

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проекту
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЗАЦІЇ
ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ
З РОЗРОБКОЮ ВИРІВНЮВАЧА ГРУНТУ**

Виконав: студент групи МС-4-20

_____Курочка Владислав Володимирович

Керівник: _____Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2023

АНОТАЦІЯ

Курочка В.В. Удосконалення процесу механізації вирощування соняшнику з розробкою вирівнювача ґрунту/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023. – 64 с.

В роботі приведено аналіз діяльності господарства і конструкції машин для вирівнювання поверхні ґрунту перед сівбою сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику. Приведені агротехнологічні і фізико-механічні характеристики ґрунту.

Запропоновано конструкцію вирівнювача та описана його будова. Проведено аналіз стану охорони праці в господарстві, розроблені заходи по охороні праці при виконанні обробітку ґрунту і вирощуванні соняшника. Визначена економічна ефективність проекту.

Ключові слова: соняшник, технологія, вирощування, вирівнювання ґрунту, економічна ефективність.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА І КОНСТРУКЦІЇ	
ВИРІВНЮВАЧІВ ПОВЕРХНІ ГРУНТУ.	9
1.1 Загальна характеристика господарства.	9
1.2 Аналіз конструкції вирівнювачів ґрунту.	13
2 ОСНОВНІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТУ.	
22	
3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРІВНЮВАЧА	
ГРУНТУ.	26
3.1 Особливості підготовки ґрунту до сівби соняшнику.	26
3.2 Опис запропонованої конструкції вирівнювача.	30
4 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ РОЗРОБЛЕНОГО ВИРІВНЮВАЧА	
ГРУНТУ.	31
4.1 Розрахунок конструктивних елементів рами.	31
4.2 Розрахунки на міцність елементів з'єднання агрегату.	39
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.	
42	
5.1 Охорона праці при вирощуванні соняшника.	42
5.2 Заходи цивільної оборони по усуненню наслідків надзвичайних ситуацій.	51

5.3 Розробка конструкції опорних коліс.	
.54	
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	
55	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	
62	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	
.63	
ДОДАТКИ.	
65	

ВСТУП

Останніми роками площа посівів соняшнику в світі досягла 14,5 млн. га [1]. Соняшник – основна олійна культура в Україні. До 1990 р. посівні площі соняшнику в нашій країні становили 1,6 млн. га (це – 96% площі олійних культур), а нині вони розширилися до 4,1–4,5 млн. га. Ось уже три роки поспіль Україна збирає 6,3–6,8 млн. т соняшникового насіння (у світі – 30,65 млн. т).

Особливістю сільськогосподарського сезону 2023 року є те, що в умовах загарбницької війни росії, яка почалася 24 лютого 2022 року, склалися вкрай важкі умови в сільському господарстві – катастрофічно піднялися ціни на мінеральні добрива, засоби захисту рослин, паливо-мастильні матеріали і ін. і багато сільгоспвиробників не змогли засіяти озимі культури восени 2022 р. Тому при відповідній підтримці держави

вони планують у весняну посівну 2023 р. засіяти ці площі в основному соняшником. Тому площі під соняшник в 2023 році значно зростуть.

Насіння його районованих сортів і гібридів містить 50 – 52 % олії. Порівняно з іншими олійними культурами соняшник дає найбільший вихід олії з одиниці площі (750 кг/га в середньому по Україні). На соняшникову олію припадає 98 % загального виробництва олії в Україні.

Соняшникову олію широко використовують як продукт харчування в натуральному вигляді. Харчова цінність її зумовлена високим вмістом поліненасиченої жирної лінолевої кислоти (55 – 60 %), яка має значну біологічну активність і прискорює метаболізування ефірів холестерину в організмі, що позитивно впливає на стан здоров'я. До складу соняшnikової олії входять і такі дуже цінні для організму людини компоненти, як фосфатиди, стерини, вітаміни (А, D, Е, К). Соняшникову олію використовують в кулінарії, хлібопеченні, для виготовлення різних кондитерських виробів і консервів.

Побічні продукти переробки насіння соняшнику – макуха при пресуванні і шрот при екстрагуванні (близько 35 % від маси насіння) є цінним концентрованим кормом для худоби. Стандартна макуха містить 38 – 42 % перетравного протеїну, 20 – 22 % безазотистих екстрактивних речовин, 6 – 7 % жиру, 14 % клітковини, 6,8 % золи, багато мінеральних солей. За поживністю 100 кг макухи відповідають 109 корм. од. Шрот містить близько 33 – 34 % перетравного протеїну, 3 % жиру, 100 кг його відповідають 102 корм. од. Лузга (вихід 16 – 22 % від маси насіння) є сировиною для виробництва гексозного й пентозного цукру. Із гексозного цукру виробляють етиловий спирт і кормові дріжджі, із пентозного — фурфурол, який використовують при виготовленні пластмас, штучного волокна та іншої продукції.

Кошки соняшнику (вихід 56 – 60 % від маси насіння) є цінним кормом для тварин, їх добре поїдають вівці і велика рогата худоба. В

них міститься 6,2 – 9,9 % протеїну, 3,5 – 6,9 % жиру, 43,9 – 54,7 % безазотистих екстрактивних речовин та 13,0 – 17,7 % клітковини. За поживністю борошно з кошиків прирівнюється до пшеничних висівків, 1 ц його відповідає 80 – 90 кг вівса, 70 – 80 кг ячменю. З кошиків виробляють харчовий пектин, який використовується в кондитерській промисловості. Соняшник вирощують і як кормову культуру. Він може дати до 600 ц/га і більше зеленої маси, яку в чистому вигляді чи в сумішах з іншими кормовими культурами використовують при силосуванні. Силос із соняшнику добре поїдається худобою і за поживністю не поступається силосу з кукурудзи. В 1 кг його міститься 0,13-0,16 корм. од., 10 – 15 г протеїну, 0,4 г кальцію, 0,28 г фосфору і 25,8 мг каротину (провітаміну А).

Стебла соняшнику можна використовувати для виготовлення паперу, а попіл – як добриво. Жовті пелюстки язичкових квіток соняшнику використовують як ліки у фітотерапії.

Соняшник – чудова медоносна рослина. З 1 га його посівів під час цвітіння бджоли збирають до 40 кг меду. При цьому значно поліпшується запилення квіток, що підвищує врожай насіння.

Для збільшення виробництва продукції слід впроваджувати передові технології і удосконалювати машини для виконання основних технологічних процесів, одним з яких є сівба. Яка б не була встановлена агротехнікою глибина сівби сільськогосподарських культур, зокрема і соняшнику усе висіяне насіння повинно бути загорнуте на однакову глибину. Недодержання цього правила, особливо якщо різниця в глибині загортання насіння значна, призводить до зменшення врожаю через неодноразовість сходів та їхню зрідженість, неодноразовість дозрівання, появу підгону і недогону, що затрудняють механізоване збирання врожаю. Для загортання в ґрунт насіння на однакову глибину необхідно мати рівний мікрорельєф поля, який можна створити шляхом вирівнювання поверхні поля. Крім того, вирівнювання дозволяє створити найсприятливіші умови для рівномірного розподілу

гербициду на поверхні, забезпечує швидке прогрівання верхнього шару. Цю операцію розпочинають, як тільки настане фізична стиглість ґрунту і закінчують за 2 – 3 дні.

В дипломному проєкті пропонується удосконалення механізації вирощування соняшнику і конструкції вирівнювача ґрунту, яка більш проста за існуючі конструкції для вирівнювання і розпушення ґрунту. Запропонований вирівнювач цінний тим, що його можна виготовити навіть в умовах господарства.

1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА І КОНСТРУКЦІЇ ВИРІВНЮВАЧІВ ПОВЕРХНІ ҐРУНТУ

1.1 Загальна характеристика господарства

ТОВ (Товариство з обмеженою відповідальністю) «Осіріс» зареєстровано 21.03.2011 р і розташоване в Синельниківському районі Дніпропетровської області, смт Васильківка.

Основний земельний масив розміщений в південній частині Дніпропетровського району. Клімат у зоні діяльності господарства помірно-континентальний, характеризується жарким літом і холодною зимою. Влітку нерідко згубні для сільськогосподарських культур суховії. У зимовий період бувають відлиги з підвищенням температури до +10 ... +13°C. У квітні і травні спостерігаються заморозки.

Строки появи постійного сніжного покриву по роках значно змінюються. У середньому це приходить до 20 грудня. Коливання середньої висоти сніжного покриву також значні, від 3 см наприкінці грудня до 8-10 см, до кінця сніготанення. У зв'язку з невеликим сніжним покривом ґрунт промерзає в холодні зими до 1 м. Середня глибина промерзання ґрунту близько 50 см.

У весняний період переважають вітри східних напрямків. Влітку бувають сухі вітри суховії.

Кількість атмосферних опадів по роках коливається від 350 до 450 мм. Середня кількість продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту перед сівбою цукрових буряків 110-120, а в окремі роки буває менше 100 мм.

Влітку ґрунт вбирає в середньому 33...41% опадів, від збирання озимої пшениці до виходу в зиму – 27...44, від початку зими до повного відтаювання ґрунту навесні – 34...50%. За зимовий період у 1,5 метровому шарі ґрунту запаси вологи збільшується на 140...151 мм, а при регулярному снігозатриманні – ще більше.

По багаторічним даним середньорічна температура повітря перевищує плюс 9°C . Самий холодний місяць - січень із середньомісячною температурою повітря мінус $3,7^{\circ}\text{C}$, самий теплий - липень із середньомісячною температурою плюс $22^{\circ}\text{...}26^{\circ}\text{C}$.

Основні агрохімічні властивості розглянутих чорноземів, за даними агрохімічної лабораторії станції, характеризується наступними показниками. Вміст гумусу в орному шарі варіює в межах від 4,0 до 4,5%. З глибиною кількість його поступово зменшується і на глибині 20–40 см дорівнює 3,2–3,5%, а на глибині 40–60 см – 1,9-2,4%. Поглинені луки в цих ґрунтах представлені кальцієм і магнієм. Поглиненого кальцію в орному шарі 27,9–31,2, магнію – 4,9–5,6 мг.екв.на100 г. абсолютно сухого ґрунту, тобто кальцій насичує поглинаючий комплекс на 80%. Співвідношення між поглиненими кальцієм і магнієм знаходиться в межах 7:1–5,7:1, що є

характерними для звичайних горизонтів. Реакція ґрунтового розчину нейтрального рН водяної витяжки коливається в межах 6,5–7.

Ваговий вміст поживних речовин в орному шарі чорноземів господарства варіює в наступних межах: азот від 0,23 до 0,26%, фосфор від 0,11 до 0,18%, калій від 2,0 до 2,5%.

Таблиця 1.1 - Структура посівних площ, га

Культура	Роки		
	2020	2021	2022
Озима пшениця	183	280	250
Кукурудза на зерно	320	570	170
Соняшник	284	150	700

Оптимальна вологість ґрунту при його обробці для звичайного важкосуглинистого чорнозему господарства коливається від 18–19% до 24–26%. Оранка, проведена при такій вологості ґрунту, забезпечує дрібний агрегатний стан орного шару.

Господарство вирощує всі основні культури, що є традиційними для даного кліматичного поясу (табл. 1.1).

Як видно з таблиці основними вирощуваними культурами в господарстві є кукурудза, пшениця озима та соняшник.

Таблиця 1.2 - Валовий збір культур, т

Культура	Роки		
	2020	2021	2022
Озима пшениця	366	560	500
Кукурудза на зерно	896	1710	510
Соняшник	681,6	375	1750

Ефективність виробництва продукції рослинництва оцінюється собівартістю виробництва 1 ц, дані наведені у табл. 1.3 – 1.4.

Таблиця 1.3 - Собівартість виробництва 1 ц продукції рослинництва

№ п.п.	С.-г. культура	Собівартість, грн./ц		
		2020	2021	2022
1	Пшениця озима	120	250	450
3	Кукурудза на зерно	160	300	450
4	Соняшник	180	400	450

Таблиця 1.4 - Витрати палива при вирощуванні с.-г. культур

№ з.п.	С.-г. культура	Витрати палива, кг/га		
		2020	2021	2022
1	Пшениця озима	86	86	80
3	Кукурудза на зерно	89	89	82
4	Соняшник	98	98	90

Таблиця 1.5 - Дані про склад МТП ТОВ «Осіріс»

Найменування та марка машин	Кількість машин (рік випуску)
Беларус 1221.2	1 (2011)
Fendt 936 Vario	1 (2012)
МТЗ-82.1	5 (2008)
Case Magnum 310	1 (2022)
КамАЗ-55102+ГБК-819	1+1 (1997)
ВАЗ-21063	1 (2007)
Acros 530	1 (2012)
Metal-Fach Z-562	1 (2010)

					48.ВП.006.000.000.ПЗ	Лис
Изм	Лис	№ докум	Подп	Дл		16

CASE-2388	1 (2022)
Gneat Pladns PD 8070	1(2019)
Gaspardo Metro	3(2019)
Farmet K-1000	1(2014)
Topday 600	2(2013)
Vadepstad ropid 400	1(2013)
ПЛН-3-35	2 (1994)
Wogel Noot Herkules-1000	1 (2011)
СЗ-5,4	2 (2010)
СУПН-8А	2 (1996)
SK-8FS Мультикорн	1 (2009)
КПЕ-3,8	3 (-)
Farmet Компактомат	1 (2011)
МБУ-5	1 (1998)
ОПШ-2000	2 (1996)
АПЖ-12	1 (-)
Case IH SPX 3185	1 (-)

В господарстві є весь набір техніки, необхідний для ефективного ведення рослинництва (табл. 1.5).

Як бачимо іде поступове оновлення машинно-тракторного парку. Застаріла техніка відпрацювала свій ресурс, тому великі витрати на її ремонт себе не виправдовують.

Керівник структурного підрозділу проводить поточне планування роботи. Бригадири керують виробничою програмою, розпорядженнями і наказами спеціалістів.

Випуск техніки на лінію, технічне обслуговування, ремонт техніки - виконує механік підрозділу, майстер-налагоджувальник ремонтної роботи.

Головний інженер є керівником і організатором робіт з механізації. Він також займається питаннями електрифікації і автоматизації всіх процесів виробництва, ремонту і зберігання в задовільному стані всіх машин і обладнання.

1.2 Аналіз конструкції вирівнювачів ґрунту

Для створення рівної поверхні оранки, пухкого дрібно грудочкуватого шару з ущільненням нижнього, рівномірного загортання насіння використовують вирівнювачі ґрунту. Одними з таких є ВИП-5,6 і ВП-8.

Вирівнювач-подрібнювач ґрунту ВИП-5,6 призначений для передпосівного обробітку ґрунту під посіви зернових, технічних, овочевих та інших сільськогосподарських культур.

Вирівнювач складається із звареної просторової рами і двох секцій, пристосовань для приєднання восьми легких посівних борін і двох розрівнювальних валиків.

Робочий орган являє собою шість відрізків кутової сталі 100 x 70 x 7 мм, встановлених полками вперед під кутом до напрямку руху. Кут установки можна змінювати в межах від 70 до 90°.

Під час руху робочі органи зрізують ґрунт із виступаючих нерівностей і засинають їм дрібні поглиблення.

Рама кожної секції зварена з труб квадратного перерізу і спирається на котки. За допомогою гвинта її регулюють за висотою. До рами шарнірно приєднана сниця для з'єднання машини з трактором.

Голчасті батареї та котки встановлені на рамі на підшипниках. Вирівнювальний брус підпружинений і закріплений шарнірно на рамі. Його можна переміщувати у горизонтальній та вертикальній площинах. Натяг пружин регулюють ланцюжками.

Випробування агрегату ВИП-5,6 показали, що він забезпечує гарне вирівнювання мікрорельєфу ґрунту, майже цілком подрібнює великі брили і рівномірно ущільнює ґрунт для посіву. Більш як 92 % брил за цим агрегатом

мають розміри не більші 3 см. На ділянках, оброблених агрегатом ВІП-5,6, кількість брил ґрунту розміром більше 5 см не перевищувало 2 %, а на ділянках, оброблених бороною і котками ЗККШ-6, містилося 15,5 % брил розміром перевищуючи 5 см.

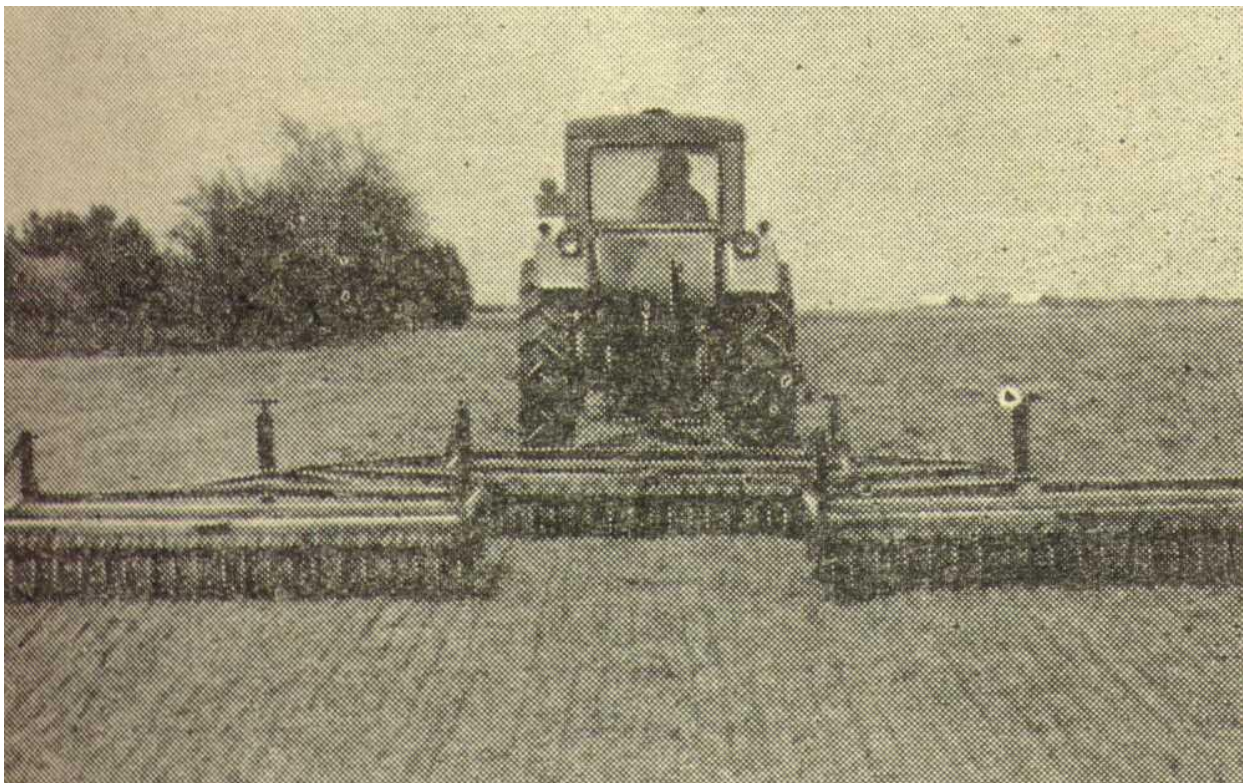


Рисунок 1.1 - Вирівнювач ґрунту ВІП-5,6

Вирівнювач передпосівний причіпний ВІП-8 призначений для вирівнювання мікрорельєфу поля перед сівбою або перед нарізуванням ґрунтових валиків для проведення промивних або запасних поливів, а при навішуванні середніх або важких зубових борін – для одночасного з вирівнюванням розпушування ґрунту.

Агрегатують вирівнювач з тракторами класу 3 і 4. Поставляється в двох варіантах комплектації: з рамкою борін - ВІП-8А-1 і без рамки - ВІП-8А. При агрегуванні з трактором класу 4 може працювати у восьмиметровому варіанті з повним комплектом борін (ВІП-8А-1) або в десятиметровому без борін (ВІП-8А).

Основними складальними одиницями вирівнювача є рама, що має середню і дві бокові секції з робочими органами; колісний хід з двома пневматичними шинами; рама борін; причіпний пристрій; сниця; штовхач та гідравлічна система.

Бокові секції шарнірно з'єднані з середньою і забезпечені метровими розширювачами. Ланки секції встановлені під різними кутами до повздовжньої осі знаряддя. Середня секція має дишло і тягу для приєднання агрегату до трактора.

Робочими органами вирівнювача є відвали, прикріплені до рам секцій. Відвали, закріплені в передній і задній частинах секцій, встановлені з тупим кутом різання, а ті, що в середній частині – можна встановлювати в двох положеннях: з гострим і тупими кутами різання.

До напрямку руху всі задні відвали встановлені перпендикулярно, а передні і середні під гострим кутом.

Штовхачі з'єднують бокові секції вирівнювача з поворотними секціями рамки борін і призначені для піднімання та опускання борін при переведенні знаряддя в транспортне чи робоче положення.

Гідравлічна система складається з трьох гідро циліндрів, маслопроводів, запірних клапанів, рукаві високого тиску та блоків штуцерів. Два бокові гідро циліндри призначені для складання бокових секцій, а центральний для піднімання рами борін і одночасного виведення коліс із робочого положення в транспортне. Під'єднують гідросистему вирівнювача до гідророзподільника трактора.

При роботі з боронами навішеними в один ряд на раму борін, проводиться рихлення вигладженої поверхні поля. Для ефективної роботи вирівнювача вологість ґрунту в шарі до 5 см повинна бути не більшою 15%.



Рисунок 1.2 - Вирівнювач ґрунту ВП-8

В процесі роботи агрегат обслуговує тільки один тракторист. В порівнянні з вирівнювачем ВП-8 забезпечує підвищення продуктивності в 1,26 раза. Внесені конструктивні зміни: посилені конструкції рами борін, кронштейнів кріплення циліндрів бокових секцій, штанги штовхача, дишла і т.д., деякі зварні з'єднання замінені болтовими, що покращує ремонтно-придатність і полегшує регулювання.

В багатьох випадках процес вирівнювання ґрунту відбувається одночасно з передпосівною культивацією із застосуванням відповідних культиваторів.

Компанія Farmet пропонує культиватори перед посівної підготовки ґрунту, такий як Kompaktomat шириною захвату від 2,5 м до 15,7 м. Даний культиватор завдяки втіленню технічних рішень конструкторів заводу виробника має компактні транспортні розміри 3 м та велику маневреність, незалежно від ширини захвату агрегату.

Технологічні операції, котрі виконує Kompaktomat за один прохід:

- розрихлення слідів трактора (слідорозрихлювачі);
- первинне вирівнювання поверхні поля (вирівнюючий брус);
- подрібнення грудок та ущільнення (планчатий каток діаметром 400 мм);
- рихлення на виставлену глибину для підготовки посівного ложа (стрілчата лапа);
- вторинне вирівнювання поверхні поля після рихлення (вирівнюючий брус);
- подрібнення грудок та ущільнення (кільчасто-шпоровий каток, діаметром 400 мм);
- третинне вирівнювання подрібнення грудок та ущільнення (кільчасто-шпоровий каток, діаметром 400 мм);
- третинне вирівнювання поверхні поля (вирівнюючий брус).

Компактомат за один прохід відновлює структури ґрунту з ущільненням посівного ложа на точно виставлену глибину, відновлює капілярність ґрунту та ідеально вирівнює поверхню поля, що в свою чергу забезпечує рівномірність сходів. Висока робоча швидкість машин Компактомат забезпечує велику продуктивність.

Технічна характеристика культиватора Компактомат представлена в табл. 1.6. Культиватор може бути обладнаним різними типами робочих органів (рис. 1.6), які використовуються в залежності від стану ґрунту на полі і інших ґрунтово-кліматичних умов.

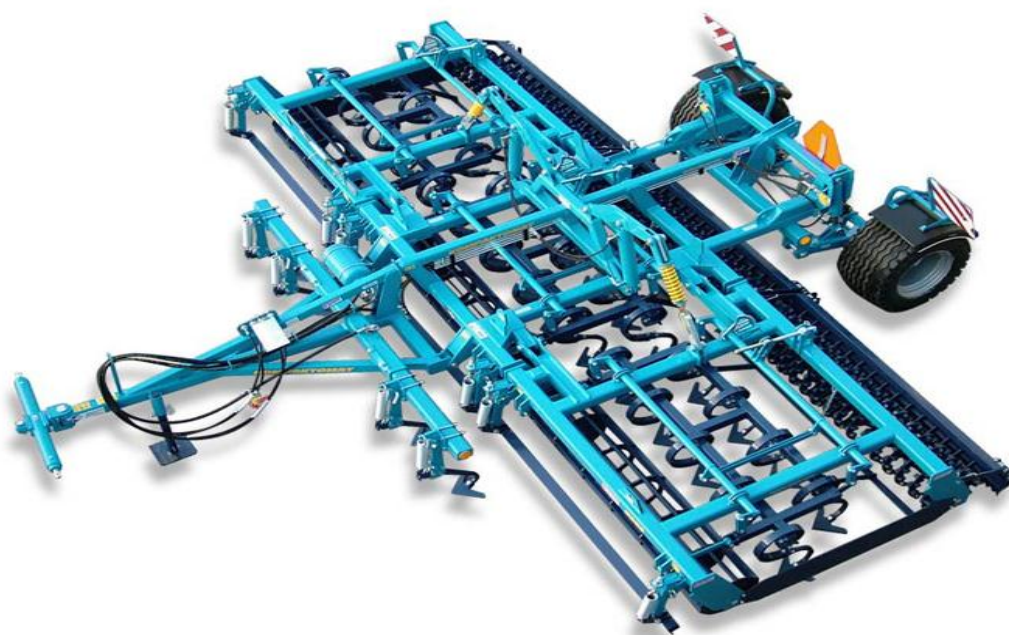


Рисунок 1.3 – Причіпний культиватор-вирівнювач Komraktomat
фірми LEMKEN

Таблиця 1.6 - Технічна характеристика культиватора Komraktomat

Модель	K600 PS	K800 PS	K1000 PS	K1250 PS	K1570 PS
Робоча ширина, м	6	8	10	12/5	15.7
Робоча швид- кість, км/год	8-14	8-14	8-14	8-14	8-14
Транспортна ширина, м	3	3	3	3	3
Продуктивність, га/год	4,8-8,4	7,9-14	7,9-14	10,0-17,5	12,6 -21,2
Потужність трактора, к.с.	180	220-260	280-320	330-400	430-500
Кількість лап	27	35	43	53	67
Вага, кг	до 4460	до 5480	до 6920	до 10500	до 12500
Висота рами, см	85	85	85	85	85
Глибина обробітку, см	3-15	3-15	3-15	3-15	3-15

*a**б*

Рисунок 1.4- Вирівнювачі поверхні ґрунту Zirkon 7 (*a*) і Zirkon 10 (*б*)
фірми LEMKEN

*a**б*

Рисунок 1.5 – Вирівнювач ґрунту RX-620 фірми Rollex в
транспортному (*a*) і робочому (*б*) положенні

Рисунок 1.6 – Різні типи робочих органів для вирівнювання ґрунту
фірми LEMKEN



Рисунок 1.7 - Культиватори «Агро-Союз АСК» та «Агро-Союз АСКС»

Культиватори для поверхневої обробки ґрунту «Агро-Союз АСК» та «Агро-Союз АСКС» (рис. 1.4) — це універсальні і дуже ефективні машини, які

здійснюють основну обробку ґрунту чітко на задану глибину.

Культиваторна лапа проникає у ґрунт під кутом у 10-15 градусів. Цей малий кут (ефект долота) має ту перевагу, що культиваторна лапа без особливих проблем входить у землю навіть при твердих ґрунтах. Культиватори «Агро-Союз» комплектуються вітчизняними лапами, але за бажанням клієнта можлива комплектація культиватора лапами системи «Clip-On» та «Mulch-Mix».

Стрілчасті лапи і лапи системи «Clip-On» забезпечують повне пласке зрізання з відновленням контакту між зрізаним шаром і ґрунтом.

Лапи системи «Mulch-Mix» призначені для глибшої обробки ґрунту. Вони розпушують ґрунт і рівномірно перемішують стерню з верхнім шаром землі.

Завдяки використанню культиваторів «Агро-Союз» відбувається:

- вирівнювання поверхні ґрунту
- механічна боротьба з бур'янами,
- збереження на поверхні поля понад 80% пожнивних залишків.

Після обробки поля культиватором на поверхні ґрунту залишається шар мульчі та органічна субстанція, що запобігає ерозії, замулюванню, перегріву ґрунту і випару вологи.

2 ОСНОВНІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТУ

Ґрунт складається з твердої, рідкої і газоподібної фаз. Вплив твердих часток на його фізико-механічні властивості проявляється тим сильніше, чим менші їх розміри, а значить і більша сумарна поверхня в одиниці об'єму ґрунтової системи [9, 10].

В вітчизняному ґрунтознавстві прийнята класифікація ґрунтів, запропонована М.О.Качинським, згідно якої пропонується всі тверді частки розділяти на фізичний пісок ($d > 0,01$ мм) і фізичну глину ($d < 0,01$ мм). По кількості фізичного піску і фізичної глини ґрунт відносять до того чи іншого типу. При цьому враховують додатково генетичні ознаки ґрунтів, які проявляються в здатності глинистих фракцій до агрегування. Останні залежать від вмісту гумусу, складу обмінних катіонів, мінералогічного складу. Чим вища здатність агрегування ґрунту, тим слабкіше проявляються глинясті властивості при рівному вмісту фізичної глини. Тому степові ґрунти, як більш структурні, переходять в категорію важких при більшому вмісту глини, ніж підзолисті.

Основною технологічною характеристикою ґрунту, яка відображає його будову, водно-фізичні властивості і біологічну активність, є об'ємна маса [9]. Всі види обробітку ґрунту і дія ходових систем агрегатів приводять до зміни об'ємної маси. Прийнято вважати, що пухкий ґрунт відповідає об'ємній масі до $1,15 \text{ г/см}^3$, щільний ґрунт – $1,15\text{-}1,35 \text{ г/см}^3$, а дуже щільний – більше $1,35 \text{ г/см}^3$.

Твердість ґрунту – це опір проникненню в нього будь-якого деформатора. Вимірюється (в Па) різними приладами, принцип дії яких

заснований на примусовому втисненні в ґрунт плунжерів різної форми і площі.

Вологість різко змінює всі механічні властивості ґрунту, впливає на якість обробітку.

Розрізняють абсолютну W_a і відносну W_B вологість (%):

$$W_a = \frac{m_B - m_c}{m_c} \cdot 100, \quad (2.1)$$

$$W_B = \frac{W_a}{W_n} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де m – маса вологої проби ґрунту;

m_c – маса сухої проби ґрунту;

W_n – польова вологість.

Польова вологість – це кількість води в ґрунті, яка перестає рухатися вниз під дією гравітаційних сил. А кількість води, яку поглинає ґрунт до повного насичення, називається повною вологоємністю. При характеристиці вологості ще розрізняють вологість в'янення – це нижня межа вмісту води, яку можуть використовувати рослини.

При оптимальній вологості ґрунт добре кришиться і не налипає на робочі органи, а затрати енергії на його обробіток – мінімальні. Такий стан ґрунту називається фізичною спілістю.

Оптимальна відносна вологість ґрунту для обробки становить 60 – 70 %, задовільна – 50–60 %, надмірна – більше 80 %, недостатня – нижче 50 %. Супіщані і піщані ґрунти можна обробляти при відносній вологості 100 % і менше.

Від вологості ґрунту залежить і такий важливий показник, як питомий опір (K , Н/см²). Він визначається відношенням сили тягового опору до площі поперечного перерізу пласта, який обробляється:

$$(2.3) \quad K = \frac{P}{a \cdot b}$$

Встановлено, що із збільшенням вологості питомий опір спочатку зменшується, а потім знову збільшується (рис. 2.1). Це пояснюється тим, що із збільшенням вологості понад оптимальні значення збільшується липкість (адгезія) ґрунту.

Липкість характеризується здатністю часток ґрунту склеюватися і прилипати до поверхні робочих органів. Цей показник визначається відношенням сили, необхідної для відриву (напрямок дії сили може бути по нормалі і по дотичній) частки до площі залипання.

В залежності від питомого опору і механічного складу ґрунти розділяють на легкі, середні, середньо-важкі і важкі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Характеристика ґрунтів

Показник	Легкі	Середні	Середньо-важкі	Важкі
Питомий опір, Н/см ²	До 3	3,0 – 5,0	5,0 – 7,0	7,0 – 15,0
Вміст фізичної глини, %	До 20	20 - 30	31 - 50	Більше 51

Фрикційні властивості ґрунту характеризуються коефіцієнтом тертя і кутом тертя. Розрізняють коефіцієнт зовнішнього f і внутрішнього f_1 тертя. Значення коефіцієнта f залежить від багатьох факторів, головні з яких – механічний склад і вологість (табл. 2.2). Для приблизних розрахунків приймають $f = 0,5$ і кут тертя $\varphi = 26^{\circ} 30'$.

Однією з трибологічних характеристик ґрунту є зсув – зміщення однієї частини ґрунту по відношенню до другої в результаті бокового

(тангенціального) тиску. Зсув ґрунту характеризується показником ψ , тобто відношенням зсуваючого зусилля T до нормального тиску N :

$$\psi = \frac{T}{N} \quad (2.4)$$

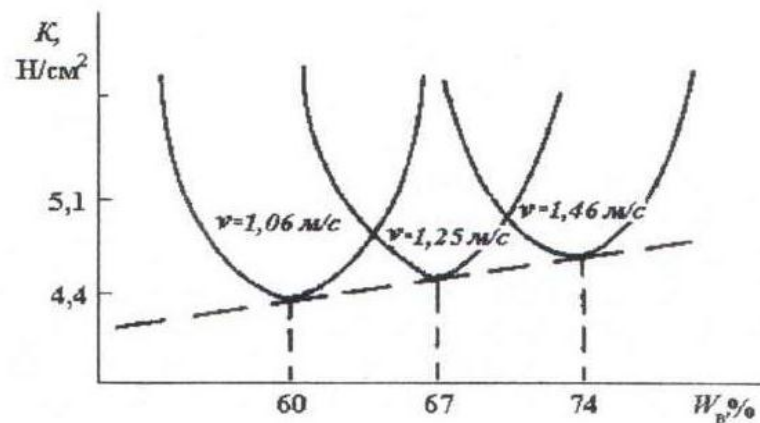


Рисунок 2.1 - Залежність питомого опору ґрунту K від вологості W_v і швидкості руху агрегату V

Таблиця 2.2 - Коефіцієнт тертя ковзання сталі по ґрунту (при нормальному тиску $N = 3 - 8 \text{ Н/см}^2$)

Ґ р у н т	Абсолютна вологість	Коефіцієнт тертя
Дерново-підзолистий, легкосуглинковий	2 - 15	0,4 – 0,5
Дерново-підзолистий, середньосуглинковий	3 - 20	0,4 – 0,8
Лісостеповий, темно-сірий, важкосуглинковий	20 - 23	0,5 – 0,8
Чорноземи вилугувані, глинясті	23	0,7
Чорноземи важкосуглинкові	7 - 16	0,4 – 0,7
Чорноземи середньосуглинкові	6 - 27	0,5 – 0,8
Чорноземи звичайні, глинясті	10 - 30	0,7 – 1,0
Чорноземи південні, піщані	1 - 6	0,4 – 0,6

Експериментально встановлено, що між окремими характеристиками існують тісні кореляційні зв'язки і це дозволяє встановити закономірності зміни одних властивостей в залежності від інших.

3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРІВНЮВАЧА ГРУНТУ

3.1 Особливості підготовки ґрунту до сівби соняшнику

Інтенсивна технологія виробництва соняшнику ґрунтується на комплексному використанні сучасних високопродуктивних машин і знарядь, ефективних гербіцидів та засобів захисту рослин від шкідників і хвороб, високоякісного насіння найпродуктивніших сортів та гібридів, суворому дотриманні технологічної дисципліни, а також впровадженні досконалих форм і методів організації праці.

Вибір способу і строків підготовки ґрунту під соняшник проводять диференційовано, в основному за двома технологіями, перша з яких передбачає оранку з обертанням скиби і заорюванням стерні, а друга (ґрунтозахисна) - розпушення ґрунту із зберіганням стерні та інших рослинних решток, що захищають ґрунт від вітрової та водної ерозії. Залежно від прийнятої технології підготовки ґрунту використовують відповідні машини і знаряддя.

За першою технологією відразу після збирання попередника (озимих або ярих зернових культур) поле обробляють дисковими лушчильниками ЛДГ-20, ЛДГ-15А, ЛДГ-10А або боронами БДТ-10. БДС-8,4, БДТ-3. Якщо поле засмічене коренепаростковими бур'янами, то їх обприскують гербіцидом (у фазі розетки), а потім ґрунт обробляють лемішними лушчильниками типу ППЛ-10-25. Орють на глибину 25-27 см плугами з передплужниками із загортанням пожнивних решток.

Грунтозахисна технологія передбачає обробіток ґрунту голчастими боронами БМШ-20, БМШ-15 або БИГ-3, культиваторами-плоскорізами КПШ-9, КПШ-5, КШН-6 "Галещина", ґрунтообробними агрегатами АКШ-5,6, АКШ-3,6 та плоскорізами-глибокорозпушувачами ПГ-3-5, КППГ-250А тощо.

Органічні добрива краще вносити під попередник машинами ПРТ-16, ПРТ-10, МТО-12, МТО-6, РПО-6, МТО-3, а мінеральні - під зяблеву оранку, використовуючи розкидачі МВУ-16, МВУ-8 Б, МВУ-5А, МВД-900 та інші. Весняний цикл польових робіт починають з вирівнювання зябу вирівнювачами ВП-8А, ВПН-5,6А тощо. За умови використання комбінованих агрегатів типу "Європак" вирівнювання ґрунту не проводять.

Однією з головних агротехнічних вимог до сівби соняшнику є рівномірність висіву у вертикальній площині, під якою розуміють загортання насіння в підготовлений до посіву ґрунт на однакову глибину. Ця глибина визначається вологістю ґрунту під час сівби і його фізичними властивостями.

На важких і вологих ґрунтах насіння загортається на меншу глибину, а на легких і сухих – на більшу. Запізніла сівба у пересохлий ґрунт або відсутність дощів до моменту висіву викликають збільшення глибини загортання насіння. Глибина загортання насіння змінюється від 4 до 8 см, в залежності від фізичних властивостей ґрунту та його вологості. На важких ґрунтах вона дорівнює 3 – 5 см, а на середньосуглинистих – 5 – 6 см, на легких супісках і пісках – 6 – 7 см. В засушливих умовах і на сухих ґрунтах глибина загортання збільшується.

Збільшення глибини загортання насіння на кожен сантиметр понад норму затримує сходи на 2 – 3 дні. Взагалі, мінімальною глибиною загортання насіння соняшнику потрібно вважати 3 см, максимальною – 10 см.

Якби не була встановлена агротехнікою глибина сівби, усе висіяне насіння повинно бути загорнуте на однакову глибину. Недодержання цього

правила, особливо якщо різниця в глибині загортання насіння значна, призводить до зменшення врожаю через неодноразовість сходів та їхню зрідженість, неодноразовість дозрівання, появу підгона і недогона, що затрудняють механізоване збирання врожаю.

Серед агротехнічних заходів, спрямованих на збільшення врожайності сільськогосподарських культур, важлива роль належить науково обґрунтованим нормам висіву і способам сівби, за допомогою яких створюються оптимальні площі живлення рослин. Тому головна задача сівби, полягає в оптимальному розміщенні насіння в ґрунт, яке забезпечує одержання найбільшого врожаю. При цьому до сівби як до технологічного процесу висуваються три основні вимоги: висів заданої кількості насіння на одиницю площі поля; рівномірне розміщення його на площі поля; загортання на відповідну (однакову) глибину в ґрунт.

При цьому відстань між насінням у рядку визначається нормою висіву насіння, а ширина міжрядь – способом сівби.

Сіють соняшник пунктирним способом, як правило, з шириною міжрядь – 70 см. Сіяти треба в агротехнічні строки. Сівалка повинна забезпечувати рівномірний розподіл насіння по всій площі, що засівається.

Відхилення фактичної норми висіву насіння від заданої не повинне перевищувати $\pm 3\%$, а мінеральних добрив – $\pm 10\%$. Нерівномірність висіву окремими висівними апаратами допускається до 6 %.

Пошкодження насіння робочими органами посівних машин не повинно перевищувати 0,2%.

Насіння має вкладатися на однакову глибину і загортатися згори шаром вологого ґрунту. Відхилення глибини загортання насіння від заданої повинно бути не більше $\pm 15\%$, що при глибині сівби 3 - 4 см становить $\pm 0,5$ см при 4 - 5 см – $\pm 0,7$ см, при 6 – 8 см – ± 1 см.

Сіяти треба прямолінійними рядками із заданими міжряддями. Ширина стикового міжряддя не повинна відхилятися від ширини основного більш ніж на ± 5 см. Не допускаються огріхи і пересіви.

Оптимальна густина рослин, площа живлення і її форма для соняшнику створюються лише при сівбі, тому що при його вирощуванні відсутні операції проріджування сходів, які супроводжуються зменшенням кількості рослин на засіяному полі. Тому основним розрахунковим параметром сівби є розрахунок норми висіву насіння, яка визначається: кліматичними особливостями зони вирощування; станом ґрунту і погодними умовами; родючістю ґрунту; якістю насіння; кушіння; забрудненість поля бур'янами; наявністю шкідників і хвороб.

Рівномірність розміщення насіння на засіяному полі характеризується площею живлення навколо кожної рослини. Під площею живлення визначають означену площу засіяного поля з відповідною їй товщиною ґрунту і обсягом повітря, які припадають на одну рослину в ґрунті. Площа живлення – величина, обернено пропорційна густоті розміщення рослин, тобто чим менше площа живлення, тим, відповідно, більша густина рослин на полі.

З агрономічної точки зору оптимальною буде така площа живлення, при якій досягається не найбільша продуктивність однієї рослини, а одержання максимального урожаю з гектара основної продукції посіяної культури високої якості при найменших матеріальних і трудових витратах.

Необхідно розрізнати граничну, мінімальну і оптимальну площу живлення.

Відомо, що врожай окремо висадженої рослини підвищується із збільшенням площі живлення. Однак це підвищення не безмежне. При досягненні деякої площі живлення, яку можна назвати граничною (як правило, вона набагато більша оптимальної), подальше зростання площі живлення вже не дає зростання врожаю окремо взятої рослини. З граничною площею живлення практично приходиться зустрічатися при розмноженні насіння нових сортів. При цьому для підвищення коефіцієнта розмноження збільшують площу живлення рослин, однак це має рацію тільки до моменту досягнення граничної площі живлення.

Мінімальна – це така площа живлення, зменшення якої вже не дає товарного врожаю даної культури. З мінімальною площею живлення маємо зустрічатися, наприклад, при без проривному вирощуванні цукрових буряків, а також інших просапних культур. При цьому, якщо за рахунок пунктирної сівби, а також інших заходів не вдається дати рослинам оптимальну площу живлення на всьому полі, то на всякий випадок на всіх його частинах повинна бути забезпечена площа живлення не менша мінімальної.

Таким чином, площа живлення має визначне значення при сівбі сільськогосподарських культур. Але досягти цієї мети технічними засобами сівби – сівалками – поки що не завжди можливо.

Основні вимоги до сівби такі: рівномірність розміщення насіння на площі і по глибині загортання, створення сошником сівалки ущільненої насінневої борозни, вибір оптимального способу сівби і норми висіву, якісне загортання насіння ґрунтом та інше.

3.2 Опис запропонованої конструкції вирівнювача

Для підвищення схожості і урожайності багатьох сільськогосподарських культур, зокрема і соняшнику в проекті пропонується секційний (модульний) вирівнювач ґрунту, конструкція якого детально розкрита в графічній частині проекту.

Кожний модуль вирівнювача являє собою сталеву прямокутну раму (довжиною 3,0 і шириною 2,6 м), яка зварена із кутника 75 × 75 мм. До неї приварені поздовжні і поперечні підсилюючі профілі. На віддалі 800 мм від переднього бруса рами між підсилюючими профілями прикріплено два самонапрямних гумових колеса (4,5×9) від граблів ГВК–6,0. Кріплення їх дозволяє регулювати колеса по висоті.

До підсилюючих профілів приварені втулки діаметром 40 мм, крізь отвори яких проходять вертикальні стояки. До нижніх кінців стояків під кутом 40 град. приварені швелери (№ 8), які служать робочими органами вирівнювача.

4 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ РОЗРОБЛЕНОГО ВИРІВНЮВАЧА ГРУНТУ

4.1 Розрахунок конструктивних елементів рами

Перевіримо раму вирівнювача на міцність. Для цього побудуємо розрахункову схему балки (рисунок 4.1,а). Зв'язки опор, накладені на балку, замінюємо реакціями (рисунок 4.1.,б).

Сила P , що діє на балку, дорівнює силі опору сівалки:

$$P = \Delta_p \cdot B_p \quad (4.1)$$

де Δ_p – питомий опір сівалки, кН/м ($\Delta_p = 1,4$ кН/м);

B_p – ширина захвату сівалки, м ($B_p = 5,4$ м).

$$P = 1,4 \cdot 5,4 = 7,6 \text{ кН}$$

Для визначення опорних реакцій складаємо рівняння рівноваги балки

$$\Sigma M_B = R_a \times 4,6 - P \times 1 = 0 \quad (4.2)$$

Звідси,

$$R_a = \frac{P}{4,6} \quad (4.3)$$

$$R_a = \frac{7,6}{4,6} = 1,7 \text{ кН}$$

$$\Sigma M_A = R_b \times 4,6 - P \times 5,6 = 0 \quad (4.4)$$

$$R_B = \frac{5,6P}{4,6} \quad (4.5)$$

$$R_B = \frac{5,6 \times 7,8}{4,6} = 9,5 \text{ кН.}$$

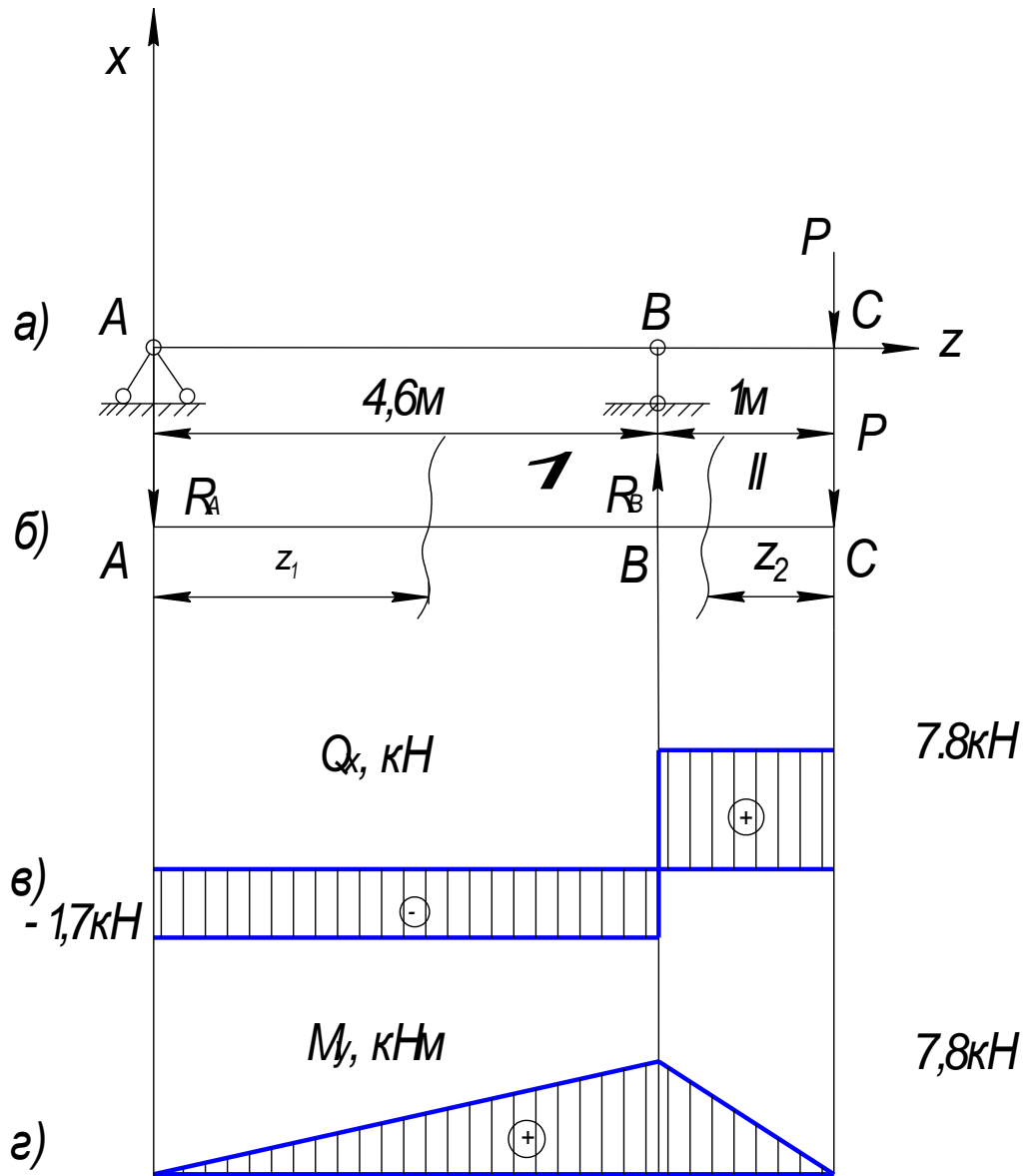


Рисунок 4.1 - Розрахункова схема: а) розрахункова схема;
 б) розрахункова схема із заміненими опорами на їх реакції;
 в) епюра зусиль Q_x ; г) епюра моментів M_y

Перевіряємо вірність визначених опорних реакцій

$$\Sigma_x = 0$$

$$- R_A + R_B - P = 0$$

$$- 1,7 + 9,5 - 7,8 = 0$$

Отже, реакції опор визначені вірно.

Для визначення внутрішніх силових факторів розбиваємо балку на ділянки і використовуємо метод перерізів.

Складаємо рівняння рівноваги для залишеної частини балки, задавши позитивний напрямок внутрішніх силових факторів.

Ділянку I розглянемо зліва.

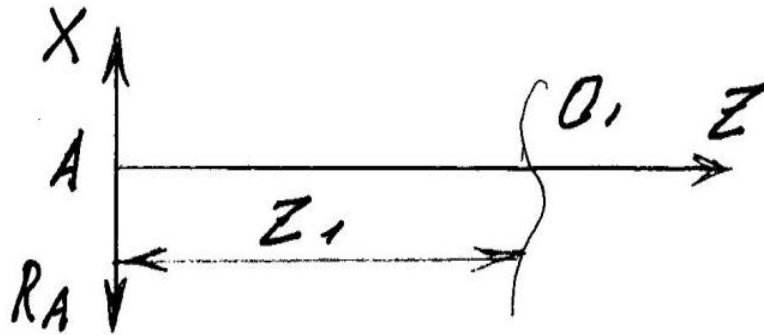


Рисунок 4.2 - Розрахункова схема I ділянки

На першій ділянці: $0 \leq Z_1 \leq 4,6$ (рисунок 4.2)

$$Q_x^1 = \Sigma X = -R_A$$

$$M_y^1 = \Sigma M_o = -R_A \times Z \quad (4.6)$$

При $Z_1 = 0$

$$Q_x = (A) = -1,7 \text{ кН}$$

$$M_y (A) = 0$$

При $Z_1 = 4,6$

$$Q_x (B) = -1,7 \text{ кН}$$

$$M_y (B) = -1,7 \times 4,6 = 7,8 \text{ кНм}$$

Ділянку II розглянемо з правого боку.

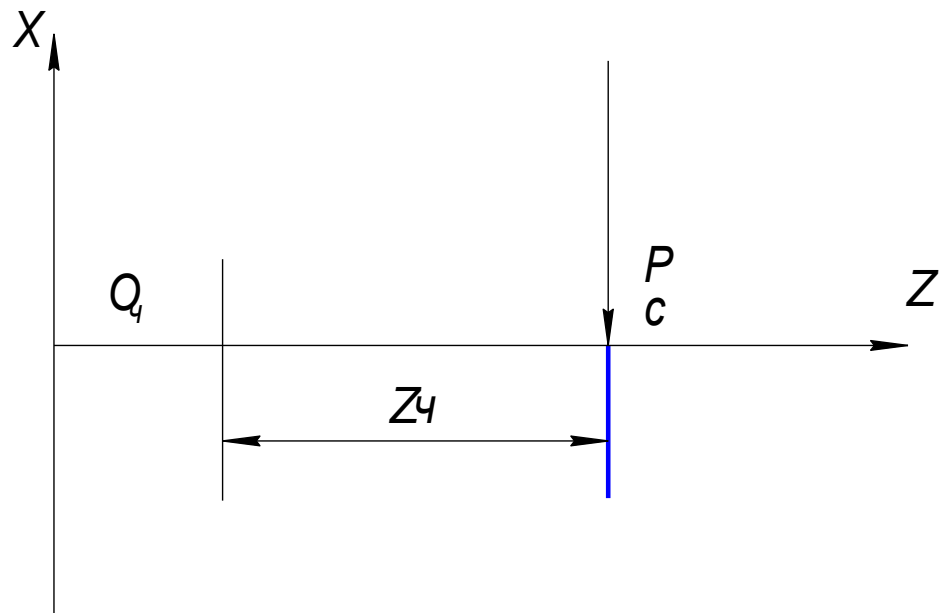


Рисунок 4.3 - Розрахункова схема II ділянки

На другій ділянці: $0 \leq Z_{\text{ч}} \leq 1$.

$$Q_x = \Sigma_x = P$$

$$M_y = \Sigma_m = P \times Z_{\text{ч}} \quad (4.7)$$

При $Z_{\text{ч}} = 0$

$$Q_x (C) = P = 7,8 \text{ кН}$$

$$M_y (C) = 0$$

При $Z_{\text{ч}} = 1$

$$Q_x (B) = 7,8 \text{ кН}$$

$$M_y (B) = 7,8 \times 1 = 7,8 \text{ кНм}$$

По розрахунковим даним будемо епюри Q_x і M_y (рис. 4.3).

Аналізуючи отримані епюри, використовуючи їх властивості, можна сказати, що небезпечним перерізом балки є точка В, де

$$M_y (B) = M_y^{\max} = 7,8 \text{ кНм}$$

Із умов міцності

$$\sigma_{\max} = \frac{M_y^{\max}}{W_y} \leq [\sigma] \quad (4.8)$$

Визначаємо значення осьового моменту опору перерізу

$$W_y = \frac{M_y^{\max}}{[\sigma]} \quad (4.9)$$

де $[\sigma]$ – допустима напруга, МПа (для вібраційного матеріалу) $[\sigma] = 350$ МПа.

$$W_y = \frac{7,8 \times 10^{-3}}{350} = 2,228 \times 10^{-3} \text{ м}^3 = 22,28 \text{ см}^3$$

Перевіряємо виконання умови міцності, порівнявши W_y з W_y^r – яке визначається по сортименту для вібраційного швелера ($W_y^r = 26,6$ см – для швелера МПа)

$$W_y \leq W_y^r$$

$$22,28 \text{ см}^3 < 26,6 \text{ см}^3$$

Умови міцності при згині виконано.

Перевіримо раму на міцність і жорсткість при крученні [5]. При підйомі сівалки, навішеної на бокове крила зчипки, на раму діє крутний момент

$$M_k = P_m \times L_n \quad (4.10)$$

де P_m – вага сівалки, кН; ($R_m = 13,000$ кН);

L_n – плече (довжина тяг навіски) дії сили P_m , м ($1\text{м} = 0,5\text{м}$)

$$M_k = 13 \times 0,5 = 0,65 \text{ кНм}$$

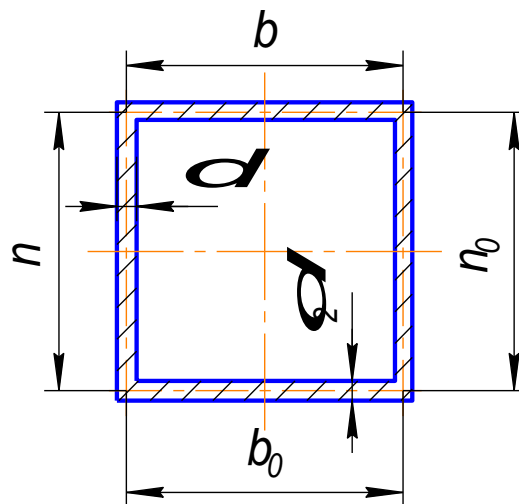


Рисунок 4.4 - Розрахункова схема балки (поперечний переріз)

Допустимий момент опору кручення, який може забезпечити балка, дорівнює

$$W_k = 2h_0B_0\sigma \quad (4.11)$$

де $h_0 = 13,13$ см; $B_0 = 11,91$ см; $\sigma_1 = 4,9$ мм

$$W_k = 2 \times 13,13 \times 11,91 \times 0,49 = 153,3 \text{ см}^3$$

При умові міцності при крученні

$$W_k > W_{k \max} = \frac{M_k}{\tau_{\max}} \quad (4.12)$$

$$W_{k \max} = \frac{6.50 \times 10^{-4}}{280} = 2,3 \times 10^{-6} \text{ см}^3$$

де τ_{\max} – максимально-допустима дотична напруга при крученні, мПа;

$$(\tau_{\max} = 280 \text{ мПа}).$$

Таким чином

$$153,3 > 2,3 \text{ см}^3$$

Отже, умови міцності виконано.

Забезпечення жорсткості балки визначимо по найбільшому куту кручення із наступної нерівності

$$\varphi = \frac{M_{\kappa} x l}{G x I_{\kappa}} \leq [\varphi] \quad (4.13)$$

де l – довжина балки, на якій розраховується кут кручення, см ($l = 1\text{ м}$);

G – вплив пружних властивостей матеріалу ($G = 8 \times 10^5$);

I_{κ} – момент інерції перерізу при крученні, см^2 .

$$I_{\kappa} = \frac{h_o^2 x b_o^2 x \sigma x \sigma_2}{n \sigma_2 + b \sigma_1 - \sigma_1^2 - \sigma_2^2} \quad (4.14)$$

де $h = 14$ см; $b = 12,4$ см; $\sigma_2 = 0,87$ см (дані взяті із сортаменту для швелера №14а)

$$I_{\kappa} = \frac{13,13^2 x 11,91^2 x 0,49 x 0,87}{14 x 0,87 x 12,4 x 0,49 - 0,49^2 - 0,87^2} = 604,02 \text{ см}^4$$

Допустимий кут закручування $[\varphi]$ для поперечного змінного навантаження приймаємо рівним $[\varphi] = 0,25^\circ$.

Перевіримо умови жорсткості.

$$\varphi_1 = \frac{6500 x 100}{8 x 10^5 x 604,02} = 0,001 \text{ рад} = 0,08^\circ$$

$$0,08^\circ < 0,25^\circ$$

Умови жорсткості виконано.

Перевіримо зварювальний шов кріплення кронштейна до рами.

Дані із сортаменту:

$$l_1 = 140 \text{ мм}; l_2 = 62 \text{ мм}; l_3 = 57 \text{ мм}$$

Сила P дорівнює реакції опори в т. А (рис. 4.5)

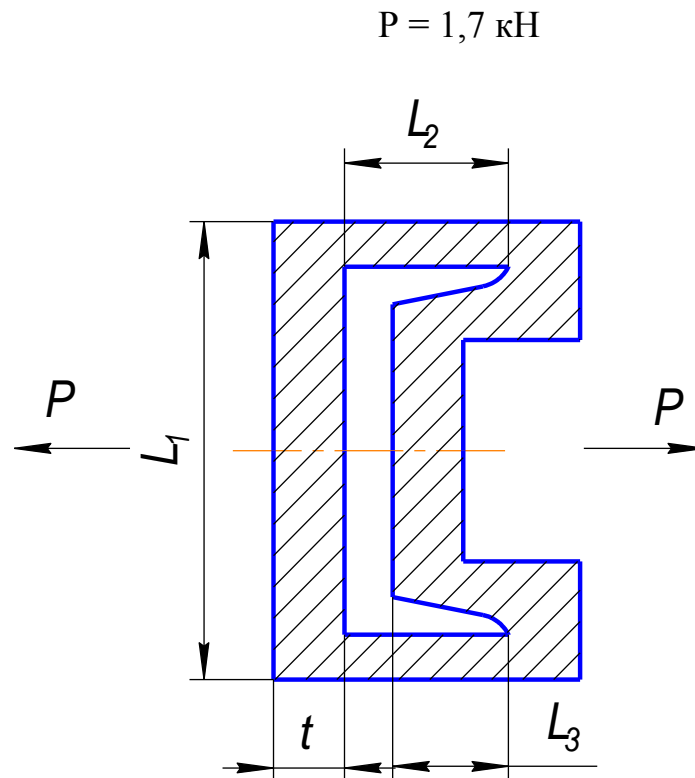


Рисунок 4.5 - Розрахункова схема зварювального кріплення кронштейна до рами

Так як стик складається із комбінації лобових і флангових швів, то

$$P = P_{\phi 1} + P_{\phi 2} + P_{л} \quad (4.15)$$

$$P_{\phi 1} = 0,7 \times 2 \times t \times l_2 \times \tau_e$$

$$P_{\phi 2} = 0,7 \times 2 \times t \times l_3 \times \tau_e$$

$$P_{л} = 0,7 \times 2 \times t \times l_1 \times \tau_e$$

де t – катет зварного шва (приймаємо рівним товщині зварного матеріалу), мм ($t=5\text{мм}$);

τ_e – дотична напруга зварного шва (невідомо)

Звідси

$$P = (l_1 + l_2 + l_3) \times 1,4t \times \tau_e \quad (4.16)$$

Так як P нам відомо, а необхідно визначити виникаючу напругу τ_e , то перетворюємо попередній вираз

$$\tau_e = \frac{P}{(l_1 + l_2 + l_3) \times 1,4t} \quad (4.17)$$

$$\tau_e = \frac{1700}{(140 + 62 + 57) \times 1,4 \times 5} = 0,94 \text{ м/мм}^2 = 0,94 \text{ мПа}$$

При умові міцності

$$\tau_e \leq [\tau_e] \quad (4.18)$$

де $[\tau_e]$ – допустима напруга для зварного шва, мПа

При ручній зварці воно дорівнює

$$[\tau_e] = 0,6 [\sigma_M]$$

де $[\sigma_M]$ – допустима напруга при розтягу для зварного матеріалу, мПа
($[\sigma_M] = 160 \text{ мПа}$).

$$[\tau_e] = 0,6 \cdot 160 = 96 \text{ мПа}$$

Таким чином,

$$0,94 \text{ мПа} < 96 \text{ мПа}$$

Умова міцності виконується.

Виходячи з того, що запас міцності великий, можна порекомендувати застосувати не суцільний круговий спосіб зварювання, а переривчастий.

4.2 Розрахунки на міцність елементів з'єднання агрегату

Схема конструкції пристрою для приєднання секції вирівнювача до повідків зчіпки зображена на рис. 4.6.

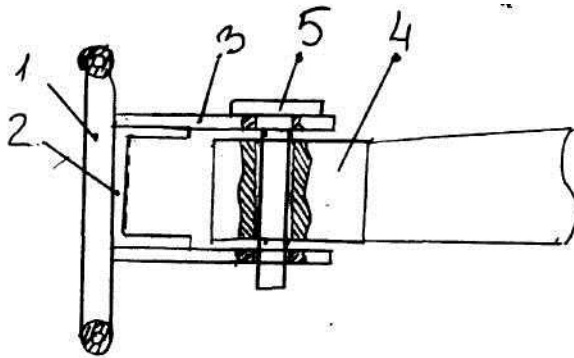


Рисунок 4.6 - Схема кріплення секції вирівнювача до зчіпки:

1 - кріпильний пристрій зчіпки; 2 - швелер; 3 - поводок;
4- дишло секції вирівнювача; 5 – палець

Розрахунки на міцність зводяться до розрахунку повідка на стиск-розтяг, та напруження зминання, а також перевірка пальця на зріз.

Розрахунок на стиск-розтяг. При проектному розрахунку, площа поперечного перерізу деталі, м²:

$$F \geq \frac{P}{[\sigma_p]}; \quad (4.19)$$

де P – сила стиску або розтягу, Н;

$[\sigma]_p$ - допустиме напруження при розтягу або стиску, яке дорівнює напруженню текучості в даному розрахунку; сила розтягу-стиску відповідає силі тягового опору вирівнювача, який знаходять за формулою:

$$P = kV, \quad (4.20)$$

де k - питомий опір вирівнювача, кН/м; $k = 0,95-1,5$.

Приймаємо $k = 1,5$ кН/м;

V – ширина захвату машини, м; для секції вирівнювача $V = 2,6$ м.

Отже,

$$P = 1,5 \cdot 3,6 = 5,4 \text{ кН} = 5400 \text{ Н.}$$

Матеріалом повідка вибираємо Ст. 3сп з $\sigma_0 = 230 \text{ МПа}$.

Попередньо задаємо розміри повідка: $a \times b = 0,08 \times 0,1$, (м).

Враховуючи те, що в перерізі є отвір, для пальця діаметром 0,04 м (класичне з'єднання), площа перерізу буде дорівнювати :

$$\begin{aligned} F &= a \times b - \pi R^2 = 0,08 \times 0,1 - 3,14 \cdot 0,02^2 = \\ &= 0,008 - 0,00126 = 0,0067 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

Перевіряємо фактичне напруження, яке виникає в даному перерізі з допустимим

$$\sigma_D = P \setminus F \leq [\sigma_D] \quad (4.21)$$

$$\sigma_D = \frac{5400}{0,0067} = 80,6 \cdot 10^6 \text{ МПа}$$

При даних параметрах повідка умова $\sigma_D \leq [\sigma_D]$ виконується, а враховуючи, що конструкція має не один поводок, а два, то в з'єднанні є гарантований запас.

Дані розрахунків використовуємо при проєктуванні вузлів і деталей розробленого вирівнювача ґрунту.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

При організації охорони праці в господарстві рекомендуємо використовувати оновлені «Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві», які затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542) [17].

5.1 Охорона праці при вирощуванні соняшника

Розглянемо організацію охорони праці при виконанні польових робіт на конкретному полі господарства.

Для попередження дорожньо-транспортних пригод поле відділене від траси канавою. У визначених місцях біля поля передбачено тракторну площадку та місце для харчування та відпочинку. На рис. 6.1 зображена схема поля.

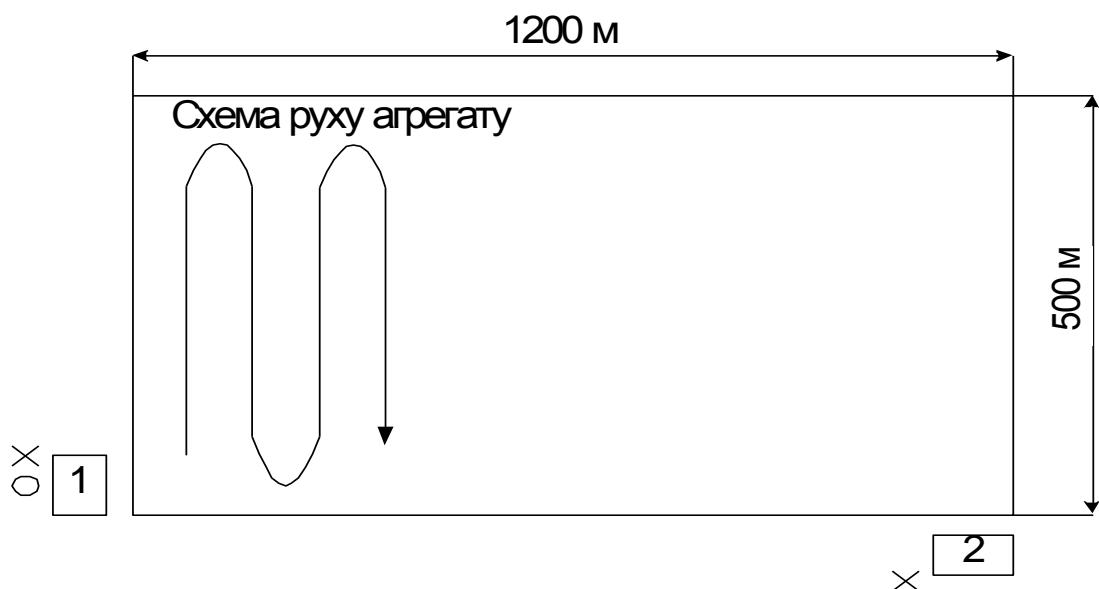


Рисунок 5.1 - Схема руху агрегату по полю:

1 - тракторна площадка; 2- місце відпочинку; X – блискавкозахист;

О – пожежний інвентар

Робочі місця механізаторів укомплектовуються необхідним інвентарем, а робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту.

Під час роботи з отрутохімікатами не дозволяється палити та приймати їжу. Для вживання їжі в польових умовах відводиться спеціальне місце.

Слідкують, щоб перед вживанням їжі працівники знімали спецодяг, вимивали руки та обличчя чистою водою з милом, полоскали рот.

При роботі з мінеральними добривами ознайомлюють працівників з їх основними властивостями, можливим впливом на організм людини та з індивідуальним захистом. Під час завантаження сухих мінеральних добрив необхідно стояти з навітряного боку, надівши респіратор.

При вирощуванні соняшника вносять гербіциди і пестициди, тому при швидкості вітру більше 4 м/с роботи припиняються. Такі роботи проводять вранці або ввечері. Раніше щорічно на робочих місцях механізаторів проводили паспортизацію, складали санітарно-технічний паспорт робочого місця. Аналізуючи одержані дані при паспортизації намічалось ряд заходів по поліпшенню умов праці та організації робочого місця механізатора.

При вирощуванні та збиранні соняшника використовується велика кількість сільськогосподарських агрегатів та шкідливих речовин. Все це сприяє створенню для працюючих шкідливих умов та небезпечних умов праці.

Причинами професійних захворювань і виробничих травм можуть бути:

- забруднення повітря пилом вище допустимих норм під час обробітку ґрунту;
- внесення гербіцидів та мінеральних добрив при вирощуванні та збиранні соняшника;
- відсутність захисних огорожень та щитків на частинах машин та механізмів, що рухаються або обертаються;

- робота на нахилах з крутизною 8–9 градусів;
- відпочинок механізаторів в необладнаних місцях;
- проведення ремонтних робіт при працюючому двигуні трактора;
- незадовільний технічний стан тракторів та сільськогосподарських машин;
- необдумані та небезпечні дії робітників, які обслуговують агрегати;
- відсутність, несправність або не використання засобів індивідуального захисту;
- погана організація робочих місць;
- слабкий контроль з сторони керівників по дотриманню вимог охорони праці при виконанні небезпечних та шкідливих робіт;
- не підготовленість працюючих та неякісне проведення інструктажів.

Робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту: комбінезонами з пило захисної тканини, чоботами, рукавицями, окулярами типу ПО-2 для захисту зору. Органи дихання захищають респіраторами з протипиловими та протигазовими патронами, в залежності від особливості роботи, яку виконують. Всі робочі місця пов'язані з виробництвом соняшника забезпечується повністю укомплектованими медичними аптечками. Трактори і автомобілі забезпечені двосторонньою сигналізацією. Робітникам, які зайняті на роботах з шкідливими умовами видається спеціальне харчування (молоко), обладнано місця для відпочинку, а також встановлено особливий режим праці. На кожному агрегаті для забезпечення пожежної безпеки встановлено:

- вогнегасник ОУ- 3 – 1 шт.;
- штикова лопата – 1 шт.;
- брезент, ящик з піском;
- всі машини обладнані спеціальними засобами для відводу статичної електрики.

При технічному обслуговуванні МТА в польових умовах до роботи на пересувних агрегатах технічного обслуговування допускаються особи, які

добре знають обладнання, трактори і сільськогосподарські машини, оволодіють навиками безпечного виконання робіт, пройшли навчання та інструктажі відповідно до вимог.

У зв'язку з тим, що деякі діагностичні прилади, інструмент і обладнання пунктів та пересувних агрегатів технічного обслуговування живляться електричним струмом, вони відповідно до Правил влаштування електроустановок (ПВЕ) належать до категорії електроустановок. Тому майстри діагности (майстри-наладчики), які обслуговують електроустановки та прилади, що від них живляться, відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПВЕ і ПТБ) мають третю кваліфікаційну групу з техніки безпеки для роботи з установками до 1000 В.

Трактористи-машиністи, які беруть участь у технічному обслуговуванні сільськогосподарської техніки разом з майстром-наладчиком, виконують роботу, яку він їм доручає.

Технічне обслуговування в польових умовах виконують у світлий час доби, як виняток допускається проведення його в нічний час двома працівниками за умови достатнього штучного освітлення.

Для технічного обслуговування сільськогосподарських машин в польових умовах вибирається рівна, горизонтальна ділянка з урахуванням вимог пожежної безпеки, особливо під час збирання врожаю зернових культур.

Під'їжджають агрегатом на підготовлений майданчик, гальмують, опускають робочі органи на землю і обов'язково вимикають двигун. В роз'єднаному стані для стійкості тракторів і сільськогосподарських машин підкладають упори. Перед тим, як домкратом підняти машину, під нього підкладають дошку, а потім під раму міцні підставки. Домкрати встановлюють в місцях, позначених на рамі або зазначених в заводській інструкції даної машини.

Для технічного обслуговування використовується тільки справний

інструмент, який відповідає вимогам техніки безпеки.

При огляді вузлів, механізмів і окремих деталей перш за все звертається увага на наявність запобіжника, щитків і захисних кожухів на деталях, що обертаються. Всі передачі надійно огорожують, а на відкидних огороженнях монтують засувки та замки. У машинно-тракторних агрегатах перевіряють стан причіпного пристрою і механізму навіски, отвори причіпної серги трактора і машини.

Після заміни спрацьованих деталей, регулюванні вузлів або механізмів роботу машини перевіряють на холостому ходу. Перед перевіркою прибирають з робочих органів інструмент та інші зайві предмети, подають попереджувальний сигнал і плавно без ривків пускають машину. Перед пуском тракторів або самохідних машин переконаються, що важіль коробки передач знаходиться у положенні “Нейтральне”. Не дозволяється стояти навпроти валів, які обертаються, ланцюгових та пасових передач, розвантажувальних вікон або конвеєрів.

Від’єднують трубопроводи або шланги, а також підтягують кріплення для усунення течі масла в гідравлічній системі тільки при відсутності тиску в системі і опущених на землю начіпних машинах чи робочих органах.

Заправляють трактори і самохідні машини паливом і мастильними матеріалами за допомогою механізованих заправних агрегатів МЗ-3905Т (03-1401И, 03-1401, 03-1362И, 02-1362) на шасі тракторних причепів 2ПТС-4М і 2ПТС-4МЗ-793, При цьому відстань між трактором і заправним агрегатом становить не менше 3 м. Пролите паливо або мастило з деталей машин витирають ганчіркою, а землю перекопують. Під час заправки трактора паливом не курять і не користуються відкритим вогнем. Стежать за справним станом заземлення.

Відкриваючи пробку радіатора, щоб не допустити опіків гарячою парюю обличчя і рук, необхідно користуються рукавицями і стоять з навітряного боку, а пробку відкривають поступово.

При використанні закритих систем рідинного охолодження двигунів

заливні горловини радіаторів мають бути обладнані кришками, що швидко знімаються і зблоковані з пароповітряними клапанами. Застосування закритих систем

рідинного охолодження дозволяє підняти температуру закипання рідини від 100 до 105°C і вище, завдяки чому значно скорочується витрата рідини на охолодження двигуна.

При підвищенні температури в системі охолодження понад 105 °C і тиску (надлишковому) вище 30–40 кПа (0,30 – 0,40 ат) паровий клапан, при закритій кришці автоматично відкривається і випускає випари в атмосферу.

Якщо ж необхідно відкрити кришку радіатора, то відповідно до вимог безпеки праці, механізатор повинен цю операцію здійснює за два прийоми. Спочатку частково повертають до обмежувального упору (при цьому паровий клапан повністю відкриє доступ для пари від заливної горловини в зливну трубку), коли тиск у внутрішній порожнині радіатора повністю зрівняється з атмосферним знімають кришку повністю. Проте найчастіше в умовах експлуатації дуже часто відкривають кришку з горловини-радіатора за один прийом. В результаті чого з горловини викидається перегріта пара і охолоджена рідина, яка потрапивши на незахищену шкіру рук або обличчя, викликає опіки.

При попаданні дизельного палива на руки механізатора, паливо викликає подразнення шкіри. Щоб запобігти цьому необхідно використовувати профілактичні пасти і мазі, а також мийні та дезинфікуючі засоби.

Перевіряють справність обода, відсутність тріщин, забоїн. Якщо спрацьований протектор, то покришку вибраковують.

При заміні деталей необхідно застосовувати знімачі і пристрої, які входять до обладнання пересувної майстерні.

В кабінах тракторів при проведенні технічного обслуговування перевіряють справність склоочисника, який забезпечує чистоту лобового

скла, справність замків дверей кабіни, щоб запобігти їх самовільному відкриванню.

При підготовці трактора до роботи в нічний час перевіряють справність електроосвітлення (фар, плафонів, підсвічування панелі контрольно-вимірювальних приладів в кабіні та ін.).

У процесі роботи необхідно періодично очищають радіатор двигуна від пилу й бруду. Продувають його стиснутим повітрям від агрегату технічного обслуговування або на стаціонарних пунктах технічного обслуговування. Працюють в захисних окулярах, спрямовуючи потік повітря від себе.

Переконавшись у відсутності людей поблизу, випробовують машину спочатку на холостому ході, а потім під навантаженням, старанно перевіряють гальма і випробовують їх на ході.

Для безпечного з'єднання трактора з начіпним знаряддям під'їжджають заднім ходом так, щоб кульові втулки нижніх тяг розмістилися проти відповідних пальців на рамі машини. За допомогою важеля гідророзподільника підводять втулки до стикання з пальцями, з'єднують кульові шарніри тяг з пальцями машини і зашплінтовують. Якщо тракторний агрегат обладнаний автоматичною зчіпкою, її опускають разом з начіпним механізмом. Трактор подають назад, стежачи, щоб рамка автозчіпки увійшла в замок знаряддя і після включення гідросистеми на "Піднімання" знаряддя приєднують до трактора.

Для надійного включення автозчіпки не допускається відхилення знаряддя вбік від осі трактора понад 120 мм, а їх замків вперед чи вбік більш як на 15°.

В процесі підготовки до роботи дискових борін і лушпильників, перевіряють кріплення, регулюють положення чистиків, змащують підшипники й встановлюють необхідний кут атаки дискових батарей, щільно підтягують і стопорять гайки на осях батарей. Зазор між чистиком і поверхнею диска встановлюють у межах 2—4 мм. Під час регулювання

положення дисків, щоб не поранити руки гострими краями, користуються рукавицями. Очищають дискові борони і лушпильники спеціальними чистиками.

Забивання зубових борін значно зменшується, якщо зуби скошеними гранями встановити під кутом до напрямку руху агрегату, це сприяє їх самоочищенню.

Перед культивацією полів перевіряють стан культиваторів, кріплення гряділів, штанги, стояків робочих органів і вилок для їх піднімання.

Перед початком польових робіт поле оглядають і при необхідності підготовляють: засипають рови, ями, видаляють каміння, перешкоди позначають віхами. Біля ярів та крутих схилів встановлюють попереджувальні знаки та відбивають контрольні борозни, а в межах поля для роботи агрегатів – поворотні смуги.

Для роботи групи машин призначають старшого з найбільш досвідчених трактористів-машиністів, який відповідає за роботу агрегатів у загінці, стежить, щоб відстань між тракторами була в межах 30 - 40 м. Якщо причіпні машини обслуговують кілька працівників, один з них відповідає за пуск і зупинку даного агрегату.

Переїзд тракторним агрегатом в поле, на місце роботи і з поля дозволяється тільки за маршрутом, затвердженим керівником господарства.

Не можна робити крутих поворотів, якщо робочі органи заглиблені в ґрунт, бо це призводить до поломок і аварій. Перед поворотом робочі органи виглиблюють, а на початку прямолінійного руху знову повертають у робоче положення. Якщо під час роботи в польових умовах потрібно замінити леміші плуга чи лапи культиватора, двигун трактора вимикають або від'єднують машину від трактора, а під раму начіпної машини підставляють надійні підставки.

При роботі в умовах надмірної запиленості, під час заправки туковисівних апаратів, а також при заточуванні робочих органів

грунтообробних машин необхідно користуються захисними окулярами і рукавицями.

Рух причіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання від старшого на агрегаті сигналу у відповідь. Необхідно стежити, щоб кришки ящиків для зерна й туків у сівалок були щільно закриті, при завантажуванні зерна відкриті кришки ставлять на запобіжники. Під час завантажування сухих порошкоподібних добрив стоять з навітряного боку, надівши респіратор.

Періодично протягом робочого дня очищають бункери, живильні ковші, сошники, тукопроводи й борознозакривачі від ґрунту, рослинних решток та інших сторонніх предметів й усувають виявлені несправності. Чистики для очищення сошників мають дерев'яні ручки. Усувають несправності та очищають машину тільки після зупинки агрегату.

Забороняється під час руху агрегату переходити з однієї сівалки на іншу.

Під час роботи стежать за роботою механізму передач. Послаблені ланцюги підтягують натяжними зірочками. Надмірний натяг ланцюгів не допускається.

Періодично перевіряють стан пневматичних коліс. Тиск повітря в камерах повинен відповідати заводській інструкції.

Для роботи у темний час доби завчасно перевіряють справність електричного освітлення.

Отвори висівних апаратів очищають спеціальними чистиками, гачками. Розрівнюють насіння тільки лопатками.

Під час грози необхідно зупинити агрегат, вимкнути двигун, а важіль коробки передач встановити у положення "Нейтральне", зафіксувати гальма, начіпну машину опустити на землю і відійти від трактора на відстань не менше як 15 м.

Протягом світлового дня підготовляють поле до збирання врожаю. Видаляють або позначають віхами перешкоди, розбивають поле на загінки

площею не більше, обкошують і прокошують їх, розорюють прокоси та підготовляють поворотні смуги.

Якщо у польових умовах необхідно усунути несправність, то після зупинки комбайна на рівній ділянці поля — вимкнути двигун, а на рульовому колесі вивісити табличку: “Не включати! Працюють люди”. Якщо необхідно вийти з кабіни, комбайн слід зупинити, включити гальма та заглушити двигун.

5.2 Заходи цивільної оборони по усуненню наслідків надзвичайних ситуацій

Цивільна оборона України є державною системою органів управління, сил і засобів, що створюється для організації і забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру (закон "Про цивільну оборону України"). Найбільш повне та організоване виконання заходів цивільної оборони досягається завчасною розробкою плану заходів, які необхідно проводити при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій .

Найнебезпечніші аварії, які можуть виникнути на об'єктах господарювання:

- пожежі - це стихійне поширення вогню, що вийшов з-під контролю людини;
- повені - значні затоплення суходолу, коли вода у річках піднімається вище звичайного рівня внаслідок рясних опадів, швидкого танення снігів;
- снігові замети утворюються взимку під час снігопадів і бувають настільки великими, що набувають характеру стихійного лиха;
- неконтрольоване поширення сильнодіючих отруйних речовин в навколишнє середовище;

- землетруси.

Здебільшого аварії виникають через порушення технології виробництва, правил експлуатації обладнання, машин і механізмів; низьку трудову і технологічну дисципліну; недотримання заходів безпеки; незадовільне впровадження прогресивних систем пожежогасіння; відсутність належного нагляду за станом обладнання, а також через стихійні лиха.

Для оповіщення керівного складу, формувань цивільного захисту, працюючих і населення в господарстві повинна бути централізована система радіозв'язку та гучномовці.

Інформація вищих органів доводиться до керівництва підприємства телефонним, поштовим та електронним зв'язком,

З метою приведення в готовність сил і засобів для рятувальних робіт в господарстві періодично відбуваються навчання на випадок виникнення аварій техногенного характеру.

В господарстві існує медпункт, який займається організацією медичного забезпечення.

Підприємство займається вирощуванням та виробництвом сільськогосподарської продукції, а тому заходів для безаварійної зупинки виробництва застосовувати не потрібно.

Організацію видачі засобів індивідуального захисту займаються керівники структурних підрозділів.

На випадок застосування заходів по евакуації робітників в господарстві обладнанні обладнані спеціальні транспортні засоби.

На випадок великих аварій для захисту цінного і унікального устаткування існують спеціальні сховища.

Стійкість роботи галузі рослинництва забезпечується чіткою системою постачання паливо-мастильних матеріалів, створення їх резервів.

Стійкість роботи техніки, технологічного обладнання і механізмів забезпечується проведенням періодичних технічних оглядів, поточних та планових ремонтів.

Для забезпечення надійності системи управління і зв'язку здійснюється періодичне підвищення рівня кваліфікації кадрів, тестуються системи зв'язку та оповіщення.

В цілому, стан цивільної оборони у господарстві знаходиться на рівні дещо нижче задовільного і потребує значного поліпшення.

На сільськогосподарських об'єктах у надзвичайних умовах проводять комплекс інженерно-технічних, технологічних і організаційних заходів, спрямованих на забезпечення роботи підрозділів господарства.

Інженерно-технічні заходи повинні забезпечити підвищення стійкості виробничих будівель і споруд, обладнання, комунально-енергетичної мережі, захисних споруд.

Технологічні заходи передбачають підвищення стійкості роботи об'єктів впровадженням технологічних процесів, що спрощують виробництво і зменшують можливість впливу небезпечних факторів на людей і матеріальні засоби.

Організаційні заходи передбачають завчасну розробку і планування дій керівного складу спеціалістів об'єкту, штабу, служб і формувань цивільно оборони (ЦО) при виробничому процесі, проведенні рятувальних і невідкладних робіт у надзвичайних умовах.

Заходи забезпечення роботи підрозділів господарства у надзвичайних ситуаціях невіддільні від заходів, що стосуються роботи всього об'єкту, і є їх складовою частиною. За часом виконання вони поділяються на ті, які виконують завчасно, при загрозі виникнення і при виникненні надзвичайної ситуації. До них належать:

- забезпечення захисту працюючих;
- підвищення стійкості будівель і споруд проти дії надмірного тиску ударної хвилі, руйнівної сили землетрусу, урагану, високої температури;
- підвищення стійкості роботи підрозділів в умовах радіоактивного забруднення (підготовка до герметизації виробничих будівель і споруд шляхом створення тамбурів, ущільнення дверей, вікон; обладнання фільтрів

і вентиляції; розробка режимів захисту працюючих в умовах радіоактивного забруднення);

- підвищення стійкості підрозділів господарства проти впливу електромагнітних імпульсів здійснюється встановленням захисних екранів і пристроїв, захистом кабельних ліній, антен; використанням паралельних двопровідних ліній;

- організація надійності управління (передбачає розробка системи оповіщення керівного складу, спеціалістів і працюючих; надійне управління при веденні всього технологічного комплексу робіт у надзвичайних ситуаціях, при рятувальних і невідкладних роботах);

- забезпечення надійного матеріально-технічного забезпечення підрозділів, яке залежить: від стійких зв'язків з підприємствами і базами постачання, створення запасів палива, мастильних матеріалів, запасних частин, обладнання тощо; можливості виготовлення необхідних запасних частин, комплектуючих виробів та інструментів своїми силами, від безпечного зберігання гарантійного запасу всіх матеріалів.

5.3 Розробка конструкції опорних коліс

Для забезпечення нормальної роботи агрегату і дотримання правил охорони праці нами розроблена конструкція опорних коліс, на які спирається центральний брус рами вирівнювача ґрунту.

На віддалі 800 мм від переднього бруса рами між підсилюючими профілями прикріплено два самонапрямних гумових колеса (4,5×9) від граблів ГВК–6,0. Кріплення їх дозволяє регулювати колеса по висоті.

Креслення вузлів представлені на листі графічної частини проекту.

6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Для визначення економічної ефективності від використання запропонованого вирівнювача ґрунту вибираємо базу для порівняння. За базовий агрегат приймаємо агрегат, який складається із трактора Т-150К і серійного вирівнювача ґрунту ВПН-5,6.

Розроблений агрегат включає трактор Т-150К, зчіпку СП-16 до якої приєднано 7 розроблених секцій для вирівнювання ґрунту.

Основними економічними показниками є затрати праці, прямі експлуатаційні витрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на виготовлення. Для визначення цих показників необхідно знати продуктивність і витрати палива на вирівнюванні ґрунту базовим та розроблю-ним варіантом вирівнювача їх балансову вартість і ряд інших вихідних даних.

Затрати праці визначимо за формулою:

$$Z_{\text{п}} = M/W_{\text{г}},$$

(6.1)

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

W_r – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Оскільки агрегат обслуговує один механізатор (тракторист), то за формулою (6.1) будемо мати:

- затрати праці при вирівнюванні базовим агрегатом

$$Z_{п.б} = 1/2,5 = 0,40 \text{ люд.год/га,}$$

- затрати праці при вирівнюванні розробленим вирівнювачем

$$Z_{п.м} = 1/7,0 = 0,14 \text{ люд.год/га.}$$

Отже, зниження затрат праці при вирівнюванні розробленим вирівнювачем становить 0,26 люд.год/га.

Питомі прямі експлуатаційні витрати на вирівнюванні ґрунту визначимо за формулою:

$$C = C_{оп} + C_{ра} + C_{кто} + C_{пмм}, \quad (6.2)$$

де C_o – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

$C_{ра}$ – відрахування на реновацію, грн./га;

$C_{кто}$ – витрати на капітальний і поточний ремонти та технічне обслуговування, грн./га;

$C_{пмм}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

В господарстві прийнята наступна система оплати праці працівників, які зайняті на вирівнюванні ґрунту. Оплата праці механізатору нараховується за тарифною сіткою за норму виконаної роботи. З врахуванням останнього підвищення мінімальної заробітної плати до 6500 грн. вона становить 282,6 грн. за зміну. А за 1 га обробленої площі оплата праці буде становити [20]:

$$C_{оп} = \frac{\alpha \cdot T_m \cdot M}{H}$$

(6.3)

де T_m - оплата праці механізаторам за норму виробітку грн.;

α - коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату

$$\alpha = 1,375;$$

M - кількість механізаторів, які обслуговують агрегат;

H - норма виробітку, га.

Тоді, витрати на оплату праці становлять:

- при вирівнюванні ґрунту серійним вирівнювачем

$$C_{он}^б = \frac{1,375 \cdot 282,6}{17,5} = 22,20 \text{ грн./га,}$$

- при вирівнюванні ґрунту розробленим вирівнювачем

-

$$C_{он}^м = \frac{1,375 \cdot 282,6}{49,0} = 7,93 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на реновацію машин в агрегаті $C_{ра}$, грн./га, визначають

так:

$$C_{ра} = \frac{\alpha_{р.т} \cdot B_t}{100 \cdot W_{г.ек} \cdot t_{ф.т}} + \frac{\alpha_{р.зч} \cdot B_{зч}}{100 \cdot W_{г.ек} \cdot t_{ф.зч}} + \frac{\alpha_{р.м} \cdot B_m \cdot n_m}{100 \cdot W_{г.ек} \cdot t_{ф.м}}$$

(6.4)

де $\alpha_{р.т}$, $\alpha_{р.зч}$, $\alpha_{р.м}$ – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідно трактора, зчіпки і робочої машини, %;

B_t , $B_{зч}$, B_m – балансова вартість відповідно трактора, зчіпки і робочої машини, грн.;

$W_{г.ек}$ – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га.;

$t_{ф.т}$, $t_{ф.зч}$, $t_{ф.м}$ – зональне річне завантаження відповідно трактора, зчіпки і робочої машини, год.;

n_m – кількість однакових робочих машин у складі агрегату.

За даними [15] нормативами річне завантаження трактора Т-150К становить 1600 год.; балансова вартість 93810 грн.; норма річних відрахувань на реновацію – 10 %, на капітальний ремонт – 7 %, на поточний ремонт і технічне обслуговування – 6 %.

Для зчіпки СП-16 нормативне річне завантаження становить 250 год.; балансова вартість 13780 грн.; норму річних відрахувань на реновацію – 14,2 %, на поточний ремонт і технічне обслуговування – 7 %.

Базовий вирівнювач ВПН-5,6 має нормативне річне завантаження 90 год.; балансову вартість 3445 грн.; норму річних відрахувань на реновацію – 16,6 %, на поточний ремонт і технічне обслуговування – 20 %.

Визначимо балансову вартість розробленого вирівнювача ґрунту. Маса секції вирівнювача становить $M_B = 300$ кг. В конструктивному виконанні вона подібна до шлейф-борони ШБ-2,5, яка має масу $M_{ШБ} = 110$ кг і вартість $B_{ШБ} = 230$ грн. Тоді, вартість секції розробленого вирівнювача буде становити:

$$B_е = \frac{B_{ШБ} \cdot M_е}{M_{ШБ}} = \frac{230 \cdot 300}{110} = 630 \text{ грн.},$$

а вартість всього вирівнювача - $7 \cdot 630 = 4410$ грн.

Тоді, витрати на реновацію будуть дорівнювати:

- для базового агрегату

$$C_{ра}^б = \frac{10 \cdot 93810}{100 \cdot 2,5 \cdot 1600} + \frac{16,6 \cdot 4410 \cdot 1}{100 \cdot 2,5 \cdot 90} = 4,89 \text{ грн./га},$$

для нового агрегату

$$C_{pa}^m = \frac{10 \cdot 93810}{100 \cdot 7,0 \cdot 1600} + \frac{14,2 \cdot 13780}{100 \cdot 7,0 \cdot 250} + \frac{16,6 \cdot 630 \cdot 7}{100 \cdot 7,0 \cdot 90} = 2,35 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на ремонти і технічне обслуговування, $C_{кто}$, грн/га, обчислюють за формулою:

$$C_{кто} = \frac{\alpha_{к.т} \cdot B_T}{100 \cdot W_{г.ек} \cdot t_{н.т}} + \frac{1}{100 \cdot W_{г.ек}} \left(\frac{\alpha_T \cdot B_T}{t_{н.т}} + \frac{\alpha_{зч} \cdot B_{зч}}{t_{н.зч}} + \frac{\alpha_M \cdot B_M \cdot n_M}{t_{н.м}} \right) \quad (6.5)$$

де $\alpha_{к.т}$ – норма річних відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

α_T , $\alpha_{зч}$, α_M – норма річних відрахувань на поточний ремонт від балансової вартості відповідно трактора, зчіпки і робочої машини, %;

$t_{н.т}$, $t_{н.зч}$, $t_{н.м}$ – нормативне річне завантаження відповідно трактора, зчіпки і робочої машини, год.

Тоді, відрахування на ремонти і ТО агрегатів становлять:

для базового агрегату

$$C_{кто}^б = \frac{7 \cdot 93810}{100 \cdot 2,5 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 2,5} \left(\frac{8 \cdot 93810}{1600} + \frac{20 \cdot 3445 \cdot 1}{90} \right) = 6,11 \text{ грн./га,}$$

для нового агрегату

$$C_{кто}^m = \frac{7 \cdot 93810}{100 \cdot 7,0 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 7,00} \left(\frac{6 \cdot 93810}{1600} + \frac{7 \cdot 13780}{250} + \frac{20 \cdot 630 \cdot 7}{90} \right) = 2,09 \text{ грн./га}$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали:

$$C_{пмм} = Q \cdot Ц_k \quad (6.6)$$

де Q – витрати палива, кг/га;

$Ц_k$ – комплексна ціна палива, грн./л.

Комплексна ціна включає витрати на основне паливо, а також на мастильні матеріали. Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного

палива для МТА становлять: дизельне мастило – 5 %; автотракторне мастило – 3,7 %; солідол – 0,5 %; трансмісійне мастило – 0,8 %.

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об'ємів закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьогоднішніх цін на ринку приймаємо комплексну ціну ПММ 54,8 грн./л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть дорівнювати:

для базового агрегату

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 54,8 \cdot 3,8 = 208,24 \text{ грн./га,}$$

для розробленого агрегату

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{м}} = 2,8 \cdot 54,8 = 153,44 \text{ грн./га.}$$

Загальні питомі прямі експлуатаційні витрати при вирівнюванні ґрунту становлять:

базовим агрегатом:

$$C^{\text{б}} = 22,20 + 4,89 + 6,11 + 208,24 = 241,44 \text{ грн./га,}$$

розробленим агрегатом

$$C^{\text{м}} = 7,93 + 2,35 + 2,09 + 153,44 = 165,81 \text{ грн./га.}$$

Економія питомих експлуатаційних витрат при впровадженні розробленого вирівнювача у виробництво буде становити:

$$E_{\text{ев}} = C^{\text{б}} - C^{\text{м}} = 241,44 - 165,81 = 75,63 \text{ грн./га.}$$

(6.7)

Таблиця 6.1 - Основні економічні показники проекту

Назва показників	Агрегат		Відхилення (+,-)
	базовий	новий	

1. Вартість вирівнювача, грн.		4410	
2. Продуктивність, га/год.	2,50	7,00	+4,50
3. Затрати праці, люд.год./га.	0,40	0,14	- 0,26
4. Прямі експлуатаційні витрати, грн./га	241,44	165,81	- 76,63
в тому числі:			
оплата праці	22,20	7,93	- 14,27
відрахування на реновацію	4,89	2,35	- 2,54
відрахування на ремонти і ТО	6, 11	2,09	- 4,02
витрати на ПММ	208,24	153,44	-54,80
5. Річний економічний ефект, грн.	170923,80		
6. Строк окупності витрат, років	0,39		

При використанні запропонованого агрегату на площі $F = 2260$ га, (сумарна площа посівів кукурудзи і соняшнику в господарстві), економічний ефект від використання запропонованого вирівнювача буде становити:

$$E = E_{ев} \cdot F = 75,63 \cdot 2260 = 170923,80 \text{ грн.} \quad (6.8)$$

Визначимо термін окупності витрат на розробку вирівнювача:

$$T_{ок} = \frac{\Delta B \cdot n}{E_p}, \quad (6.9)$$

де $T_{ок}$ – термін окупності.

$$T_{ок} = 630 \cdot 7 / 170923,80 \approx 0,03 \text{ рік.}$$

Результати розрахунку економічної ефективності запропонованого вирівнювача зведемо в табл. 6.1.

Результати розрахунків економічної ефективності запропонованого вирівнювача показують, що запровадження його у виробництво на площі 2260 га дасть змогу одержати річний економічний ефект в сумі 170923,8 грн., а затрати на виготовлення окупляться протягом 1 року експлуатації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Ґрунтово-кліматичні умови і показники діяльності господарства сприятливі для вирощування соняшнику, як основної олійної культури України. Подальші роботи слід направити на покращення складу машин та обладнання, організацію проведення робіт з метою підвищення економічної ефективності виробництва.

2. Аналіз існуючих машин для вирівнювання ґрунту перед посівом показав наявність різних конструкторських рішень як у вітчизняному, так і закордонному виробництві. Пропозиції машин зі спрощеною конструкцією знайдуть попит у сільгоспвиробників.

3. Фізико-механічні характеристики ґрунту змінюються в великих межах, взаємозв'язані між собою і впливають на якість роботи робочих органів машин і знарядь. Для правильного визначення параметрів і режиму роботи необхідно знати не тільки середні їх значення, а і мінімальні та максимальні значення цих характеристик.

4. Розроблено вирівнювач ґрунту, який може створювати рівну поверхню оранки, пухкий дрібно грудочкуватий верхній шар ґрунту з ущільненням нижнього шару, що дасть змогу рівномірно загорнути насіння, створювати найсприятливіші умови для рівномірного розподілу гербіциду на поверхні, забезпечувати швидке прогрівання верхнього шару ґрунту.

5. Проведені розрахунки і визначені основні параметри розробленого вирівнювача ґрунту. Ці дані використані при розробці креслень вузлів і деталей сільськогосподарської машини. Розроблено заходи з охорони праці, які можна використовувати при вирощуванні культури.

6. Результати розрахунків економічної ефективності запропонованого вирівнювача ґрунту показують, що запровадження її у виробництво дасть змогу одержати річний економічний ефект в сумі 170923,80 грн., а затрати на виготовлення окупляться протягом 1 року експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маслак О. Поточний стан та перспективи ринку соняшнику/ Агробізнес сьогодні. - 31 жовтня 2017.
2. Занько М. Соняшник зібрать – не поле перейти// Пропозиція. - №10 (220), 2013. – с. 122-125.
3. Маслак О. Соняшникові прогнози// Агробізнес сьогодні. - №17 (240), вересень 2012. – с.12 – 14.
4. Маслак О. На черзі – пізні культури// Пропозиція. - №9, 2012. - с. 24-29.
5. Шкрудя Р.І., Гайдаш В.Д., Гриднєв Є.К. та ін. Операційна технологія вирощування олійних культур. – К.: Урожай, 1991. – 472 с.
6. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001. – 384 с.
7. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
8. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
9. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
10. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

11. Машиновикористання та екологія докiлля: Пiдручник/ Головчук А.Ф., Лiмонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.
12. Заїка П.М. Теорiя сiльськогосподарських машин. - Харкiв, Око. – 2003. – с. 375.
13. Практикум з використання машин у рослинництвi/ В.Ю. Iльченко та iн.; Днiпропетр. держ. агр. ун-т.- 2002.
14. Грицишин М. Аграрному сектору – вiтчизняну технiку високого технiчного рiвня// Технiка АПК. - № 8, 2006. – с. 13 – 14.
15. Довiдник сiльського iнженера / Гречкосiй В.Д., Погорiлець О.М., Ревенко I.I. та iн.; за ред. Гречкосiя В.Д.-К: Урожай,1991.-400 с.
16. Технологiчна наладка та усунення несправностей сiльськогосподарських машин. Довiдник / Гаврилюк Г.Р., Живолуп Г.I., Короткевич П.С. та iн.-К.: Урожай,1988.-254 с.
17. Правила охорони працi у сiльськогосподарському виробництвi// Затвердженi наказом Мiнiстерства соцiальної полiтики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Мiнiстерствi юстицiї України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.
18. Конарєв Ф.М., Пережогiн М.А., Грянiк Т.Н. Охорона працi, М.: Колос, 1982 – 355 с.
19. Зiнченко В.Н. Рослинництво. - К.: Урожай, 2001.
20. Вiнiченко I.I, Сiтковська А.О. Методичнi рекомендацiї з економiчного обґрунтування дипломних робiт для студентiв факультету механiзацiї сiльського господарства// Днiпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.