

поверхонь є ефективним і заслуговує на подальше більш глибоке вивчення.

#### Література

1. Лоскутов В.В. Шлифование металлов. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
2. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 368 с.
3. Яцюк А.І. Новый способ механической обработки древесины. – Львов: Вища школа, 1975. – 253 с.
4. Бугаенко Я.П. Разработка рецептуры абразивного инструмента и оптимальных режимов. Шлифование паркетных изделий из древесины / Автореф. дис. канд. наук. – Львов, 1984. – 20 с.
5. Бирюченко Н.В. Разработка абразивных кругов и оптимальных режимов калибрования-шлифования деталей музыкальных инструментов из древесины клена / Автореф. дис. канд. наук. – Львов, 1985. – 23 с.
6. Гончар И.Н. Повышение эффективности абразивной обработки материалов скользящей поверхности лыж / Автореф. дис. канд. наук. – Львов, 1988. – 21 с.
7. Голубець В.М., Гончар І.М. До питання особливостей процесу абразивного оброблення деревини // Науковий вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.4. – С.89 - 91.

УДК 630\*232

© Л.М. Дацюк, к.т.н., С.Ф. Юхимчук к.т.н., Т.Л. Дацюк  
Луцький національний технічний університет  
Ю.О. Цикалюк к.т.н.,  
Мирогошанський аграрний коледж

### **СКОБА ДЛЯ ПІДКОПУВАННЯ СІЯНЦІВ З ҐРУНТУ У ЛІСОВИХ РОЗСАДНИКАХ**

*У статті показано принцип дії розробленої напівнавісної скоби на ґрунт під час підкопування сіянцив. Складено схеми взаємодії активних робочих органів з шаром ґрунту та доведено доцільність використання їх у скобі. Запропоновано варіант виконання скоби з покращеними параметрами.*

## **СКОБА, ЛЕМІШ, ЕЛЕВАТОР, ЛІСОВИЙ РОЗСАДНИК, СІЯНЕЦЬ, ШАР ҐРУНТУ.**

**Постановка проблеми.** Для забезпечення підкопування сіянців з ґрунту, здійснюємо підрізання шару ґрунту, для цієї операції існує цілий ряд машин. Сіянці вирощують у лісових розсадниках, які складаються з кількох відділень – посівного відділення, деревної шкільки та ін. У посівному відділенні вирощують одно-, трирічний садильний матеріал, а в шкільці – великомірний садильний матеріал. Для вирощування садильного матеріалу у розсадниках широко застосовують машини і знаряддя загального призначення (плуги, борони, культиватори, обприскувачі, дощувальні установки тощо), а також спеціальні машини – лісові сівалки: СПН-4, СЛПМ, Литва-25; садильні машини: СШН-3 і ПП 3 5, скоби НВС-1,2 для викопування садильного матеріалу; викопувальний плуг ВПН-2 та копач КСШ-0,3 5.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З літературного огляду встановлено, що є варіанти покращення роботи скоби. Беручи до уваги цей аналіз, вибираємо машину для підкопування сіянців – викопувальну скобу НВС-1,2 і на її базі проводимо вдосконалення. Такі вдосконалення скоби, можливо, будуть достатніми, щоб покращити параметри, але для цього потрібно провести теоретичне дослідження.

**Мета дослідження** є доведення доцільності встановлення на скобу додаткових активних робочих органів, що діють на шар ґрунту, руйнуючи його структуру і залишаючи кореневу систему сіянців максимально цілою.

**Результати дослідження.** Леміш скоби забезпечує підкопування ґрунту на глибину залягання коренів сіянців, часткове розпушування підрізаного шару ґрунту, підйом та передача його на елеватор. Також леміш повинен забезпечувати кришіння шару ґрунту для покращення відділення коріння сіянців від частинок ґрунту. Ширина підкопаного шару визначається шириною розміщення сіянців. Тому середня ширина розміщення сіянців не перевищує 1200 мм.

Плоский леміш скоби можна розглядати як простий (двогранний) клин, робочою поверхнею якого є лицева площина. Аналіз роботи простого клина, проведений акад. В.П. Горячкіним, дозволяє описати процес підкопування ґрунтового шару пасивним лемешем.

Розглянемо детальніше вплив клина на шар ґрунту – стискання частинок ґрунту, яке розповсюджується на деяку відстань перед клином. В результаті стискаючої дії в шарі утворюються тріщини,

характер і напрямок яких залежать від властивостей шару та параметрів клина (рис. 1).

Під час підкопування твердого, зв'язного задернілого шару достатньо незначного стискання, щоб утворилася тріщина в горизонтальному напрямку (рис. 1, а). Відбувається відрив шару та переміщення його по клину, причому крива згину шару над лезом симетрична відносно горизонталі та площини лемеша.

Під час підкопування пружного та твердого шару (рис. 1, б) клин, проникаючи в глиб матеріалу, спочатку зминає його, а коли опір змінанню підвищується до деяких меж, сколює шар під певним для кожного матеріалу кутом. Після цього відбувається зсув елемента у вигляді скошеного чотирикутника та підйом його по робочій поверхні лемеша, в той же час продовжується змінання шару перед лемешем та утворення нового елемента.

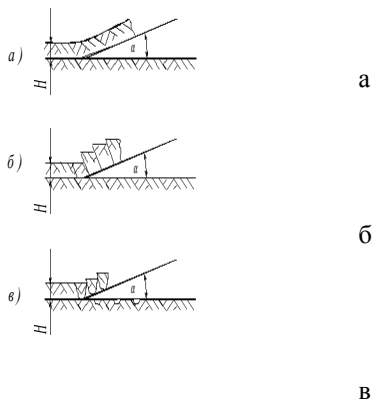


Рис. 1 – Вплив лемеша на підкопаний шар ґрунту:  $H$  – товщина шару ґрунту;  $\alpha$  – кут нахилу лемеша

Під час підкопування дуже твердих, крихких, пересушених ґрунтів (рис. 1, в) тріщина перед лезом може розповсюджуватися не по горизонталі, а вниз. Стружка утворюється відламуванням окремих брил неправильної форми. Верхня частина такої брили буде гладкою, а нижня утворює неправильну форму.

Таким чином, під час змінання матеріалу плоский клин переміщує частинки перпендикулярно до робочій лицевій поверхні,

тобто під кутом  $90^\circ - \alpha$  (рис. 1, а); під час згину – під кутом  $90^\circ - \frac{\alpha}{2}$  (рис. 1, б); під час сколювання під деяким постійним кутом (рис. 1, в) та під час злому – під невизначеним змінним кутом.

Під час теоретичного розгляду роботи лемеша (рис. 2) виходимо з того, що лінія коливання 5 перпендикулярна напрямку підвісок. Робимо також припущення, що в процесі коливання кут нахилу підвісок  $\beta$  постійний, тобто нехтуємо відхиленням кута  $\beta$  від середнього значення, так як величина  $\Delta\beta$  незначна і складає всього  $2-3^\circ$ .

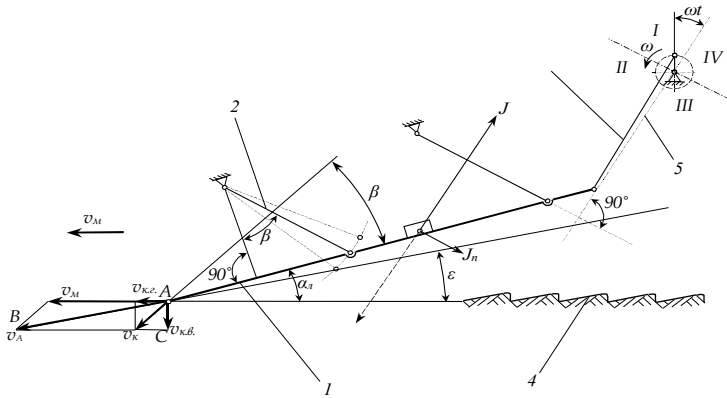


Рис. 2 – Схема для визначення основних конструктивних параметрів активного лемеша: 1 – леміш; 2 – підвіска; 3 – подовжувач; 4 – поверхня ґрунту; 5 – лінія коливання

Припускаємо, що  $\beta = \text{const}$ , фактично переходимо від коливного руху по дузі до коливного руху по прямій, направлений під кутом  $\beta = 30^\circ$  до поверхні лемеша. Тим самим стабілізуємо напрямок тангенціальної сили інерції  $J$  і вважаємо, що відцентрова сила  $J_n = 0$ . Таким чином, сила  $J$  завжди діє по лінії, перпендикулярній підвісці, але має змінні значення і направлена вгору при положенні кривошипа в I та IV квадрантах і вниз, коли кривошип рухається в II і III квадрантах. Аналітично це можна записати:

$$J = m\omega^2 r \cos \omega_t, \quad (1)$$

де  $m$  – маса частинки, що лежить на лемеші;  $\omega$  – кутова швидкість кривошипа;  $r$  – радіус кривошипа,  $r = 40 \text{ і } \text{і}$ ;  $\omega_t$  – кут повороту кривошипа.

Кут різання  $\alpha_p$  – кут, утворений напрямком руху лемеша та його робочою гранню, по якій рухається підрізаний шар. Для пасивного лемеша:

$$\alpha_\delta = \alpha_{\bar{\epsilon}}, \quad (2)$$

де  $\alpha_{\bar{\epsilon}}$  – кут нахилу лемеша до горизонту,  $\alpha_{\bar{\epsilon}} = 20^\circ$ .

У активного коливного лемеша  $\alpha_\delta$  залежить як від  $\alpha_{\bar{\epsilon}}$ , так і від режиму роботи, тобто від швидкості машини  $v_i$  та швидкості коливань  $v_K$ .

Швидкість коливання лемеша при прийнятих раніше припущеннях направлена під кутом  $\beta + \alpha_{\bar{\epsilon}}$  до горизонту і рівна:

$$v_K = \omega r \sin \omega t. \quad (3)$$

Під час руху кривошипа в I і II квадрантах ( $\omega t = 0 \div \pi$ ), коли відбувається переважно різання, швидкість  $v_K$  направлена вперед (по ходу машини) та вниз, коли ( $\omega t = \pi \div 2\pi$ ) – назад і вгору.

Швидкість переміщення леза лемеша (точки А) відносно ґрунту являє собою векторну суму і направлена під кутом  $\epsilon$  до горизонту:

$$v_A = v_M + v_K. \quad (4)$$

У цьому випадку кут різання:  $\alpha_p = \alpha_{\bar{\epsilon}} - \epsilon$ . Зменшення тягового опору порівняно з пасивними лемешами буде мати місце лише за умови:

$$\epsilon \leq \alpha_{\bar{\epsilon}}. \quad (5)$$

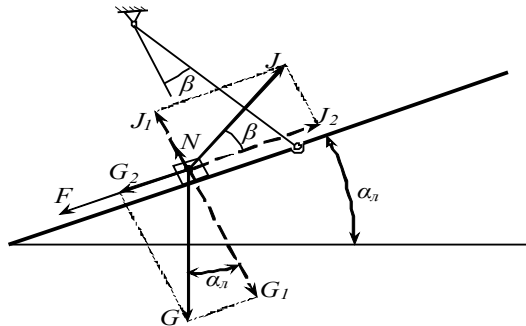


Рис. 3 – Сили, які діють на частинку ґрунту, що лежить на поверхні коливного лемеша

Коли  $\varepsilon \geq \alpha_{\varepsilon}$  леміш нижньою, неробочою гранню, втискується в ґрунт, виникають додаткові сили, які призводять до підвищення тягового опору, крутного моменту на приводі та до поломок лемеша.

Друга умова зниження тягового опору коливного лемеша у порівнянні з пасивним полягає в підкиданні шару ґрунту в момент підрізання. Підкидання частинок, які лежать на коливному лемеші, буде відбуватися під дією сили інерції  $J$ , коли вона направлена вгору від поверхні лемеша за умовою:

$$J_1 \geq G, \quad (6)$$

де  $J_1$  та  $G_1$  – нормальні до поверхні лемеша складові сили інерції  $J$  та ваги  $G$  частинки.

Так як для зниження тягового опору підкопувача сіялців необхідно забезпечити підкидання в момент початку різання, визначимо фазу повороту кривошипа  $\omega_{t0}$ , що відповідає початку різання. Різання відбувається тоді, коли сумарний рух лемеша від переносного та коливного переміщень направлений в сторону руху машини. Початок різання відповідає моменту, коли при відносному переміщенні проти ходу машини горизонтальна складова швидкості коливання лемеша  $v_{\dot{\varepsilon}, \dot{\alpha}}$ , зменшуючись, досягне величини, яка рівна швидкості машини.

Можна визначити кутову швидкість кривошипа  $\omega_f$  за заданими параметрами лемеша  $\alpha_{\varepsilon}, \beta, r$  та швидкості машини  $v_1$ , під час якої буде забезпечене підкидання шару ґрунту на початку різання, це отримаємо коли:  $\omega_f = 60 \tilde{n}^{-1}$ . Частота обертання кривошипа:

$$n_f = \frac{\omega_f}{2\pi} = \frac{60}{2 \cdot 3,14} = 9,6 \text{ і } \dot{\alpha} / \tilde{n}. \quad (7)$$

Тоді частота обертів за хвилину:  $n = 60n_f = 60 \cdot 9,6 = 576 \text{ і } \dot{\alpha} / \dot{\alpha}$ . Знайдене значення частоти коливань лемеша є близьким до оптимальних значень з точки зору зниження тягового опору підкопувача сіялців.

Враховуючи наведені дослідження, використання активного лемеша є доцільним для зменшення тягового опору і кришіння ґрунту, а на відділення ґрунту від коренів сіялців коливання лемеша не впливає, тому ми пропонуємо використати для цього прутково-клавішний елеватор, схему якого наведено на рис. 4.

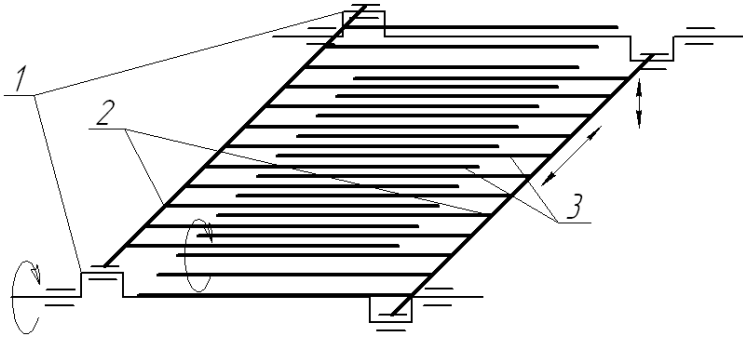


Рис. 4 – Схема прутково-клавішного елеватора: 1 – колінвал; 2 – клавіша; 3 – пруток

Елеватор складається з двох решіт, котрі коливаються за допомогою колінчастих валів 1. Решето елеватора містить клавіші 2 і вварені в неї прутки 3. 25 прутків діаметром 10 мм розміщені на клавіші із кроком 30 мм між їхніми осями. Клавіша кріпиться за допомогою верхньої і нижньої головки до коліна вала. Прутки двох клавіш здійснюють круговий рух, обертаючись один навколо двох інших. Під час обертання колінвалів, решета по черзі взаємодіють з шаром ґрунту і корінцями сіяньців, розбиваючи грудки ґрунту і просіюючи його крізь проміжки між прутками, а також забезпечують переміщення сіяньців до виходу з елеватора.

Для проектування сепаруючого робочого органу параметри, що визначають режим роботи, потрібно встановлювати з врахуванням місця розміщення сепаруючого органу у схемі машини. Основними параметрами елеватора є: кут нахилу решіт елеватора  $\alpha$ , амплітуда коливань решіт  $A$ , частота обертання колінвала  $n_e$ , довжина решіт  $L_p$ , ширина одного решета  $b_p$ .

Оптимальна частота обертання колінчастого вала (в об/хв), що залежить від значень  $\alpha$ ,  $A$  визначається за формулою [1]:

$$n_{it} = 30 \sqrt{\frac{N \cdot \cos \alpha}{A \cdot \sin \beta}}, \quad (8)$$

де  $N$  – коефіцієнт, що визначає час польоту частинки підкинутої решетом. Значення коефіцієнта  $N$  приймаємо рівним [1]: 1 – коли частинка знаходиться на решеті, не відриваючись від його поверхні; 3,3 – коли час польоту рівний одному оберту колінвала; 6,36 – коли час польоту рівний двом обертам колінвала; 9,47 – коли частинка

знаходиться в польоті при трьох обертах колінвала;  $\beta$  – кут напрямку коливань, що визначається за формулою [1]:

$$\sin \beta = \frac{1}{1 + \sin \alpha} \cdot \quad (9)$$

Згідно з даними досліджень [1], кут нахилу решіт до горизонту може змінюватись в межах від  $5^\circ$  до  $30^\circ$ . Приймаємо, що для нашої машини кут нахилу решіт становить  $17^\circ$ .

Конструкційні особливості сепаруючого органа та умови незалипання решіт дозволяють приймати амплітуду коливань із кроком  $t_A = 7,5 \text{ і і}$ . За [1], найбільш оптимальний режим роботи елеватора, розміщеного за підкопуючим робочим органом, забезпечується при  $A = 15 \text{ і і}$ .

Тоді, коли  $\alpha = 17^\circ$ ,  $A = 15 \text{ і і}$  та  $N = 3,3$  частота коливань решіт, обчислена за формулою (1) рівна:  $n = 495 \text{ і а} / \text{а а}$ .

Робоча довжина решіт залежить від повноти відділення коріння сіяньців від ґрунту. За [1], при подачі підкопаної маси  $60 \dots 80 \text{ е а} / \text{н і}$ , коефіцієнт повноти відділення ґрунту рівний  $0,78$ . З графіків просіювання [1] при  $\eta = 0,78$  довжина решіт складає  $0,75 \text{ м}$ . Отже,  $L_p = 0,75 \text{ і і}$ .

Для визначення ширини одного решета, необхідно від ширини елеватора відняти зазор  $\delta$  між прутками одного решета і клявішею другого, котрий не повинен перевищувати  $30 \text{ мм}$ . Прийmemo, що зазор  $\delta = 20 \text{ і і}$ . Тоді решето буде мати ширину, яка дозволяє найбільш повно сприймати масу ґрунту. Якщо елеватор буде встановлений на скобі, з шириною підкопуючого лемеша  $1200 \text{ мм}$ , то при ширині елеватора  $1200 \text{ мм}$ , ширина решета складе  $b_p = 1200 - 20 = 1180 \text{ і і}$ .

**Висновок.** На основі вищенаведеного матеріалу запропонована конструкція напівнавісної скоби з активним коливальним відділяючим елеватором для підкопування сіяньців та відділення частинок ґрунту з шару ґрунту, звільнюючи коріння сіяньців. Креслення скоби наведено на рис. 5. Ця скоба дозволить забезпечити плавність ходу ґрунтового шару максимально зберігаючи коріння сіяньців від руйнування. Такі вдосконалення значно покращать якість насіннєвого матеріалу.



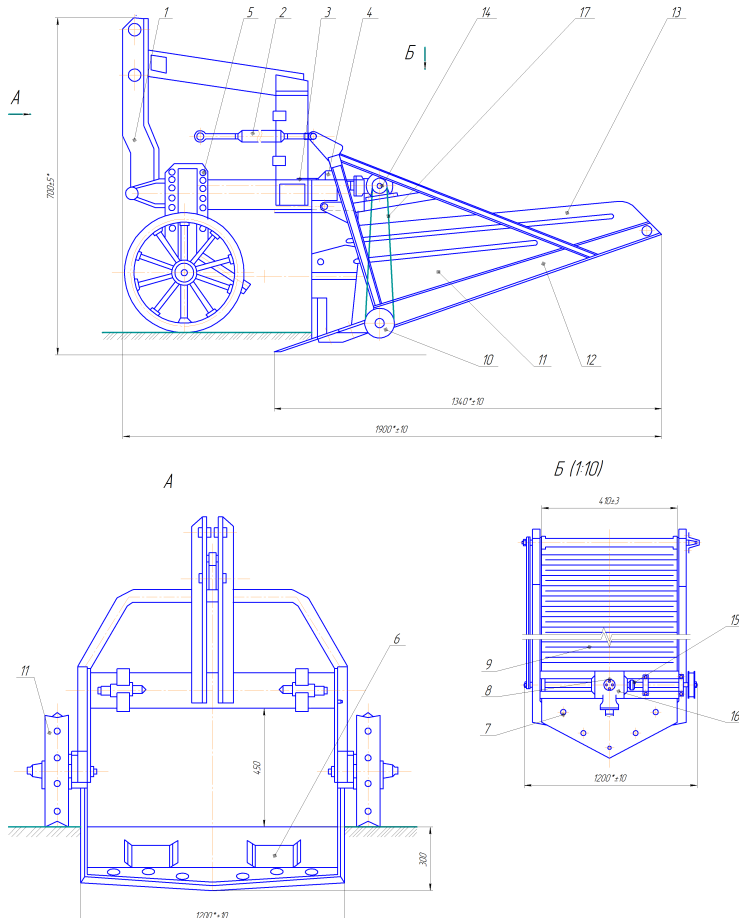


Рис. 5 – Схема розробленої скоби: 1 – начіпний механізм; 2 – тяга; 3 – карданний вал; 4 – захисний кожух; 5 – фіксатор; 6 – подовжувач; 7 – леміш; 8 – редуктор; 9 – елеватор ґрунту; 10 – ведений шків; 11 – опорне колесо; 12 – рама; 13 – захисний щит; 14 – ведучий шків; 15 – муфта втулкова; 16 – гідромотор; 17 – зубчатий пас

Література

1. Система машин в лесном хозяйстве: Учебник для вузов / В.Н. Винокуров, Н.В. Еремин; Под ред. В.Н. Винокурова. – М.: Издательский центр Академия, 2004. – 320 с.

2. І. М. Зима, Т. Т. Малюгін. Механізація лісгосподарських робіт.: Підручник. – 4-е вид. , перероб. і доп. – Київ: Фірма “ІНКОС”, 2006. – 488 с.

3. Зима И.М., Малюгин Т.Т., Портной В.Н. Механизация лесомелиоративных работ. – М.: Колос, 1986. – 128 с.

4. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов и др. Под общей ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с.

5. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.

6. Хайлис Г.А. Расчет рабочих органов почвообрабатывающих машин: Учеб. пособие. – К.: УМК ВО, 1980. – 83 с.

7. Хайліс Г.А. Основи теорії і розрахунку сільськогосподарських машин: Навч. посібник. – Київ: вид-во УСГА, 1992. – 240 с.

*Рецензент д.т.н., проф. М.П. Ярошевич*

УДК 631.358:633.521

© І.М. Дударев, к.т.н., Н.В. Коменда, к.т.н.  
Луцький національний технічний університет

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БАРАБАННО-ВАЛЬЦЬОВОГО МОЛОТИЛЬНОГО ПРИСТРОЮ**

*У статті представлені результати теоретичних досліджень з визначення енергетичних параметрів барабанно-вальцьового молотильного пристрою стрічки льону олійного.*

**ПОТУЖНІСТЬ, БАРАБАННО-ВАЛЬЦЬОВИЙ МОЛОТИЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ, ВЕРХІВКОВА ЧАСТИНА СТРІЧКИ, ЛЬОН.**

**Постановка проблеми.** Основною складовою урожаю льону олійного є насіння. Для збирання цієї культури відсутня спеціалізована техніка, тому у господарствах для цього використовують