

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою СГМ
д.т.н., професор
_____ Микола СВІРЕНЬ
« ____ » _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Обґрунтування вирощування цукрового буряку з удосконаленням
конструкції сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи АІ-20М(1,4)-1
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Шумейко Михайло Євгенійович
« ____ » _____ 2021 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук
_____ Петро ЛУЗАН
« ____ » _____ 2021 р.

Рецензент
доцент, канд. техн. наук
_____ Олег БЕВЗ

1. ВСТУП

Цукрові буряки - єдина культура в Україні, з якої виробляється цукор. Їх вирощують в багатьох країнах. Із загальної кількості цукру, який виробляється в світі, близько 40% добувають із цукрових буряків. Коренеплоди сучасних вітчизняних гібридів містять до 20% цукру (сахарози).

Як національна культура України вона має високий потенціал продуктивності та є сировинною базою для промислового виробництва цукру. Разом із тим у процесі переробки виробляється жом і меляса. Із меляси одержують органічні кислоти, дріжджі, спирт, інші види продукції. Жом використовується для годівлі тварин. При урожайності 50 т/га коренеплодів додатково отримують 35 т жому, 2-2,5 т меляси і 35 т гички. Гичка цукрових буряків - цінне органічне добриво, в 100 ц якої міститься 31 кг азоту, 57 кг калію, 9 кг магнію. Внесення в ґрунт 40-50 т/га подрібненої гички відповідає 30 тоннам гною. У зв'язку із зменшенням поголів'я тварин гичку краще використовувати як органічне добриво.

Таким чином, виробництво цукрових буряків та їхня переробка - це безвідходний технологічний процес. Цукрові буряки є не тільки високопродуктивною культурою для виробництва цукру, а й важливою сировинною базою для інших галузей.

Індустріальна технологія виробництва цукрових буряків характеризується високою науковістю, потребує знання і використання нових сортів та гібридів, цілого комплексу машин, передбачає диференційоване застосування набору технологічних заходів у системах сівозмін і обробітку ґрунту, засобів удобрення і стимулювання продуктивності рослин, їх захисту від бур'янів, хвороб, шкідників, догляду за посівами, збирання і організації виробництва. Буряківництво було і залишається однією із найважливіших складових створення продовольчих ресурсів. Прямо це стосується виробництва цукру – головної мети вирощування цукрових буряків, а побічно супутніх продуктів цукроваріння (жом, патока) та гички, які є важливим джерелом поповнення кормів. З патоки та жому, крім того, виробляють спирт, гліцерин, лимонну кислоту, харчові та кормові дріжджі.

Значне місце в структурі посівних площ бурякосійних господарств України займає озима пшениця. Висівають також ярі (горох, гречка, просо та ін.) і

фуражні (кукурудза, ячмінь) культури, а також багаторічні та однорічні трави на сіно і зелений корм, кукурудзу на силос і зелений корм та ін. Ці культури дуже різняться за потребою в поживних речовинах, воді. Неоднаково вони впливають і на фізико-хімічні та водно-фізичні властивості ґрунту, на забур'яненість полів, поширення хвороб і шкідників.

Правильне розв'язання питання про набір, співвідношення і чергування культур відповідно до ґрунтово-кліматичних умов дозволяє цілеспрямовано регулювати витрату і відновлення запасів у ґрунті води і тим самим забезпечувати найраціональніше її використання, створювати найсприятливіші умови для одержання високих і сталих врожаїв.

Цукрові буряки мають велике значення для економіки господарства. В багатьох господарствах прибуток отриманий від їх вирощування складає 30...40% прибутків отриманих від рослинництва.

Кіровоградська область являється одним із найбільших районів де вирощують цукрові буряки. Однак, їх виробництво потребує значних капіталовкладень, а в період догляду за рослинами та збиранням врожаю – відносно великих витрат праці. При сучасному співвідношенні цін затрати на вирощування цукрових буряків повністю перекривається врожаєм при врожайності не менше як 300 ц/га, а при більш високій врожайності господарство отримує значні прибутки.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технології вирощування цукрових буряків.

Раціональне розміщення у сівозміні цукрового буряка - основа підвищення продуктивності. Цукровий буряк дуже вибаглива культура до попередників. Також великий вплив на врожайність цукрових буряків мають не тільки попередники, а й культури, що вирощувалися перед попередниками.

Високі врожаї цукрових буряків збирають коли розміщують їх після озимої пшениці в ланці з одного року використання багаторічними бобовими травами, які удобрюють ґрунт азотом та органічними речовинами і підвищують його родючість, покращують умови очищення поля від бур'янів.

Цукровий буряк є хорошим попередником для ярих зернобобових і зернових культур. На зібраних рано площах, де є достатньо вологи після нього можна розміщувати озиму пшеницю.

Основний обробіток ґрунту. Цукровий буряк основну частину врожаю формує у ґрунті, і є дуже вимогливим до його стану. Своєчасний та якісний обробіток ґрунту для формування високого врожаю має надзвичайно велике значення. Він повинен забезпечити знищення бур'янів, покращення фіто санітарного стану, накопичення та зберігання вологи, забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Глибина оранки повинна бути не менше ніж 25 см, щільність – $1,0-1,4 \text{ г/см}^3$ з хорошою аерацією. Дуже важливо заробити рослинні рештки та внесені добрива.

Обробіток поля передбачає дворазове лушіння стерні. Перше виконують дисковими лушильниками – ЛДГ-10 в два сліди на глибину 5-6 см, під кутом 30-45°. Це прискорює розклад соломи, зменшення випаровування вологи та відбувається провокація насіння бур'янів до проростання.

Друге лушіння проводять через 10-12 днів після першого лемішними лушильниками: ППЛ-5-25 чи ППЛ-10-25 в агрегаті з важкими боронами на глибину 12-14 см.

Якщо появляються бур'яни після лушення то їх знищують поверхневим боронуванням або культивацією. Зяблеву оранку на глибину 28-32 см проводять після внесення органічних та мінеральних добрив наприкінці вересня – початку жовтня плугами типу ПЛН, краще використовувати двоярусні плуги ПЯ-3-35; ПНЯ-4-40.

По мірі появи сходів бур'янів поле декілька разів обробляють боронами чи культиваторами для знищення нових бур'янів, що проросли.

Під кінець жовтня поле необхідно розпушити на глибину 15-22 см плугами без полиць з одночасним внесенням аміачної води. Такий обробіток зменшує Появу забур'янів на 25-40% та підвищує запаси вологи у ґрунті на 25-35 мм.

Весняний обробіток ґрунту. Навесні перший обробіток розпочинають важкими боронами – БЗТС-1,0, коли ґрунт добре розсипається. такий стан триває – 2-3 дні.

Коли поле не вирівняне, то для хорошого розпушення використовують такі агрегати: один укомплектований двома рядами важких та посівних борін, а другий шлейф-боронами ШБ-2,5 і посівними боронами ЗБП-0,6А, а якщо оранка неякісна, то поле вирівнюють культиваторами типу КПС-4.

Помилки при передпосівному обробітку ґрунту можуть бути такі: початок робіт коли ще сирий ґрунт, окремі операції не поєднані в одному агрегаті, велика кількість робочих проходів, надто велика робоча швидкість, передпосівне розпушування дуже глибоке. Передпосівний обробіток ґрунту виконують під деяким кутом до сівби.

Внесення добрив. Органічні добрива вносять в нормі 25...30 тон під попередника буряків – пшеницю. Виконують внесення добрив розкидачами ПРТ-10 з тракторами Т-150К, навантажують навантажувачами типу ПЭА-10. Основну розрахункову дозу мінеральних добрив вносять під оранку. Добрива вносять розкидачами 1РМГ-4, а підживлення виконують підживлювачами ПОУ в з тракторами класу 1,4...30.

Передпосівний обробіток ґрунту. В базовій технології вирощування передпосівний обробіток ґрунту виконують комбінованим агрегатом з фрезерним культиватором КФ-5,4 та обприскувачем-підживлювачем ПОМ-630, (рис. 2.1).

Культиватор обладнано доповнено щілинорізами, слідоутворюючою лапою та двома маркерами. Штанга з 12-ма розпилювачами закріплюється попереду фрез, що перемішують та загортають гербіциди в полосі шириною 18-20 см та на глибину до 5-6 см.

На сівалку ССТ-12В також встановлюють щілинорізи-орієнтатори, які попадають в щілини, що утворилися при проході культиватора. Трактор водять за

візиром, направленим на слід, що залишений після слідоутворюючої лапи. Це сприяє спрямуванню сошників сівалки на полоси куди вносили гербіцид.

Сівба. Сівба здійснюється агрегатами, що можуть складатися із сівалки ССТ-12В та таких тракторів як ЮМЗ-6АЛ, МТЗ-80/82 чи Т-70С. Норму висіву встановлюють з розрахунком 5...7 рослин на погонний метр рядка, при цьому необхідно також враховувати його схожість.

Догляд за посівами. Суцільне розпушування ґрунту боронами легкими типу ЗОР-0,7 здійснюють поперек рядків після сівби через 4-5 днів, відразу після випадіння опадів, коли бур'яни в стадії білої ниточки і боронування при цьому виконують не більше як за два дні. Перше міжрядне розпушування ґрунту виконують культиваторами УСМК-5,4 на глибину 2...3 см з ротаційними боронами РБ-5,4 для розпушування ґрунту в захисних зонах та міжряддях, при швидкості руху агрегату – до 4 км/год. Наступне боронування виконують по сходах зубовими боронами на глибину 2...3 см, рух агрегату впоперек сівби, а швидкість до 4 км/год. Якщо густина сходів 8...12 штук на один погонний метр, то виконують ручне або механічне проріджування автоматичними проріджувачами УСМП-5,4.. Після формування густоти рослини на метр рядка роблять глибоке розпушування з підживленням добривами.

Формування густоти. Густина рослин на 1 га перед збиранням у зоні достатнього зволоження повинна становити 95-100 тис. шт.; нестійкого – 90-95 тис. шт.; недостатнього – 85-90 тис. шт. Для формування густоти існує декілька варіантів сівби, які передбачають:

- сівбу на заданій відстані між насінинами, що гарантувала б отримання і збереження розрахованої кількості рослин;
- висів 8-10 насінин, що буде гарантувати оптимальну густоту;
- сівба підвищеними нормами насіння і отримання сходів, що значно перевищують необхідну кількість.

Догляд за посівами цукрових буряків після формування густоти має забезпечити утримання поля в чистому від бур'янів і розпушеному стані. Спочатку ґрунт розпушують у міжряддях після формування густоти рослин і у фазі утворення 2-3 пар справжніх листків та поєднують з підживленням азотними добривами. Наступні розпушування і їх необхідність та періодичність, строки, глибину визначають залежно від появи бур'янів і ущільнення ґрунту.

Збирання врожаю. Збирання цукрових буряків вважають задовільним, якщо проведене воно в оптимальні строки, коли найбільша маса і цукристість коренеплодів та з мінімальними втратами, травмуванням і вмістом бруду. Приріст маси коренеплодів та збільшення цукристості відбувається у вересні та жовтні а також при теплій погоді навіть у листопаді. Раннє збирання зменшує вихід цукристості і кількість отриманого цукру, а пізніше збільшує втрати урожаю за несприятливих погодних умов. Збирають цукрові буряки комплексом шестирядних машин з роздільним збиранням: причіпною гичкозбиральною машиною типу БМ-6А та самохідною коренезбиральною машиною типів КС-6, РКС-6, РКМ-6 а з кагатів буряки навантажують навантажувачами типу СНТ-2,1Б чи СПС-4,2А. Коренеплоди, щоб не допускати їх висихання, вивозять на бурякоприймальні пункти в день збирання.

2.2. Удосконалення технологічної карти на вирощування цукрових буряків.

У запропонованій вдосконаленій технології рекомендується застосовувати агрегат із двох сівалок, який з'єднується за допомогою спеціальної зчіпки, а внесення гербіцидів пропонується виконувати агрегатом, який приведений на рис. 2.2, передпосівний обробіток ґрунту рекомендується виконувати агрегатом, який складається із зубових борін, що приєднуються до зчіпки. Для передпосівного обробітку ґрунту з одночасним внесенням гербіцидів на агрегат встановлюють обприскувач ПОМ-630, а штангу з розпилювачами розміщують попереду стрічастих лап культиватора УСМК-5,4 (рис. 2.2) чи борін.

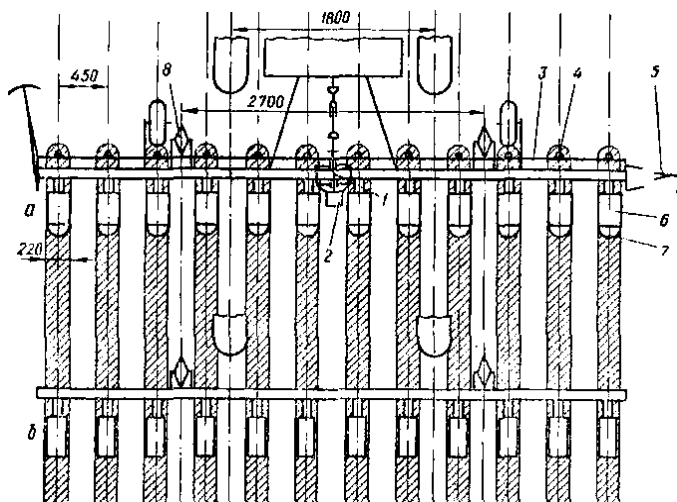


Рис. 2.1. Схема розміщення комбінованого та посівного агрегатів при смуговому внесенні гербіцидів: а – комбінований агрегат КФ-5,4 та ПОМ-630; 1 – додатковий привод шестерінчастого насоса; 2 – насос; 3 – штанга; 4 – розпилювачі; 5 – маркер; 6 – фреза; 7 – шлейф; 8 – щілинорізи; б – сівалка

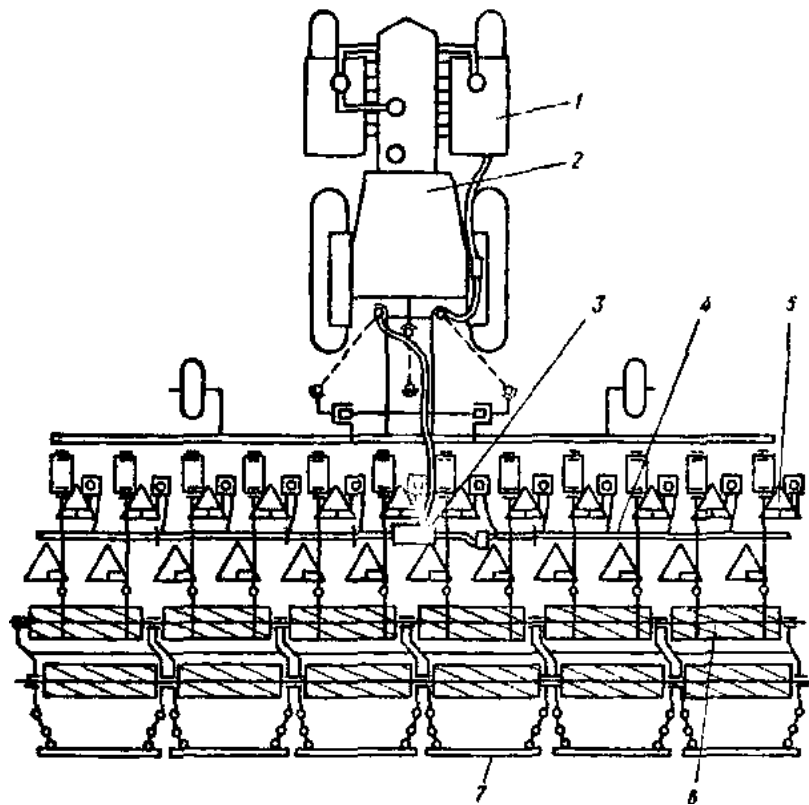


Рис. 2.2. Агрегат для передпосівного обробітку ґрунту з одночасним внесенням та зароблянням гербіцидів: 1- ПОМ-630; 2– трактор; 3 – фільтр додатковий; 4 – штанга; 5 – лапи стрілочасті; 6 – котки пруткові; 7 – шлейфи

2.3. Розрахунки машинного машинно-тракторного агрегату.

2.3.1. Агротехнічні вимоги.

Головним критерієм для виконання сівби цукрових буряків є досягнення ґрунтом стану фізичної стиглості, тобто коли він розсипається на дрібні грудочки. Середньодобова температура ґрунту на глибині 8...10 см становить 5...6⁰С, а вологість – 22...23%. Висіяти цукрові буряки на одному й тому самому полі треба за 1-2 робочі дні, тоді можна отримати дружні, хороші сходи та своєчасно і надійно провести досходове боронування.

Глибина загортання насіння не повинна відхилятися від встановленої агротехнічними вимогами більш як на $\pm 0,5$ см. Рівномірність розміщення насіння та глибина його загортання залежать від швидкості посівного агрегату. Із збільшенням її, глибина загортання зменшується, а рівномірність розподілу насіння по довжині рядка погіршується. Рекомендована швидкість сівби цукрових буряків сівалкою ССТ-12В складає 6...8 км/год.

На гарно окультурених полях за достатнього зволоження глибина загортання – 2...3 см, нестійкого – 3...4 см, а недостатнього – 5 см.

2.3.2. Розрахунок складу машинно-тракторних агрегатів

і вибір режимів їх роботи.

Виходячи із наявності сільськогосподарської техніки, яку можна використовувати для сівби цукрових буряків вибираємо сівалку ССТ-12В. Дана сівалка може агрегатуватися з тракторами класу 14 кН, марок МТЗ-80/82, Т-70С. Для вибору оптимального складу агрегату виконаємо розрахунки різних варіантів агрегування.

Користуючись технічною характеристикою тракторів, визначаємо робочі передачі на яких може виконуватися сівба і відповідні цим передачам типові зусилля на гаку.

Для трактора МТЗ-80/82 - V передача, $V_m^V = 7,94$ км/год,

для Т-70С – VI передача, $V_m^{VI} = 7,81$ км/год.

Тягове зусилля на гаку трактора з урахуванням величини підйому визначимо за формулою

$$P_{гак} = P_{н-гак} - Q_{тр} \cdot i, \quad (2.1)$$

де $P_{н-гак}$ – номінальне тягове зусилля трактора на відповідних передачах (з технічної характеристики $P_{н-гак}^{MTZ-80} = 11,5$ кН, $P_{н-гак}^{T-70C} = 19,0$ кН); $Q_{тр}$ – вага трактора, кН ($Q_{тр}^{MTZ-80} = 33,4$ кН, $Q_{тр}^{T-70C} = 44,8$ кН); i – величина підйому ($i=0,03$).

$$P_{гак}^{MTZ-80} = 11,5 - 33,4 \cdot 0,03 = 10,49 \text{ кН.}$$

$$P_{гак}^{T-70C} = 19 - 44,8 \cdot 0,03 = 17,656 \text{ кН.}$$

Визначаємо робочу швидкість руху агрегату, враховуючи буксування за формулою

$$V_p = V_t \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.2)$$

де δ - коефіцієнт буксування, ($\delta=6...20\%$)

$$V_p^{MTZ-80} = 7,94 \left(1 - \frac{18}{100} \right) = 6,54 \text{ км/год.}$$

$$V_p^{T-70C} = 7,81 \left(1 - \frac{6}{100} \right) = 7,3 \text{ км/год.}$$

Визначаємо максимальну ширину захвату за формулою

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{зак}}}{K + R_i}, \quad (2.3)$$

де K – питомий опір сівалки, кН·м (для бурякової сівалки ССТ-12В, $K=0,8 \dots 1,2$ кН/м); R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м.

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i, \quad (2.4)$$

де G_m – вага сівалки, кН, ($G_m=11,8$ кН).

$$R_i = \frac{11,8}{5,4} \cdot 0,03 = 0,07 \text{ кН.}$$

$$B_{\max}^{MT3-80} = \frac{10,49}{1,2 + 0,07} = 8,2 \text{ м.}$$

$$B_{\max}^{T-70C} = \frac{17,659}{1,2 + 0,07} = 13,9 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість сівалок в агрегаті

$$n_k^{MT3-80} = \frac{B_{\max}^{MT3-80}}{B_k} = \frac{8,2}{5,4} = 1,52.$$

$$n_k^{T-70C} = \frac{B_{\max}^{T-70C}}{B_k} = 2,57.$$

Вибираємо для трактора МТЗ-80 – одну сівалку, для Т-70С – дві.

Визначаємо тяговий опір агрегатів.

Питомий опір з поправкою на швидкість руху агрегату визначаємо за формулою

$$K_v = K(1 + \Pi(V_p - V_0)), \quad (2.5)$$

де Π – коефіцієнт приросту питомого опору, ($\Pi=0,01 \dots 0,015$);

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год;

V_0 – швидкість, 5 км/год.

$$K_v^{MT3-80} = 1,2(1 + 0,015(6,54 - 5)) = 1,23 \text{ кН/м.}$$

$$K_v^{T-70C} = 1,2(1 + 0,015(7,3 - 5)) = 1,24 \text{ кН/м.}$$

Тоді тяговий опір агрегатів визначимо за формулою

$$R_{a2p} = (K_v + R_i) B_k \cdot \Pi_m, \quad (2.6)$$

де K_v – питомий опір з поправкою на швидкість, кН/м;

R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м;

B_k – конструктивна ширина захвату, м;

Π_m – кількість машин в агрегаті.

$$R_{a2p}^{MT3-80} = (1,23 + 0,07) \cdot 5,4 \cdot 1 = 7,02 \text{ кН.}$$

$$R_{a2p}^{T-70C} = (1,24 + 0,07) \cdot 5,4 \cdot 2 = 14,1 \text{ кН.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора за формулою

$$\eta_{m.3} = \frac{R_{a2p}}{P_{зак}}, \quad (2.7)$$

$$\eta_{m.3}^{MT3-80} = \frac{7,02}{10,49} = 0,68.$$

$$\eta_{m.3}^{T-70C} = \frac{14,1}{17,656} = 0,8.$$

Визначаємо змінну продуктивність агрегатів за формулою

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (2.8)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату ($B_p = B_k$ – в даному випадку), м;

T_p – чистий робочий час, год.

Чистий робочий час визначимо за формулою

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.9)$$

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

τ - коефіцієнт використання часу зміни ($\tau = 0,76$ – для МТЗ-80; $\tau = 0,7$ – для Т-70С).

$$T_p = 7 \cdot 0,76 = 5,32 \text{ год.}$$

$$T_p = 7 \cdot 0,7 = 4,9 \text{ год.}$$

Тоді

$$W_{3M}^{MT3-80} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,54 \cdot 5,32 = 18,7 \text{ га/зм.}$$

$$W_{3M}^{T-70C} = 0,1 \cdot 10,08 \cdot 7,3 \cdot 4,9 = 38,6 \text{ га/зм.}$$

Аналізуючи отримані дані, вибираємо агрегат, який складається з трактора Т-70С і двох сівалок ССТ-12В.

Визначаємо витрати палива в кілограмах на 1 га за формулою

$$Q_{2a} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}}, \quad (2.10)$$

де Q_{3M} – витрати палива за зміну, кг/зм.

Витрати палива за зміну визначаємо за формулою

$$Q_{3M} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z, \quad (2.11)$$

де Q_p , Q_x , Q_z – відповідно годинна витрата палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках з працюючим двигуном ($Q_p=11,5 \dots 13,5$; $Q_x=5,2 \dots 7,2$; $Q_z=1,2$), кг/год;

T_p , T_x , T_z – відповідно час роботи, час холостих рухів, час зупинок, год.

Час на холостих рухах і зупинках визначаємо за формулою

$$T_x = T_z = \frac{T_{3M} - T_p}{2}, \quad (2.12)$$

де T_{3M} – час зміни, год, ($T_{3M}=7$ год).

$$T_x = T_z = \frac{7 - 4,9}{2} = 1,05 \text{ год.}$$

Отже

$$Q_{3M} = 12,5 \cdot 4,9 \cdot 1,05 \cdot 6,2 + 1,05 \cdot 1,2 = 69,02 \text{ кг/зм.}$$

$$Q_{\text{га}} = \frac{69,02}{38,6} = 1,79 \text{ кг/га.}$$

2.4. розробка операційно-технологічної карти виконання сівби.

2.4.1. Підготовка агрегату до роботи.

Підготовка посівного агрегату до роботи складається з підготовки трактора, яка полягає в регулюванні системи навіски.

Технічний стан сівалки ССТ-12В перевіряють згідно з інструкцією щодо її експлуатації. При цьому особливу увагу звертають на кріплення насінневих та тукових сошників, легкість переміщення посівних секцій по вертикалі, відсутність заїдання дисків висівних апаратів.

Готують та регулюють робочі органи сівалок на регулювальному майданчику, розстановку секцій по ширині захвату здійснюють за допомогою розмічувальної дошки, починаючи від центру рами. Слідкують не тільки щоб болт, який фіксує положення секції по рамі співпадав з відповідним отвором на ній, а й щоб кінці насінневих сошників збігалися з мітками на розмічувальній дошці. Секцію на брусі потрібно добре зафіксувати болтами і ні в якому разі не допускати бокового люфту.

Фактичну норму висіву насіння перевіряють протягуванням сівалок по вирівняному майданчику на робочій швидкості.

Регулювання глибини загортання насіння.

Спочатку перевіряють горизонтальність рами сівалки і при потребі регулюють довжину центральної тяги начіпної системи трактора. Під опорно-ходові колеса сівалки ССТ-12В та котки посівних секцій підкладають дерев'яні бруски товщиною, рівною глибині загортання насіння, зменшеній на величину заглиблення коліс у ґрунт. Насінневий сошник за допомогою гвинтового механізму опускають на поверхню майданчика.

Регулювання норми висіву добрив. Визначають необхідну норму висіву добрив прокручуванням туковисіваючих апаратів на регулювальному майданчику, для чого піднімають сівалку так, щоб опорно-привідні колеса не торкалися поверхні майданчика, до лійок апаратів підвішують мішечки і засипають у бункер добрива, обертають опорно-привідне колесо 12 разів зі швидкістю рівною робочій швидкості агрегату в полі. Висіяні всіма апаратами добрива зважують і масу їх множать на 100, висіяних на 1 га. Якщо отримана маса буде більшою або меншою необхідної норми на 7%, змінюють положення скребків напрямлювачів і знову перевіряють висів.

Для сівби цукрових буряків комплектують в основному односівалкові агрегати на тязі тракторів МТЗ-80, ЮМЗ-6Л, Т-70С.

Пунктирний висів звичайного та дражованого насіння буряків проводять сівалками ССТ-12Б, МУЛЬТИКОРН (Німеччина).

Для поєднання операцій на сівалці передбачено встановлення розпилювачів та вітрозахисного обладнання для смугового внесення рідких комплексних добрив і пестицидів одночасно з висівом цукрових буряків.

У бурякосіючих районах набули поширення двосівалкові агрегати на причіпній зчіпці; яку виготовляють у господарствах (рис. 2.3). Таку конструкцію пропонується застосувати в запропонованій технології.

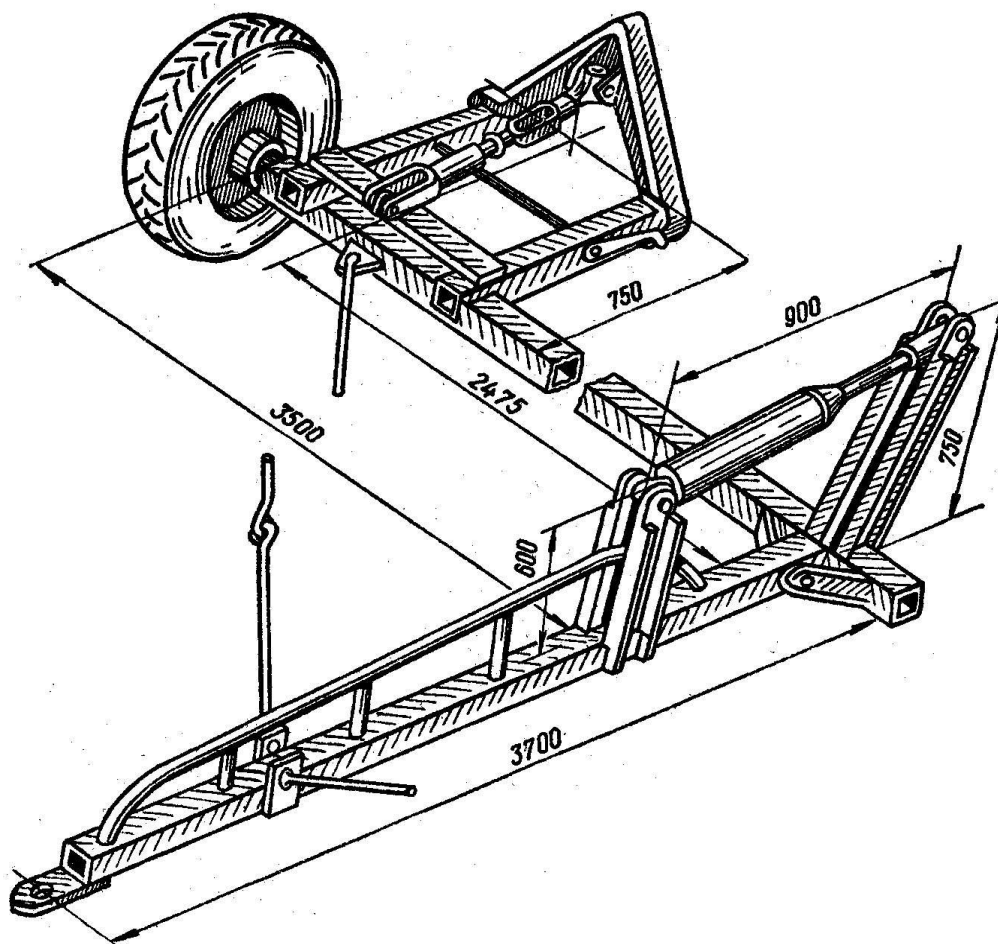


Рис. 2.3. Схема причіпної зчіпки для агрегування
двох бурякових сівалок ССТ-12Б

При застосуванні широкозахватних агрегатів на тязі гусеничних тракторів класу 3 знижується потреба в тракторах і в обслуговуючому персоналі, менше залишається слідів від коліс (гусениць), стикових міжрядь, забезпечується краща прямолінійність рядків.

2.4.2. Підготовка поля і рух агрегату в загінці.

До початку сівби буряків провішують лінію першого проходу посівного агрегату. Віхи встановлюють від краю, вздовж якого будуть сіяти, на віддалі, рівній половині ширини захвату агрегату.

У польових умовах остаточно регулюють посівний агрегат (без насіння і добрив) на відведеному для сівби полі. Сошники і маркери встановлюють в робоче положення. Проїжджають агрегатом декілька проходів, заміряють фактичну відстань між центрами сошників по їх слідах у ґрунті по всій ширині захвату і, коли потрібно, вносять поправки. Для перевірки правильності установки маркерів роблять три проходи з включеними маркерами, другий і третій ведуть по слідах лівого та правого маркера заміряють ширину стикових міжрядь і, якщо необхідно, регулюють довжину маркерів.

Наповнюють насінний бункер сівалки невеликою кількістю насіння, а бункери туковисівних апаратів мінеральним добривами і на поворотній смузі протягують сівалку в робочому положенні кілька метрів. Обережно розгортають рядки, знаходять насіння і добрива і заміряють лінійкою глибину загортання їх у ґрунт.

Виводять посівний агрегат на лінію першого проходу. На ходу трактора плавно опускають сівалку в робоче положення, включають в роботу маркер. Якщо починають сіяти від середини поля, то при першому проході агрегату включають у роботу обидва маркери.

Спосіб руху агрегату при сівбі цукрових буряків вибираємо “човником”.

Для “човникового” способу руху визначаємо коефіцієнт робочих ходів за формулою

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.13)$$

де L_p , L_x – середнє значення робочої довжини загінки холостого ходу, м.

Для човникового способу руху L_p визначимо за формулою

$$L_p = L - 2E, \quad (2.14)$$

де E – ширина поворотної смуги, м.

Ширину поворотної смуги визначимо за формулою

$$E = n \cdot B \geq E_{\min}, \quad (2.15)$$

де B – ширина захвату агрегату, м;

$E_{\min}$ – мінімальна ширина поворотної смуги, м.

Ширина поворотної смуги для цукрових буряків – три-чотири захвати агрегату, (тому $n=3-4$).

Мінімальна ширина поворотної смуги $E_{\min}$ визначається за формулою

$$E_{\min} = 3R + \ell, \quad (2.16)$$

де ℓ - довжина виїзду агрегату, м (для начіпних агрегатів $\ell = 0,2\ell_K$, але враховуючи, що вибраний двосівалковий посівний агрегат $\ell = (0,5 \div 0,7)\ell_K$); R – радіус повороту, м; де ℓ_K - кінематична довжина агрегату, м.

Кінематичну довжину агрегату визначимо за формулою

$$\ell_K = \ell_T + \ell_{з.Г} + \ell_M, \quad (2.17)$$

де $\ell_T, \ell_{з.Г}, \ell_M$ - відповідно кінематична довжина трактора, зчіпки і сільськогосподарської машини, м;

$$(\ell_T = 1,85 \text{ м}; \ell_{з.Г} = 6,4 \text{ м}; \ell_M = 1,45 \text{ м})$$

Тоді

$$\ell_K = 1,85 + 6,4 + 1,45 = 9,7 \text{ м}$$

Радіус повороту R за рекомендаціями вибираємо $K=1,0 \cdot B$. Тоді

$$E_{\min} = 3 \cdot 1,0 \cdot 10,8 + 0,6 \cdot 9,7 = 38,22 \text{ м.}$$

Звідки ширина поворотної смуги:

$$E = (3 \div 4) \cdot 10,8 = 32,4 \div 43,2 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину поворотної смуги 43,2 м.

Середня довжина поля із характеристики полів $L=800$ м.

Тоді:

$$L_p = 800 - 2 \cdot 43,2 = 713,6 \text{ м.}$$

Довжину холостого ходу визначаємо за формулою

$$L_x = 6R + 2\ell, \quad (2.18)$$

$$L_x = 6 \cdot 10,8 + 2 \cdot 5,82 = 76,44 \text{ м.}$$

$$K_p = \frac{713,6}{713,6 + 76,44} = 0,9.$$

На основі отриманих даних викреслимо схему руху агрегату при сівбі з зазначенням виду повороту, величини заїзду і виїзду (рис. 2.4). Щоб забезпечити прямолінійність руху сівалки та встановлені розміри сошникових міжрядь, відповідно регулюють довжину маркерів, тобто відстань від правого або лівого крайнього сошника до диска маркера. Величина стикового міжряддя не повинна перевищувати 50 см.

2.4.3. Контроль та оцінка якості сівби.

Під час сівби періодично (два-три пари за зміну) перевіряють норму висіву насіння і добрива, а також глибину їх загортання в ґрунт. Для цього на відрізках довжиною 1 м кожного з 12 рядків підраховують кількість висіяного насіння. Норму висіву добрив перевіряють, заміряючи площі, засіяні сівалкою за час повного висіву добрив із тукових бункерів. Два-три рази за зміну на кінцях і середині поля заміряють величину стикових міжрядь, відхилення яких від заданої величини (50 см) не повинно перевищувати 2,5 см. після закінчення сівби на основному масиві засівають поворотні смуги. При цьому контрольна лінія, на якій включали і виключали робочі органи сівалок, має входити в зону сівби.

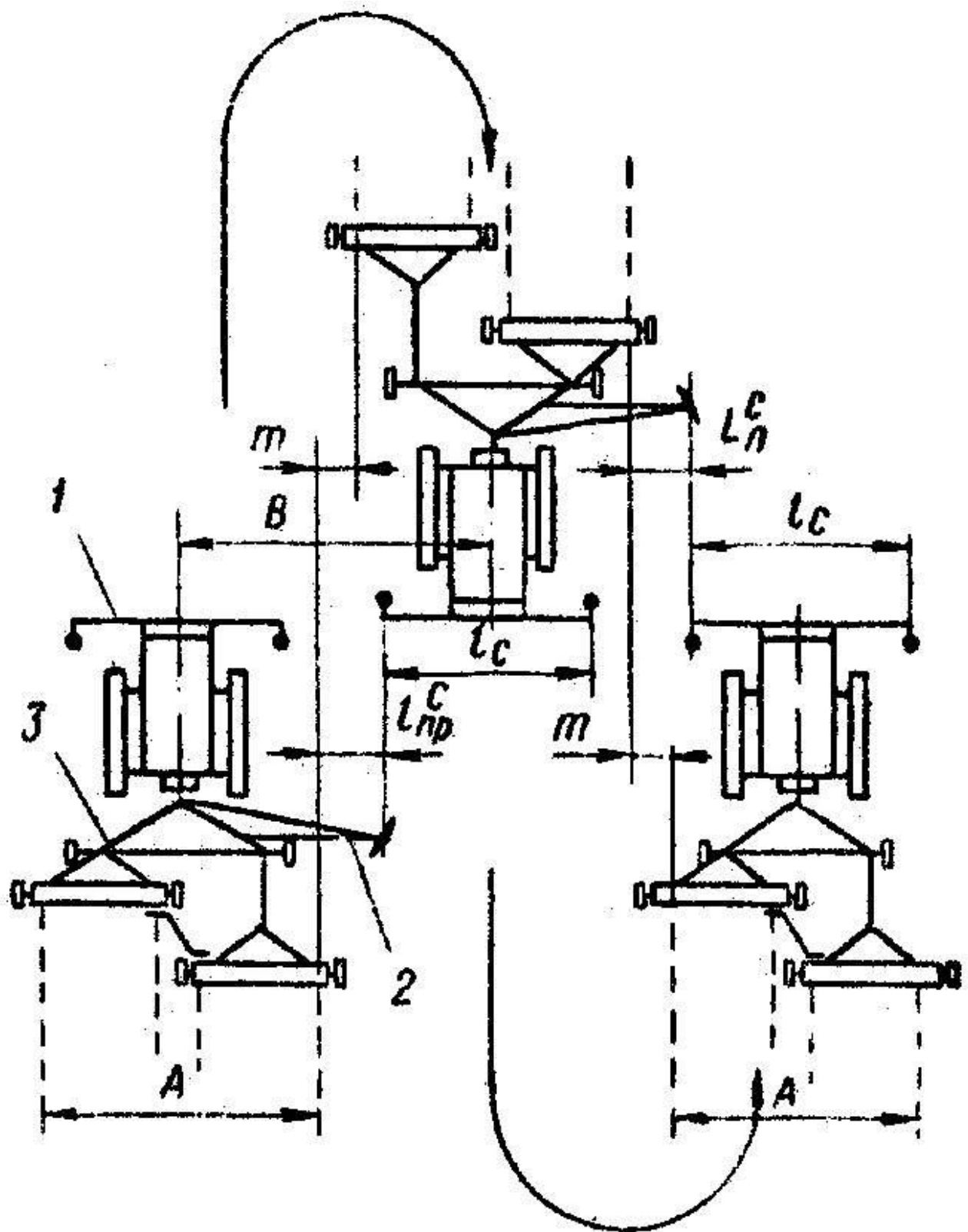


Рис. 2.4. Схема двосівалочного агрегату обладнаного слідпокажчиком:

1 – слідпокажчик; 2 – маркер; 3 – зчіпка

2.5. Висновки. Мета і задачі досліджень.

На основі проведених розрахунків порівняльної характеристики агрегатів з різними марками тракторів приймаємо для сівби цукрових буряків посівний агрегат у складі сівалки ССТ-12В в кількості двох штук з трактором Т-70 С. Для

складання двосівалкового агрегату використовуємо спеціальну зчіпку для начіпних сівалок. Технологічну карту на вирощування цукрових буряків з урахуванням змін, проведених при виборі агрегату, приведено в графічній частині магістерської роботи.

Мета дослідження: підвищення ефективності вирощування зерна цукрових буряків шляхом обґрунтування параметрів висівного апарата сівалки.

Задачі дослідження:

1. Обґрунтувати можливі напрями удосконалення технології вирощування цукрових буряків та технічного забезпечення для їх сівби.
2. Обґрунтувати параметри висівного апарата сівалки.
3. Показати можливу економічну ефективність від впровадження результатів роботи.

Об'єкт дослідження – технологічний процес вирощування цукрових буряків.

Предмет дослідження – конструктивні та технологічні параметри механічного висівного апарата сівалки.

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Огляд виконаних досліджень сівби сільськогосподарських культур.

Усі дослідження по висіву насіння сільськогосподарських культур механічними висівними апаратами можна розбити на такі етапи:

- заповнення комірок насінням;
- вплив виштовхувача на траєкторію польоту насіння;
- рух насіння від висівного апарата до борозни;
- характер розподілення насіння в рядку.

Рух сипучого матеріалу, умови заповнення комірок насінням – рішення даних питань ми знаходимо в працях Горячкіна А.Н., Зенкова Р.Л., Гячева Л.В. та інших дослідженнях.

У роботах вказується, що для проходження насіння в отвори для заповнення комірок насінням необхідно дві умови:

- розмір отворів, діаметр комірки висівного диску повинен бути більше відповідного розміру насіння;
- насіння повинне мати відносну твердість, яка менше критичної.

В.П. Горячкін вивів рівняння граничної відносної швидкості, яку він назвав критичною

$$V_k = (\ell - r) \sqrt{\frac{q}{2r}}, \quad (3.1)$$

де ℓ – довжина отвору;

r – радіус кулі (насінини);

q – прискорення вільного падіння.

З урахуванням кута нахилу отворів до горизонту Листопад Г.Е. дає наступне рівняння граничної відносної швидкості:

$$V_k = (\ell \cos \alpha - r) \sqrt{\frac{q}{2(\ell \sin \alpha + r)}}. \quad (3.2)$$

Для того, щоб визначити граничний розмір отвору решета або діаметр комірки висівного диску, В.П. Горячкін пропонує наступну формулу

$$L_{\min} = 2r + \Delta, \quad (3.3)$$

де Δ – зазор між насінням і коміркою.

Але як відмічає Лісіцин Н.І. формули [3.1, 3.2] вірні тільки для висівних апаратів, де шар насіння у насінневих бункерах невеликий.

У насінневих бункерах посівних машин висота шару насіння значно більша і отримати за даними формулами практичні результати дуже важко.

Комаристов В.Е., використовуючи методику досліджень В.П. Горячкіна, дає формулу для визначення практичної швидкості диску, враховуючи при цьому тільки параметри диску і форму комірок

$$V_{кр} = \left(\gamma_B - \frac{2}{3} \cdot v \ell_{max} \right) \cdot \sqrt{\frac{q}{B_{max}}}, \quad (3.4)$$

де γ – питома вага насіння;

B_{max}, ℓ_{max} – максимальна довжина і ширина насіння;

v – коефіцієнт, який залежить від форми комірки і діаметра диска.

У своїх дослідженнях Комаристов В.Е. припускав відсутність відносної швидкості насіння.

3.2. Обґрунтування параметрів комірок дозатора.

При роботі висівного диска приходить в рух стовп насіння цукрового буряку, що знаходиться над висівним диском-дозатором. Богом'ягих В.А. вивчав питання витікання сипучого матеріалу через отвір і запропонував диференціальне рівняння руху елементарного об'єму матеріалу

$$\frac{dP}{dx} = -kP + \gamma \pi y^2 - \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{2\gamma g^2}{\pi g y^3} \cdot \frac{dY}{dx}, \quad (3.5)$$

де dP – осьове зусилля, що діє на елемент сипучого тіла товщиною;

γ – об'ємна маса матеріалу, кг/м³;

g – прискорення сили тяжіння;

πy^2 – поточна площа поздовжнього перерізу бункера.

Тому, щоб потік насіння, що описується рівнянням (3.5), проходив через щілину дозатора і попав на поверхню висівного диска необхідно, щоб розмір щілини дозатора задовольняв співвідношенню

$$B_{щ} > 2 L_{\phi}, \quad \text{при } f=0,44\dots 0,50 \quad (3.6)$$

де $B_{щ}$ – ширина щілини;

L – довжина насіння;

f – коефіцієнт внутрішнього тертя насіння цукрового буряку.

У іншому випадку можливе утворення склепів. Умова (3.6) враховує проходження насіння через щілину між двох насінин, які зависли над щілиною у вигляді двох консольних балок. Таке зависання можливе при заземленні насіння під дією гравітаційного поля.

Довжина щілин дозатора повинна задовольняти співвідношенню

$$L_{щ} \geq T, \quad (3.7)$$

де T – крок розташування отворів (комірок) на ободі висівного диску.

Оскільки крок розміщення комірок більше їх діаметра, а розміри насіння менші розміру комірок, тому умова (3.7) дозволяє забезпечувати заповнення комірок при обертанні висівного диску.

3.3. Рух ізольованого насіння кукурудзи по поверхні висівного диску.

Проходячи дозатор насіння цукрового буряку потрапляє на поверхню висівного диску. В залежності від частоти обертання висівного диска насіння або обертається з диском або переміщується по його поверхні.

За основу методики розрахунку процесу висіву вертикально-дискним висівним апаратом покладена теорія В.П. Горячкіна про граничну відносну швидкість частинки при просіюванні зерна через решето і вибору параметрів отворів решета.

До процесу висіву вертикально-дискними висівними апаратами задача формулюється таким чином, що рух сипкого матеріалу по поверхні висівного диску радіусом R , що обертається з постійною лінійною швидкістю V і заповнення комірок насінням, транспортування і розподілення останніх.

Однак точний математичний опис процесу висіву з врахуванням форми і розмірів насіння кукурудзи, орієнтації їх на поверхні висівного диску, рух і заповнення комірок насінням під дією сил інерції, тертя, тяжіння в залежності від режиму роботи висівного апарата і фізико-механічних властивостей насіннєвого потоку дуже важко.

Тому, теоретичні посилення мають ряд припущень, які дозволяють, дещо більш достовірно описати процес висіву насіння цукрових буряків вертикально-дискним висівним апаратом.

Приймаємо рух ізольованої насінини цукрових буряків по поверхні висівного диску як рух плоскої частки, (рис. 3.1).

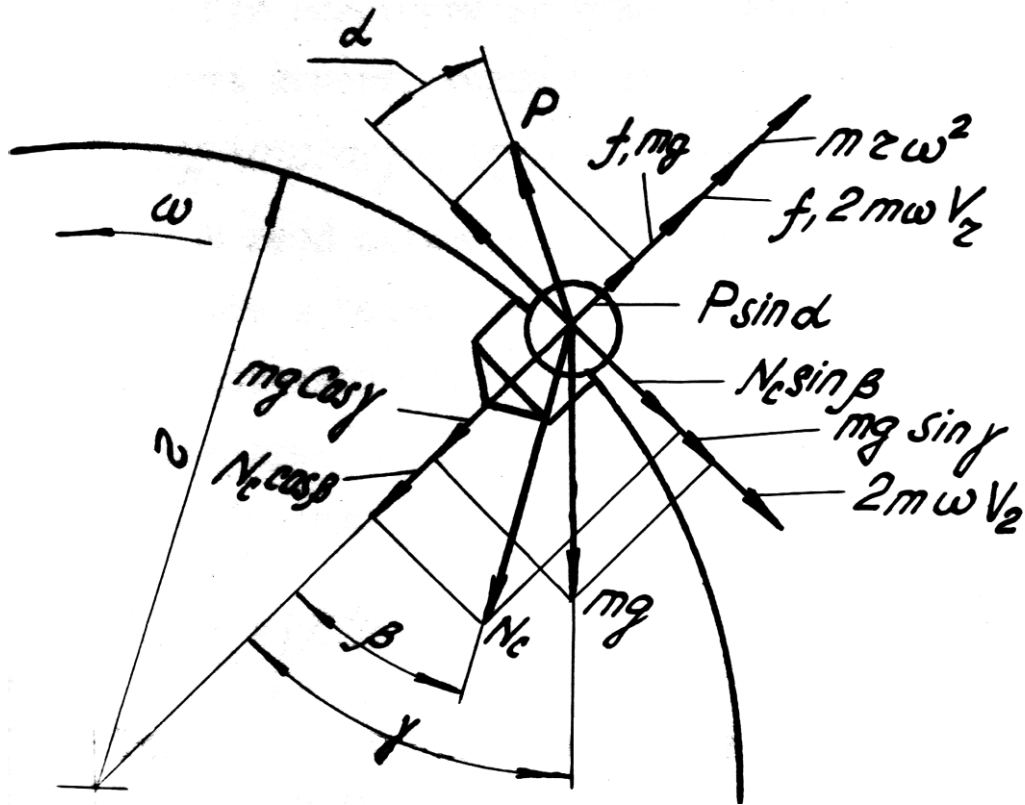


Рис. 3.1 Рух ізольованої насінини цукрових буряків по поверхні висівного диску

На дану частку діють такі сили:

- сила тяжіння $G=mg$;
- сила реакції диска N ;
- сила тертя насіння об висівний диск – $F_{тр}=N \cdot f'$;
- відцентрова сила – $F_y=m\omega^2 R$;
- сила Коріоліса – $F_k=2m\omega V_r$;

де m – маса насінини; g – прискорення вільного падіння; f' – коефіцієнт тертя насінини кукурудзи об диск; ω – частота обертання диска; R – радіус диска; V_r – відносна швидкість переміщення насіння по диску.

При висіві насіння цукрових буряків забір насіння комірками вертикального диска обмежений щілиною дозатора, якій відповідає центральний кут сектора $\alpha'=\beta-\alpha$.

Спроекувавши вищевказані сили на вибрані вісі координат, складемо диференційні рівняння руху насіння

(3.8)

$$\begin{cases} m \frac{dV}{dt} = mg \sin \alpha' - F_{\text{тр}} \\ m \frac{V^2}{R} = F_{\text{ц}} + N - mg \cos \alpha' - F_{\text{к}} \end{cases} \quad (3.9)$$

В результаті наша задача зводиться до рішення системи, що складається з рівнянь (3.8 та 3.9). При цьому на α' накладаються граничні умови

$$\alpha \leq \alpha' \leq \beta \quad \text{або} \quad 10^\circ \leq \alpha' \leq 45^\circ.$$

Виключаючи реакцію диска N з рівняння (3.9) і підставляючи у рівняння (3.8), скорочуючи на m , маємо:

$$\frac{dV_r}{dt} = g \sin(\beta - \alpha) - f' \frac{V_r^2}{R} + f' \omega^2 R - f' g \cos(\beta - \alpha) - f' 2\omega V_r. \quad (3.10)$$

У зв'язку з тим, що частота обертання диску постійна, $\frac{dV_r}{dt} = 0$, рівняння (3.10) прирівнюємо нулю і отримаємо

$$g \sin(\beta - \alpha) - f' \frac{V_r^2}{R} + f' \omega^2 R - f' g \cos(\beta - \alpha) - f' 2\omega V_r = 0, \quad (3.11)$$

або

$$V_r = \omega R - \sqrt{gR \left(\cos(\beta - \alpha) - \frac{\sin(\beta - \alpha)}{f'} \right)}. \quad (3.12)$$

Але ωR дорівнює лінійній швидкості висівного диска. Тому рівняння (3.12) можна записати

$$V_r > \sqrt{gR \left(\cos(\beta - \alpha) - \frac{\sin(\beta - \alpha)}{f'} \right)} \quad (3.13)$$

коли буде відбуватися рух насіння по диску.

При

$$V_g = \sqrt{gR \left(\cos(\beta - \alpha) - \frac{\sin(\beta - \alpha)}{f'} \right)}. \quad (3.14)$$

Відносна швидкість насіння дорівнює нулю, тобто $V_r=0$. У даному випадку насіння обертається разом з висівним диском.

При розгляданні сил, що діють на насінину в масі насіння проявляються допоміжні сили:

- сила бокового F_1 і вертикального тиску F_2 шару насіння на насіння;
- сила тертя насіння об вище розташований шар насіння $F_3=f_3 \cdot F_2$ сила тертя об бокову стінку $F_4=f_4 \cdot F_1$.

де f_3 – коефіцієнт внутрішнього тертя насіння кукурудзи;

f_4 – коефіцієнт тертя насіння кукурудзи.

У зв'язку з великою текучістю насіння цукрових буряків використовуємо механіку рідин. Сумарний горизонтальний тиск на бокову стінку визначається як

$$F_1 = \gamma H \operatorname{tg}^2 \left(\frac{90^\circ - \varphi}{2} \right), \quad (3.15)$$

а вертикальний тиск шару насіння

$$F_2 = \gamma H, \quad (3.16)$$

де γ – насипна щільність насіння цукрових буряків;

H – висота шару;

φ – кут внутрішнього тертя насіння.

Тоді для F_3 і F_4 можна записати відповідно

$$F_3 = f_3 \cdot F_2 = f_3 \gamma H, \quad (3.17)$$

$$F_4 = f_4 F_1 = f_4 \gamma H \operatorname{tg}^2 \left(\frac{90^\circ - \varphi}{2} \right). \quad (3.18)$$

Спроекувавши вищевказані сили на осі координат і виходячи з рівняння (3.12), отримаємо вираз для відносної швидкості насіння в шарі насіння.

$$V_r = V_g - \sqrt{gR \left(\cos(\beta - \alpha) - \frac{\sin(\beta - \alpha)}{f'} \right)} + \sqrt{\frac{R}{m} \gamma H - \frac{R}{m} f_3 \gamma H - \frac{R}{m} \gamma f_4 H \operatorname{tg}^2 \left(\frac{90^\circ - \varphi}{2} \right)}. \quad (3.19)$$

Аналіз виразу (3.19) показує, що на відносну швидкість насіння при русі по диску впливає не тільки частота обертання висівного диска, його радіус, коефіцієнти тертя, але і величина шару насіння.

$$V_g = \sqrt{gR \left(\cos(\beta - \alpha) - \frac{\sin(\beta - \alpha)}{f'} \right) + \frac{R}{m} \gamma H - \frac{R}{m} f_3 \gamma H - \frac{R}{m} \gamma f_4 H \operatorname{tg}^2 \left(\frac{90^\circ - \varphi}{2} \right)}, \quad (3.20)$$

3.4. Теоретичний розрахунок параметрів комірки і заповнення її насінням.

При визначенні заповнення комірок вертикально-дискового висівного апарата насінням кукурудзи комірку висівного апарата бурякової сівалки можна представити як глухий отвір циліндричної форми, дно якої має форму урізаного конуса (рис. 3.2-3.3).

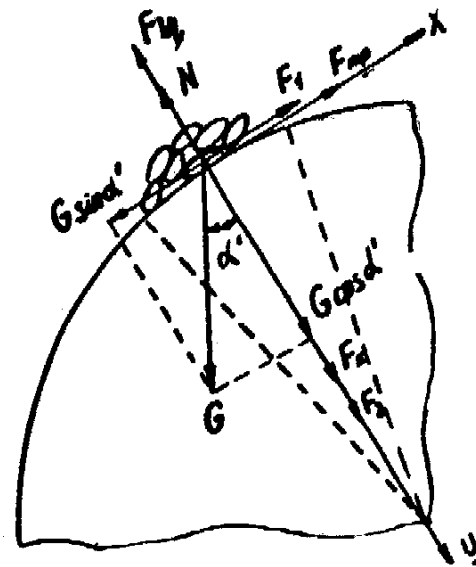


Рис. 3.2. Схема сил, які діють на насінину в шарі насіння

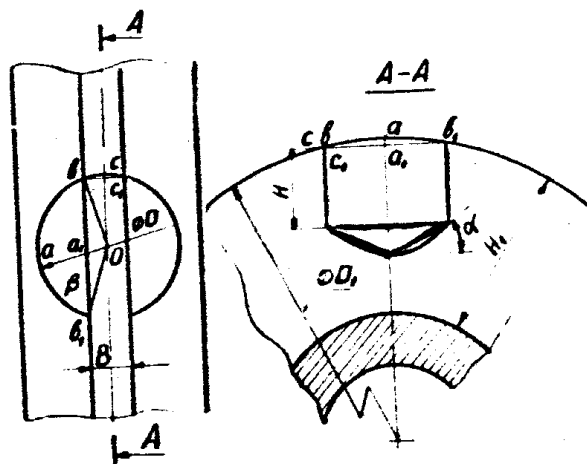


Рис. 3.3. Схема комірки висівного диска

Кожну комірку перетинає канавка шириною B і глибиною H_1 . Оскільки розмір комірки в десятки разів менше діаметру висівного диска можна прийняти, що всі точки спряження комірки з зовнішньою кромкою диска

розташовані на одному рівні відносно площини, перпендикулярної до бокових стінок циліндричної частини комірки. Це означає, що зону спряження комірки і зовнішньої кромки диска можна представити як площину.

Для підтвердження такого припущення дамо кількісну оцінку перепаду висот в зоні спряження комірки і зовнішньої кромки диска найбільший перепад висот буде між точками а і в (рис. 3. 4).

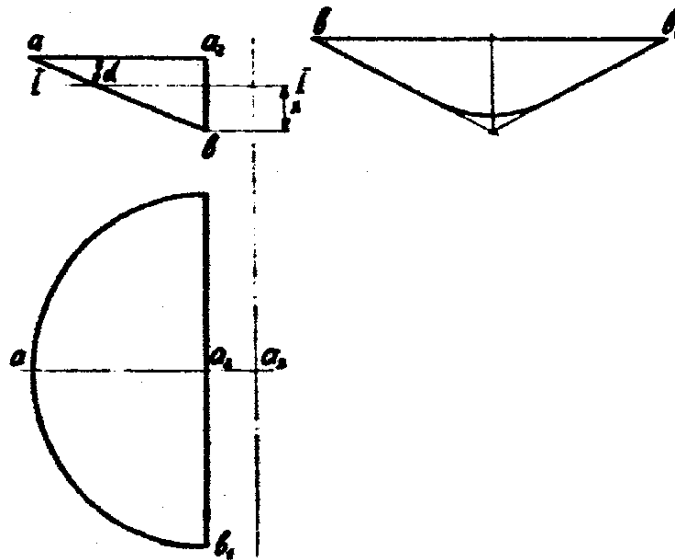


Рис. 3. 4. Схема до визначення параметрів комірки

Висота CC_1 в зоні канавки для розміщення сектора

$$CC_1 = \frac{D}{2} - \sqrt{\frac{D^2}{4} - \frac{B^2}{4}} = \frac{1}{2} (D - \sqrt{D^2 - B^2}). \quad (3.21)$$

Тоді хорда

$$vv_1 = D - 2CC_1 = \sqrt{D^2 - B^2}, \quad (3.22)$$

де D – діаметр комірки;

B – ширина канавки.

Максимальний перепад висот в зоні спряження комірки і зовнішньої кромки диска відповідає величині aa_1 , значення якої визначаємо

$$aa_1 = \frac{D_1}{2} - \sqrt{\frac{D_1^2}{4} - \frac{(vv_1)^2}{4}} = \frac{1}{2} (D_1 - \sqrt{D_1^2 - D^2 - B^2}), \quad (3.23)$$

де D_1 – діаметр диска.

Для існуючих у виробництві бурякових сівалок $D_1=220$ мм; $D=5,1$ мм; $B=1,5$ мм.

При цих значеннях вихідних даних максимальний перепад висот визначається за формулою (3.23). Так як величина aa_1 дуже мала, тому зону спряження комірки і обода диску приймаємо як площину, перпендикулярну до циліндричної частини комірки.

Відомо, що об'єм циліндричної частини комірки

$$V_y = \frac{\pi D^2}{4} H, \quad (3.24)$$

де H – висота циліндричної частини комірки

Площа сегменту знаходиться:

$$S = \frac{D^2}{8} \cdot \left(\frac{\pi \beta}{180^\circ} - \sin \beta \right), \quad (3.25)$$

де β – центральний кут в градусах.

$$\beta = 2 \arccos \frac{B}{D}. \quad (3.26)$$

Таким чином, об'єм циліндричної частини комірки з основою, що дорівнює площі сегменту

$$V_y = HS = \frac{HD^2}{8} \cdot \left(\frac{\pi \beta}{180^\circ} - \sin \beta \right). \quad (3.27)$$

Для визначення об'єму конічної частини комірки, основою якої є сегмент. У точці a_3 комірка висівного диска має найбільшу глибину. У цій точці центральний кут

$$\beta = 2 \arccos \frac{\frac{B}{2}}{\frac{D}{2}} = 2 \arccos 1 = 0^\circ. \quad (3.28)$$

Тому площа сегмента, відповідна точка

$$S = \frac{B^2}{8} \cdot \left(\frac{\pi \beta}{180^\circ} - \sin \beta \right) = 0. \quad (3.29)$$

Максимальна площа сегмента відповідає ділянці спряження конічної і циліндричної форми комірки, тобто, коли діаметр основи конуса дорівнює діаметру циліндричної частини комірки.

У вільному перерізі I-I конуса на відстані від точки a_3 радіус сегмента:

$$R = x \cos \alpha + \frac{B}{2}, \quad (3.30)$$

де α – кут між твірною конуса і горизонтальної площини.

Границі вимірів змінної

$$\frac{1}{2} \cdot (D - B) \cdot \operatorname{tg} \alpha \geq x \geq 0. \quad (3.31)$$

Центральний кут сегмента в довільному перерізі конуса:

$$\beta = 2 \arccos \frac{\frac{B}{2}}{R} = 2 \arccos \left(\frac{B}{2x \operatorname{tg} \alpha + B} \right). \quad (3.32)$$

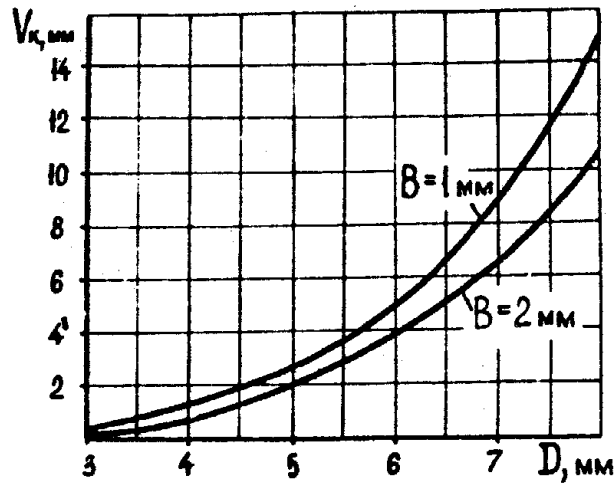
Тоді площа сегмента в довільному перерізі конуса

$$S = \frac{\left(x \operatorname{tg} \alpha + \frac{B}{2} \right)^2}{2} \left\{ \frac{\pi 2 \arccos \left(\frac{B}{2x \operatorname{tg} \alpha + \beta} \right)}{180^\circ} - \sin \left[2 \arccos \left(\frac{B}{2x \operatorname{tg} \alpha + \beta} \right) \right] \right\}. \quad (3.33)$$

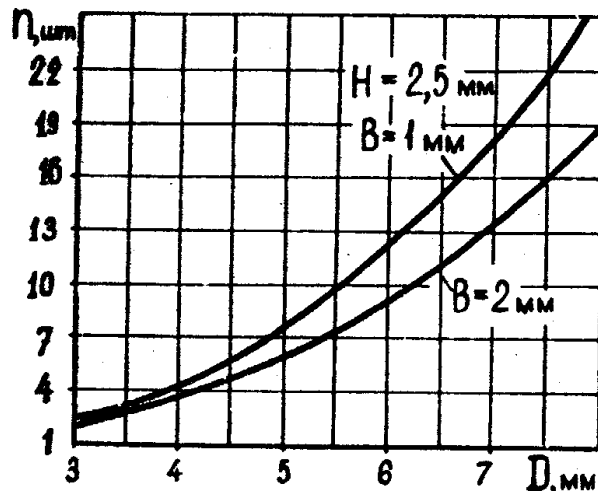
Об'єм конічної частини комірки з площиною основи одного сегмента:

$$V_k = \int_0^{\frac{1}{2}(D-B)\operatorname{tg}\alpha} \frac{\left(x \operatorname{tg} \alpha + \frac{B}{2} \right)^2}{2} \left\{ \frac{\pi 2 \arccos \left(\frac{B}{2x \operatorname{tg} \alpha + \beta} \right)}{180^\circ} - \sin \left[2 \arccos \left(\frac{B}{2x \operatorname{tg} \alpha + \beta} \right) \right] \right\} dx \quad (3.34)$$

Рішенням рівняння (3.34) є графіки на рис. 3.5.



а)



б)

Рис. 3.5. Графіки залежності: а) – об'єму комірки від діаметру; б) – кількості насінин від діаметру комірки

Сумарний об'єм комірки висівного диска дорівнює

$$V_{\lambda} = V_y + V_k, \quad (3.3)$$

де V_y , V_k – об'єм циліндричної і конічної частини комірки відповідно.

Насіння кукурудзи можна представити у вигляді еліпсоїда, рівняння якого має вигляд:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1 \quad (3.36)$$

де a , b , c – розміри трьох напіввісей еліпсоїда;

x , y , z – координати поверхні.

Рівняння еліпса в довільному перерізі

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1. \quad (3.37)$$

Звідси

$$y = \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2}.$$

Площа головного еліпса

$$S = 4 \int_0^a y(x) dx = 4 \int_0^a \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2} dx = \frac{2b}{a} \left(x \sqrt{a^2 - x^2} + a^2 \arcsin \frac{x}{a} \right) \Big|_0^a = \pi ab \quad (3.38)$$

Довільний перетин еліпсоїда, паралельний площині XOY і знаходиться від головного еліпсоїда на відстані, є також з напіввісями.

$$b' = b \sqrt{1 - \frac{h^2}{c^2}}; \quad a' = a \sqrt{1 - \frac{h^2}{c^2}}.$$

Площа довільного перерізу еліпсоїда

$$S_{e(L)} = \pi a' b' = \pi ab \sqrt{1 - \frac{h^2}{c^2}}.$$

Тоді об'єм еліпсоїда, який відповідає об'єму одної насінини цукрових буряків

$$V_c = \int_{-c}^{+c} S_{e(L)} dh = 2 \int_0^c \pi ab \sqrt{1 - \frac{h^2}{c^2}} dh = \frac{4}{3} \pi abc. \quad (3.39)$$

Насіння всіх культур, в тому числі і кукурудзи, мають три характерних розміри: довжина $L=2a$, ширина $d=2b$, товщина $t=2c$, які визначаються дослідним шляхом.

Половинні значення цих розмірів враховує формула (3.39).

При заповненні комірок висівного апарата насінням, частина простору залишається незаповненою. Об'єм пор або незаповненого простору визначається експериментальним шляхом доливання води в насіння, що засипане в ємкість заданого об'єму.

Об'єм пор визначається

$$V_n = V_v, \quad (3.40)$$

де V_n – об'єм пор;

V_B – об’єм води, долитої в насіння до повного його покриття шаром рідини.

Тоді коефіцієнт пористості визначиться за формулою

$$K = \frac{V_B}{V_3}, \quad (3.41)$$

де V_3 – об’єм ємкості, заповненої насінням.

З врахуванням коефіцієнта пористості насіння, об’єм, що приходить на одну насінину, можна визначити з умови:

$$V_1 = \frac{V_c}{K_n} = \frac{4\pi a v c \cdot V_3}{3(V_3 - V_c)}. \quad (3.42)$$

Кількість насіння, що потрапило в комірку по одну сторону сектора висівного диска, визначається співвідношенням

$$n = \frac{V_\lambda}{1} = \frac{V_y + V_k}{V_1} = \left[\frac{H D^2}{8} \left(\frac{\pi \beta}{180^\circ} - \sin \beta \right) + \right. \\ \left. + \int_0^{\frac{1}{2}(D-B)\text{tg}\alpha} \frac{\left(x \text{tg}\alpha + \frac{B}{2} \right)}{2} \left(\frac{\pi c}{180^\circ} - \sin c \right) dx \right] \frac{3V_B}{4\pi a v c V_c} \quad (3.43)$$

де $\beta = 2 \arccos \frac{B}{D}$

$$c = 2 \arccos \frac{B}{2x \text{tg}\alpha + B}$$

Розрахунки показують, що в одну комірку $D=5,1$ мм може поміститись 1-2 насінин, що відповідає заданій нормі висіву.

3.5. Висновки по теоретичних дослідженнях

За результатами теоретичних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. При роботі серійного висівного апарата мало місце велике відхилення від заданої норми висіву – 43,1...60,8%.
2. Дослідженнями встановлено, що якісне заповнення комірок диска насінням можливе при швидкості висівного диска в межах – 0,23-0,28 м/с.

3. Відхилення від визначеної швидкості приводить не тільки до підвищення кількості «двійників» чи незаповнених комірок, а і до порушення заданої норми висіву, погіршення розподілу насіння, підвищення їхнього пошкодження.

4. Для забезпечення якісного розподілу насіння, необхідно сівбу виконувати на визначеній швидкості обертання диска при правильно вибраних параметрах комірок.

5. Защемлення насіння в нижньому шарі негативно впливає на заповнення комірок висівного диска.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Особливості умов праці при вирощуванні цукрових буряків.

При спрацюванні та неправильному використанні чи конструктивних дефектах і несправностей, недостатнього технічного стану машин можуть створитися небезпечні та шкідливі для життя механізатора та сівальщика умови праці, що можуть призвести до виробничого травматизму.

При вирощуванні цукрових буряків виконують операції, перелік яких наведений у технологічній карті магістерської роботи. Розглянемо основні вимоги правил охорони праці при виконанні таких операцій.

При виконанні обробітку ґрунту на початку роботи перевірити справність та правильність комплектування агрегату. На визначеному рівному майданчику підтягують кріплення робочих органів плуга та інші різьбові з'єднання.

Підготовка до роботи дискових борін і луцильників передбачає перевірку кріплення та регулювання положення чистиків. Під час регулювання положення дисків, щоб не поранити руки гострими краями, необхідно користуватись спеціальними рукавицями.

Перед початком польових робіт поле оглядають, і при необхідності підготовлюють його: засипають канави, ями та рівчаки. Біля ярів і схилів встановлюють попереджувальні знаки щоб агрегати не їхали через них.

Переїзд тракторного агрегату в поле і з поля дозволяється тільки за маршрутом, затвердженим керівником господарства. Не можна робити крутих поворотів, якщо робочі органи знаходяться в ґрунті.

На початку сівби перевірити комплектність і надійність роботи механізмів та вузлів посівного агрегату, підтягти різьбові з'єднання, встановити необхідну норму висіву та відрегулювати агрегат у відповідності з агротехнічними вимогами.

Рух посівного агрегату необхідно починати після подачі сигналу трактористом і отримання від старшого на посівному агрегаті сигналу у відповідь. При завантаженні сухих порошковидних добрив необхідно стояти з навітряної сторони, і користуватися респіратором.

Чистики для очищення сошників повинні мати дерев'яні ручки. Очищати сівалку від добрив, насіння та усувати несправності дозволяється після повної зупинки агрегату.

Перед сівбою протруєного насіння працівники проходять інструктаж з техніки безпеки. Обов'язково необхідно користуватись респіраторами, рукавицями і захищати очі від пилу захисними окулярами.

Перед початком збиральних робіт, після отримання завдання від бригадира та інструктажу з охорони праці, комбайнер повинен ознайомитись з напрямком руху, рельєфом поля, зробити розмітку місця поворотів.

Керувати комбайном при збиранні цукрових буряків дозволяється тільки особам, які закріплені за ним наказом по господарству.

Перед поворотами і на розвертаннях швидкість руху комбайна не повинна перевищувати 3-4 км/год.

Заправляти паливом комбайн і всі інші агрегати необхідно тільки в світлий час доби, в особливих випадках при змушеній заправці в нічний час слід користуватися переносною електричною лампою 12 В або освітленням від іншого комбайна.

4.2. Характеристика і аналіз ризиків виникнення небезпечних та шкідливих факторів під час виконання робіт на посівному агрегаті з модернізованою сівалкою ССТ-12В.

В процесі роботи на посівному агрегаті з сівалкою ССТ-12В обслуговуючий персонал підвергається впливу наступних факторів:

- частини, що рухаються та обертаються (привод висівних апаратів сівалки, рух посівного агрегату, рух інших машин та агрегатів);
- високий рівень запилення пилом з поверхні поля та під час завантаження посівним матеріалом та добривами;
- висока температура повітря при виконанні робіт під час сівби, висока температура поверхонь агрегату (двигун трактора);
- рівень шуму та вібрації перевищує встановлені нормативи для роботи;
- посівний матеріал оброблений отрутохімікатами та добрива;
- незахищені рухомі частини агрегату, що може призвести до отримання травми чи іншого ушкодження організму обслуговуючого персоналу.

4.3. Розробка принципів системи світлової, звукової сигналізації, яка сповіщає про аварійну або небезпечну ситуацію на посівному агрегаті.

На сівалці ССТ-12В є спеціальна система світлової та звукової сигналізації, яка сповіщає про аварійну або небезпечну ситуацію.

Будова і робота уніфікованої системи контролю (УСК) наступна. УСК складається з датчиків обертання, датчиків рівня, джгутів армованих, блока і пульта (рис. 4.1).

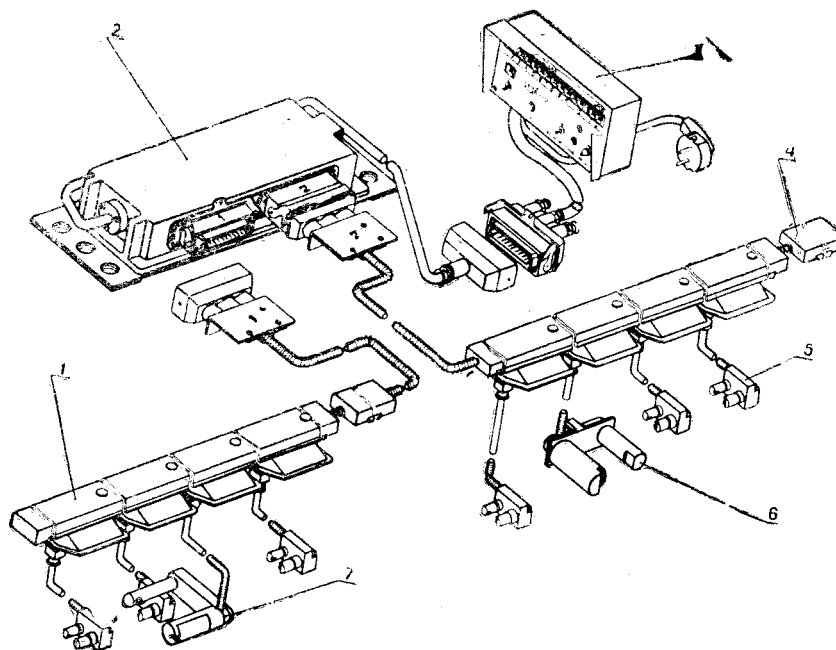


Рис. 4.1. Уніфікована система контролю висіву насіння

Датчик обертання призначений для формування електричних сигналів, які характеризують наявність і відсутність обертання диска висівного апарату.

На маточині зубчатки приводу диску висівного апарата встановлений модулятор (кільце з зубцями). При обертанні зубці модулятора перетинають потік, що випромінюється світлодіодом, що і викликає зміну струму на виході фотодатчика.

Датчик рівня призначений для реєстрування зниження рівня насіння нижче місця його встановлення в бункері сівалки. Принцип роботи датчика оснований на залежності провідності фото резистора від його освітлення. При встановленні датчика рівня в туковий бункер на його корпус надівається захисний чохол.

Джгути армовані призначені для підключення датчиків висіву і рівня до блоку. Маркування джгутів вказана на табличках, розташованих на головних з'єднувачах. Розетки для підключення датчиків обертання розташовані під чорними зонтами, датчиків рівня – під білими.

Блок призначений для обробки сигналів датчиків обертання, формування і видання сигналів відмови, а також для забезпечення живлення датчиків

стабілізованою напругою. Пульт призначений для керування УСК і видачі світлових і звукових інформаційних сигналів.

Кріплення пульта відбувається за допомогою кронштейна з куточків, який дозволяє встановлювати пульт під необхідним кутом нахилу і одночасно служить мінусовим проводом ланцюга живлення УСК. Кронштейн кріпиться до пульта болтом М6х10 до одного з трьох різьбових отворів М6 в планці корпуса.

Перевірте роботу УСК в режимі «ПЕРЕВІРКА». Для цього натисніть і утримуйте кнопку ПРОВ. При цьому світлові індикатори «ВІДМОВИ» повинні згаснути, звукові сигнали припиняються. При цьому частина індикаторів «ВІДМОВА» можуть горіти (або мигати), так як в цих секціях зубці модуляторів «закривають» фотоприймальники датчиків обертання.

Почніть висів. При набиранні посівним агрегатом робочої швидкості і відсутності порушень обертання УСК повинна переключитись в режимі «Контроль». При періодичному загоранні світлових індикаторів ВІДМОВА поверніть ручку РЕГУЛ. за годинниковою стрілкою до їх згасання, тобто встановить час затримки згідно з режимом висіву. При роботі періодично контролюйте роботу УСК по індикатору ПИТ. В кінці гону при підйомі сівалки для повороту, УСК повинен включитись режим «ВІДМОВА», і індикатори ВІДМОВА «1...12» загоряються.

Якщо в процесі висіву включиться режим «Відмова», запам'ятайте номери індикаторів, що горять або блимають, «ВІДМОВА» (або включити режим «Блокування») і зупиніть посівний агрегат.

Прочитайте номери індикаторів, горять, «ВІДМОВА» і включіть режим «БЛОКУВАННЯ». УСК повинна переключитись в режим «ВІДМОВА».

Перевірте дієздатність УСК в режимі «Перевірка». Натисніть і утримуйте кнопку «ПЕРЕВ». При цьому світлові індикатори «ВІДМОВА» повинні згаснути, звукові сигнали припиняються.

При сумнівах про роботу датчика обертання вийняти його з гнізд висівних апаратів. Сухою м'якою ганчіркою видалити пил, бруд з поверхонь світло діодів і фотоприймачів і перевірте їх дієздатність в режимі «Перевірка». В процесі експлуатації визначить періодичність очищення датчиків від пилу і дотримуватись її. При цьому бережіть фотоприймачі від попадання прямих

сонячних промінів. Якщо дієдатність датчику обертання після перевірки не відновлюється, то замініть його запасним.

Одинарний звуковий сигнал тривалістю 0,2...2,0 с і загорання індикатора УРОВ.С.У попереджає про необхідність заправки бункерів сівалки насінням в кінці гону.

4.3. Висновки по розділу.

В результаті проведеного аналізу технології вирощування цукрових буряків та заходів з охорони праці, удосконалена сівалка ССТ-12В відповідає вимогам, які пред'являються до таких машин. В розділі проведено аналіз ризиків виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути при сівбі цукрових буряків. Застосування уніфікованої системи контролю висіву дозволяє контролювати процес висіву та покращити умови праці на посівному агрегаті.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Щоб визначити раціональний склад посівного агрегату порівнюємо показники двох агрегатів з тракторами марок МТЗ-80 і Т-70С.

Виконаємо розрахунок критеріїв оптимізації.

Затрати праці на збирання всієї площі визначимо за формулою

$$T = \frac{S_n \sum n}{W_{год}}, \quad (5.1)$$

де S_n – площа поля, га

$\sum n$ - кількість обслуговуючого персоналу.

$$T^{T-70} = \frac{151 \cdot 1}{0,94} = 160,64 \frac{\text{люд} \cdot \text{год}}{\text{поле}}.$$

$$T^{MTZ-80} = \frac{151 \cdot 1}{0,88} = 171,59 \frac{\text{люд} \cdot \text{год}}{\text{поле}}.$$

Затрати праці на 1 гектар визначимо за формулою

$$T_0 = \frac{n_{мех} + n_{доп}}{W_{год}}, \quad (5.2)$$

де $n_{мех}$ – кількість механізаторів, які обслуговують агрегат;

$n_{доп}$ – кількість допоміжних працівників.

$$T_0^{T-70} = \frac{1}{0,94} = 1,06 \frac{\text{люд} \cdot \text{год}}{\text{га}}.$$

$$T_0^{MTZ-80} = \frac{1}{0,88} = 1,14 \frac{\text{люд} \cdot \text{год}}{\text{га}}.$$

Енерговитрати на один гектар поля визначаємо за формулою

$$\psi = \frac{N_e}{W_{год}}, \quad (5.3)$$

де N_e – номінальна потужність трактора, кВт.

$$\psi^{T-70} = \frac{51,5}{0,94} = 54,78 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{га}}.$$

$$\psi^{MTZ-80} = \frac{58,9}{0,88} = 66,93 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{га}}.$$

Коефіцієнт використання енергетичних можливостей трактора визначаємо за формулою

$$\eta = \frac{P_{оп} \cdot L_{p.x}}{Q \cdot H}, \quad (5.4)$$

де Q – витрати палива на сівбу всього поля, кг; H – енерговитрати дизельного палива, кДж/кг.

$$\eta^{T-70} = \frac{15,68 \cdot 559259,3}{1911,7 \cdot 42000} = 0,11.$$

$$\eta^{MT3-80} = \frac{17,12 \cdot 559259,3}{2677,5 \cdot 42000} = 0,09.$$

Площа ущільнення ходовою частиною трактора

$$S_a = 2B_{\text{кол}}(L_{p.x} + L_{x.l}), \quad (5.5)$$

де $B_{\text{кол}}$ – ширина коліс (гусениць) трактора, м.

$$S_a^{T-70} = 2 \cdot 0,2(559259,3 + 8234,5) = 2266957,5 \text{ м}^2 = 22,7 \text{ га.}$$

$$S_a^{MT3-80} = 2 \cdot 0,27(559259,3 + 8234,5) = 306446,6 = 30,6 \text{ га.}$$

Відносне значення площі ущільнення

$$\frac{S_a^{T-70}}{S_n} \cdot 100 = \frac{22,7}{151} \cdot 100 = 15\%.$$

$$\frac{S_a^{MT3-80}}{S_n} \cdot 100 = \frac{30,6}{151} \cdot 100 = 20,3\%.$$

Питомий тиск ходової частини трактора на ґрунт визначаємо за формулою

$$P = \frac{G_{mp}}{\sum S_{on}}, \quad (5.6)$$

де G_{mp} – вага трактора, кг; $\sum S_{on}$ – площа опори трактора, м².

$$P^{T-70} = \frac{44,80}{2(1,895 \cdot 0,2)} = \frac{44,8}{0,76} = 58,95 \text{ кН/м}^2.$$

$$P^{MT3-80} = \frac{31,5}{2(1,895 \cdot 0,2) + 7(0,15 \cdot 0,3)} = \frac{31,5}{0,38} = 82,89 \text{ кН/м}^2.$$

Виконуємо порівняльну характеристику визначених показників і результати заносимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2

Порівняльна характеристика агрегату з трактором МТЗ-80 до тракторного агрегату з трактором Т-70С

Найменування показників	Т-70С	МТЗ-80	Відхилення
1	2	3	4
1. Продуктивність, га/год	0,94	0,88	+0,06

2. Витрати палива, кг/год	11,93	15,71	+3,78
3. Затрати праці:			
- на всю площу, $\frac{\text{люд} \cdot \text{год}}{\text{поле}}$	160,64	171,59	+10,95
- на один гектар, $\frac{\text{люд} \cdot \text{год}}{\text{га}}$	1,06	1,14	+0,08
4. Коефіцієнт робочих ходів	0,99	0,99	0
5. Енерговитрати на один га, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{га}}$	54,78	66,93	+12,15
6. Коефіцієнт використання тягового зусилля	0,92	0,78	+0,14
7. Коефіцієнт використання енергетичних можливостей палива	0,11	0,09	+0,02
8. Площа ущільнення, га	22,70	30,6	+7,9
9. Питомий тиск ходової частини, кН/м^2	58,95	82,89	+23,94
10. Вертикальна стійкість до перевертання впоперек, град	35,60	45	-9,4
11. Стійкість до перевертання вздовж схилу, $\frac{\text{вперед}}{\text{назад}}$, град	$\frac{30,1}{55,2}$	$\frac{59,86}{42,34}$	$\frac{-29,76}{+12,88}$
«+» – кращий показник; «-» – гірший.			

Отже, при використанні посівного агрегату з трактором Т-70С та двома сівалками можливо при вирощуванні цукрових буряків отримати позитивний економічний ефект.

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кіровоградська область являється одним із найбільших регіонів де вирощують цукрові буряки. Однак, їх виробництво потребує значних капіталовкладень, а в період догляду за рослинами та збиранням врожаю – відносно великих витрат праці. При сучасному співвідношенні цін затрати на вирощування цукрових буряків повністю перекривається врожаєм при врожайності не менше як 300 ц/га, а при більш високій врожайності господарство отримує значні прибутки.

На основі проведених розрахунків порівняльної характеристики агрегатів з різними марками тракторів приймаємо для сівби цукрових буряків посівний агрегат у складі сівалки ССТ-12В в кількості двох штук з трактором Т-70 С. Для складання двосівалкового агрегату використовуємо спеціальну зчіпку для начіпних сівалок. Технологічну карту на вирощування цукрових буряків з урахуванням змін, проведених при виборі агрегату, приведено в графічній частині магістерської роботи.

За результатами теоретичних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. При роботі серійного висівного апарата мало місце велике відхилення від заданої норми висіву – 43,1...60,8%.
2. Дослідженнями встановлено, що якісне заповнення комірок диска насінням можливе при швидкості висівного диска в межах – 0,23-0,28 м/с.
3. Відхилення від визначеної швидкості приводить не тільки до підвищення кількості «двійників» чи незаповнених комірок, а і до порушення заданої норми висіву, погіршення розподілу насіння, підвищення їхнього пошкодження.
4. Для забезпечення якісного розподілу насіння, необхідно сівбу виконувати на визначеній швидкості обертання диска при правильно вибраних параметрах комірок.
5. Защемлення насіння в нижньому шарі негативно впливає на заповнення комірок висівного диска.

В результаті проведеного аналізу технології вирощування цукрових буряків та заходів з охорони праці, удосконалена сівалка ССТ-12В відповідає вимогам, які пред'являються до таких машин. В розділі «Охорона праці» проведено аналіз ризиків виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути при сівбі цукрових буряків. Застосування уніфікованої системи

контролю висіву дозволяє контролювати процес висіву та покращити умови праці на посівному агрегаті.

В економічній частині встановлено, що при використанні посівного агрегату з трактором Т-70С та двома сівалками можливо при вирощуванні цукрових буряків отримати позитивний економічний ефект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х томах. М.: Машиностроение. Т.1. 728 с, Т.2.-559 с, Т.3-557 с.1978, 1980, 1989.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.: Высш. шк., 1988.
3. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машино-тракторного парку в рослинництві: Підручник. К. Вища шк., 1995. 237 с.
4. Василенко П.М., Погорелый Л.В. Основы научных исследований. Механизация сельского хозяйства. К.: Вища школа. Головное изд-во. 1985. 266 с.
5. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. 6-е вид., перероб. і допов. К.: Урожай, 1992. 448 с.
6. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. К.: Урожай, 1991. 213 с.
7. Гречкосій В.Д. та ін. Довідник сільського інженера. 2-е вид. Перероб. і доп. К.: Урожай, 1991. 400 с.
8. Диденко И.Ф. Эксплуатация машинно-тракторного парка. К.: Вища школа, 1977. 392 с.
9. Пастухов В.І. та ін. Довідник з машиновикористання в землеробстві. Харків: «Веста», 2001. 344 с.
10. Економіка підприємств АПК: Навчальний посібник. За редакцією проф. Дусановського С.Л. Тернопіль: Горлиця. 2008. 257 с.
11. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. Для студентов высш. техн. учеб. заведений 5-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 1991. 383 с.
12. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Иофинов С.А., Лышко Г.П. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984.– 351 с.
13. Киркач Н.Ф., Баласхиян Р.А. Расчеты и проектирование деталей машин. Харьков, 1987. 270 с.
14. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. М.: Колос, 1980. 670 с.
15. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2007. 334 с.
16. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві»

для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан. Кропивницький: ЦНТУ, 2018. 170 с.

17. Охорона праці (практикум): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. Львів: «Тріада плюс», 2011.

18. Петренко М.М. Основи наукових досліджень сільськогосподарських машин. Навчальний посібник. Кіровоград. 1997. 170 с.

19. Проектування технологій та розрахунок витрат на вирощування сільськогосподарських культур.: Навч. посібник / За ред. Г.Є. Мазнева. Харків: «Майдан», 2009. 257 с.

20. Сисолін П.В. Теорія проектування та розрахунки посівних машин: Навч. посібник. К.: ІСДО, 1994. 148 с.

21. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2. Машини для рільництва / За редакцією Черновола М.І.-К.: Урожай, 2002-364 с.

22. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 1. Машини для рільництва / За редакцією Черновола М.І.-К.: Урожай, 2001.-382 с.

23. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев; Под общ. ред. С.А. Иофинова. М.: Агропромиздат, 1985. 272 с.

24. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. / Под. ред. Е.С.Босого. М.: Машиностроение, 1978. 568 с.

25. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / За ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. Харків: ХНТУСГ, 2006. 725 с.

26. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.1 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й. та ін. К. : Аграрна освіта, 2010. 282 с.

27. Турбин Б.Г. и др. Сельскохозяйственные машины. Л.: Машиностроение, 1967. 584 с.

28. Фирсов И.П. и др. Технология производства продукции растениеводства. М: Агропромиздат, 1989. 432 с.

29. Хробостов С.Н. Эксплуатация машинно-тракторного парка. Изд. 2-е, перераб. И доп. М.: Колос, 1973. 608 с.

Додатки

Випускна кваліфікаційна робота

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти на тему:

***«Обґрунтування вирощування цукрового буряку з
удосконаленням конструкції сівалки»***

Виконав здобувач вищої освіти II курсу, групи AI-20M(1,4)-1

ОПП «Агроінженерія»

Спеціальності 208 «Агроінженерія» - Шумейко Михайло Євгенійович

Керівник кваліфікаційної роботи – Петро ЛУЗАН

Кропивницький - 2021

Технологічна карта

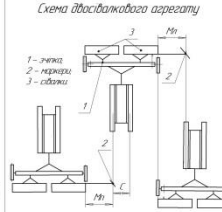
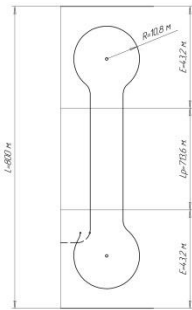
Попередник – пшениця озима

Культура: цукрові буряки; Площа сівби – 550 га
Урожайність: основної продукції – 400 ц/га, супутної – 200 ц/га
Валовий збір: основної продукції – 220000, супутної – 110000.

№№р операції	Найменування операції	Видови діявості	одино роботи	Час виконання			Апаратура		Кількість здійснень		Надійшло на вартість			Витрати палива		Витрати енергії на освітлення		Витрати енергії на опалення
				загальний	технічний	технологічний	апаратура	інструмент	технічний	технологічний	технічний	технологічний	технічний	технологічний				
1	Виробництво стовпів	м	550	1507-2007	5	ДТ-75	АВ-104	2	-	6,55	2	2	19	988,0	78	13,4		
2	Надбавок стовпів	м	5500	508-2008	5	ДТ-75	ПЗ-086	2	-	60	2	1	0,20	3120,0	312	37,4		
3	Горючість стовпів з високим стовпом	м	550	508-2008	5	ДТ-75	ПЗ-086	1	-	0,78	5	5	1,20	666,0	676	95,4		
4	Надбавок нерозроблених ділянок	м	48	108-08	5	ДТ-75	ПЗ-086	1	-	60	1	1	0,20	83,2	8,32	0,99		
5	Високим нерозробленим ділянкою	м	550	108-08	5	ДТ-75	ПЗ-086	1	-	1,1	3	3	1,85	960,5	196,0	18,80		
6	Високим нерозробленим ділянкою	м	550	508-2008	5	ДТ-75	ПЗ-086	1	-	4,42	4	4	1,80	1026,0	468,0	67,51		
7	Виробництво ділянок на ділянці	м	550	2108-5087	5	ДТ-75	ПЗ-086	1	-	4,59	1	1	0,20	491,1	36,45	5,81		
8	Виробництво ділянок стовпів	м	852	109-08	5	ДТ-75	ПЗ-086	1	-	4,59	1	1	0,20	491,1	36,45	5,81		
9	Курйальні з високим стовпом	м	550	109-08	5	ДТ-75	ПЗ-086	1	-	2,8	3	3	1,50	807,0	80,70	26,57		
10	Високим стовпом	м	550	109-08	5	ДТ-75	ПЗ-086	1	-	6	1	1	4,80	219,2	88,40	12,88		
11	Високим стовпом	м	550	404-604	2	ДТ-75	ПЗ-086	2	-	9,3	2	42	1,80	676	59,59	7,99		
12	Виробництво ділянок	м	550	504-704	2	ДТ-75	ПЗ-086	2	-	6,9	5	21	1,00	520	72,80	10,76		
13	Виробництво ділянок	м	180	504-804	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	2,6	2	2	0,60	78	30,70	7,23		
14	Виробництво ділянок	м	2108	504-804	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	12	1	1	0,60	322,4	0,80	0,02		
15	Виробництво ділянок стовпів	м	180	504-804	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	8,8	1	1	2,00	260	65,00	2,65		
16	Виробництво ділянок з високим стовпом	м	550	504-804	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	85	3	63	1,80	676	62,40	8,11		
17	Виробництво нерозроблених ділянок	м	916	504-804	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	60	1	1	0,20	80,72	18,7	0,02		
18	Виробництво нерозроблених ділянок	м	916	504-804	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	4	1	1	1,00	916,0	214,0	1,36		
19	Виробництво курйальних	м	550	504-804	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	2	6	6	2,50	1000	280	37,4		
20	Виробництво курйальних	м	550	504-804	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	35	3	14	7,80	508	81,22			
21	Виробництво палива на паливо	м	550	504-804	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	857	-	-	-	-	-	0,03		
22	Виробництво палива	м	550	504-804	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	12	1	-	-	-	-	3,74		
23	(000)	м	550	504-804	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	17	3	6	2,9	580	312,0	4,17		
24	Високим ділянкою розробленим	м	550	1004-504	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	5	5	25	25	4,8	84,0	18,85		
25	Високим ділянкою	м	78	2004-2104	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	65	1	1	1,00	78	17,0	2		
26	Високим ділянкою	м	55	2004-2104	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	3,8	3	3	1,05	49,82	8,85			
27	Виробництво ділянок стовпів	м	85	2004-2104	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	8,7	1	1	2,00	312	78,0	1,8		
28	Високим ділянкою палива	м	550	2004-2104	3	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	764	422	4744	2,876	74474	676	74		
29	Виробництво палива на паливо	м	550	2104-2604	4	ДТ-75	ПЗ-086	4	-	5	5	25	0,80	4,8	0,04	18,58		
30	Високим ділянкою розробленим	м	550	405-805	4	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	7,6	3	3	2,00	744	676	74		
31	Високим ділянкою розробленим	м	550	905-905	0	ДТ-75	ПЗ-086	4	-	15	7	7	6,25	3380	36,4	79,52		
32	Виробництво	м	550	1905-1905	0	ДТ-75	ПЗ-086	4	-	0,86	4	4	25	0,03	603,2	86,39		
33	Виробництво стовпів	м	880	2505-505	0	ДТ-75	ПЗ-086	4	-	12,7	1	1	0,30	54	14,4	6,1		
34	Високим ділянкою розробленим	м	550	2505-505	0	ДТ-75	ПЗ-086	4	-	2	4	4	25	0,00	259	37,4		
35	Виробництво нерозроблених ділянок	м	85	505-1005	5	ДТ-75	ПЗ-086	1	-	60	1	1	0,20	312	250	0,17		
36	Виробництво ділянок у курйальних	м	550	505-1005	5	ДТ-75	ПЗ-086	-	-	85	1	-	-	-	-	7800	37,4	
37	Виробництво ділянок з високим стовпом	м	550	505-1005	5	ДТ-75	ПЗ-086	4	-	4	4	4	25	0,00	260	76,28		
38	Виробництво палива на паливо	м	550	1018-2018	0	ДТ-75	ПЗ-086	4	-	2	4	4	25	0,00	260	37,4		
39	Виробництво палива	м	550	3019-1819	0	ДТ-75	ПЗ-086	5	-	11	5	5	8,6	4472	468	17,02		
40	Виробництво палива	м	1000	3019-1819	0	ДТ-75	ПЗ-086	7	-	7	7	7	0,2	872	684	69,05		
41	Виробництво палива на паливо	м	1000	3019-1819	0	ДТ-75	ПЗ-086	-	-	20	2	2	0,80	7458	89	36,4		
42	Виробництво керуючих	м	550	3019-1819	0	ДТ-75	ПЗ-086	3	-	16	-	3	8,6	812	60	44,8		
43	Виробництво керуючих	м	10250	3019-1819	0	ДТ-75	ПЗ-086	9	-	4,6	-	9	0,50	704	896,9	26,26		
44	Виробництво керуючих	м	10250	610-2010	0	ДТ-75	ПЗ-086	2	-	4,29	2	2	0,8	2845	2271	52,6		
Всього																		

[illegible]

Операційна карта сівки цукрових буряків

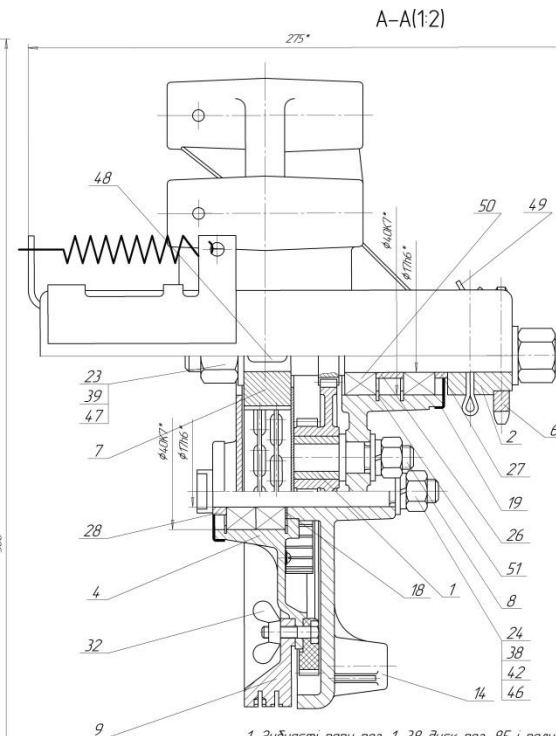
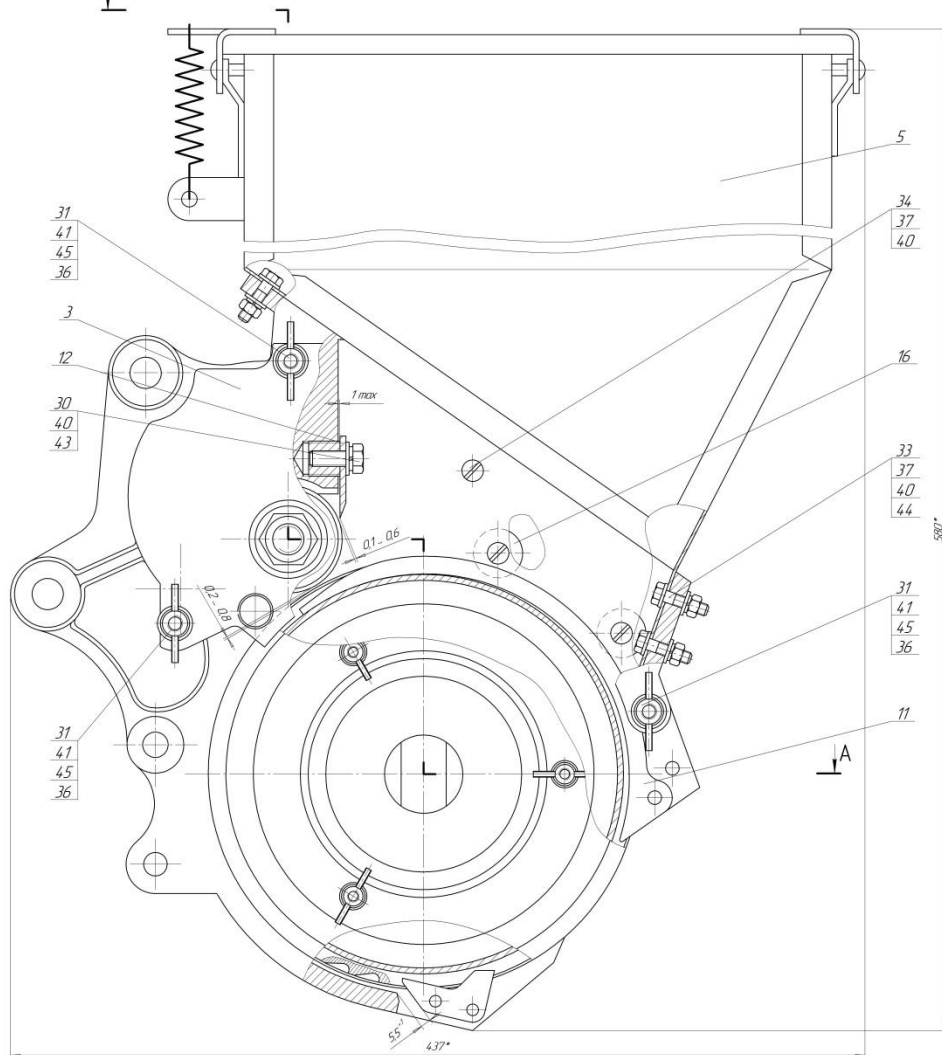
Найменування показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 550 га, довжина гонів – 800 м, ширина поля – 1200 м, величина підйому – 3°, зрунті – середні, поле зручне для обробітку.	
Агротехнічні вимоги	Норма висіву – 10–12 шт./м. Відхилення від розрахункового інтервалу не більше +10%. Глибина загортання 3–4 см. Пошкодження насіння не більше – 1,5%. Спосіб сівби – широкарядний точний. Ширина міжрядь – 0,45 м.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор – Т-70С, сіялка – ССТ-12, зчіпка. Ширина захвату – 5,4 м. Мінімальний радіус повороту – 10,8 м. Кінематична довжина агрегату – 9,7 м. <i>Підготовка агрегату до роботи:</i> 1. Провести щозмінний ТО трактора і сіялки. 2. Встановити довжину розквісів механізму напілків – 515 см, верхньої тяги – 60,63 см. 3. Встановити сіялку на задану норму висіву. 4. Встановити біліт маркерів – Мл=245 м, Мл=385 м.	
Підготовка поля Спосіб руху Швидкість руху	Перед початком сівби поле оглянути, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 4,32 м. Оптимальна ширина загінки – 610 м. Спосіб руху – чобикобий. Робоча передача – VI. Робоча швидкість – Vр=7,3 км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 114 хб. 2. Технічна продуктивність за цикл – 0,664 га/ц. 3. Зміна продуктивності агрегату – 38,6 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 36,7. 5. Витрати палива на 1 га – 19 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 69,02 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. Відхилення від глибини загортання насіння протягом зміни 2–3 рази в трьох місцях по діагоналі поля на 8-мі бур'яків. 2. Відхилення від заданої норми висіву протягом зміни 2–3 рази в трьох місцях по діагоналі поля на відрізках довжиною 1 м.	R – радіус повороту; L – довжина загінки; lр – робочий хід; E – поворотна смуга; lп – час повороту агрегату; lп=15 хб.

[illegible]

[illegible]



- [illegible]



1. Зубчасті пари поз. 1, 38 диск поз. 85 і ролик поз. 15 повинні обертатися вільно, без заїдання.
2. Виступуючі поз. 83 повинні вільно входити в пази диска і не перешкоджувати його обертанню.

3. Накладка поз. 37 повинна прилягати до посадочних поверхень корпусу всією поверхнею. Неприлягання більше 0,8 мм на довжині 40 мм не допускаються.

4. Відбивач поз. 28 повинен бути надійно закріплений.

5. Кришка поз. 3 повинна бути надійно закріплена.

6. *Розміри для довідок.

						ССГ 00.010 СБ					
Мен.	Лист	№ документа	Дата	Догов.		Апарат висівний					
Позов	Вирішено					Лист	Макс	Масштаб			
Проб	Лист					-	18	125			
Опис:						Лист	Листовий				
Настер.	Рисок					ЛИТ-4					
Увід	Сторінки					ар. А-20М(14)-1					

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація</u>		
A1			ССГ 00.000	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
A1		1	АТТ 00.000.СБ	Апарат туковисіваючий АТП-2	6	
A4		8	C20.30-13	Ланцюг	2	
A4		9	C20.30-15	Ланцюг	14	
A1		10	СПУ 06.00.000 СБ	Ящик інструментальний	1	
A1		14	ССГ 00.440 СБ	Шарнир	1	
A1		15	ССГ 00.480 СБ	Шарнир	3	
A4		16	ССГ 00.440-05 СБ	Шарнир	1	
A1		17	ССГ 00.490 СБ	Кронштейн	2	
A1		18	ССГ 00.500 СБ	Табличка	1	
A1		19	ССГ 00.510 СБ	Сошник	12	
A1		20	ССГ 00.520 СБ	Слідпоказчик	1	
A1		21	ССГ 00.530 СБ	Табличка	2	
A3		22	ССГ 00.540 СБ	Зірочка	2	
A2		23	ССГ 00.550 СБ	Зірочка	3	
A0		25	ССГ 00.560 СБ	Секція	12	
A0		28	ССГ 00.570 СБ	Маркер	1	
A2		32	ССГ 00.580 СБ	Кронштейн	3	
A3		32a	ССГ 00.590 СБ	Рамка	12	
A3		33	ССГ 00.600 СБ	Чистик	1	
A0		40	ССГ 00.610 СБ	Маркер	1	
A0		45	ССГ 00.620 СБ	Пристрій транспортний	1	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ССГ 00.000 СІВАЛКА БУРЯКОВА ССТ-12В	
Розроб.		Шумейко				
Перевір.		Лузан				
Н. контр.		Мачок				
Затвер.		Свірень			Літера Аркуш Аркушів ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-1	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки	
A1		52	ССГ 00.630 СБ	Механізм передач	1		
A1		54	ССГ 00.640 СБ	Сошник туковий	12		
A1		56	ССГ 00.650 СБ	Колесо	24		
A1		58	ССГ 00.660 СБ	Кронштейн	12		
A3		59	ССГ 00.670 СБ	Зірочка	3		
A3		62	ССГ 00.680 СБ	Зірочка	3		
A3		63	ССГ 00.690 СБ	Зірочка	1		
A1		69	ССГ 00.710 СБ	Натяжник	4		
A0		70	ССГ 00.720 СБ	Рама	1		
A1		72	ССГ 00.730 СБ	Комковідвід	12		
A1		73	ССГ 00.740 СБ	Штанга	2		
A1		75	ССГ 00.750 СБ	Гідротраса	1		
A1		78	ССГ 00.760 СБ	Кронштейн	1		
A1		79	ССГ 00.770 СБ	Кронштейн	12		
				Деталі			
A4		81	ССГ 00.201	Скоба	12		
A4		82	ССГ 00.603	Штир	21		
A4		83	ССГ 00.604	Штир	24		
A3		84	ССГ 00.605	Гвинт	12		
A4		86	ССГ 00.606	Гвинт	12		
A4		87	ССГ 00.507	Планка	12		
A3		88	ССГ 00.808	Втулка	4		
A4		89	ССГ 00.609	Штир	12		
A4		90	ССГ 00.610	Вісь	12		
A3		91	ССГ 00.611	Шплінт	10		
A4		95	ССГ 00.612	Вісь	12		
A3		99	ССГ 00.513	Планка	12		
A4		100	ССГ 00.614	Гвинт	6		
				ССГ 00.000			Аркуш
							2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис				Дата

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки	
		101	ССГ 00.615	Скоба	1		
		104	ССГ 00.616	Кольцо	1		
		112	ССГ 00.517	Кронштейн	1		
		121	ССГ 00.018	Маточина	1		
		127	ССГ 00.419	Планка	1		
				Стандартні вироби			
				Болти ГОСТ(ДСТУ) 7796-70			
		147		M10-6gx20.58.019	2		
		150		M16-6gx55.58.019	4		
				Болти ГОСТ(ДСТУ) 7798-70			
		151		M8-6gx16.58.019	4		
		152		M8-6gx20.58.019	4		
		155		M10-6gx20.58.019	2		
		156		M12-6gx20.58.019	2		
				Гайки ГОСТ(ДСТУ) 3032-76			
		161		M6-6H.6.KЧ33-8-Ф	4		
		162		M8-6H.6.KЧ33-8-Ф	24		
		164		M12-6H.6.KЧ33-8-Ф	20		
		165		M16-6H.6.KЧ33-8-Ф	20		
		166		M20-6H.6.KЧ33-8-Ф	26		
				Шайби ГОСТ(ДСТУ) 6402-70			
		168		6 65Г 019	2		
		169		8 65Г 019	24		
		170		10 65Г 019	6		
		171		12 65Г 019	16		
		172		16 65Г 019	20		
				ССГ 00.000			Аркуш
							3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис				Дата

[illegible]

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Болти ГОСТ(ДСТУ) 7796-70		
		11		M8-6gx20.58.019	4	
		12		M8-6gx40.58.019	1	
				Гайки ГОСТ(ДСТУ) 5915-70	2	
		13		M10.-6H.6.019	4	
		14		M16.-6H.6.019	3	
				Шайби ГОСТ(ДСТУ) 6402-70		
		15		10 65Г 019	4	
		16		16 65Г 019	3	
		17		Шплінт 4x50.019	1	
				ГОСТ(ДСТУ) 397-79		
		18		Шпонка 6x6x16	1	
				ГОСТ(ДСТУ) 23360-78		
		19		Підшипник 180503		
				ГОСТ(ДСТУ) 8882-75	5	
		20	Н 126.17.040	Зірочка		
				ССГ 00.010		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
					Аркуш	
					2	