

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Сергій ЛЕЩЕНКО

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти  
на тему:**

«Механізація вирощування кукурудзи з модернізацією  
сівалки СУПН-8А»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,  
групи АІ-20

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Соломаха Андрій Сергійович

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Руслан КІСІЛЬОВ

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Рецензент \_\_\_\_\_ Руслан КІРЧУК

м. Кропивницький

|               | № строки | Формат   | Обозначение    | Наименование                  | Кол. листов | № экз.            | Примечание |
|---------------|----------|----------|----------------|-------------------------------|-------------|-------------------|------------|
|               |          |          |                |                               |             |                   |            |
| Перв. примен. | 1        |          |                |                               |             |                   |            |
|               | 2        |          |                | Загальна документація         |             |                   |            |
|               | 3        |          |                |                               |             |                   |            |
|               | 4        |          |                | Знову розроблена              |             |                   |            |
|               | 5        |          |                |                               |             |                   |            |
| Стр. №        | 6        | A4       | БР 00.000 ПЗ   | Пояснювальна записка          | 1           |                   |            |
|               | 7        |          |                |                               |             |                   |            |
|               | 8        |          |                | Документація по               |             |                   |            |
|               | 9        |          |                | технологічній частині         |             |                   |            |
|               | 10       |          |                |                               |             |                   |            |
|               | 11       |          |                |                               |             |                   |            |
|               | 12       |          |                | Знову розроблена              |             |                   |            |
|               | 13       |          |                |                               |             |                   |            |
|               | 14       | A1       | БР 00.002 ТЧ   | Операційно-технологічна карта | 1           |                   |            |
| Підп. і дата  | 15       |          |                |                               |             |                   |            |
|               | 16       |          |                |                               |             |                   |            |
|               | 17       |          |                | Документація по               |             |                   |            |
|               | 18       |          |                | інженерній частині            |             |                   |            |
| Інв. № дціл.  | 19       |          |                |                               |             |                   |            |
|               | 20       |          |                | Знову розроблена              |             |                   |            |
|               | 21       |          |                |                               |             |                   |            |
| Взам. інв. №  | 22       | A1       | СУПН 00.000    | Сівалка СУПН-8А               | 1           |                   |            |
|               | 23       |          |                |                               |             |                   |            |
|               | 24       | A1       | СУПН 00.100 СБ | Туковисівний апарат           | 1           |                   |            |
| Підп. і дата  |          |          |                |                               |             |                   |            |
|               |          |          |                |                               |             |                   |            |
| Інв. № подл.  | Ізм.     | Лист     | № докум.       | Підп.                         | Дата        | БР 00.000 ВП      |            |
|               | Розроб.  | Соломаха |                |                               |             |                   |            |
|               | Пров.    | Кісільов |                |                               |             | Відомість проекту |            |
|               | Н.контр. | Мачок    |                |                               |             |                   |            |
|               | Утв.     | Лещенко  |                |                               |             |                   |            |
|               |          |          |                |                               |             | Лист              | Лист       |
|               |          |          |                |                               |             | 1                 | 2          |
|               |          |          |                |                               |             | ЦНТУ,             |            |
|               |          |          |                |                               |             | гр. АІ 20         |            |

Копіював

Формат А4

|              |      | № строки | Формат | Обозначение  | Наименование            | Кол. листов | № экз. | Примечание |
|--------------|------|----------|--------|--------------|-------------------------|-------------|--------|------------|
|              |      | 1        |        |              | <u>Документація по</u>  |             |        |            |
|              |      | 2        |        |              | <u>деталях</u>          |             |        |            |
|              |      | 3        |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 4        |        |              | <i>Знову розроблена</i> |             |        |            |
|              |      | 5        |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 6        | A2     | СУПН 00. 002 | Пружино-шнековий вал    | 1           |        |            |
|              |      | 7        |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 8        | A3     | СУПН 00. 605 | Шнек                    | 1           |        |            |
|              |      | 9        |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 10       | A4     | СУПН 00. 404 | Втулка                  | 1           |        |            |
|              |      | 11       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 12       | A4     | СУПН 00. 405 | Втулка кінцева          | 1           |        |            |
|              |      | 13       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 14       |        |              |                         |             |        |            |
| Підп. і дата |      | 15       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 16       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 17       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 18       |        |              |                         |             |        |            |
| Інв. № дідл. |      | 19       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 20       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 21       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 22       |        |              |                         |             |        |            |
| Взам. інв. № |      | 23       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 24       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 25       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 26       |        |              |                         |             |        |            |
| Підп. і дата |      | 27       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 28       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      | 29       |        |              |                         |             |        |            |
|              |      |          |        |              |                         |             |        |            |
| Інв. № подл. |      |          |        |              |                         |             |        |            |
|              |      |          |        |              |                         |             |        |            |
|              |      |          |        |              | БР 00.000 ВП            |             |        | Лист       |
|              |      |          |        |              |                         |             |        | 2          |
| Ізм.         | Лист | № докум. | Підп.  | Дата         |                         |             |        |            |

1. Вступ
  2. Аналіз існуючої технології вирощування кукурудзи  
з визначенням шляхів її удосконалення
  3. Операційна технологія сівби кукурудзи
  4. Інженерна частина
  5. Охорона праці
  6. Висновки
- Використана література
- Додатки

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## Вступ

Україна, не зважаючи на ситуацію, стає потужною аграрною країною. Завдяки родючим ґрунтам вона має всі умови для збільшення виробництва та переробки сільськогосподарської продукції. Більше ніж 35 млн гектарів орних земель, переважно чорноземів, забезпечують стабільне зростання виробництва сільськогосподарських культур. Іноземні та вітчизняні селекціонери активно працюють над створенням нових сортів і гібридів різних культур. Постійне впровадження високоврожайних сортів дає змогу отримувати стабільно високі врожаї: для зернових – 70-130 ц/га, для цукрових буряків – 450-650 ц/га, для кукурудзи на зерно – понад 100 ц/га, і на решті, для соняшника – 30-50 ц/га.

Важливою складовою надійних врожаїв є наявність новітньої техніки та обладнання, що забезпечують всі етапи та операції по вирощуванню культур. Варто зазначити, що розробка та вдосконалення посівної техніки є безперервним процесом, спрямованим на покращення конструкцій сівалок, використання новітніх технологій сівби, зменшення трудомісткості процесу та підвищення продуктивності запропонованих посівних агрегатів.

Сьогодні для висіву насіння просапних культур використовуються різні технології та відповідна техніка. Класична технологія передбачає пунктирний спосіб висіву, який виконують як закордонні пневматичні сівалки, так і вітчизняні типу СУПН-8, СУПН-8А, УПС-6, УПС-12 з міжряддям 70 см.

Отримання високих врожаїв просапних культур, таких як соняшник та кукурудза, залежить від обов'язкового внесення мінеральних добрив у потрібних нормах під час сівби. При виборі посівної техніки основними критеріями є точність внесення насіння, якість його загортання та надійність конструкції. Аграрії заздалегідь звертають увагу на основні робочі органи, такі як механізм дозування, тип висівного апарату, сошники та прикочувальні котки. Постійне вдосконалення посівних машин спрямоване на підвищення рівномірності розподілу насіння і добрив між сошниками, забезпечення точної глибини та

|           |      |          |        |      |              |                 |       |         |
|-----------|------|----------|--------|------|--------------|-----------------|-------|---------|
|           |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ |                 |       |         |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Вступ        | Літ.            | Аркуш | Аркушів |
| Розроб.   |      | Соломаха |        |      |              |                 |       |         |
| Перевір.  |      | Кісільов |        |      |              |                 |       |         |
| Реценз.   |      |          |        |      |              |                 |       |         |
| Н. Контр. |      | Мачок    |        |      |              | ЦНТУ, гр. АІ-20 |       |         |
| Затвер.   |      | Лещенко  |        |      |              |                 |       |         |

довжини рядка, а також на збільшення об'ємів баків для насіння і добрив, що дозволяє економити час за рахунок скорочення кількості заправок і швидкого переведення широкозахватних агрегатів у транспортне положення.

З урахуванням агротехнічних вимог та інших вищезазначених факторів, тема даної бакалаврської роботи є досить актуальною і спрямована на вдосконалення конструкції туковисівних висівних апаратів просапних сівалок марки СУПН-8А.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 2. Аналіз існуючої технології вирощування кукурудзи з визначенням шляхів її удосконалення.

### Технологія вирощування кукурудзи

Правильне та доцільне дотримання сівозміни при вирощуванні кукурудзи, з урахуванням попередників, значно підвищує врожайність цієї культури. Важливим фактором є своєчасне і правильне виконання всіх технологічних операцій із застосуванням необхідного комплексу машин та знарядь. Далі опишемо основні операції по вирощуванню кукурудзи.

### Обробіток ґрунту під кукурудзу

Обробіток ґрунту є одним з основних та витратних елементів технології вирощування кукурудзи. Він регулює водний, температурний, поживний та повітряний режими, а також вологоємність, що набуває важливого значення в посушливих умовах. У традиційній системі вирощування кукурудзи загальноновизнаними методами збереження вологи є лущення, а також полицевий або безполицевий на глибину близько 25–27 см, що виконується восени, боронування, а саме: ранньовесняне, досходове та післясходове, і відповідно, культивування (передпосівна, міжрядна). Після збирання попередника відразу бажано здійснити лущення або дискування, а після грубостеблових — фрезування на глибину близько 6–8 см, а після проростання кількості бур'янів — на глибину в межах 8–10 см. При засміченості коренепаростковими різними рослинами-шкідниками лущать на глибину близько 12–15 см. Основною помилкою вирощування кукурудзи може бути утворення небажаної мілкої, вологої та твердої поверхні, а також нестачі розпушеного шару на глибині близько 10 см. Коли обробляють ґрунт тільки поверхнево, рослини глибоко не можуть укорінитися, тому відбувається менший розвиток головного кореня. Окрім того, на рівні більш глибоких шарів ґрунту, де є недостатнє провітрювання, може утворитися несприятливе середовище, що негативно впливає на процес мінералізації азоту.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## Розпушування ґрунту

Глибоке розпушування є ефективним методом обробки ґрунту, який утворився після застосування дискових або плоскорізних агрегатів. Ця технологічна операція руйнує плужну підшову. Високий ґрунтозахисний ефект від розпушування забезпечується збереженням основних післязбиральних залишків і зміною поверхневих стікань. Цей метод також ефективний для накопичення вологи, особливо у вологу осінь. Після глибокого обробітку восени не утворюється суцільного заморозку, що створює сприятливі умови для поглинання талої води та зменшує її стікання, особливо за пізніх передзимових термінів. Зазвичай глибина обробітку становить 30–45 см

## Дискування

Дискування важкою дисковою бороною належить до безполицевого способу обробітку ґрунту, яке здійснюється дисковими агрегатами на глибину в межах 6-20 см. Цей метод чітко описує розкришення та частково перемішування ґрунту з одночасним знищенням різних бур'янів. Доцільно застосовувати дискування після стерньових попередників та просапних культур. Частіше за все більшість господарств використовують важкі дискові борони. Дискування є важливою операцією. Вона вирішує кілька завдань, а саме: знищення бур'янів, шкідників і збудників хвороб; збереження та накопичення ґрунтової вологи; активізація мікробіологічних процесів; переміщення у верхній шар ґрунту післяжнивних решток і добрив; якісна підготовка до наступних технологічних операцій.

## Оранка

Зяблева оранка здійснюється восени під яру культуру, що надає значну перевагу у порівнянні з весняним обробітком ґрунту для ранніх і пізніх посівів. Цей метод є особливо ефективним при високій засміченості ґрунту, зокрема багаторічними бур'янами, та на важких ґрунтових шарах. Зяблева оранка сприяє кращому накопиченню та збереженню вологи після атмосферних опадів і весняних талих вод. Вона допомагає створити оптимальні агрофізичні властивості ґрунту, що сприяє розвитку мікробіологічного середовища. Ця операція також

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

дозволяє ефективніше боротися з бур'янами, шкідливими комахами та збудниками різних хвороб, забезпечуючи оптимальний фітосанітарний стан ґрунту. Глибина такого обробітку становить від 25 до 33 см.

### **Дисколапові агрегати**

Дисколапові агрегати обробляють ґрунт на глибину до 20 см, замінюючи таким чином, наприклад, культивацію чи оранку. Ці агрегати також використовуються при операції внесення в ґрунт мінеральних чи органічних добрив. Основна мета такого обробітку встановленими знаряддями — розпушування верхніх шарів ґрунту, що суттєво допомагає зберігати вологу або створює важливі умови для її накопичення в період проходження жнив до оранки.

### **Підготовка насіння кукурудзи до сівби**

Підготовка насіння включає сушіння до показника вологості 13–14 %, калібрування, а також нанесення фунгіцидів та інсектицидів. Для висіву використовують кондиційне насіння, схожість якого становить не менше 85 %, а чистота — не менше 98 %. Вага партії насіння кукурудзи, а це 1000 насінин, встановлюється, відповідно, до фракцій для кожного гібриду. Енергія проростання має бути не нижче 90 %, що є важливим для забезпечення дружних та вирівняних сходів.

### **Терміни сівби кукурудзи**

Від термінів посіву кукурудзи значною мірою залежить продуктивність різних за стиглістю гібридів та вологість зерна під час збирання. Оптимальним періодом для сівби є прогрівання шару до 10–12°C на глибині загортання кукурудзи. Пізній посів подовжує період дозрівання та збирання на 17–20 днів, що призводить до підвищення вологості зерна до 26–30 % і ще більше. Для висушування зерна до встановленого (базового) показника - 14 % потрібно витратити близько 50 % енергоресурсів від загального обсягу на все виробництво. Ранній посів кукурудзи при температурі у 6–7°C на глибині загортання насіння сприяє кращому використанню утвореної вологи, а цвітіння рослин не припадає на критичний температурний період, забезпечуючи добру запилюваність.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Недоліком ранніх строків є тривалий період появи бажаних проростків, які з'являються лише на 14–16 день після сівби або навіть пізніше.

### **Способи сівби кукурудзи**

Популярним методом посіву є пунктирний, де ширина міжряддя становить 45 см, 70 см або інший розмір, залежно від наявних посівних агрегатів. З високою густотою посіву може погіршуватися розвиток качана. Для забезпечення дружних та рівномірних сходів необхідно дотримуватися однакової глибини загортання насінин. Цей результат можна досягти, ретельно вирівнюючи ґрунт і правильно налаштовуючи сівалку на певний рівень глибини. В лісостеповій і поліській зонах насіння кукурудзи загортають на глибину близько 4–6 см. У випадку легких ґрунтів та сухого посівного шару глибина загортання становить приблизно 5–8 см. На вологих ділянках цей показник може бути скорочений на 3–4 см. У західній частині України ранньостиглі холодостійкі гібриди висіваються трохи глибше, лише на 2–3 см нижче. У степовій зоні, де є дефіцит вологості у верхньому шарі ґрунту, насіння загортають глибоко в межах від 6 до 10 см.

### **Норми висіву даної культури**

Рекомендована густина посіву для території України становить 25–80 тисяч рослин на один гектар. Ранньостиглі гібриди висіваються густиною близько 85–90 тисяч рослин на один гектар. На один погонний метр довжини рядка при ширині міжряддя 70 см рекомендується розташовувати приблизно п'ять-шість насінин, що забезпечить густину на рівні 80 тисяч на один гектар, або сім насінин на погонний метр для досягнення густини 100 тисяч на один гектар. Потім показник встановлює страхову надбавку насіння, яка для Лісостепу й Полісся складає близько 30–40%. Вагова норма висіву насіння знаходиться в межах 15–25 кілограм на один гектар, а для кукурудзи на силос і при скороченні ширини міжрядь може збільшитися до 30–40 кг на один гектар.

### **Догляд за посівами кукурудзи**

Для догляду за посівами кукурудзи рекомендується проводити боронування після появи групи однорічних бур'янів. Це виконують у два відповідних етапи: у фазі появи 2–3 і 4–5 листочків кукурудзи. Протягом вегетації також виконують

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

культивувацію самого міжряддя на глибину близько 6–8 см. Щоб зруйнувати кірку на поверхні та знищити проростаючі бур'яни, боронування проводять на 5–6 день відразу після процесу висіву. Важливо також провести прикотковування поля відразу після висіву для поліпшення контакту насіння з ґрунтом та забезпечення дружньої появи бажаних проростків. Для ефективного видалення всіх бур'янів рекомендується проводити два-три боронування до появи сходів. Це допомагає позбутися майже 70–80 % рослин-шкідників. Боронування після появи проростків проводять у фазах 2–3 і 4–5 листків кукурудзи при робочій швидкості агрегату 4,5–5,5 км/год. Використання борони 3–4 рази на досить чистому малозабур'яненому полі може замінити гербіцидну обробку.

### **Підживлення кукурудзи**

Кукурудза потребує різноманітних поживних елементів для оптимального свого зростання. Добрива застосовуються на різних етапах росту цієї культури з метою забезпечення необхідними поживними речовинами. Фосфор і калій, що вносяться восени осінню чи навесні перед висівом, роблять рослини більш стійкими до різних стресів і дефіциту вологи, покращують якість білка. Ці елементи також сприяють формуванню повноцінних качанів і дозріванню зерна. Азот впливає найбільше на якість врожаю, а також підвищує вміст групи мікроелементів у зерні. Під час інтенсивного росту та формування качанів, кукурудза особливо потребує мінеральних добрив. Вони, як правило, можуть призвести до збільшення урожайності на 10–12 %, а то і більше. Щоб визначити оптимальну дозу мінеральних добрив, використовують балансовий метод, враховуючи родючість ґрунту і нормативи споживання мікроелементів. Наприклад, на одну тонну зерна потрібно наступне: азоту — 25 кг, фосфору — 12 кг і калію — 25 кг.

### **Зрошування кукурудзи**

Волога є одним з ключових факторів для вирощування кукурудзи. Для забезпечення рослин необхідною кількістю вологи встановлюють поливні системи. Крапельне зрошення стає все більш поширеним і надійним варіантом. Ця система дозволяє досить ефективно використовувати воду і забезпечувати

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

рослини водою та добривами (фертигація) у критичний період для їхнього активного росту. Використання крапельного зрошування на кукурудзяних полях виявляється економічно доцільним та ефективним у багатьох розвинених країнах. Однією з переваг такої технології є економія водних ресурсів, яка може становити 30–50 % порівняно з дощуванням. Для отримання високого та якісного врожаю рослини потребують від 3500 до 8000 м<sup>3</sup> води на один гектар землі, залежно від кліматичних умов та періоду стиглості. Важливо здійснювати полив вночі або за низької активності сонця, щоб зменшити випаровування та підвищити засвоєння води в достатній кількості. Крім того, ще однією важливою перевагою крапельного зрошення є можливість своєчасного внесення добрив у критичний період для живлення рослин, оскільки вони потребують азоту та калію протягом вегетації, а фосфору - на ранній фазі утворення кореневої системи та формування зерна.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

### 3. Операційна технологія висіву кукурудзи

#### 3.1. Процес сівби кукурудзи

Для посіву використовуємо модернізовану сівалку СУПН-8А, яка може агрегатуватися з трактором МТЗ-82. Швидкість руху агрегату під час посіву становить практично 10,5 км/год. Час, необхідний для ефективного повороту агрегату, дорівнює 0,027 години, а показник завантаження сівалки насінням складає всього 0,13 години.

Сумарна місткість насіннєвих бункерів становить 0,17 м³, а об'ємна маса насіння кукурудзи - 825 кг/м³.

Довжину шляху, пройденого агрегатом між заправками сівалки, визначаємо згідно виразу:

$$L = \frac{10^4 \cdot V_{н.я} \cdot l_n \cdot \psi}{U \cdot B_c},$$

де  $V_{н.я}$  – чинник, що вказує на об'єм насіннєвих бункерів, м³;

$l_n$  - показник об'ємної маса кукурудзи, кг/м³;

$\psi$  - чинник використання об'єму насіннєвих бункерів,  $\psi=0,97$ ;

$U$  – значення норми висіву кукурудзи на полі, кг/га;

$B_c$  – ширина захвату вибраної сівалки, м.

$$L = \frac{10^4 \cdot 0,17 \cdot 825 \cdot 0,97}{25 \cdot 5,6} = 9717 \text{ м.}$$

Чинник, що враховує робочий хід за встановлений технологічний цикл визначаємо за виразом:

$$\tau_{р.х.ц} = \frac{L}{g_p},$$

де  $g_p$  – значення робочої швидкості агрегату, км/год.

$$\tau_{р.х.ц} = \frac{9,7}{10,5} = 0,92 \text{ год.}$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Визначаємо чинник тривалості технологічного циклу за виразом:

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{р.х.ц}} + m \cdot \tau_{\text{пов}} + \tau_{\text{з}},$$

де  $\tau_{\text{пов.}}$  – показник тривалості за часом на один поворот, год;

$m$  – кількість поворотів за цикл;

$\tau_{\text{з}}$  – тривалість завантаження вибраної сівалки, год.

$$\tau_{\text{ц}} = 0,92 + 0,075 + 0,015 = 1,01 \text{ год.}$$

Технологічний час зміни дорівнює:

$$H_{\text{тех}} = H_{\text{зм}} \cdot \delta,$$

$H_{\text{зм}}$  – показник тривалості однієї зміни, год.;

$\delta$  - чинник використання змінного часу,  $\delta = 0,73$ .

$$H_{\text{техн}} = 7 \cdot 0,73 = 5,11 \text{ год.}$$

Встановимо кількість циклів за формулою:

$$K_{\text{ц}} = \frac{H_{\text{техн}}}{\tau_{\text{ц}}},$$

де  $H_{\text{тех}}$  – чинник технологічного часу зміни, год.;

$\tau_{\text{ц}}$  – час тривалості циклу, год.

$$K_{\text{ц}} = \frac{5,11}{1,01} = 5,1$$

Значення продуктивності за годину змінного часу вибраного трактора з сівалкою знаходимо згідно виразу:

$$U_{\text{год}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 10,5 \cdot 0,73 = 4,29 \text{ га/год.}$$

Змінна продуктивність вибраного агрегату за виразом:

$$Q_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 10,5 \cdot 7 \cdot 0,73 = 30 \text{ га.}$$

Чинник часу виконання операції сівби кукурудзи згідно виразу:

$$\tau = \frac{2000}{4,29} = 466 \text{ год.}$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Чинник нормозмін за формулою:

$$K = \frac{466}{7} = 67.$$

Чинник відповідної кількості вибраних посівних агрегатів при наявній тривалості зміни 14 годин згідно виразу:

Для операції сівби кукурудзи:

$$m = \frac{2000}{30 \cdot 5} = 13.$$

Витрати кількості пального на виконання 1га сівби кукурудзи визначаємо за такою формулою:

Чинник робочого часу за зміну отримуємо за виразом:

$$\tau_p = 0,14 \cdot 28 = 3,92 \text{ год.}$$

Чинник тривалості заправки даної сівалки знаходимо за формулою:

$$\tau_s = 28 \cdot 0,12 = 3,36 \text{ год.}$$

Потрібний час на повороти згідно виразу:

$$H_{нов} = 28 \cdot 0,5 = 14 \text{ год.}$$

$$U_{га} = \frac{12 \cdot 4,29 + 6 \cdot 1,45 + 1,2 \cdot 3,92}{14,6} = 4,4 \text{ кг/га.}$$

На виконання всього встановленого обсягу робіт:

$$U = 3700 \cdot 4,4 = 16280 \text{ кг}$$

Характерні витрати праці на посів 1га знаходимо за виразом:

$$B_n^o = \frac{1}{1,6} = 0,625 \text{ чол.·год./га.}$$

І на решті, на виконання всього заданого об'єму робіт застосовуємо вираз:

$$П_n = 3700 \cdot 0,625 = 2312 \text{ чол.·год.}$$

### 3.2. Основні показники при технології збирання кукурудзи

Кукурудзу починають збирати восени, в кінці воскової або на початку повної стиглості, при вологості зерна до 40%, а з обмолотом качанів – до 30%.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Згідно з агротехнічними вимогами, повнота збирання качанів повинна становити 97%, а пошкодження цілого зерна з качанів не повинно перевищувати 2,5%. Висота зрізу стебел складає приблизно 15 см, а довжина подрібнення листостеблової маси – від 20 до 45 мм.

Основні показники збирання:

Повнота збору повноцінного зерна: не менше 98,5%;

Вміст зерна в листостебловій масі: не більше 2%;

Очищення качанів: 90%;

Повнота збору незернової частини урожаю: не менше 80%;

Середня висота стерні: не більше 15 см;

Чистота повноцінного зерна: не менше 95%.

Збирання кукурудзи на зерно має проводитися у стислі агротехнічні строки, щоб мінімізувати втрати зерна при збиранні комбайнами та запобігти обвисанню качанів.

Збирання кукурудзи на зерно повинно проводитися в стислі агротехнічні строки, щоб до мінімуму скоротити втрати зерна при збиранні комбайнами, не допустити обвисання качанів

### 3.3. Розрахунок чинників щодо складу посівного агрегату

Вибираємо показник швидкості для відповідних енергетичних засобів: а саме, для колісного трактора МТЗ-82 він становить 10,5 км/год на V-й передачі. Показник швидкості руху під час сівби кукурудзи становить:

$$g_p = g_m (1 - \chi),$$

де  $g_m$  - значення швидкості без урахування чинника буксування, км/год.;

$\chi$  - чинник буксування, для колісних вибраних тракторів  $\lambda=0,18$ , гусеничних має бути  $\delta=0,07$ .

$$g_p = 10,5 \cdot (1 - 0,18) = 8,61 \text{ км/год.}$$

Тепер продуктивність запропонованого агрегату за годину змінного часу буде дорівнювати:

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_p \cdot \mathcal{G}_p \cdot \mu.$$

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 8,61 \cdot 0,56 = 2,7 \text{ га/год.}$$

Згідно виразу отримаємо значення витрати пального за годину:

$$P_{\text{год}} = \frac{p_p \cdot t_p + p_n \cdot t_n + p_z \cdot t_z}{\sum t},$$

де:  $p_p, p_n, p_z$  – чинник питомих витрат кількості пального на виконання процесу сівби, повороту, визначені зупинки, кг/год.;  $t_p, t_n, t_z$  – параметри часу на виконання процесу сівби, поворотів та встановлених зупинок, год.

$$\sum t = t_p + t_n + t_z.$$

$$t_p = 7 \cdot 0,85 = 5,95 \text{ год.}$$

$$t_n = 7 \cdot 0,12 = 0,84 \text{ год.}$$

$$t_z = 7 \cdot 0,05 = 0,35 \text{ год.}$$

$$P_{\text{год}} = \frac{13 \cdot 5,95 + 7 \cdot 0,84 + 1,2 \cdot 0,35}{7} = 12,23 \text{ кг/год.}$$

Встановлюємо згідно виразу витрати пального на 1га поля, яке потрібно засіяти:

$$P_{\text{га}} = \frac{P_{\text{год}}}{W_{\text{год}}},$$

$$P_{\text{га}} = \frac{12,23}{2,7} = 4,5 \text{ кг/га.}$$

Отримуємо за виразом витрати людської праці на посів всієї визначеної нами площі:

$$X = \frac{S \cdot \sum Z}{W_{\text{год}}},$$

де  $S$  – чинник площі поля, га.

$\sum Z$  - кількість потрібного обслуговуючого персоналу.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$X = \frac{150 \cdot 1}{2,7} = 55,56 \text{ чол.} \cdot \text{год.} / \text{поле.}$$

Згідно наступного виразу витрати людської праці на 1 га складатимуть:

$$X_0 = \frac{Z_{\text{мех}} + Z_{\text{доп}}}{W_{\text{год}}},$$

де:  $Z_{\text{мех}}$  – кількість механізаторів, яка обслуговує вибраний нами агрегат;

$Z_{\text{доп}}$  – кількість різних допоміжних працівників.

$$X_0 = \frac{1}{2,7} = 0,37 \text{ чол.} \cdot \text{год.} / \text{поле.}$$

Далі, кількість робочих ходів по визначеному полю, що визначаємо за такою формулою:

$$\gamma = \frac{J_{\text{р.х}}}{J_{\text{р.х}} + J_{\text{х.х}}},$$

де  $J_{\text{р.х}}$  – довжин кількості проходів агрегату, м;  $J_{\text{х.х}}$  – довжина холостих проходів вибраного агрегату, м.

$$J_{\text{р.х}} = \frac{1500000}{5,6} = 267868 \text{ м.}$$

$$J_{\text{х.х}} = \lambda_n \cdot n_n + \lambda_{\text{в}},$$

де  $\lambda_n$  – чинник довжини повороту вибраного агрегату, м;  $n_n$  – чинник, що враховує кількість поворотів;  $\lambda_{\text{в}}$  – значення довжини виїзної ділянки, м.

$$\lambda_n = R,$$

де  $R$  – значення радіусу зробленого повороту нашим агрегатом, м.

$$\lambda_n = 10,2 \text{ м.}$$

$$\kappa_g = \frac{L}{B_p},$$

$$n_n = \frac{1500}{5,6} = 267,8.$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$J_{x,x} = 10,2 \cdot 267,8 + 5 = 2736,7 \text{ м.}$$

$$\gamma = \frac{267868}{267868 + 2736,7} = 0,99.$$

Встановлені енергетичні витрати на 1 га поля визначаємо за виразом:

$$\zeta = \frac{N}{W_{\text{год}}},$$

де  $N$  – чинник номінальної потужності для трактора, кВт.

$$\zeta = \frac{58,9}{2,7} = 21,8 \text{ кВт} \cdot \text{год/га.}$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 4. Інженерна частина.

### 4.1. Основна характеристика просапної сівалки СУПН-8А.

Вибрана сівалка СУПН-8А це начіпна машина (рис .4.1.). Вона складається із рами з закріпленим замком автоначіпки, а також двох опорно-приводних коліс з механізмами передач до висівних та туковисівних апаратів, потім восьми посівних секцій з полозоподібними сошниками, закріпленими пневмомеханічними висівними апаратами у кількості вісім штук та чотирьох туковисівних апаратів, маркерів, бункерами, позаду секції знаходяться прикочуючі колеса, загортачі насіння, шлейфи для рівняння загального рельєфу і нарешті, механізмами регулювання заглиблення сошників. Також в передній частині на рамі встановлено вентилятор відцентрового типу.

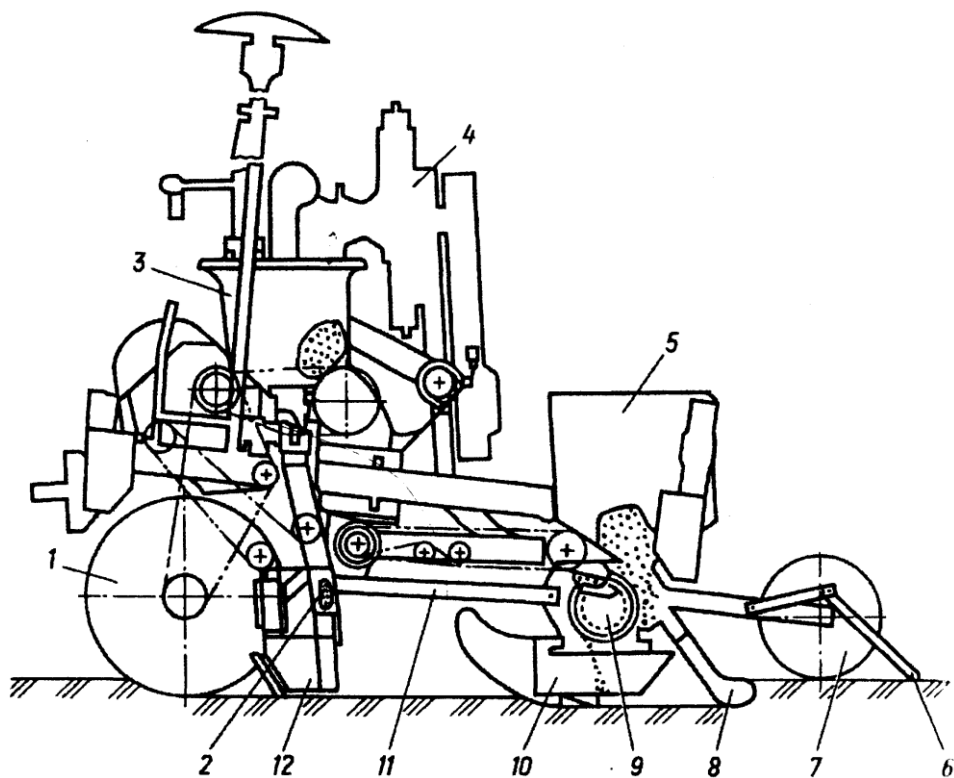


Рис. 4.1. Схема просапної пневматичної сівалки СУПН – 8

1 – опорно – приводне колесо, 2 – тукопровід, 3 – туковисівний апарат, 4 – вентилятор, 5 – бункер для насіння посівної секції, 6 – шлейф, 7 – прикочувальне колесо, 8 – загортачі, 9 – насінневий апарат, 10 – сошник, 11 – паралелограмна підвіска посівної секції, 12 – туковий сошник.

|      |      |          |        |      |              |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|--|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |  |      |

## Технічна характеристика сівалки

| назва                                                                                 | значення     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Тип машини                                                                            | начіпна      |
| Продуктивність за годину основного часу при швидкості трактора 12 км/год., га/год.    | 6.7          |
| Ширина захвату, м                                                                     | 5,6          |
| Робоча швидкість, км/год.                                                             | 12           |
| Маса, кг:                                                                             |              |
| – конструктивна (з урахуванням запчастин, змінних деталей, інструменту і обладнань)   | 1050 ± 3%    |
| – експлуатаційна                                                                      | 1295         |
| Характеристика робочих органів:                                                       |              |
| сошники полозовидні комбіновані з роздільним закладенням насіння і добрив, шт.;       | 8            |
| висівні апарати для висіву:                                                           |              |
| насіння – пневматичні на принципі розрідження з вертикально розташованим диском, шт.; | 8            |
| – мінеральних добрив – спіральний – гвинтові                                          | 4            |
| ємкість бункерів:                                                                     |              |
| – для насіння                                                                         | 176          |
| – для мінеральних добрив                                                              | 180          |
| Характеристика пневмосистеми:                                                         |              |
| тип вентилятора                                                                       | відцентровий |
| частота обертання валу гідромотора, об/хв                                             | 1500         |
| частота обертання валу ротора вентилятора, с <sup>-1</sup> (об/хв.)                   | 70(4200)     |
| потужність на привід вентилятора, кВт                                                 | 3.3          |
| створюване розрідження, Па                                                            | 320 ± 20     |
| продуктивність, м <sup>3</sup> /год.                                                  | 800          |
| напрямок обертання                                                                    | ліве         |
| Габаритні розміри:                                                                    |              |
| в робочому положенні (без урахування вильоту маркерів), мм:                           |              |
| – ширина                                                                              | 5740 ± 60    |
| – довжина                                                                             | 1960 ± 20    |
| – висота                                                                              | 1600 ± 12    |
| Агротехнічні показники:                                                               |              |
| Ширина міжряддя, мм                                                                   | 700          |
| Глибина загортання насіння, мм                                                        | 40-120       |
| Норми висіву:                                                                         |              |
| – насіння, тис. шт./га                                                                | 25 – 150     |
| – добрив, кг/га                                                                       | 50...250     |
| Нерівномірність висіву між окремими апаратами, не більше, %                           |              |
| – для насіння зернових культур                                                        | 3            |
| – для мінеральних добрив                                                              | 10           |
| Елементи автоматики:                                                                  |              |
| число контрольованих висівних апаратів, шт.                                           | 8            |
| число контрольованих бункерів з насінням, шт.                                         | 2            |
| число контрольованих бункерів з добривами, шт.                                        | 2            |
| час затримки включення сигналізації регулюється в межах, с                            | 0.3-1.6      |

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

| 1                                                                   | 2           |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| габаритні розміри, без кабелю, мм                                   |             |
| пульта                                                              | 183×118×108 |
| блоку                                                               | 356×156×59  |
| маса системи контролю, кг                                           | 13          |
| напруга живлення постійного струму, В                               | 10.8-15     |
| струм який споживається від електромережі трактора, не більше, А    | 2           |
| Сівалка агрегатується із тракторами, кН                             | 14          |
| Середній тяговий опір в роботі при повному наборі сошників, Н (кгс) | 7840 (800)  |
| Працездатність агрегування машин з трактором, люд./год.             | 0.1         |
| Умови руху:                                                         |             |
| Транспортна швидкість не більше, км/год                             | 15          |
| мінімальний транспортний просвіт, мм                                | 400         |
| Ширина колії, мм                                                    | 2800        |
| Діаметр опорно-приводних коліс, мм                                  | 510         |
| Передаточні відношення повинні бути:                                |             |
| На вал висівних апаратів                                            | 0.208-1.206 |
| На вал туковисівних апаратів                                        | 0.092-0.936 |
| Показники надійності:                                               |             |
| Гарантійний термін експлуатації, місяців                            | 30          |
| Термін служби, років                                                | 8           |
| Коефіцієнт готовності                                               | 0.98        |

#### 4.1.1. Принцип роботи сівалки

Обертання дисків насіннєвисівних і пружинних шнеків туковисівних апаратів виконується від опорно–приводних коліс за допомогою механізмів передач, що є на сівалці.

Необхідний вакуум у підковоподібній порожнині кришки висівного апарата створюється відцентровим вентилятором, що приводять в обертання або гідромотором від гідросистеми трактора, або за допомогою пасової передачі.

Для контролю кількісної величини розрідження на вентиляторі встановлений прилад, тобто мембранний тягомір.

Насіння кукурудзи присмоктується до конусних отворів, що перебувають у зоні розрідження, а також обертання диска й транспортуються із забірної камери до місця скидання частки.

Видалення, так би мовити «зайвого» насіння, що присмоктались до отворів, назад до конструкції забірної камери виконаного апарата здійснюється штирями вилки (скидача), встановленої в зоні забірній камері, між якими при

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

характерному обертанні диска проходять насіння, що присмокталися до конусних отворів.

У нижній частині запропонованого апарата при переході отворів з насінням кукурудзи із зони розрідження в зону сформованого атмосферного тиску насіння по одному від'єднуються від отворів й укладаються на підготовлене та ущільнене дно борозни. Його забезпечує п'ятка сошника.

Пружинні шнеки встановленого туковисівного апарата з лівою та правою навивками виносять кількість добрив з бункера до канавки. Конструкція розсіювачів, коливальні рухи біля вихідних вікон канавок, розріджують направлений потік туків, тим самим забезпечуючи рівномірний струмінь у всіх тукопроводах, а потім до борозни, що виконані туковими п'ятами сошників.

Загортачі закривають вологим ґрунтом борозни з закладеними в них насінням кукурудзи та добривами, потім прикочувальні котки, що розташовані за загортачами, накочують і ущільнюють оброблений ґрунт над борознами, тим самим створюючи щільний контакт насіння із ґрунтом й подальшої умови для підтягування до них кількісної вологи, а потім шлейфи вирівнюють загальний рельєф поля після проходу групи сошників і покривають зони рядків бажаним розпушеним шаром ґрунту.

Зміна кількісної норми висіву насіння виконується за допомогою двох способів: зміною диска з іншим чисельним значенням отворів і зміною частоти обертання даного висівного диска.

Для різних запропонованих норм висіву насіння кукурудзи на даній сівалці існує два види дисків з 14 та 22 отворами.

Як правило, диск із більшим числом виготовлених отворів застосовується для збільшених норм висіву будь якої культури.

Характерна зміна частоти обертання металевого диска досягається зміною визначеного передатного відношення шляхом перестановки ланцюга механізму передач на необхідні зірочки з вибраною кількістю зубів та зірочок, що встановлені на вихідному валу механізму і на валу кронштейна паралелограмної підвіски секції.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Регулювання необхідної норми висіву добрив досягається також зміною частоти обертання висівного механізму апарата механізмом встановлених передач туковисівних апаратів.

Зміна заданої глибини ходу сошника виконується характерною перестановкою пружинного швидкозмінного шплінта закріплених в отворах куліси, також шарнірно прикріпленої до корпусу самого висівного апарата.

Регулювання вибраної просапної сівалки й контроль за роботою її механізмів здійснюється обслуговуючим персоналом.

## 4.2. Технологічні розрахунки

### 4.2.1. Розрахунки пружино-шнекового апарату

Основними параметрами (технологічними) шнекового туковисівного апарата є діаметр  $d_{ш}$  враховуючи витки дроту, потім крок  $S$  витків, далі діаметр  $d_0$  дозуючого отвору, а також величина  $l$  відкритої частини шнека та довжина  $l_0$  транспортуючої частини самого шнека.

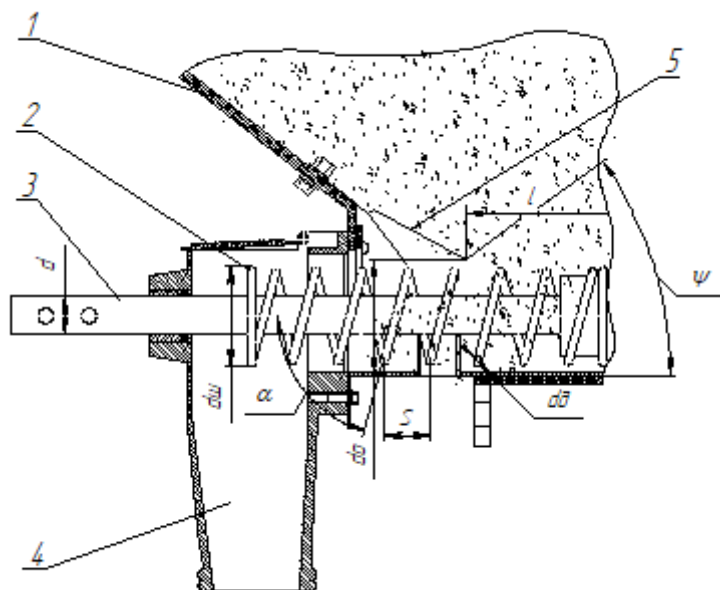


Рис. 4.2. Схема до вибору параметрів шнекового апарата

1 – бункер; 2 – сформовані витки дроту; 3 – вал; 4 – лійка; 5 – відкидна засувка для сходу туків.

Діаметр витків дроту визначають за наступною формулою:

$$d_{шн} > d + 2d_d + 4d_\Gamma$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

де:  $d$  – діаметр виготовленого валу шнека (вибирають з конструктивних міркувань), мм;

$d_d$  – діаметр дроту (вибирають також з конструктивних міркувань  $d_d=4\text{мм}$ );

$d_r$  – максимальний діаметр виготовленої гранули туку ( $d_{r\max}=3-5\text{ мм}$ ).

$$d_{\text{шн}} > 18 + 2 \cdot 4 + 4 \cdot 5 = 46\text{мм}$$

Приймаємо:  $d_{\text{шн}}=50\text{мм}$ .

Крок виготовлених витків шнека дорівнює:

$$S > d_d + 2d_r$$

Його потрібно вибирати мінімально припустимим, для того щоб зменшити пульсацію висіву туків:

$$S > 4 + 2 \cdot 5 = 14\text{мм}$$

Приймаємо:  $S = 14\text{мм}$

Основна невід’ємна умова забезпечення стійкого зміщення в осьовому напрямку туків витками по днищу бункера така:

$$\alpha > \varphi$$

$$\alpha = 90^\circ - \arctg(S / \pi d)$$

де:  $\alpha$  – кут нахилу виготовленого витка дроту до напрямку осьового руху часток;

$d$  – діаметр дроту конструкції шнека,  $d = 4\text{ мм}$ ;

$\varphi$  – кут тертя туків об металеву поверхню дроту.

$$\alpha = 90^\circ - \arctg(14 / 3,14 \cdot 4) = 90 - 48 = 42^\circ$$

Визначимо довжину транспортуючої частини шнека згідно виразу:

$$l_0 = S \cdot n_1 > d_0 / \tg\psi$$

де:  $n_1$  – бажана кількість витків шнека в активній зоні транспортування туків від дозуючого отвору до конструкції лійки;

$\psi$  – кут необхідного перекриття ( $\psi = \xi - \alpha_c$ );

$\xi$  – кут природного відкосу самих туків;

$\alpha_c$  – можливий максимальний боковий нахил даної сівалки.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$\psi = 35^{\circ} - 8^{\circ} = 27^{\circ}$$

$$l_0 = 14 \cdot 10 > 58 / \operatorname{tg} 27^{\circ} = 140 > 113,8 \text{ мм}$$

Величину параметра  $l$  вибирають з умов вільного витікання необхідної кількості туків із бункера в приймальну зону шнека.

Приймаємо:  $l_0 = 140 \text{ мм}$

Кількість туків, що висіваються за один оберт шнека визначаємо за формулою:

$$g_0 = 10^{-8} \cdot 25 \cdot \pi \cdot S \cdot \gamma_T \cdot \mu (d_0^2 - d^2)$$

де:  $\gamma_T$  – об’ємна маса всіх туків, г/дм<sup>3</sup>;

$\mu$  – коефіцієнт відставання швидкості винесення порції туків у лійку від осьової швидкості витків шнека і дорівнює в межах ( $\mu=0,5..0,6$ )

$$g_0 = 10^{-8} \cdot 25 \cdot 3,14 \cdot 14 \cdot 1030 \cdot 0,55(5,8^2 - 1,8^2) = 18,92 \text{ г} = 0,0189 \text{ кг}$$

#### 4.2.2. Розрахунок об’єму бункера.

Дослідженнями відомого вченого О.М. Семенова встановлено, що мінімально допустимі чисельні розміри горизонтально розміщених отворів для гарно сипкого матеріалу можна визначити за таким виразом:

$$r = 4\sqrt{b \cdot p}$$

$$r = 4\sqrt{0,0055 \cdot 0,0055} = 0,025 \text{ м}$$

$$S = \pi \cdot r^2 \text{ м}^2$$

$$S = 3,14 \cdot 0,025^2 = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

де:  $b$  — товщина виготовленої гранули;

$p$  — її ширина;

$S$  — площа встановленого отвору

$r$  — радіус кола для отвору.

Витрати зерна крізь отвір у бункері, до якого приєднується самий висівний апарат, мають бути завжди дещо більшими за максимальну продуктивність апарата, тобто умова:

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |              |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$q_v > \frac{q_0 \cdot n_a}{60\gamma}$$

де:  $q_v$  — витрати зерна крізь отвір у бункері при зв'язаному показнику режиму висипання зернового потоку:

$$q_v = 14,77 \cdot K_{nl} \cdot \chi \cdot \chi_1 \cdot S \cdot \frac{r_{зв.}^{0.25}}{f^{0.5}}$$

де  $q_0$  — масова кількість насіння кукурудзи, висіяного за один оберт висівного елемента (котушка, диск та інше);  $n_a$  — значення частоти обертання висівного елемента;  $\gamma$  — об'ємна маса всього посівного матеріалу;  $K_{пл}$  — чинник, що враховує ущільнення витікаючого потоку (1,1);  $\chi$  — коефіцієнт витрат матеріалу (1,03);  $\chi_1$  — коефіцієнт пропорційності (0,95);  $f$  — чинник внутрішнього тертя посівного матеріалу (0,57);  $S$  — площа вихідного отвору;  $r_{зв}$  — зведений радіус вихідного отвору,

$$r_{зв} = 2 \cdot r_{зідр}$$

$$r_{зідр} = \frac{U_{жс}}{P}$$

$U_{жс}$  — площа живого перетину самого отвору;

$P$  — периметр вихідного отвору.

$$r_{зідр} = \frac{1,9 \cdot 10^{-3}}{6,28 \cdot 0,02} = 0,02 \text{ м}$$

$$r_{зв} = 2 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ м}$$

$$q_v = 14,77 \cdot 1,1 \cdot 1,03 \cdot 0,95 \cdot 0,0013 \cdot \frac{0,01^{0.25}}{0,57^{0.5}} = 0,01 \text{ м}^3$$

$$q_v > \frac{0,024 \cdot 123}{60 \cdot 1030} = 0,00005 \text{ м}^3$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Тобто, умова виконується  $0,01 > 0,00005$ .

Розрахуємо частоту обертання туковисівного апарату за виразом:

$$n_a = \frac{W \cdot V \cdot B \cdot 60}{q_0 \cdot K \cdot F \cdot 10^4}, \text{ об/хв.}$$

де:  $K$  – кількість встановлених сошників, що живляться з єдиного бункера;

$F$  – площа поля, що дорівнює одному гектару,  $F=1$  га;

$B$  – ширина захвату даної сівалки,  $B=5,6$  м.

$$n_a = \frac{250 \cdot 2,8 \cdot 5,6 \cdot 60}{0,0189 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 10^4} = 97 \text{ об/хв.}$$

Форма та розміри ємності бункера диктуються стабільно раціональним об'ємом у кожному конкретному випадку, а саме: композиційною структурою вибраної сівалки та забезпеченням необхідних умов для якісного висипання визначеного матеріалу.

Згідно виразу визначаємо раціональний об'єм бункера туковисівного апарату:

$$V = K_3 \cdot K \cdot L \cdot b \cdot \frac{W}{10^4 \gamma}$$

де:  $K_3$  — коефіцієнт, що враховує бажаний запас усього посівного матеріалу в разі повної зупинки для чергового заправлення. Він не має бути меншим, ніж  $K_3=1,1$  для заповнення різних залишкових порожнин в конструкції апарату та бункері;

$K$  — кількість встановлених сошників, що живляться тільки з одного бункера;

$L$  — шлях вибраної сівалки від заправки до заправки, що характеризується розмірами поля.

$$L = \iota \cdot L_{\Gamma}$$

$L_{\Gamma}$  — довжина гону на посівному полі;  $\iota$  — кількість гонів, що необхідно засіяти тільки за одну заправку (з метою, щоб заправка виконувалася із одного

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

боку поля,  $l$  має бути тільки парним значенням);  $b$  — ширина міжряддя для кукурудзи;  $W$  — норма висіву туків;  $\gamma$  — об'ємна маса всього посівного матеріалу.

$$L = 6 \cdot 600 = 3600 \text{ м}$$

норма висіву для туків:

$$W = 250 \text{ кг/га}$$

$$V = 1,1 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot 0,7 \cdot \frac{250}{10^4 \cdot 1030} = 0,14 \text{ м}^3$$

Шлях запропонованої сівалки  $L$  від заправки до заправки можна виразити через тривалість роботи даного агрегату тільки при одній заправці:

$$L = \frac{S}{K \cdot b \cdot m} = \frac{T_e \cdot t}{K \cdot b \cdot m}$$

де  $S$  — площа, що засіяна даним посівним агрегатом при одній заправці;

$T_b$  — змінна продуктивність задіяного агрегату;

$t$  — час роботи посівного агрегату при одній заправці;

$m$  — кількість бункерів на модернізованому агрегаті.

$$L = \frac{13600}{2 \cdot 0,7 \cdot 4} = 2435 \text{ м}$$

Тепер об'єм кожного бункера на цьому агрегаті визначають за наступною формулою:

$$V = \frac{K_3 \cdot T_e \cdot t \cdot U}{10^4 \cdot \gamma \cdot m}$$

$$V = \frac{1,1 \cdot 13600 \cdot 0,025}{1030 \cdot 4} = 0,092 \text{ м}^3$$

Форма та висота встановленого бункера взаємозв'язані, так як в основаному лише за рахунок параметрів площі торця бункера ( $a$  та  $h$ ), можна знаходити бажаний його об'єм. При цьому сама довжина  $l$  бункера лімітується значенням величини міжряддя. А ще, існують певні додатковий ліміт або обмеження і за значенням висоти бункера. До того ж параметр висоти тукового

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

бункера у всіх просапних сівалок, без використання в них елементів руйнувачів утворених склепінь, потрібно вибрати за чинної умови, а саме:

$$a < h \leq 2a_1$$

Значення висоти бункера обираємо 320 мм та перевіряємо умову:

$$350 < 320 < 160$$

#### 4.2.3. Розрахунок передаточного відношення для внесення туків

За виразом знаходимо частоту обертання опорно-приводного колеса:

$$n_k = \frac{\vartheta \cdot 60}{L_k} \text{ об/хв.}$$

де:  $\vartheta$  – швидкість вибраного агрегату,  $\vartheta = 2,92$  м/с;

$L_k$  – значення довжини розгорнутого колеса, м.

$$L_k = 2 \cdot \pi \cdot r$$

$$L_k = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,255 = 1,6 \text{ м}$$

$$n_k = \frac{2,92 \cdot 60}{1,6} = 110 \text{ об/хв}$$

Тепер визначаємо частоту обертання валу шнека туковисівного апарата за таким виразом:

$$n_a = \frac{W \cdot \vartheta \cdot B \cdot 60}{q_0 \cdot K \cdot F \cdot 10^4} \text{ об/хв}$$

де:  $K$  – кількість встановлених сошників

$F$  – площа визначеного поля, що рівна одному гектару,  $F=1$  га;

$B$  – ширина захвату даної сівалки,  $B=5,6$  м.

$$n_{a \min} = \frac{50 \cdot 2,92 \cdot 5,6 \cdot 60}{0,0189 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 10^4} = 20 \text{ об/хв}$$

$$n_{a \max} = \frac{250 \cdot 2,92 \cdot 5,6 \cdot 60}{0,0189 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 10^4} = 100 \text{ об/хв}$$

Визначаємо потрібне передаточне відношення за формулою:

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$i = \frac{n_a}{n_k}$$

$$i_{\min.} = \frac{20}{110} = 0,18$$

$$i_{\max.} = \frac{100}{110} = 0,91$$

Далі розрахуємо максимальне і мінімальне передаточні відношення за таким виразом:

$$i_{\min} = i_1 \cdot i_2$$

Дано:  $z_1 = 12$  та  $z_2 = 26$ .

$$i_1 = \frac{12}{26} = 0,47$$

$$i_2 = \frac{i_{\min}}{i_1} = \frac{0,24}{0,47} = 0,51$$

$$z_4 = \frac{z_3}{i_2}$$

Дано:  $z_3 = 7$

$$z_4 = \frac{7}{0,51} = 13,7$$

Відтак, приймаємо:  $z_4 = 14$ , тоді уточнюємо значення  $i_2$ :

$$i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{7}{14} = 0,5$$

Також заодно уточнюємо загальне мінімальне передаточне відношення за вищевказаним виразом:

$$i_{\min} = 0,47 \cdot 0,5 = 0,24$$

Тепер розрахуємо максимальне передаточне відношення:

$$i_{\max} = i_1 \cdot i_2$$

Дано:  $z_1 = 21$  та  $z_2 = 15$ .

$$i_1 = \frac{21}{15} = 1,1$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$i_2 = \frac{i_{\max}}{i_1} = \frac{1,17}{1,1} = 1,07$$

$$z_4 = \frac{z_3}{i_2}$$

Дано:  $z_3 = 7$

$$z_4 = \frac{7}{1,07} = 6,5$$

Так, приймаємо  $z_4 = 7$ , і також уточнюємо  $i_2$ :

$$i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{7}{7} = 1$$

Тепер ми уточнюємо загальне мінімальне передаточне відношення за виразом:

$$i_{\max} = 1,07 \cdot 1 = 1,07$$

Далі остаточно розрахуємо дійсну частоту обертання за таким виразом:

$$n_{\max} = n_k \cdot i_{\max} = 110 \cdot 1,07 = 118 \text{ об/хв}$$

$$n_{\min} = n_k \cdot i_{\min} = 110 \cdot 0,24 = 26 \text{ об/хв.}$$

### 4.3. Силкові розрахунки

#### 4.3.1. Розрахунки паралелограмних підвісок.

Розглянемо схему реакції ґрунту та глибину колії для прикочувального колеса даної сівалки.

Значення вертикальної реакції ґрунту на сошник визначається за наступним виразом:

$$R_z = R_x \operatorname{tg} \lambda$$

де:  $\lambda = 30^\circ$

$$R_z = 550 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 317 \text{ Н}$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Величину вертикальної реакції ґрунту на коток розраховуємо з умови колієутворення згідно виразу :

$$R_0 = R'_0 / \cos \beta$$

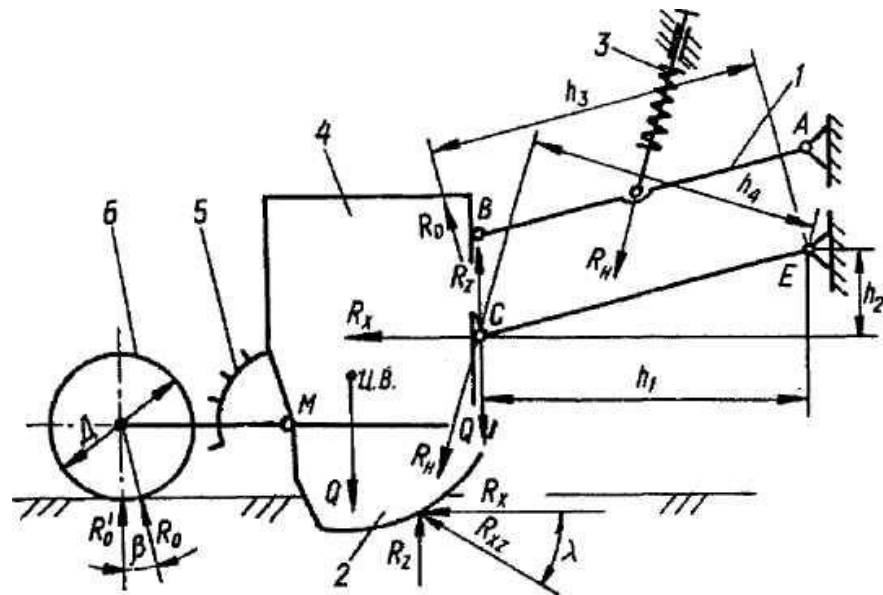


Рис. 4.3. Схема паралелограмної підвіски секції сівалки СУПН-8А:

1 — паралелограмна підвіска; 2 — полозоподібний сошник; 3 — натискна штанга з пружиною; 4 — висівна система сівалки; 5 — регулятор глибини ходу встановленого сошника; 6 — прикочувальний коток

$$h_1 = 445 \text{ mm}; h_2 = 175 \text{ mm}; h_3 = 475 \text{ mm}; h_4 = 375 \text{ mm}$$

Значення тиску ґрунту  $R'_0$  протидіє величині сили тиску котка на нього, яку можна отримати різними шляхами, а саме:

- за рахунок впливу сили ваги прикочувального котка;
- за рахунок дії частини сили ваги самої секції з додатковим тиском від натискної штанги або навіть без неї;
- за рахунок впливу сили ваги прикочувального котка тільки з додатковим тиском пружини.

В останньому випадку для повноцінного вибору параметрів натискної пружини слід брати наступне:

|      |      |          |        |      |                                                              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <div style="text-align: center;"> <i>БР 00.000 ПЗ</i> </div> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                                              |      |

$$R'_0 = Q_k + R_{II}$$

де:  $Q_k$  – значення сили ваги прикочувального котка,  $Q_k = 75$  Н;

$R_{II}$  – значення сили тиску від натискної пружини,  $R_{II} = 110$  Н.

$$R'_0 = 75 + 110 = 185 \text{ Н}$$

$$R_0 = R'_0 / \cos \beta \text{ Н}$$

де:  $\beta = 10^\circ$

$$R_0 = 185 / \cos 10^\circ = 188 \text{ Н}$$

Підбираючи розміри прикочувальних котків та відповідний тиск на ґрунт, а також враховуючи і те, щоб глибина колії після проходження цих котків була мінімальною, глибину колії визначають за таким виразом:

$$H = \sqrt[3]{9 \cdot (R'_0)^2 / 4 \cdot b^2 \cdot D \cdot \delta^2}, \text{ мм}$$

де:  $b$  – ширина встановленого диску прикочувального колеса,  $b = 60$  мм;

$\delta$  – чинник питомого навантаження, яке потрібне для витіснення одиниці загального об'єму ґрунту, або коефіцієнт об'ємного зім'яття.

Для таких ґрунтів підготовлених до сівби беруть  $\delta = 0,002 - 0,004 \text{ Н/мм}^3$ .

$$H = \sqrt[3]{9 \cdot (188)^2 / 4 \cdot 60^2 \cdot 280 \cdot 2 \cdot 0,002^2} = 99 \text{ мм.}$$

Для підбору параметрів пружини натискної штанги даної секції визначають необхідний тиск на окремому поводку паралелограмної підвіски згідно формули:

$$R_H = K \cdot (R_0 h_3 + R_x h_2 + R_{1x} h_2 + (R_z - R_{1z} - U) h_1 / h_4)$$

де:  $U$  – сила ваги секції сівалки,  $U = 88$  Н;

$K$  – чинник, що враховує динамічні навантаження,  $K = 1,55$ ;

$R_{1xz}$  – значення сили, що діє на ґрунт розпушувача на глибині близько 10 см,  $R_{1xz} = 200$  Н

$$R_{1z} = R_{1xz} \cdot \sin(\Delta)$$

де:  $\Delta$  – кут нахилу величини сили  $R_{1xz}$  до складової горизонту,  $\Delta = 22^\circ$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$R_{1Z} = 200 \cdot \sin(22^0) = 75 \text{ Н}$$

$$R_{1X} = R_{1XZ} \cdot \cos(\Delta)$$

$$R_{1X} = 200 \cdot \cos(22^0) = 185 \text{ Н}$$

$$R_H = 1,5 \cdot (188 \cdot 475 + 550 \cdot 175 + 185 \cdot 175 + 88 \cdot 445 / 370) = 730 \text{ Н}$$

Рівняння рівноваги полозоподібного сошника секції з паралелограмною підвіскою відповідно забезпечується за наступних умов, а саме, коли виконується рівність:

$$Uh_1 + R_H h_4 + R_{1Z} h_1 = R_X h_2 + R_{1X} h_2 + R_Z h_1 + R_0 h_3$$

$$88 \cdot 445 + 730 \cdot 375 + 75 \cdot 445 = 550 \cdot 175 + 185 \cdot 175 + 288 \cdot 445 + 188 \cdot 475$$

$$346085 \text{ Н} \cdot \text{м} = 346085 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Отже, як висновок, рівновага сошника даної посівної секції з паралелограмною підвіскою чітко забезпечується.

#### 4.3.2. Визначення тягового опору та вибір трактора

Вибір колісного трактора по його тяговим можливостям проводимо аналітичним шляхом.

Отже, оптимальне завантаження трактора визначається:

$$R = (1,1 \dots 1,2) \cdot R_c$$

де:  $R$  – сила тяги колісного трактора, кН;

$R_c$  – значення тягового опору запропонованої сівалки, кН

$$R_c = n \cdot R_x - \mu \cdot (G_c - G - m \cdot R_n) \pm G_c \cdot \sin \alpha$$

де:  $m$  – значення кількості сошників,  $m = 8$ ;

$R_x$  – значення сили опору сошника разом з розпушувачем і активним рухомим диском,  $R_x = 55 \text{ Н}$ ;

$\mu$  – чинник, що враховує перекачування коліс по необробленій ділянці поля,  $\mu = 0,7 - 0,75$ , приймаємо:  $\mu = 0,75$ ;

$G_c$  – сила тяжіння начіпної сівалки з завантаженням насінням та добривами,  $G_c = 1396 \text{ кг} = 13,96 \text{ кН}$ ;

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$G$  – сила тяжіння всіх сошників нашої сівалки, кг;

$$G = Q \cdot m$$

$Q$  – значення сили тяжіння тільки одного сошника разом з активним рухомим диском і розпушувачем,  $Q = 865 \text{ Н}$ ;

$$G = 865 \cdot 8 = 6920 \text{ Н} = 6,92 \text{ кН}.$$

$R_n$  – значення сили реакції пружини натисної штанги встановленого сошника,  $R_n = 165 \text{ кг} = 1,65 \text{ кН}$ ;

$\alpha$  – значення кута нахилу поля,  $\alpha = 8^\circ$ .

Тоді, тяговий опір сівалки при русі вгору по схилу визначатиметься за таким виразом:

$$R_c = 8 \cdot 0,55 - 0,75 \cdot (13,95 - 6,92 - 8 \cdot 1,65) \pm 13,95 \cdot \sin 8^\circ = 11,64 \text{ кН}.$$

Отже, оптимальне завантаження колісного трактора дорівнює:

$$R = 1,2 \cdot 11,64 = 13,96 \text{ кН}$$

Вибираємо колісний трактор МТЗ – 82 з наступними параметрами, а саме: силою тяги на гаку  $R_k = 14 \text{ кН}$  та перевіряємо послідовно умову:

$$R < R_k$$

$$13,96 \text{ кН} < 14 \text{ кН},$$

Дана умова виконується, а тому і вибраний трактор підходить для агрегатування з начіпною сівалкою СУПН–8А.

#### 4.4. Розрахунки на міцність

Розрахунок визначеного валу висівного апарату даної сівалки та вибір підшипників.

Для визначення певних зусиль, які діють на вал самого висівного апарата, знаходимо крутний момент, що виникає на опорно-приводному колесі:

$$M_k = \frac{\zeta G_c D_k}{2k}$$

де:  $G_c = 1345 \text{ кг}$  – визначена маса сівалки, навантаженої насінням кукурудзи

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

та мінеральними добривами;

$D_k = 515$  мм – показник статичного діаметра колеса;

$\zeta = 0,45$  – коефіцієнт зачеплення;

$k = 2$  – кількість встановлених коліс на сівалці.

$$M_k = \frac{0,45 \cdot 13450 \cdot 0,515}{2 \cdot 2} = 779 H \cdot m$$

Згідно наступного виразу визначаємо крутний момент на валу висівного апарата:

$$M_a = \frac{M_k \cdot \eta}{i}$$

де:  $\eta = 0,95$  – ККД встановленої ланцюгової передачі;

$i = 0,23$  – передаточне відношення, що діє на вал.

$$M_a = \frac{779 \cdot 0,95}{0,23} = 3217 H \cdot m$$

Кількість висівних апаратів на даній сівалці 8, а привід всіх апаратів виконується від одного колеса, тому крутний момент на валу тільки одного висівного апарата буде дорівнювати:

$$M_{a1} = \frac{3217}{8} = 402 H \cdot m$$

Відтоді зусилля на зірочці запропонованої ланцюгової передачі висівного апарата становить:

$$N = \frac{2M_{a1}}{d_3}$$

де:  $d_3$  – значення подільного діаметру зірочки;

$$N = \frac{2 \cdot 402}{0,1} = 8040 H$$

Розраховуємо за формулою реакції в опорах:

$$\Sigma M_A = 0 \quad N \ell_1 - R_B \ell_2 = 0$$

$$R_A = \frac{N \ell_1}{\ell_2} = \frac{8040 \cdot 30}{15} = 16080 H$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$\Sigma M_B = 0 \quad N(\ell_1 + \ell_2) - R_A \ell_2 = 0$$

$$R_B = \frac{N(\ell_1 + \ell_2)}{\ell_2} = \frac{8040 \cdot (15 + 30)}{15} = 24120 \text{ H}$$

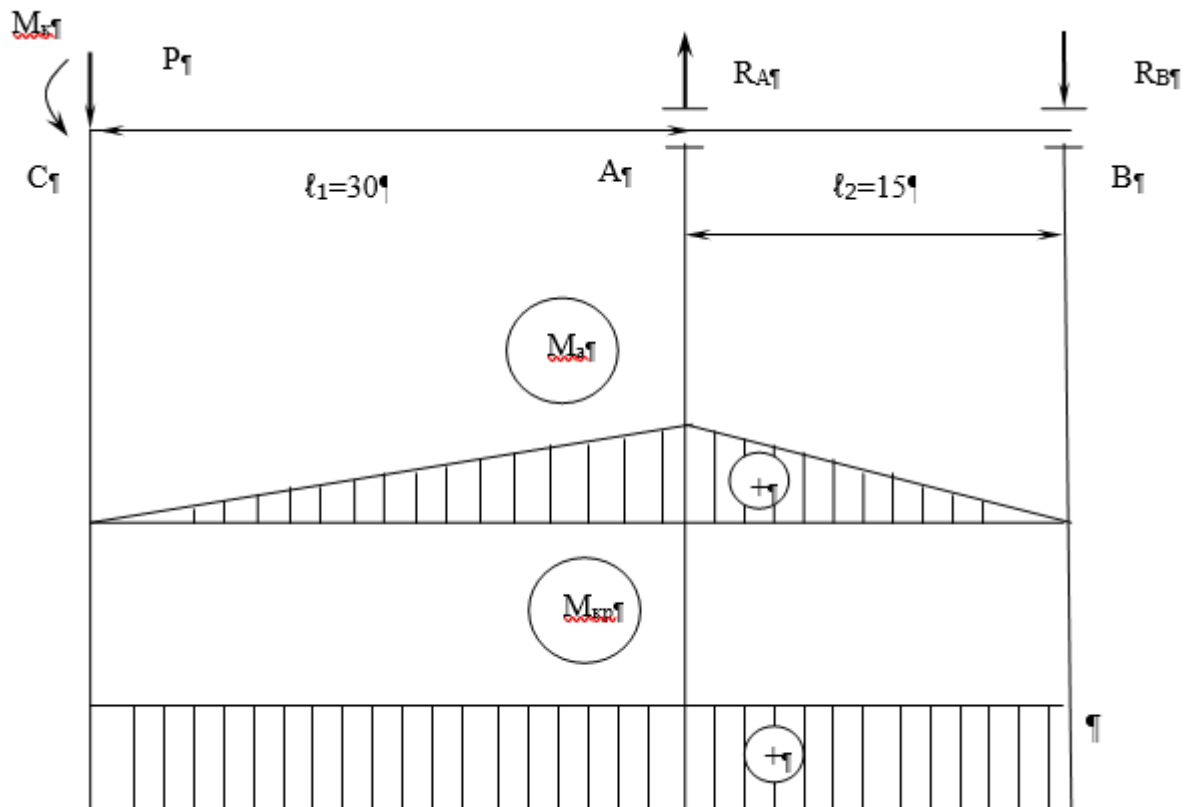


Рис. 4.4. Схема навантаження валу висівного апарата сівалки

Робимо перевірку правильності виконаних нами розрахунків:

$$N + R_A - R_B = 0$$

$$8040 + 16080 - 24120 = 0$$

Розрахунки вірні, так як чинна рівність виконується.

Тепер згідно виразу, знаючи крутний момент, визначаємо діаметр валу:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_k}{0,2[\sigma]}}$$

де:  $[\sigma] = 230 \text{ МПа}$ , враховуючи досить невеликі оберти валу.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

$$d = \sqrt[3]{\frac{779 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 230}} = 25 \text{ мм}$$

Висновок, приймаємо стандартне значення під встановлений підшипник  $d=25 \text{ мм}$ .

Приймаємо з ряду стандартний підшипник 105 з наступними параметрами  $d=25 \text{ мм}$ ;  $D=47 \text{ мм}$ ;  $B=12 \text{ мм}$ ;  $C=7610 \text{ Н}$ ,  $C_0=4000 \text{ Н}$ .

Аналізуючи робимо висновок, що найбільш навантажено буде опору А. Тоді знаходимо момент на згин за формулою:

$$M_3 = P_A \cdot \ell_1 = 5418 \cdot 150 \cdot 10^{-3} = 815 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо напруження, що виникають в небезпечній точці:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_3}{W}$$

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 25^3}{32} = 1534 \text{ мм}^3$$

Відтоді:

$$\sigma_{\max} = \frac{815 \cdot 10^3}{1534} \approx 530 \text{ МПа}$$

Підбираємо матеріал валу зі сталі 40Х з наступними характеристиками:

$$\sigma_B = 980 \text{ МПа}$$

$$\sigma_T = 795 \text{ МПа}$$

$$\tau_{-1} = 230 \text{ МПа}$$

$$\psi = 0,45$$

$$\delta_S = 0,15$$

Тепер визначаємо коефіцієнт запасу міцності за таким виразом:

$$\eta_\sigma = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\max}} = \frac{795}{530} = 1,5$$

Таким чином, допустимий запас міцності становить:

$[\eta] = 1,2 \dots 2,5$ . Тому встановлений вал витримає навантаження від діючого крутного моменту.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

Встановлюємо відношення навантаження до статичної діючої вантажопідйомності раніше вибраного нами підшипника:

$$\frac{S}{C_0} = \frac{1806}{4000} = 0,45$$

Знаходимо його довговічність:

$$L = \left(\frac{C}{S}\right)^p = \left(\frac{4000}{1806}\right)^3 = 12 \text{ млн. об.}$$

або

$$L_h = \frac{10^6 L}{60 \cdot u}$$

де  $u$  – кількість обертів валу висівного апарата даної сівалки.

При швидкості посівного агрегату 2,92 м/с:

$$n_k = \frac{2,92}{3,14 \cdot 0,936} = 0,99 \text{ с}^{-1}$$

Тепер:  $n = n_k i = 0,99 \cdot 0,936 = 0,92 \text{ с}^{-1}$

$$L_h = \frac{10^6 \cdot 12}{60 \cdot 0,92} = 21,7 \cdot 10^4 \text{ год.}$$

Отримане значення більше, ніж потребує ресурс вибраної сівалки.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 5. Охорона праці.

### 5.1. Обґрунтування визначальних заходів безпеки при завантаженні вдосконаленого посівного агрегату.

Для обґрунтування визначальних заходів безпеки при завантаженні запропонованого агрегату посівними матеріалами, в даному випадку кукурудзою, і мінеральними добривами робимо розрахунок пружини, що діє в механізмі відкривання та закривання кришки металевого бункера.

Запропоновані дані:

$$N_1=13 \text{ кгс} \quad N_2=36 \text{ кгс} \quad h=50 \text{ мм} \quad D=16 \text{ мм} \quad z_1=12,7 \text{ кгс/мм}$$

Згідно виразу за заданими даними визначаємо жорсткість встановленої пружини:

$$Z=(N_2-N_1)/h; \quad (5.1)$$

де:  $N_1$  – значення сили пружини при її робочій деформації, кгс;

$N_2$  – значення сили пружини при її попередній деформації, кгс;

$h$  – значення ходу пружини, мм.

$$Z=(36-13)/50=0,46 \text{ кгс/мм}$$

Далі кількість витків пружини встановлюємо за такою формулою:

$$n=z_1/z; \quad (5.2)$$

де:  $z_1$  – чинник жорсткості тільки одного витка пружини, кгс/мм;

$z$  – чинник жорсткості самої пружини, кгс/мм

$$n=12,7/0,46=27,6 \text{ витків}$$

Приймаємо: 28 витків.

За наступним виразом розраховуємо деформацію пружини:

$$F_1=N_1/z \quad (5.3)$$

$$F_1=13/0,46=28,26$$

Згідно виразу розраховуємо висоту пружини, яка становить:

$$S_0=(n+1) \cdot d; \quad (5.4)$$

де:  $d$  – значення діаметру дроту, мм

$$S_0=(28+1) \cdot 2=58 \text{ мм}$$

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 5.2. Інструкція по техніці безпеки.

При розконсервуванні даної сівалки:

Повинно відбуватися дотримання встановлених правил техніки безпеки обов'язково для особового персоналу, що обслуговують вибрану сівалку і колісний трактор. Трактористу разом з представниками для обслуговування техніки, необхідно вивчити правила поведінки при роботі вибраного агрегату. По-перше, особи, що не досягли вісімнадцятирічного віку, до обслуговування такої техніки категорично не допускається.

Проводити саму прийомку, а саме: навантаження, розвантаження просапної сівалки, а також всі процеси щодо підготовки даної сівалки до роботи, її щорічному обслуговуванню та постановці її на зберігання здійснюється під керівництвом механіка. Всі вищепереліковані операції мають забезпечуватися вантажопідйомною технікою та за допомогою додаткових механізмів.

Проводити відповідну фіксацію або строповку тільки в окремих місцях при операціях завантаження та розвантаження. Причому обов'язково дотримуватися мір, щоб не допустити самовільного перевертання запропонованої сівалки.

При процесі транспортування виконувати наступні дії:

Перевозити вибрану сівалку на великі відстані та по поганих дорогах автотранспортом дозволяється лише за умови надійного закріплення її в кузові автомобіля. При транспортуванні сівалки по дорогах загального користування, де є інтенсивний рух, попередньо необхідно додатково фіксувати конструкцію маркерів. Знаходитися на начіпній сівалці під час транспортування суворо забороняється правила безпеки. Не рекомендується перевозити вибрану сівалку в темний час доби або за умов недостатньої видимості, особливо в туман. Перевозити сівалку через залізничні переїзди також категорично заборонено. Знаходитися між трактором та сівалкою, або поблизу сівалки під час її навішування на колісний трактор також категорично забороняється.

При операції щодо технічного обслуговування начіпної сівалки:

Куріння і запалювання вогнищ заборонено. Персонал, що проводить фарбування та консервацію, необхідно поінформувати про ступінь токсичності

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

речовин та заходи першої допомоги у разі нещасного випадку. Після завершення робіт з фарбування та консервації, осіб з порізами, подразненнями шкіри або іншими пошкодженнями на відкритих ділянках тіла слід направити на медичний огляд. Під час виконання малярних робіт необхідно використовувати респіратор для захисту дихальних шляхів. Монтаж і технічне обслуговування сівалки повинні проводитися тільки при вимкненому двигуні та за наявності підставок під раму.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |              |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## 6. Висновки.

В бакалаврській роботі нами пропонується вдосконалити механізацію вирощування такої просапної культури як кукурудза. Проведено аналіз існуючої технології вирощування визначеної культури і розглянуті конкретні пропозиції щодо удосконалення технології та конструкції посівної техніки.

Нами виконані зміни в технології сівби, а саме використання модернізованого посівного агрегату дозволило суттєво підняти його продуктивність та отримати гарні сходи рослин за рахунок якісного внесення мінеральних добрив. В технологічній частині розроблені технологічна і операційно-технологічна карти, де розписані всі операції та машини, що забезпечують виконання всіх процесів щодо вирощування кукурудзи.

В інженерній частині нашої роботи з метою покращення рівномірності внесення мінеральних добрив при операції сівби було модернізовано туковисівний апарат. Попередній аналіз виявив недолік, а саме подача туків відбувалася пульсуючи, тобто нерівномірно. Тому наша задача полягала вирівняти цей потік добрив. Ми провели технологічні, кінематичні і силові розрахунки, які дозволили отримати параметри пружино-шнекового апарату. Для усунення недоліків нами модернізовано пружину, яка транспортує туки до вихідного вікна, а саме, зменшили крок між витками до 14 мм. Запропонована модернізація дає більш рівномірний потік туків, таким чином більш рівномірно розподіляє їх біля насіння. Це покращило споживання добрив рослиною та її кращий подальший розвиток, що і підвищило врожайність та, відповідно, більший дохід для фермерських господарств.

В розділі з охорони праці нами обґрунтовано безпечні заходи при завантаженні вибраного посівного агрегату насінням кукурудзи і мінеральними добривами. Забезпечено розрахунок встановленої пружини до механізму відкривання та закривання кришки бункера сівалки та розглянуті основні вимоги при виконанні операції сівби та подальшому технічному обслуговуванні даної машини.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

## Список літератури

1. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.
2. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини (практичні заняття): навч. посібник. / Сисолін П.В., Сало В.М., Свірень М.О. – Кіровоград: Рай. друкарня, 2002. – 131 с.
3. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5475>
4. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с. URL: <http://nmcbook.com.ua/wp-content/uploads/2017/10/Сільськогосподарські-машини.-Основи-теорії-та-розрахунку-.pdf>
5. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 2. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2002. – 359 с.
6. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: У 2 т. – Т. 1 (частина 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 443 с.
8. Хайлис Г.А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин. – К.: Изд-во УСХА, 1992. – 235 с.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | БР 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

# ДОДАТКИ

[illegible]



|               |          |          |          |                |                      |                     |            |        |
|---------------|----------|----------|----------|----------------|----------------------|---------------------|------------|--------|
| Перв. примен. | Формат   | Зона     | Поз.     | Обозначение    | Наименование         | Кол.                | Примечание |        |
|               |          |          |          |                | Документація         |                     |            |        |
| Справ. №      | A1       |          |          | СУПН 00.100 СБ | Складальне креслення |                     |            |        |
|               |          |          |          |                |                      |                     |            |        |
|               |          |          |          |                | Складальні одиниці   |                     |            |        |
|               | A2       | 1        |          | СУПН 00.002    | Робочий орган        | 1                   |            |        |
|               |          | 2        |          | АТТ 00.005     | Бункер               | 1                   |            |        |
|               |          | 3        |          | АТТ 00.006     | Кришка               | 1                   |            |        |
|               |          | 4        |          | АТТ 00.030     | Кронштейн            | 1                   |            |        |
|               |          | 5        |          | АТТ 00.101А    | Ліпка                | 2                   |            |        |
|               |          | 6        |          | АТТ 00.060     | Розсіювач            | 2                   |            |        |
|               |          |          |          |                |                      |                     |            |        |
| Подп. и дата  |          |          |          |                | Деталі               |                     |            |        |
|               |          |          |          |                |                      |                     |            |        |
|               |          | 7        |          | 552.6.057      | Пружина              | 2                   |            |        |
|               |          | 8        |          | С4.610-03      | Штир                 | 2                   |            |        |
|               |          | 9        |          | АТТ 00.090     | Козирок              | 2                   |            |        |
|               |          | 10       |          | 00.017         | Защімка              | 1                   |            |        |
|               |          | 11       |          | АТТ 00.006     | Кришка               | 1                   |            |        |
|               |          |          |          |                |                      |                     |            |        |
|               |          |          |          |                |                      |                     |            |        |
|               |          |          |          |                |                      |                     |            |        |
| Инв. № подл.  | Изм.     | Лист     | № докум. | Подп.          | Дата                 | СУПН 00.100 СБ      |            |        |
|               | Разраб.  | Соломаха |          |                |                      |                     |            |        |
| Инв. № подл.  | Пров.    | Кісільов |          |                |                      | Туковисівний апарат |            |        |
|               | Н.контр. | Мачок    |          |                |                      |                     |            |        |
|               | Утв.     | Лещенко  |          |                |                      |                     |            |        |
|               |          |          |          |                |                      |                     |            |        |
|               |          |          |          |                |                      | Лит.                | Лист       | Листов |
|               |          |          |          |                |                      |                     |            | 1      |
|               |          |          |          |                |                      | ЦНТУ,<br>гр. АІ 20  |            |        |

Копировал
Формат А4



|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|---------------|----------|----------|----------|-------------|-------------------------------|------------------------|------------|--------|
| Перф. примен. | Формат   | Зона     | Поз.     | Обозначение | Наименование                  | Кол.                   | Примечание |        |
|               |          |          |          |             | Документація                  |                        |            |        |
| Справ. №      | A2       |          |          | СУПН 00.002 | Складальне креслення          |                        |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          |          |             | Деталі                        |                        |            |        |
|               |          |          | 1        | СУПН 00.003 | Втулка                        | 1                      |            |        |
|               | A4       |          | 2        | СУПН 00.102 | Втулка кінцева                | 2                      |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          | 3        | СУПН 00.601 | Вал                           | 1                      |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               | A4       |          | 4        | СУПН 00.604 | Шнек                          | 1                      |            |        |
|               | A3       |          | 5        | СУПН 00.605 | Шнек                          | 1                      |            |        |
| Підп. і дата  |          |          |          |             | Стандартні вироби             |                        |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          | 6        | ССГ 00.6004 | Штифт 2.5x36<br>ГОСТ 10774-80 | 2                      |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
| Інв. № докл.  |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
| Взам. інв. №  |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
| Підп. і дата  |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
|               |          |          |          |             |                               |                        |            |        |
| Інв. № подл.  | Изм.     | Лист     | № докум. | Подп.       | Дата                          | СУПН 00.002            |            |        |
|               | Разраб.  | Соломаха |          |             |                               | Пружина-шнекоковий вал |            |        |
|               | Проб.    | Кісільов |          |             |                               |                        |            |        |
|               | Н.контр. | Мачак    |          |             |                               | Лит.                   | Лист       | Листов |
|               | Утв.     | Лещенко  |          |             |                               |                        |            | 1      |
|               |          |          |          |             |                               | ЦНТУ,<br>гр. АІ 20     |            |        |

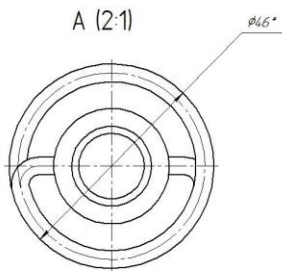
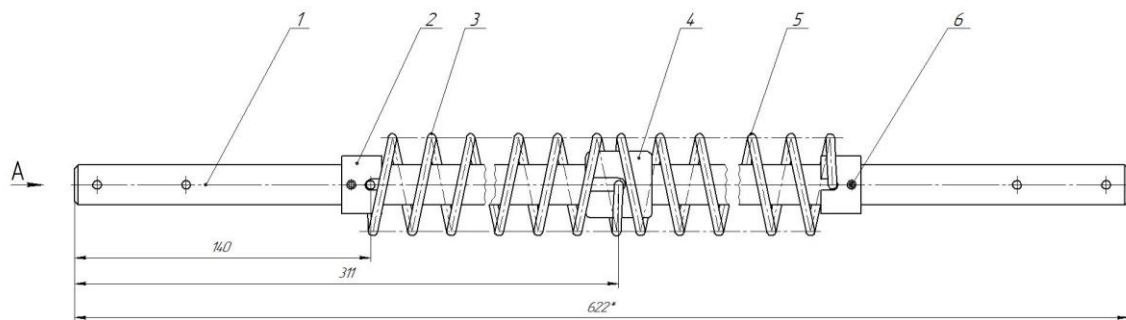
Копіював
Формат А4

## 53 00 004 74

[illegible]



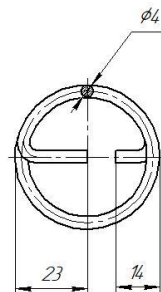
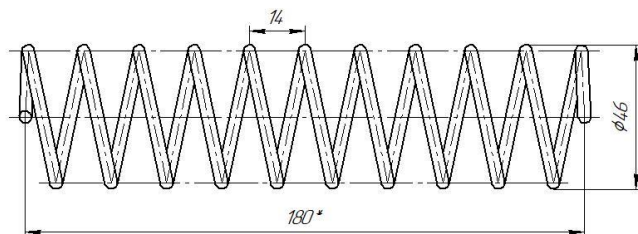
97 200 00 HUKC



1 \* Розміри для довідок

|                |           |          |      |      |                      |  |           |        |         |
|----------------|-----------|----------|------|------|----------------------|--|-----------|--------|---------|
| СУПН 00.002 СБ |           |          |      |      |                      |  |           |        |         |
| Лист           | Лист      | № докум. | Лист | Дата | Пружина-шнекобий вал |  | Лист      | Масса  | Масштаб |
| Разработ       | Соловьева |          |      |      |                      |  |           |        | 1:1     |
| Проб           | Кисельов  |          |      |      |                      |  | Лист      | Листов | 1       |
| Технотр        |           |          |      |      |                      |  | ЦНТУ      |        |         |
| Исполн         | Мочек     |          |      |      |                      |  | гр. А/ 20 |        |         |
| Утв            | Лещенко   |          |      |      |                      |  | Формат А2 |        |         |

509 00 HUKC



- 1 \* Розмір для довідок
2. Покриття хім. окис. л. кп.
3. Термообробка – отпуск.
4. Напрямок навітки – лівий.
5. Зміщення кінця пружини відносно вертикальної вісі  $\pm 2$
6. Після прикладання стискувального навантаження 375 Н і деформація по довжині не повинна перевищувати 5 мм.

|             |           |          |      |      |                            |  |           |        |         |
|-------------|-----------|----------|------|------|----------------------------|--|-----------|--------|---------|
| СУПН 00.605 |           |          |      |      |                            |  |           |        |         |
| Лист        | Лист      | № докум. | Лист | Дата | Шнек                       |  | Лист      | Масса  | Масштаб |
| Разработ    | Соловьева |          |      |      |                            |  |           | 0.5    | 1:1     |
| Проб        | Кисельов  |          |      |      |                            |  | Лист      | Листов | 1       |
| Технотр     |           |          |      |      |                            |  | ЦНТУ      |        |         |
| Исполн      | Мочек     |          |      |      | 4-В ГОСТ 2590-88           |  | гр. А/ 20 |        |         |
| Утв         | Лещенко   |          |      |      | дрот А30-8-Т ГОСТ 14.14-75 |  | Формат А3 |        |         |

