку врожаю 0,5ц/га.

S – площа соняшника, га.

Розрахунки, пов'язані з визначенням додаткового економічного ефекту виконано, виходячи із площі посіву соняшника 100 га. Відповідно після підстановки визначених значень у формулу (5.22), отримаємо наступне:

$$E_{\partial} = 2300 \cdot 0,5 \cdot 100 = 115000 \text{ грн.}$$

Вихідні дані і результати розрахунків наведено в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 - Порівняльна економічна ефективність удосконаленого начіпного орного агрегату на базі колісного трактора

ПОКАЗНИКИ ОРНОГО АГРЕГАТУ	Серійний агрегат ХТЗ-170+ ПЛН-5-35	Удосконале- ний агрегат ХТЗ-170+ ПЛН-5-35У	В %
1. Швидкість руху агрегату, V , км/год	8,0	8,4	105
3. Коефіцієнт використання робочого часу, τ	0,68	0,70	112
4. Продуктивність агрегату, W_z га/год	1,65	1,78	113
5. Річне завантаження, годин	250	250	-
6. Річний виробіток орного агрегату, W_p , га	237,5	245	103
7. Витрати на одиницю роботи агрегату, грн./га	295,6	247,1	-115
8. Додатковий економічний ефект від підвищення якості обробітку ґрунту на прикладі оранки ґрунту під соняшник, із розрахунку на 100 га, грн	-	115000	-

Висновок

Як видно із визначених показників, економічна ефективність удосконаленого орного агрегату забезпечена за рахунок більш якісного обробітку ґрунту. Крім того, продуктивність орного агрегату дещо збільшується в порівнянні із серійним, В цілому витрати коштів на одиницю виконаної орної роботи зменшились. В цілому, за рахунок покращення якісних показників глибокого обробітку ґрунту під соняшник удосконаленим орним агрегатом, додатковий економічний ефект при застосуванні у виробничих умовах може скласти 115000 грн з розрахунку на 100 га посівної площі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Технологія глибокого обробітку ґрунту характеризується рядом показників, а саме, відхиленням від заданої глибини ходу робочих органів, рівномірністю глибини обробітку, ступенем кришення ґрунту та відсутністю огріхів. Аналіз технологічних показників глибокого обробітку ґрунту показав, що такий якісний показник як глибистість перевищує агротехнічні вимоги, що негативно позначається на врожайності сільськогосподарських культур. В результаті виконаних розрахунків обґрунтований оптимальний склад ґрунтообробного агрегату для глибокого обробітку ґрунту. При цьому визначений тяговий опір ґрунтообробного знаряддя, показники, що пов'язані з підготовкою поля до виконання глибокого обробітку ґрунту, обґрунтовані режими роботи ґрунтообробного агрегату. В конструктивній частині кваліфікаційної роботи розроблений пристрій до плуга, який забезпечує зниження глибистості ґрунту. В результаті цього покращуються показники обробітку ґрунту, а саме кришення ґрунту, що в кінцевому результаті сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. В результаті структурного аналізу небезпечних умов виконання орних робіт глибокого обробітку ґрунту, встановлено, що у виробничих умовах не завжди дотримуються безпечних умов виконання ґрунтообробних робіт на що призводить до травматизму технічних працівників. Виходячи із цього в розділі охорони праці розроблені ряд безпечних заходів з охорони праці на робочих місцях механізаторів, запровадження яких при виконанні польових робіт у виробничих умовах забезпечить покращення безпечних умов праці механізаторів при виконанні орними агрегатами глибокого обробітку ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горячкин В. П. Собрание сочинений [Текст]/ В. П. Горячкин. - М.: Т. 2, 1968. – 437 с.
2. Інженерна служба сільськогосподарського підприємства [Текст]: навч. посібник/ В.І. Пастухов, Г.В. Фесенко, О.А., Романашенко та ін.; під заг. ред. Г.В. Фесенка. - Х.: ПП Черв'як, 2009. - 147 с.
3. Муфтеев Р.С. Способы соединения плуга с тракторами и энергетические показатели пахотного агрегата [Текст]/ Р.С. Муфтеев. - М.: ВИМ, Т. 40, 1968. – 86 с.
4. Муфтеев Р.С. Обоснование типов пахотных агрегатов с тракторами классов 3, 4 т [Текст]/ Р.С. Муфтеев, А.Г. Соловейчик// Журн. Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. - 1968. – № 3. – С. 28-31.
5. Василенко С. В. Кинематика навесной системы при копировании рельефа поля плугом [Текст]/ С.В. Василенко// Журн. Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. - № 6. – С. 46-48.
6. Синеоков Г. М., Теория и расчёт почвообрабатывающих машин [Текст]/ Г. М. Синеоков, И. М. Панов; – М.: Машиностроение, 1977. – 214 с..
7. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві [Текст]/ В.Ю Ільченко. – К.: Урожай, 1993. - 287 с.
8. Гряник Г.М. Охорона праці. Г. М. Гряник. – К.: Вища школа, 1990. - 223 с.
9. Ковтун Ю.І. Агрокваліметрія [Текст] : навч.посібник / Ю.І. Ковтун, Д.І. Мазоренко, П.А.Джолос; під заг. ред.Ю.І. Ковтуна.-Х.: Оригінал, 2000.- 153с.
10. Пастухов В.І. Тріада критеріїв збереження для оцінки техніки і технології в рослинництві [Текст]: навч. посібник/. – Х.: ПНВП ПРОМПРОЕКТ, 2004. - 118 с.
11. Лахман С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві [Текст]/ С.Д. Лахман.- К.: Урожай, 1990. – 390 с.
ДНАОП 0.00.4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці»

- 12 ДНАОП 0.03-4.02-07 «Положення про медичний огляд робітників певних категорій»
- 13 НПАОП 0.00-4.12-05 (ДНАОП 0.00-8.02-93) «Перелік робіт з підвищеною небезпекою»
- 14 ГН 3.3.5-8-6.6.1 2014 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості і небезпеки чинників виробничого середовища, тяжкості і напруженості трудового процесу».
- 15 ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»
- 16 ДСН 3.3.6.039-99 «Санітарні норми виробничої загальної локальної та вібрації».
- 17 ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»,
- 18 ДБН В 2-5-28-2006 «Природне та штучне освітлення»
- 19 ДБН В 2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення»
- 20 ДБН В 2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»
- 21 ДБН В 2.5-74:2013 «Водопостачання. [Зовнішні мережі та споруди](#)»
- 22 ДБН В 1.2-7-2008 «Пожежна безпека. Основні вимоги до будівель і споруд»
- 23 НАПБ А.01.001-2015 (ДНАОП 0.01-1.01-15) «Правила пожежної безпеки в Україні»
- 24 ДБН В 2.5-56:2010 «Системи протипожежного захисту»

