

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕСУРСООЩАДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИСІВУ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

М.С.Шведик

*Луцький національний технічний університет, м.Луцьк*

У статті наведено результати розробки нової ресурсоощадної технології сівби, яка забезпечує найбільш сприятливі умови для проростання насіння зернових колосових культур у свіжозораному ґрунті та створює несприятливі умови для проростання насіння бур'янів, завдяки чому врожайність підвищується на 8...13 ц/га, а також конструктивні схеми технічних засобів для її реалізації за один прохід агрегату та аналітичні вирази для визначення сили присмокування насіння до комірчин висівних елементів.

**Ключові слова:** рівномірний розподіл, площа живлення, свіжозораний ґрунт, рядки, ущільнення, сівба, насіння, поверхневий шар, синтез, висівний апарат, сила присмокування, ґрунтообробно-посівна секція

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах економічного розвитку України для всіх сільськогосподарських підприємств ресурсозбереження є актуальною проблемою, яка особливо загострилась внаслідок прояву трьох чинників: зниження трудових ресурсів, збільшення вартості енергоносіїв та підвищення конкурентної боротьби з реалізації вирощеної продукції як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках [1]. З усього комплексу найбільш затратних операцій в аграрній галузі є сівба сільськогосподарських культур [2,3], яка вимагає багаторазового проходу по одному й тому ж полю різних агрегатів необхідних для проведення оранки, двох культиваций, сівби, а при необхідності до і післяпосівного прикочування. Це є основною причиною, яка призводить не тільки до напружень у виконанні осінньо-польових робіт і затягуванні строків сівби, а й до зайвих трудових і фінансових затрат. Так, аналіз структури собівартості посівних робіт показує, що майже 50% від усіх затрат, а у окремих господарствах більше 60%, припадає на паливо-мастильні матеріали. Це свідчить про те, що традиційні технології сівби зернових культур є дуже енергозатратними.

При цьому в технологічному процесі підготовки ґрунту до сівби необхідно після оранки обов'язково витримати період з 3...5 тижнів, який необхідний для природного само осідання ґрунту, оскільки внаслідок руйнування капілярної системи припиняється підйом вологи з нижніх шарів до насіння, що негативно позначається на його проростанні. Окрім цього, під час само осідання ґрунту, відбувається обрив коренів після проростання насіння та випирання (оголення) їх вузла куштиння, що призводить до зниження їх життєдіяльності і навіть загибелі.

Очевидно, що сучасний спосіб сівби повинен задовольняти всі агротехнічні вимоги, які найбільш повно враховують біологічні особливості зернових колосових культур. Такими основними вимогами є: рівномірне розміщення насіння по площі поля [4,5], формування твердого насінневого ложа [6] і загортання насіння на однакову глибину [7,8,9] та висів насіння і туків в різних ярусах [10]. На нашу думку до цих вимог варто віднести і вимогу укладання насінини зародком нижче власного центра ваги [11], а також диференційованої подачі ґрунтової вологи до орного шару, який передбачає її максимальний приплив в рядки з насінням, і мінімальний в міжряддя, де знаходиться насіння бур'янів [12]. Однак ні один з відомих способів сівби не задовольняє в повній мірі цих вимог.

Одним з резервів, що дозволяє підвищити врожайність зернових колосових культур і знизити собівартість виробництва зерна, є точний висів [13]. Для його здійснення як в Україні, так і за рубежом, активно ведуться розробки зі створення високоефективного висівного апарата. Найбільш перспективним апаратом для точного висіву зернових колосових культур є пневмомеханічний апарат барабанного типу, який забезпечує централізований висів насіння по ширині захвату сівалки [14,15]. Однак треба зазначити, що серйозною і поки що невирішеною проблемою, яка стримує впровадження точного висіву насіння зернових колосових культур з міжряддями менше 0,1 м, є залипання сошників ґрунтом, внаслідок чого висів взагалі припиняється [6].

На нашу думку задовольнити всі вищезначені вимоги можна при умові розробки нової ресурсоощадної технології висіву насіння зернових культур у свіжозораний ґрунт, яка забезпечить в ньому такі ж самі сприятливі умови для проростання насіння та наступного розвитку і життєдіяльності рослин, що створюються після повного осідання ґрунту, а також розробки технічних засобів для її реалізації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел з питань основного і передпосівного обробітку ґрунту та висіву насіння і туків показує, що вони є достатньо вивчені. На основі результатів досліджень авторами [1,2,3,4,5,6,7,8,9] розроблені і запропоновані сільськогосподарському виробництву відповідні рекомендації. Але ці рекомендації стосуються насамперед щодо втілення організаційних і технічних заходів, зокрема таких як вибору оптимального значення глибини, термінів і способів обробітку ґрунту та сівби, застосування відповідного набору одно операційних ґрунтообробних машин для їх реалізації, і лише частково таких технологій сівби, що ґрунтуються на нульовому або мінімальному обробітку ґрунту, або застосуванні прямого посіву. В той же час агротехнічні заходи ще не вичерпали всіх своїх можливостей і не стільки в питаннях скорочення технологічних операцій, скільки в питаннях регулювання водно-повітряного режиму ґрунтів, раціонального використання вологи в період проростання насіння зернових колосових культур та подальшого їх росту і розвитку, і зокрема щодо висіву насіння в свіжозораний ґрунт.

**Метою роботи** є розробка ресурсоощадної технології висіву насіння зернових колосових культур і технічних засобів для її реалізації.

**Результати досліджень.** Очевидно, що усунути недоліки, які мають місце в існуючих технологіях сівби, можна тільки одним шляхом – розробкою нової ресурсоощадної технології висіву насіння, яка забезпечить найбільш рівномірний розподіл насіння по площі поля та його висів у свіжозораний ґрунт з одночасним ущільненням в рядках і з стабілізацією водно-повітряного режиму в кореновому шарі, а також технічних засобів для її реалізації за один прохід агрегату.

На нашу думку рівномірне розміщення насіння по площі поля забезпечується тільки за умови його вкладання у вершинах квадрата або рівностороннього трикутника, рис.1.

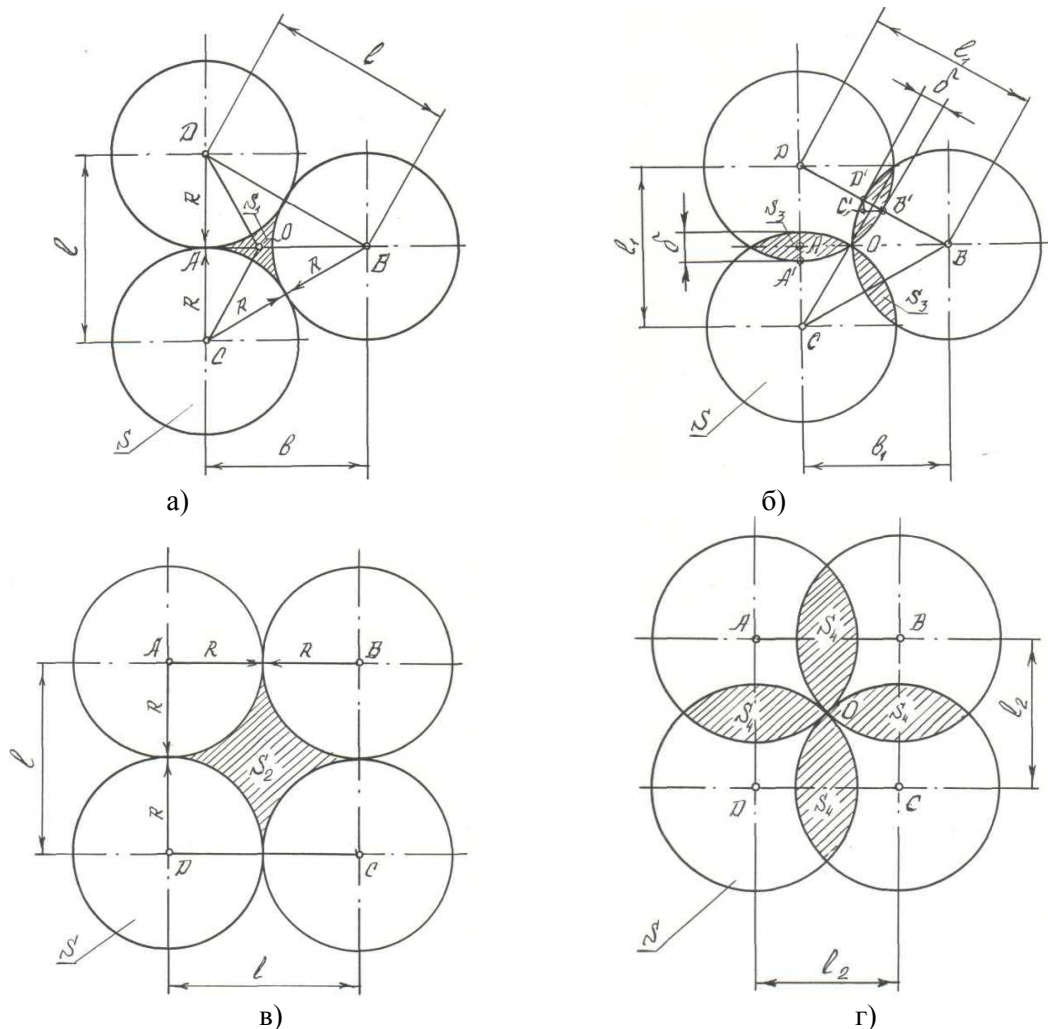


Рисунок 1. Схема укладання насіння при пунктирному (квадратному - а,б) і координатно-однозерновому (в,г) способі висіву

Порівняльний аналіз схем розміщення насіння показав, що у разі точного їх розміщення на поверхні поля кожна рослина матиме рівну за величиною площу живлення  $S$  - круг, оскільки рівні радіуси  $R$ . У випадку оптимального значення площі живлення коренева система рослин не виходитиме за межі своєї площі живлення  $S$ . Проте між ними утворюється незайнята зона (площа)  $S_1$  і  $S_2$ , значення кожної з яких можна визначити за формулами:

- для насіння укладеного у вершинах рівностороннього трикутника  $S_1 = R^2(\sqrt{3} - \frac{\pi}{2})$  або з урахуванням того, що  $R = l/2$ , де  $l$  - відстань між насінням:

$$S_1 = \frac{l^2}{4}(\sqrt{3} - \frac{\pi}{2}) = 0,04 \cdot l^2;$$

-, де  $l$  - відстань між насінням:

для насіння, укладеного у вершинах квадрата  $S_2 = R^2(4 - \pi)$  або з урахуванням того, що  $R = l/2$

$$S_2 = \frac{l^2}{4}(4 - \pi) = 0,215 \cdot l^2.$$

Відношення зон  $\frac{S_1}{S_2} = \frac{0,04 \cdot l^2}{0,215 \cdot l^2} = 0,186$  і свідчить про те, що  $S_1$  в 5,5 рази менше  $S_2$ .

Якщо фактична площа живлення рослин  $S_{\text{ф}}$  менше оптимальної  $S_{\text{опт}}$ , то для таких рослин не вистачатиме поживних речовин, а тому коренева система проникатиме в зону живлення інших рослин і буде пригноблювати їх. При цьому площа незайнятої зони  $S_1$  і  $S_2$  буде зменшуватись, а площа взаємного перетину  $S_3$  і  $S_4$  двох рослин, навпаки, буде збільшуватись. Подальше зменшення відстані між насінням відповідно веде до зменшення площі живлення і різкого збільшення площі взаємного перетину  $S_3$  і  $S_4$ , рис.1б і рис.1г. З наведеної схеми видно, що площа взаємного проникнення кореневої системи досягне свого максимально допустимого значення у момент перетину кіл в точці  $O$ . В цьому випадку незаймана зона  $S_1$  і  $S_2$  рівна нулю. При цьому значення площі, утвореної перетином двох кіл, можна визначити за виразами:

- для насіння укладеного у вершинах рівностороннього трикутника  $S_3 = R_0^2 \left( \frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$  або з урахуванням того, що  $R_0 = l/\sqrt{3}$ , де  $l$  - відстань між насінням:

$$S_3 = \frac{l^2}{3} \left( \frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 0,06 \cdot l^2;$$

- для насіння, укладеного у вершинах квадрата  $S_4 = R_0^2 \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right)$  або з урахуванням того, що  $R_0 = l/\sqrt{2}$ , де  $l$  - відстань між насінням:

$$S_4 = \frac{l^2}{2} \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right) = 0,285 \cdot l^2.$$

Відношення площ  $\frac{S_3}{S_4} = \frac{0,06 \cdot l^2}{0,285 \cdot l^2} = 0,21$  і свідчить про те, що площа взаємного

проникнення коріння при розміщенні насіння у вершинах рівностороннього трикутника в 5 разів менше, ніж при їх укладанні у вершинах квадрата. Оцінити якість точності укладання насіння вздовж рядка і ширині міжрядь можна за граничним відхиленням фактичної відстані  $l_1$  і  $l_2$  між насінням від ідеальної відстані  $l$ . Отже, межі такого відхилення, будуть визначатись площею взаємного проникнення кореневої системи. Для зручності позначимо це відхилення вздовж рядка символом  $\delta$ , а по ширині міжрядь символом  $\delta_1$ , і назовемо його граничним відхиленням точності вкладання насіння. За нашими даними нерівномірність точного висіву  $\delta$  вздовж рядка і ширині міжрядь не залежить від площі живлення рослин і її максимальне значення становить 13,4%.

Очевидно, що розв'язати таку складну задачу, як забезпечення рівномірного розподілу

насіння по площі поля, можна тільки за допомогою синтезу, взявши при цьому за основу пневмомеханічний висівний апарат барабанного типу з горизонтальною віссю обертання, основними конструктивними параметрами якого є діаметр  $D$  і довжина  $L$  барабана.

На нашу думку в основу синтезу висівних апаратів необхідно покласти метод перетворень і трансформації, що використовується при побудові геометричних тіл. Для цього на осі  $Ox$  координатної системи  $XOYZ$ , що наведена на рис.2, покажемо схематичне зображення висівного елемента у вигляді циліндра і прийемо його за вихідне положення 1.

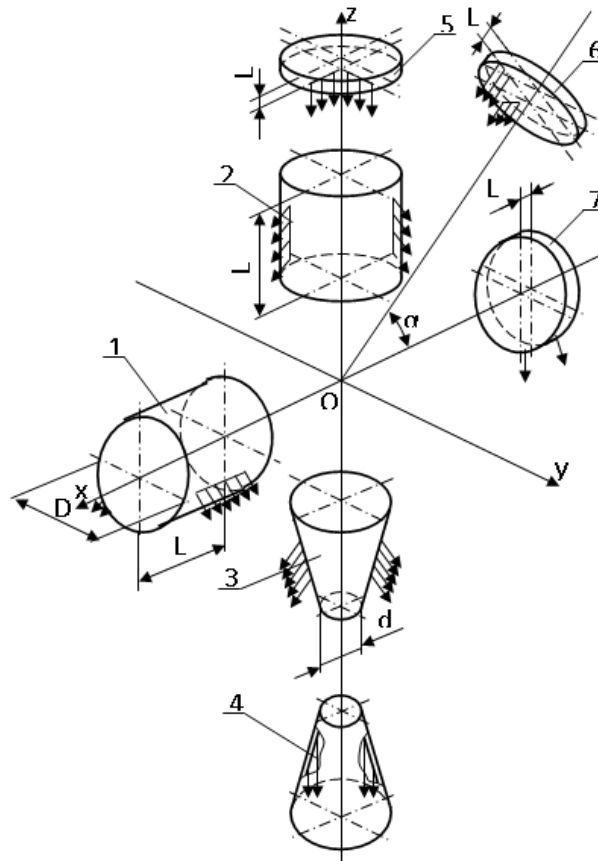


Рисунок 2. Схема синтезу пневмомеханічних висівних апаратів  
\* стрілками позначено потоки висіву насіння

Основними обмеженнями, що накладаються на об'єкт синтезу є:

- 1) форма висівного елемента – циліндр, конус, диск;
- 2) місце розміщення комірчин на поверхні висівного елемента – зовнішнє, внутрішнє;
- 3) розташування осі висівного елемента в просторі – горизонтальне, вертикальне, нахилене;
- 4) місце розташування зони розвантаження комірчин – нижнє, бічне, торцьове.

За основний критерій, який оцінює ефективність розробки, можна прийняти коефіцієнт заповнення комірчин насінням та їх розвантаження

$$\delta = \frac{n}{100},$$

де  $n$  – кількість висіяних насінин, що припадають на 100 послідовно пройдених комірчин через зону висіву, шт.

В ідеальному варіанті  $\delta = 1$ , а тому високоефективним можна вважати такий апарат, який забезпечує 100% заповнення комірчин насінням і відповідно насіння в рядку вклатиметься без пропусків. В якості додаткових показників, що визначають ефективність розробки, можна прийняти енергомісткість процесу, тобто глибину розрідження  $H$  ( $\text{H}/\text{m}^2$ ), що створюється в апараті та питому матеріаломісткість

$$M = \frac{m_a}{10^4 \cdot B}, \text{ кг/м}$$

де  $m_a$  – маса висівного апарата, кг;  $B$  – ширина захвату сівалки (висівного апарата), м.

З наведеної схеми видно, що при повороті висівного елемента на  $90^\circ$  він займе положення 2 і перетвориться у висівний елемент з вертикальною віссю обертання  $OZ$ . При цьому зони розвантаження комірчин, виконаних на зовнішній поверхні висівного елемента, будуть розміщуватись симетрично по боках циліндра, що дає можливість зменшити матеріаломісткість його конструкції. Однак умови розвантаження комірчин будуть дещо гірші, ніж в положенні 1.

При збільшенні діаметра  $D$  верхньої основи циліндра, що знаходиться в положенні 2, твірна висівного елемента відхилитиметься від вертикальної осі на кут  $\gamma$  і описуватиме поверхню, яка трансформується з циліндричної в конічну. Таким чином циліндричний висівний елемент з вертикальною віссю обертання трансформується в конічний висівний елемент, менша основа якого спрямована до низу, положення 3. При цьому умови розвантаження комірчин поліпшуються і є можливість зменшити матеріаломісткість конструкції висівного апарата, оскільки зберігається як і у варіанті 2 бокове розвантаження комірчин.

При зменшенні діаметра  $D$  верхньої основи циліндра (положення 2) висівний елемент також трансформується в конічну форму, але його менша основа спрямована вгору, положення 4. При цьому комірчини доцільно розмістити на внутрішній поверхні висівного елемента, що сприяє заповненню комірчин насінням та зменшенню енерговитрат для створення розрідження. При цьому за рахунок установки в середині висівного елемента насінневловлювачів зберігається бокове розвантаження комірчин, що також дає можливість зменшити матеріаломісткість висівного апарата.

Зменшення довжини  $L$  циліндра і виконання комірчин на його нижній основі або циліндричній поверхні перетворює циліндричний висівний елемент в якісно новий – дисковий, який може мати три виконання – з вертикальною віссю обертання, нахиленою і горизонтальною. Дисковий апарат з вертикальною віссю обертання (положення 5) забезпечує симетричне розміщення зон заповнення комірчин та їх розвантаження. Але горизонтальне розміщення диска з нижнім заповненням комірчин погіршує умови для входження насіння в комірчини. Нахил осі обертання диска (положення 6) поліпшує умови заповнення комірчин насінням і дає можливість для влаштування кількох зон розвантаження комірчин за межами бункера.

Дисковий апарат з горизонтальною віссю обертання (положення 7) забезпечує якісний точний висів насіння, але тільки в один рядок, а тому він не викликає інтересу для висіву насіння зернових колосових культур, оскільки через габаритні розміри не придатний для вузькорядної сівби. Такі апарати широко застосовуються для висіву насіння тільки просапних і овочевих культур.

Таким чином проведені дослідження показали, що пневмомеханічні барабанні висівні апарати можуть бути тільки шести типів. Розроблені нами схеми висівних апаратів наведені на рис.3 ( 1 – барабанний апарат з горизонтальною віссю обертання; 2 – барабанний апарат з вертикальною віссю обертання і комірчинами розміщеними на його зовнішній поверхні; 5 – барабанний апарат з вертикальною віссю обертання і комірчинами розміщеними на його нижній основі; 6 – барабанний апарат з нахиленою віссю обертання і комірчинами розміщеними на його нижній основі; 3 – барабанний апарат з вертикальною віссю обертання і комірчинами розміщеними на зовнішній поверхні конуса; 4 – барабанний апарат з вертикальною віссю обертання і комірчинами розміщеними на внутрішній поверхні конуса. Принцип роботи таких апаратів ґрунтується на присмоктванні насіння до комірчин за рахунок розрідження, що створюється всередині висівного елемента і виносу їх із зони заповнення в зону висіву, звідки воно спрямовується до сошників.

Аналіз робочого процесу таких апаратів показує, що основним параметром, який впливає на якість однозернового відбору і виносу насіння в зону висіву, є сила присмоктвання. Для визначення сили присмоктвання розглянемо схеми рівноваги сил (рис.4), що діють на насінину при обертанні кожного з наведених висівних елементів в суцільному зерновому шарі. З наведеної схеми видно, що для барабанного і дискового апаратів значення сил в різних точках буде змінюватись.

Найбільш характерними точками траєкторії руху насіння для цих типів апаратів є точки  $KMQL$

(для барабанного з горизонтальною віссю обертання) і  $ABCD$  (для дискового з нахиленою віссю обертання), в яких значення сил змінюється в залежності від висоти зернового шару.



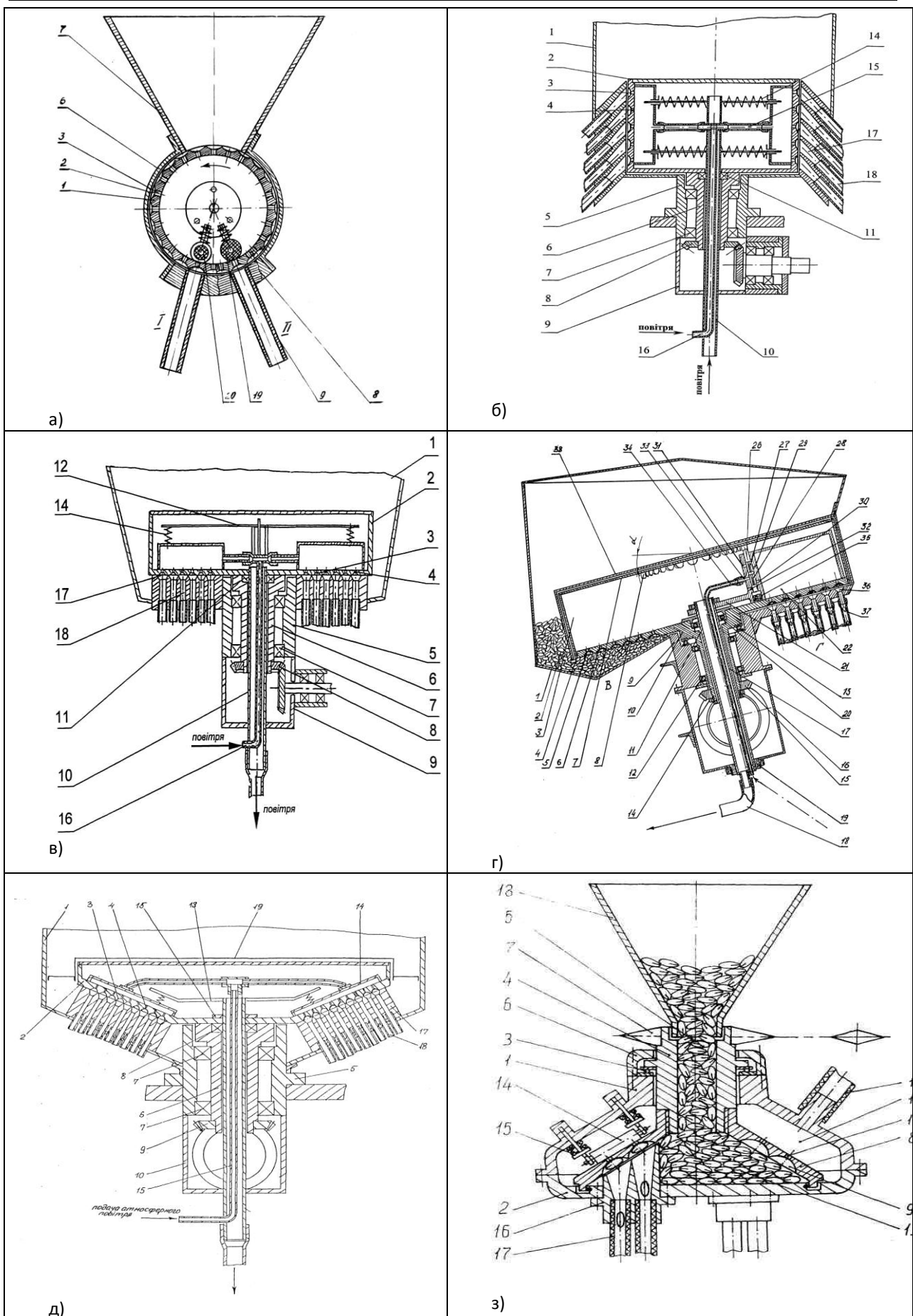


Рисунок 3. Схеми пневмомеханічних апаратів барабанного типу централізованого висіву

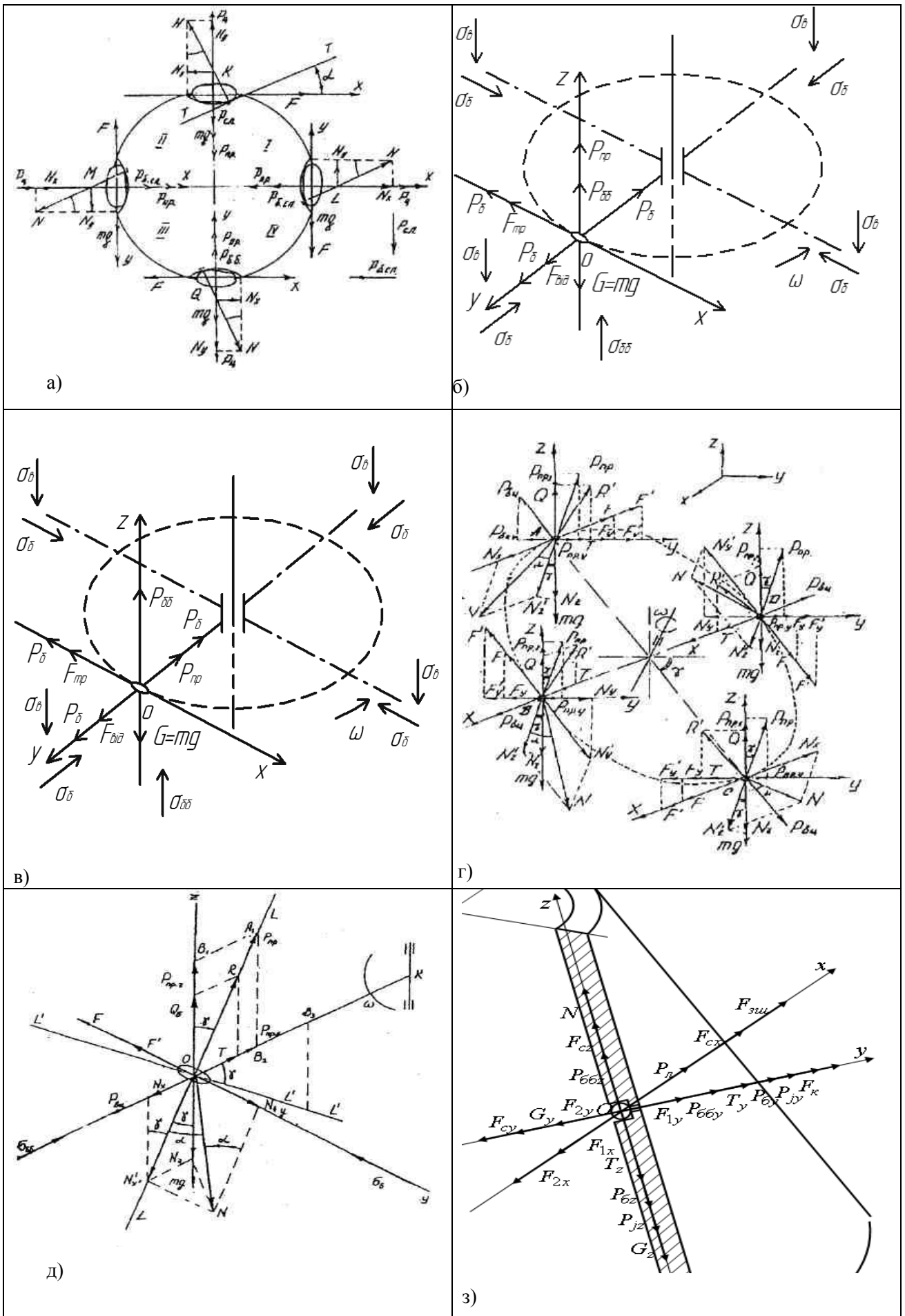


Рисунок 4. Схеми рівноваги сил, що діють на насініну при її обертанні в зерновому шарі

Для апарата з конічним висівним елементом та барабанного і дискового з вертикальною віссю обертання в будь якій точці траєкторії руху насіння значення сил буде сталим.

Записавши умову рівноваги сил в кожній із зазначених точок у вигляді системи трьох рівнянь після їх розв'язку отримаємо відповідні рівняння, які дають можливість визначити значення сили присмокування в найбільш характерних точках:

- для апарата барабанного типу з горизонтальною віссю обертання і зовнішнім розміщенням комірчин (точка Q):

$$P_{np} = m \cdot \omega^2 \cdot R + \varepsilon' \cdot n' \cdot K_{\delta} \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot \left( \frac{1}{2} \pi \cdot r^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha - \varepsilon' \cdot l_2 \cdot a \right) + mg, \quad (1)$$

де  $m$  – маса насіння;  $\omega$  – кутова швидкість обертання барабана;  $R$  – радіус кола, що описує центр комірчини;  $\varepsilon'$  – коефіцієнт бокового розпору насіння;  $n'$  – коефіцієнт, який враховує вертикальні сили тертя насіння об стінки бункера (коефіцієнт зависання);  $K_{\delta}$  – поправний коефіцієнт, який враховує динамічність навантаження;  $\rho$  – насипна щільність насіння;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $h$  – глибина розміщення точки прикладання тиску під шаром насіння (висота шару насіння в бункері);  $\pi = 3,14$ ;  $r$  – радіус поперечного перерізу насіння;  $\alpha$  – кут відхилення дотичної до основи комірчини в точці дотику;  $l_2$  – довжина насіння;  $a$  – ширина насіння.

- для апарата барабанного типу з вертикальною віссю обертання і розміщенням комірчин на зовнішній поверхні барабана (точка O):

$$P_{np} = m \cdot \omega^2 \cdot R + \pi \cdot r^2 \cdot l \cdot f \cdot \varepsilon' \cdot n' \cdot K_{\delta} \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot \left[ \left\{ \frac{(\sin \alpha + f \cos \alpha)(b + f_1 \cdot a)}{f \cdot R} - (\sin \gamma + f_1 \cos \gamma) \right\} + \frac{(b + f \cdot a)}{f \cdot R} (\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha) - (\cos \gamma - f_1 \cdot \sin \gamma) \right] + G \frac{\sin \beta - f \cdot \cos \beta}{\cos \beta + f \cdot \sin \beta}, \quad (2)$$

тут  $l$  – піввісь насіння-еліпса;  $f$  – коефіцієнт тертя насіння об насіння;  $f_1$  – коефіцієнт тертя насіння об поверхню комірчини;  $\beta$  – кут, який утворює дотична до насіння і комірчини у точці  $E$  з твірною циліндра;  $\gamma$  – кут, який утворює дотична до насіння у точці контакту з насінною;

- для апарата барабанного типу з вертикальною віссю обертання і розміщенням комірчин на нижній основі барабана:

$$P_{np} = m \cdot \left( g - \frac{\omega^2 \cdot R \cdot (f \cdot \sin \beta - \cos \beta)}{f \cdot \cos \beta + \sin \beta} \right) - (\varepsilon')^2 \cdot n' \cdot K_{\delta} \cdot \rho \cdot g \cdot h \times \\ \times \left[ l \cdot b + (f \cdot l \cdot b + \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot r^2) \cdot \frac{f_1 \cdot \sin \alpha - \cos \alpha}{f_1 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha} \right], \quad (3)$$

тут  $f$  – коефіцієнт тертя насіння об насіння;  $f_1$  – коефіцієнт тертя насіння об поверхню комірчини.

- для апарата барабанного типу з нахиленою віссю обертання і розміщенням комірчин на нижній основі барабана (точка C):

$$P = \frac{1}{\sin \gamma \cdot \cos \gamma} \left\{ m \cdot (\omega^2 \cdot R \cdot \cos \gamma + g) + r \cdot \varepsilon' \cdot n' \cdot K_{\delta} \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot \left\{ l \cdot [(1 + \sin \gamma) - \varepsilon' \cdot l \cdot (1 + \cos \gamma)] + \left[ \frac{1}{2} \pi \cdot r + f \cdot l \cdot \sqrt{(1 + \sin \gamma)^2 + (\varepsilon')^2 \cdot (1 + \cos \gamma)^2} \right] \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot \cos \gamma \right\} \right\}, \quad (4)$$

тут  $\gamma$  – кут нахилу висівного елемента до горизонту.

- для конічного апарата барабанного типу з вертикальною віссю обертання і зовнішнім розміщенням комірчин:



$$P_{np} = r \cdot \varepsilon' \cdot n' \cdot K_o \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot ctg \alpha \cdot \left[ \frac{1}{2} \pi \cdot r + f \cdot l \sqrt{(1 + \sin \gamma)^2 + (\varepsilon')^2 (1 + \cos \gamma)^2} \right] + \frac{m \cdot (\omega^2 \cdot R + g) - l \cdot r \cdot \varepsilon' \cdot n' \cdot K_o \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot [(1 + \sin \lambda) + (1 + \cos)]}{\sin \gamma + \cos \gamma},$$

(5)

тут  $f$  - коефіцієнт тертя насінини об поверхню комірчини;  $l$  - середня довжина насінини;  $\gamma$  - кут нахилу твірної конусної поверхні висівного елемента до горизонту;

- для конічного апарата барабанного типу з вертикальною віссю обертання і внутрішнім розміщенням комірчин:

$$P_{np} = m \cdot \left\{ g \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \sqrt{\frac{4 \cdot r^2}{d_o^2} - 1} + \omega^2 \cdot R \cdot \cos \alpha \sqrt{\frac{4 \cdot r^2}{d_o^2} - 1} - \sin \alpha) \right\},$$

(6)

тут  $d_o$  - діаметр присмоктувального каналу.

Найбільш ефективним рішенням другої задачі, на нашу думку, є висів насіння в свіжозораний ґрунт з одночасним його ущільненням у рядках і з стабілізацією водно-повітряного режиму в кореновому шарі. Це дасть можливість технологічний процес сівби зернових колосових культур, що складається з п'яти операцій, за рахунок виключення з нього самоосідання ґрунту та двох передпосівних культивувань, скоротити до двох операцій, сумістивши ущільнення ґрунту з сівбою, тобто він відповідно до нової технології протікатиме за схемою наведеною на рис.5.

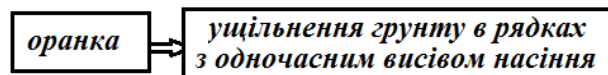


Рисунок 5. Схема технологічного процесу ресурсоощадної технології сівби зернових колосових культур

Очевидно, що такий агротехнічний прийом можна реалізувати за схемою двохярусного висіву насіння зернових колосових культур і туків у свіжозораний ґрунт, наведеною на рис.6.

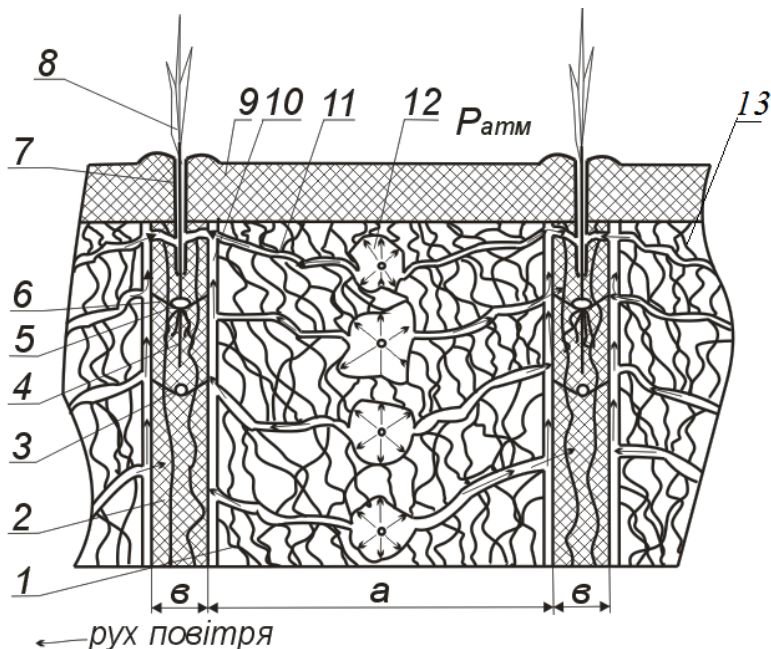


Рисунок 6. Схема двохярусного висіву насіння і туків у свіжозораний ґрунт з стабілізацією водно-повітряного режиму в кореновому шарі:

1 – міжряддя; 2 – рядок; 3 – туки; 4 – первинні корені; 5 – насінина; 6 – насінневе ложе; 7 – прорізана щілина; 8 – стебло; 9 – поверхнева кірка; 10 – вертикальна тріщина; 11 – бічні тріщини; 12 – пори; 13 – капілярна система

Під час переміщення посівного агрегату по поверхні свіжозораного поля його робочі органи ущільнюють ґрунт окремими рядками 2 шляхом вдавлення до утворення щілин, у яких спочатку висівають туки 3, а потім насіння 6. При цьому ґрунт у міжряддях 1 не обробляють, а залишають в розпушеному стані. Найбільш виразно запропонований спосіб сівби відрізняється від відомих тим, що поверхневий шар ґрунту ущільнюють окремими смугами шириною кратною, наприклад, 3...5 рядкам на глибину 2...3 см, а по центру кожного рядка 2 прорізають щілину 7 глибиною меншою, наприклад, на 10 мм від глибини загортання насіння і шириною не більше 5мм. Таким чином над міжряддями утворюється поверхнева щільна кірка 9, яка перешкоджає інтенсивному випаровуванню води з поверхні поля. Це створює більш сприятливі умови для зволоження тільки тої частини об'єму ґрунту, в якому з насіння зернових культур проростають паростки, розвивається їх коренева система до моменту виходу на денну поверхню. При цьому до міжрядь, в яких знаходиться насіння бур'янів, навпаки створюється мінімальний приток вологи. Подача і насичення повітрям ґрунту в рядках 2 відбувається наступним чином. Вдень, при нагріванні поверхні поля, тепло поступово передається до нижніх шарів ґрунту, внаслідок чого він разом з повітрям, що знаходиться в порах 12, нагрівається і розширюється. При цьому тиск зростає і під його дією між агрегатні зв'язки руйнуються, а в новоутворені тріщини 11 проникає повітря. Таким чином через прорізану в поверхневій кірці по центру кожного рядка щілині забезпечується постійний підйом-опускання повітря, внаслідок чого відбувається аерація (насичення повітрям) ґрунту, що знаходиться в рядках, та виведення з нього вуглекислого газу в період від фази проростання насіння до фази кушіння.

Наші теоретичні припущення підтверджуються експериментальними дослідженнями з висівом насіння пшениці у розпушений ґрунт (що імітує свіжозоране поле) з стабілізацію водно-повітряного режиму в кореновому шарі, рис.7.



Рисунок 7. Загальний вигляд ящиків з пророслим насінням:

1– пшениця Либідь; 2 – озиме тритикале Раритет; 3 – ячмінь Гелос; 4 – жито Синтек 38

Так, отримані результати показали, що у всіх чотирьох варіантах першими на денну поверхню вийшли паростки з насіння висіяного в ущільнених рядках з прорізними щілинами, а в не ущільнених рядках і без щілин. Тут вони з'явилися на три дні пізніше. В цілому схожість насіння висіяного в рядки з прорізними щілинами у ячменю становила 100%, у тритикале 90%, у жита 80%, а у пшениці тільки 70%. Однак загальний розвиток рослин і їх ріст після виходу на денну поверхню відрізнявся за інтенсивністю. Так, найбільш інтенсивно розвивався ячмінь. Його стебла виявились товстими, міцними, мали соковито-зелений колір, в той час як у тритикале вони були тонкими, а у пшениці навіть ослабленими. При цьому і висота стебел була різною. Так, в рядках з прорізними щілинами, висота стебел на 12 день після висіву у тритикале була найвищою і становила 17см, у жита 15см, у ячменю 12см, у пшениці 9см, а в рядках без прорізів вона була в три рази меншою. Найвищою вона була у ячменю і становила 5см, у пшениці і тритикале 4см, а у жита тільки 3см. На нашу думку основною причиною відставання у рості пшениці є негативний

вплив супіщаного ґрунту, в якому висівалось насіння дослідних культур. З отриманих результатів видно, що негативного впливу ґрунту на розвиток стебел не зазнали тільки тритикале і жито.

Таким чином на підставі отриманих результатів досліджень можна стверджувати, що висів насіння в ущільнених рядках у свіжозораному ґрунті та з ущільненим його поверхневим шаром і прорізними щілинами над кожним рядком, забезпечує стабілізацію водно-повітряного режиму в кореновому шарі, що створює сприятливі умови для проростання насіння зернових колосових культур.

Очевидно, що такий агротехнічний прийом можна реалізувати за допомогою ґрунтообробно-посівної секції, наведеною на рис.8. Технологічний процес висіву насіння у свіжозораному ґрунті з стабілізацією в ньому водно-повітряного режиму здійснюється наступним чином.

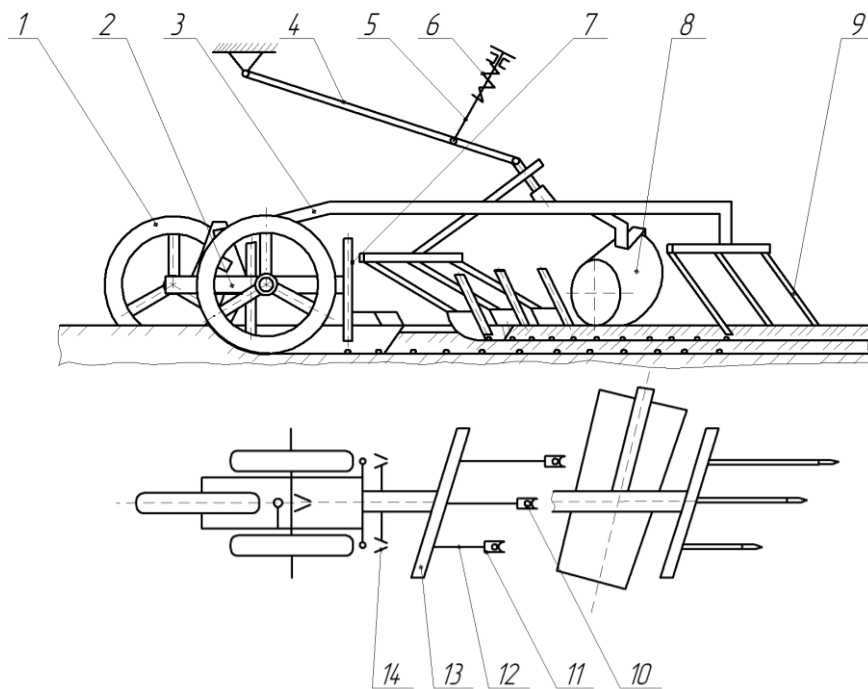


Рисунок 8. Конструктивно-технологічна схема ґрунтообробно-посівної секції для висіву насіння у свіжозораному ґрунті з стабілізацією в ньому водно-повітряного режиму:

- 1 – кільчатий коток; 2 – рамка; 3 – штаба; 4,12 – повідець; 5 – натискна штанга; 6 – пружина; 7 – тукопровід; 8 – конічний коток; 9 – зубовий загортач; 10 – насіннепровід; 11 – кілевидний сошник; 13 – траверса; 14 – загортач

Під час переміщення ґрунтообробно-посівної секції по поверхні поля кільчаті котки наносять інтенсивні удари по великих і малих грудках, внаслідок чого вони подрібнюються. При цьому відбувається вирівнювання поверхні поля та ущільнення ґрунту під ободом котків на всю глибину орного шару, а радіально-балансирна підвіска секції дає можливість коткам добре копіювати мікрорельєф поля. Виконання котків у вигляді кілець з шприхами та їх взаємне розміщення з входженням частини обода середнього котка в робочий простір між двома крайніми котками забезпечує ефективне подрібнення і перемішування ґрунту, яке відбувається внаслідок його взаємодії з зовнішньою і внутрішньою поверхнею обода. При цьому зустрічний рух переднього і двох задніх ободів сприяє процесу інтенсифікації подрібнення ґрунту, знищенню бур'янів та забезпечує самоочищення котків і підвищує їх прохідність на перезволожених ґрунтах. Після проходження ущільнювача-бороздкоутворювача в ґрунті залишається борозенка з заданою глибиною (8...10 см) на дно якої спочатку висіваються туки, а при подальшому переміщенні агрегату вона разом з туками, внаслідок самоосипання ґрунту, закривається.

Відповідно до прийнятого технологічного процесу сошник для загортання насіння повинен йти по сліду ущільнювача-бороздкоутворювача, тобто по сформованій котком щілині і мати з ним однакову товщину, а тому він в порівнянні з аналогами буде працювати в значно легших умовах. У зв'язку з цим його функціональне призначення можна звести до виконання двох операцій – формування твердого насінневого ложа на строго заданій глибині та вкладання насіння. Ущільнення ґрунту і формування твердого насінневого ложа здійснюється під дією пружних сил, що виникають внаслідок прогину повідка під час примусового опускання кіля в борозенку на

задану глибину загортання насіння. Застосування пружного повідка для установки кіля забезпечує стабільність його ходу у вертикальній площині з незначними коливаннями, що не перевищують допустимі значення межі відхилення від заданої глибини загортання насіння.

При подальшому переміщенні посівного агрегату відбувається переміщення конічним котком ґрунту від меншої основи в сторону більшої, внаслідок чого борозенки засипаються, а під дією маси котка ґрунт під ним ущільнюється на глибину до 0,04 м і таким чином штучно створюється вологозахисна кірка [12]. Для прорізання в поверхневій кірці аераційної щілини шириною до 5 мм і глибиною меншою на 10 мм від глибини загортання насіння ззаду конічного котка по центру кожного рядка встановлено пружинний зуб 9.

Використання запропонованої ресурсощадної технології сівби дозволяє за рахунок рівномірного розподілу насіння по поверхні поля та висіву насіння у свіжозораний ґрунт з стабілізацією в ньому водно-повітряного режиму створити найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин і за рахунок цього підвищити врожайність зернових колосових культур на 8...13 ц/га. В порівнянні з відомими технологіями всі операції запропонованої ресурсощадної технології виконуються за один прохід агрегату, що знімає напруження при виконанні осінньо-польових робіт, при цьому число технологічних операцій скорочується з п'яти до двох, завдяки чому витрати пального зменшуються в три рази,

Таким чином на підставі викладеного можна зробити наступні **висновки**:

1. Запропонована ресурсощадна технологія сівби в порівнянні з традиційною технологією, а також з технологіями, що ґрунтуються на нульовому або мінімальному обробітку ґрунту, забезпечує найбільш сприятливі умови для проростання насіння зернових колосових культур та наступного їх росту і розвитку та створює несприятливі умови для проростання насіння бур'янів, завдяки чому врожайність підвищується на 8...13 ц/га.

2. Проведений аналіз і синтез висівних апаратів за їх конструктивними відмінностями дав можливість точно встановити, що серед різновиду барабанних пневмомеханічних апаратів централізованого висіву для реалізації пунктирного або координатно-однзернового висіву насіння зернових колосових культур є тільки шість типів, а тому намагання створити принципово нову конструктивно-технологічну схему такого апарата будуть безуспішними. Подальші пошукові роботи пов'язані з розробкою ефективного висівного апарата точного висіву необхідно зосередити тільки на удосконаленні конструкції та теоретичних дослідженнях впливу основних конструктивно-технологічних параметрів на якість однзернового висіву насіння.

3. Отримані аналітичні залежності (1), (2), (3), (4),(5) і (6) дають можливість для кожного типу висівного апарата з достатньою точністю визначити значення сили присмоктування насінини до комірчини висівного елемента залежно від його конструктивно-технологічних параметрів та фізико-механічних властивостей насіння культур, що висіваються.

4. Розроблена ґрунтообробно-посівна секція забезпечує висів насіння у свіжозораний ґрунт і дає можливість всі операції технологічного процесу ресурсощадної технології сівби зернових колосових культур провести за один прохід агрегату і вилучити при цьому з технологічного процесу дві культивациі та період часу з 3...5 тижнів необхідний для самоосідання ґрунту, що знімає напруження при виконанні осінньо-польових робіт і зменшує витрати пального в три рази.

1. Погорілий В.Л., Шейченко В.В. 2006. Американські технології ближчі українським сільгоспвиробникам. Техніка АПК. Науково-технічний журнал. №11. с.14-15.

2. Лещенко С.М., Сало В.М. 2013. Технічне забезпечення збереження родючості ґрунтів в системі ресурсозберігаючих технологій. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 43, ч.1.-Кіровоград: КНТУ. – с.96-102.

3. Свірень М.О., Лещенко С.М., Бойко А.І., Банний О.О. 2011. Результати експериментальних досліджень роботи посівних машин для системи точного землеробства. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 41, ч.1.- Кіровоград: КНТУ. – с.208-216.

4. Синягин И.И. 1975. Площади питания растений. Россельхозиздат. – 333с.

5. Нанаенко А.К. 1990. О равномерности распределения растений по площади поля// Техника в сельском хозяйстве.-1990. -№ 3. - С. 37 -38.

6. Хоменко М.С., Зырянов В.Ф., В.А. Насонов.1989. Механизация посева зерновых культур и трав. Справочник. – К.: Урожай. – 168с.

7. Басин В.С., Брей В.В., Погорельый Л.В. и др.1987. Машины для точного посева пропашных культур: конструирование и расчет/ Басин В.С., Брей В.В., Погорельый Л.В., Шабранский В.А., Колесников Ю.П. Под ред. Погорелого Л.В. – К.: Техніка. 151с.

8. Набатян М.П., Пологих Д.В. 1978. Оценка качества глубины заделки семян зерновыми сеялками// Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. -№ 4. -С. 55 - 56.



9. Осин А.Е., Радкевич Г.Я. 1984. Влияние равномерности распределения семян в рядке и по глубине заделки при различной норме высева на урожай озимой ржи. - В кн.: Точный посев зерновых и пропашных культур. - М.: ВИСХОМ. - С. 27 - 29.
10. Шведик М.С. 2012. Двоярусний спосіб висіву насіння та внесення добрив. Патент на корисну модель № 72233 А01С 7/00. Заявл. 10.08.2012; опубл. 10.08.2012. Бюл. № 15.
11. Шведик Н.С. 1989. А.с. № 1454278 (СССР). Способ ориентированного посева семян зерновых культур. - Заявл. 20.02.85, № 3856516/ 30-15.; Опубл. в Б.И., № 4, 1989.
12. Шведик М.С. 2012. Спосіб сівби зі стабілізацією водно-повітряного режиму в кореновому шарі. Патент на корисну модель № 72236 А01С 7/00. Заявл. 10.08.2012; опубл. 10.08.2012. Бюл. № 15.
13. Гудзь В.П. 1984. Агробиологическое обоснование точного посева интенсивных сортов озимой пшеницы. - В кн.: Точный посев зерновых и пропашных культур. - М.: ВИСХОМ. - С. 11 - 15.
14. Бузенков Г.М., Ма С.А. 1976. Машины для посева сельскохозяйственных культур. М., Машиностроение. – 272с.
15. Ивко Г.А. 1986. Рабочий процесс и обоснование параметров пневматического высевающего аппарата для однозернового высева семян пшеницы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. Волгоградский сельхозинститут.- 20с.

**Шведик Н.С., Теоретические основы ресурсосберегающей технологии высева семян зерновых культур и технических средств для ее реализации.** В статье приведены результаты разработки новой ресурсосберегающей технологии сева, которая обеспечивает наиболее благоприятные условия для прорастания семян зерновых колосовых культур в свежеспаханной почве и создает неблагоприятные условия для прорастания семян сорняков, благодаря чему урожайность повышается на 8...13 ц/га, а также конструктивные схемы технических средств для ее реализации за один проход агрегата и аналитические выражения для определения силы присасывания семян к ячейкам высевающих элементов.

**Ключевые слова.** равномерное распределение, площадь питания, свежеспаханная почва, ряды, уплотнение, сев, семена, поверхностный слой, синтез, высевной аппарат, сила присасывания, почвообрабатывающе-посевная секция, сила прилипания.

**Shvedik M. Theoretical basis of resource saving technology of spiked cereals seeds seeding and of technical means for its realization.** In the article the results of development of new seeding technology which save the resources are given. It provides the most favourable conditions for germination of spiked cereals seeds in fresh tilled soil and creates unfavourable conditions for the germination of weed seeds. Thus the yield is increased by 8 ... 13 dt/ha.

Based on the analysis and synthesis of seeding mechanism is established that among a variety of drum pneumatic mechanical mechanism of centralized seeding for realization of precision seeding of spiked cereals seeds there are only six types. Further exploratory researches needs to be focus only on improving of the constructions and theoretical researches of the influence of the main parameters on the single-seed seeding quality.

In the article the analytical dependences for define of the seeds strength suction to seed cell of its structural and technological parameters and physical and mechanical properties of crop seeds which are sown are given.

Developed section for fresh tilled soil tilling and seeding seeds in it enables all technology operations that save resources to conduct in a single pass of unit. Herewith from technology process two cultivations are removed, and also a time period of 3 ... 5 weeks which is required for height self-reduction of the soil that takes the pressure of by carrying out the autumn field work and reduces fuel loss thrice.

**Keywords:** uniform distribution, feeding area, fresh tilled soil, rows, compaction, seeding, seed, surface soil, synthesis, seeding mechanism, strenght suction, tillage sowing section.

Стаття надійшла в редакцію 05.05.2014 р.