

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

**Кваліфікаційна робота
на правах рукопису**

ФЕДУТИК ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 331.331

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**РОЗРОБКА СОШНИКА ДЛЯ ПОСІВУ ЗЕРНОВИХ
КУЛЬТУР З ВНЕСЕННЯМ ДОБРИВ НИЖЧЕ РІВНЯ
НАСІННЯ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Федутік О.О.

.

Керівник роботи
Боровський В.М.
старший викладач

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Федутик Олександр Олександрович. Розробка сошника для посіву зернових культур з внесенням добрив нижче рівня насіння. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В кваліфікаційній роботі проведено аналіз існуючих конструкцій сошників сівалок для пошарового посіву насіння зернових культур та внесення добрив показав, що, незважаючи на їх різноманіття конструкцій сошників, не завжди забезпечуються рівномірний розподіл насіння по глибині посіву. Цей недолік можливо усунути за рахунок обґрунтування конструктивних параметрів комбінованого сошника включає паралелограмну навішування, який забезпечує стійкість руху у вертикальній площині, що позначається на поліпшенні рівномірності загортання насіння по глибині.

Випробування дозволили встановити ефективність зернової сівалки з модернізованими сошниками при посіві зернових культур: підвищення польової схожості за рахунок покращення засвоюваності добрив призводить до скорочення терміну появи сходів на 2...3 дні, в інтервалі глибини загортання насіння 0,06...0,07 м. розміщено 87 % загальної кількості насіння проти 75 % насіння, заробленого серійним сошником, що дає збільшення врожаю на 13...15%.

Отримані результати можуть бути використані при проектуванні сошників зернових сівалок для посіву з нанесенням добрив нижче за рівень насіння.

Ключові слова: сошник, посів, добрива, сівалка, глибина, насіння.

ANNOTATION

Fedutyk Oleksandr Oleksandrovykh. Development of a coulter for sowing grain crops with fertilization below the seed level. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

In the qualification work, an analysis of existing designs of seeder coulters for layer-by-layer sowing of grain seeds and fertilization showed that, despite their variety of coulter designs, they do not always ensure uniform distribution of seeds over the sowing depth. This disadvantage can be eliminated by substantiating the design parameters of the combined coulter including a parallelogram linkage, which ensures stability of movement in the vertical plane, which affects the improvement of uniformity of seed placement over the depth.

Tests have made it possible to establish the effectiveness of a grain seeder with modernized coulters in sowing grain crops: increased field germination due to improved fertilizer assimilation leads to a reduction in the time of emergence of seedlings by 2...3 days, in the interval of seeding depth of 0.06...0.07 m 87% of the total number of seeds is placed against 75% of the seeds earned by a serial coulter, which gives an increase in yield by 13...15%.

The results obtained can be used in the design of grain seeder coulters for sowing with fertilizer application below the seed level.

Keywords: coulter, sowing, fertilizer, seeder, depth, seeds.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПОСІВНИХ МАШИН ДЛЯ ПОШАРОВОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ І ПОСІВУ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	8
РОЗДІЛ 2. ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ КОМБІНОВАНОГО СОШНИКУ.....	29
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ	34
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	44

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Підвищення ефективності виробництва зерна можливе на основі застосування сучасних енерго- та ресурсозберігаючих технологій, розробки та впровадження нових машин та їх робочих органів. Сьогодні найбільш затребуваними є посівні машини та комплекси, що виконують за один прохід передпосівну культивуацію, посів, внесення добрив, коткування з дотриманням агротехнічних вимог. У технологічному процесі вирощування зернових культур важливу роль відіграє посів, зокрема загортання насіння сошниками на задану глибину.

У ґрунтово-кліматичних умовах існуючі способи посіву не завжди виправдовують себе внаслідок холодної весни з відсутністю ґрунтової вологи. Низька польова схожість зернових пояснюється тим, що в умовах країни посівний шар ґрунту у весняний період часто буває у висушеному стані та для отримання сходів змушені збільшити норму висіву та глибину загортання насіння до 6...8 см (до вологого шару). При відхиленні від заданої глибини закладення насіння знижується врожайність культури. Посів з одночасним внесенням добрив призводить до негативного хімічного впливу насіння та в подальшому зниженням темпу розвитку рослин. Найбільш сприятливим є підґрунтовий смуговий посів із внесенням добрив нижче рівня насіння, це дозволяє мати насіння раціональну площу живлення і надалі розвиватися у напрямку джерела живлення, утворюючи потужну кореневу систему.

Існуючі нині сошники сівалок мало повно відповідають агротехнічним вимогам (кількість насіння, зароблених на заданій глибині, розподіл насіння в рядку) при посіві насіння зернових культур, оскільки відсутні пристрої, що дозволяють сошникам одночасно копіювати рельєф поля і розсіювати насіння смугою на заданій глибині.

Тому дослідження, присвячені розробці сошника, що має паралелограму підвіску для підґрунтового смугового посіву зернових культур із внесенням

добрив нижче рівня насіння та обґрунтування його параметрів, є актуальними та мають важливе економічне та господарське значення для сільського господарства регіону.

Мета роботи – Підвищення ефективності обробітку зернових культур за рахунок стійкості ходу сошника по глибині, що здійснює посів із внесенням добрив нижче рівня насіння.

Для реалізації поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі **завдання**:

- обґрунтувати підґрунтовий смуговий посів насіння зернових культур із внесенням добрив нижче рівня насіння.
- розробити та обґрунтувати основні параметри комбінованого сошника з паралелограмною підвіскою.

Об'єкт дослідження: технологічний процес посіву зернових культур із внесенням добрив нижче за рівень насіння.

Предмет дослідження: закономірності впливу стійкості ходу комбінованого сошника з паралелограмним наваженням на нерівномірність розподілу насіння по глибині.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Федутик О.О.** Аналіз посівних машин для пошарового внесення добрив і посіву насіння зернових культур. Збірник тез ІХ-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 5 квітня 2023 року. Житомир : ЖАТФК. С. 267-269.

2. Боровський В.М. **Федутик О.О.** Конструкція експериментального робочого органу - комбінованого сошника. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики*. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 129-130.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для підприємств АПК представляє розроблений комбінований сошник для

підґрунтового смугового посіву з внесенням добрив нижче рівня насіння для посіву зернових культур.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 17 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 45 сторінок комп'ютерного тексту, містить 34 рисунки та 2 таблиці.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПОСІВНИХ МАШИН ДЛЯ ПОШАРОВОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ І ПОСІВУ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Під час обробітку сільськогосподарських культур велика увага приділяється посіву насіння зернових та інших культур. приділяється посіву насіння зернових та інших культур. Посів здійснюється сівалками. Сівалки за способом посіву поділяються на рядові, квадратно-гніздові, гніздові, пунктирні, розкидні. Вони бувають універсальними, спеціальними та комбінованими.

Універсальні сівалки забезпечують посів різних культур, наприклад, зернові та зернотрав'яні. До спеціальних сівалок належать бавовняні, бурякові, кукурудзяні, овочеві, вони висівають зазвичай одну культуру. До комбінованих належать сівалки, що мають туковисівні апарати. До конструкції сівалок входять висівні апарати, насіннєпроводи, сошники та загортальні пристрої.

Сошники сівалок мають забезпечувати краще загортання насіння, від цього залежить його схожість і розвиток рослин. Розміщення добрив на 2-3 см нижче, ніж насіння, забезпечують живленням рослини, сприяють розвитку їхньої кореневої системи, тому що перебувають у вологому шарі ґрунту.

Існують комбіновані сівалки з пошаровим внесенням добрив і висіванням насіння. До них належать комбінована сівалка СЗК-3,6, яка одночасно з висівом насіння вносить у засіяні рядки стартові дози (25...200 кг/га), а в міжряддях основні дози (100...1000 кг/га) добрив. Добрива загортають однодисковими сошниками на глибину 79...115 мм, а насіння - дводисковими або кільовидними сошниками на глибину 35...89 мм. У цьому разі між насінням і добривами утворюється ґрунтовий прошарок.

Сівалка культиватор СК-3,6 призначена для висівання насіння зернових культур з одночасним внесенням мінеральних добрив нижче рівня посіву насіння.

Сошник у вигляді культиваторної лапи має тукопровід і насіннепровід. Посів насіння здійснюється на глибину 2...5 см. внесення добрив на глибину 8...10 см. Недоліком є те, що дана сівалка використовується тільки для стрічкового посіву (рис. 1).

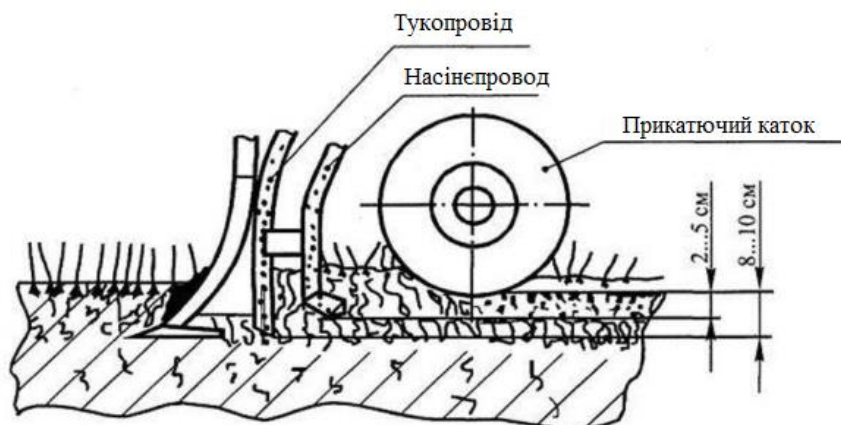


Рис. 1.1. Схема посіву зернових культур сошником сівалки СК-3,6

Розроблено комбінований робочий орган у вигляді стрілкової лапи з долотом для сівалки СЗС-2,1, який забезпечує різноглибинне внесення добрив і висівання насіння (рис. 2). Недоліком застосування долотоподібних сошників є те, що під час використання машин із рамною конструкцією поверхня поля має бути добре вирівняна, під час сівби по мульчі необхідний попередній обробіток культиватором.

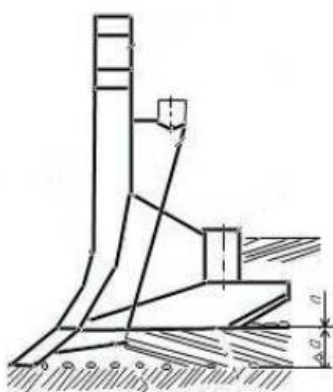


Рис. 1.2. Схема комбінованого робочого органу

Сівалка СЗТ-4 призначена для посіву зернових колосових культур за мінімального обробітку ґрунту, має дискатор БДМ. СЗТ-4 може

використовуватися в різних за кліматом зонах і ґрунтових умовах, у т. ч. на ґрунтах схильних до вітрової, водної ерозії, зокрема й слабокам'янистих.

Вона виконує різноглибинне внесення добрив і посів насіння. Посів відбувається з одночасним прикочуванням. У процесі роботи проводиться регулювання сошників на задану глибину посіву. Є можливість об'єднання бункера для зерна з бункером для добрив. Недоліком є, що сівалка здійснює лише рядовий посів.

Сівалка "Агро-Союз АТД" оснащена пневматичними прикочувальними колесами, вони можуть працювати в умовах високої вологості шляхом регулювання тиску та спеціального малюнка протектора, за рахунок якого відбувається самоочищення коліс від бруду. Кожна смуга посіву прикочується своїм колесом ґрунтоущільнювача, по всій ширині захвату створюється рівномірний тиск на ґрунт. Тим самим забезпечуються сприятливі умови для проростання насіння.

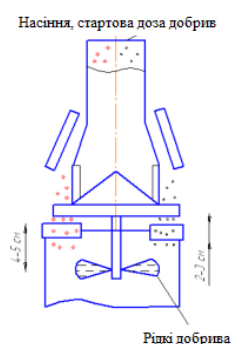


Рис. 1.3. Схема технологічного процесу сошника "Дует", секція сівалки "Агро-Союз АТД"

До складу сівалки входить парний сошник "Дует", він проводить точний і рівномірний широкосмуговий посів на 18-20 см із глибиною посіву до 7 см, у 3...4 рази збільшуючи площу живлення кожного паростка, що підвищує врожайність загалом. У сошника є можливість одночасно вносити рідкі або гранульовані добрива.

Добриво вводиться точно під смуги посіву на глибину 4-5 см нижче її горизонту. При цьому виключається ймовірність хімічного опіку насіння.

Сільськогосподарські витрати скорочуються. Недоліком є дорожнеча і потрібен трактор великої потужності.

У комбінованій сівалки John Deere 1895 встановлено два ряди сошників на відстані 25,4 см для посіву насіння, і третій ряд сошників розміщений у передній частині. Вони забезпечують внесення основних мінеральних добрив. Міжряддя для посіву 25,4 см, міжряддя для добрив 50,8 см. відстань між посівним матеріалом і добривами 127 мм. Добрива вносять глибше, ніж насіння, щоб коріння рослин могло харчуватися, в необхідний термін.

Просапні сівалки здійснюють посів насіння кукурудзи, цукрових буряків, соняшнику, сої тощо. Деякі моделі просапних сівалок так само виконують внесення добрив нижче шару посіву насіння. До них належать універсальна пневматична навісна сівалка СУПН-8А, яка здійснює посів пунктирним способом і одночасно відбувається внесення добрив. Із туковисівних апаратів добрива потрапляють тукопроводами, з них у сошники, закладення відбувається збоку від рядка насіння. Недоліком є те, що посів здійснює лише по деяких видах культур, таких як кукурудза, цукрові буряки.

Бурякова сівалка ССТ-12В (рис. 4), проводить посів каліброваного та дражованого насіння цукрових буряків з одночасним внесенням мінеральних добрив. Добрива туковисівним апаратом подаються в сошник і закладаються в ґрунт окремо від насіння. Коток прикочує ґрунт перед сошником. Недоліком сівалки ССТ-12В є те, що вона не призначена для зернових культур.

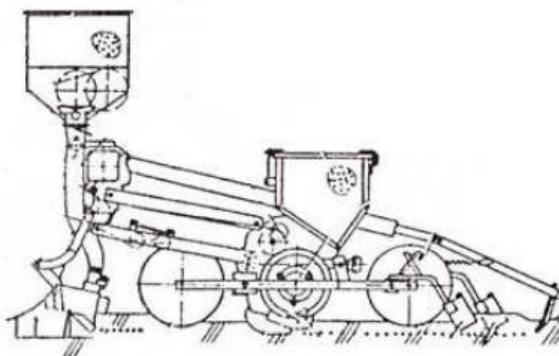


Рис. 1.4. Схема технологічного процесу, що виконується сівалкою ССТ-12В.

Під час посіву овочевого насіння застосовується сівалка СО-4,2 (рис. 5) Насіння висівають пунктирним, гніздовим, широкорядним і стрічковим способами. Полозовидні та дискові сошники закладають добрива на 2-3 см нижче від насіння.

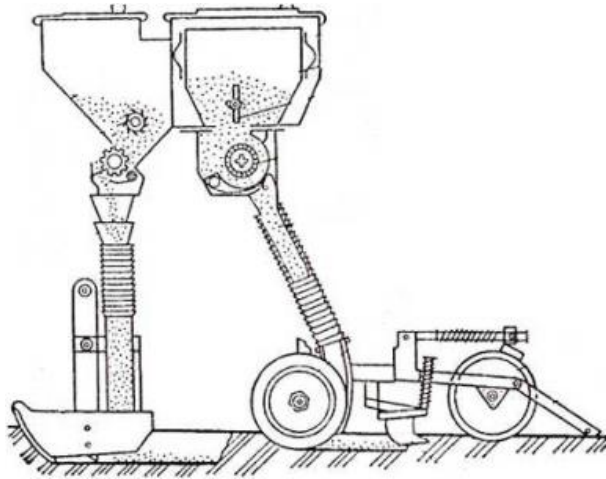


Рис. 1.5. Схема робочого процесу сівалки СО-4,2

Застосування посівних машин із пошаровим внесенням добрив забезпечує живлення насіннєвого матеріалу. Живлення вноситься окремим насіннєпроводом на глибину на 2-3 см нижче загортання насіння, що унеможливилює випалювання первинної кореневої системи. Роздільне внесення - головний аргумент на користь застосування таких сівалок, оскільки фахівці знають, що при внесенні мінерального живлення і змінного матеріалу в одну зону, первинна коренева система під час проростання обпікається, спричиняючи депресію рослини на 5...7 днів. Внаслідок чого відбувається зниження на 15% врожаю, в середньому.

Сошники призначені для утворення борозни, укладання в неї насіння та їх загортання.

За технологічним принципом вони поділяються на дві групи: кочення (дискові) та ковзання (анкерні).

Перша група поділяється на дві підгрупи – дводискові та однодискові.

Друга також на дві підгрупи – з гострим та тупим кутом входження у ґрунт.

Для пошарового посіву насіння та внесення добрив сошники мають форму:

1. полозовидний комбінований застосовується в посівних машинах для просапних культур, овочевих культур.

2. кільцеподібний у зернових сівалках.
3. сошник зі стрілоподібним наральником у картоплесаджалках.
4. сошник з долотом для посіву насіння зернових культур
5. лаповий сошник для підґрунтового-розкидного посіву.

Полозовидними сошниками забезпечені сівалки СУПН-8, СО-4,2

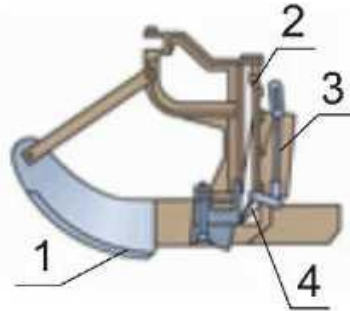


Рис. 1.6. Сошник полозовидний: 1 – наральник; 2 – розруб; 3 – тяга клапана; 4 – клапан призначених для посіву насіння бавовни, та овочевих культур, наприклад буряк.

Полозовідні сошники застосовуються для висіву насіння, що має малу пружність і великий коефіцієнт тертя. Тому наральник має подовжену ножоподібну форму.

Кільцеподібні сошники або анкерні складаються з наральника, корпусу та повідця. Наральник має форму трикутника, нижня частина якого закінчується загостреним кілем. Застосовуються для висіву насіння трав, льону та інших культур. Кільцеподібними сошниками забезпечені посівні сівалки Versatile компанії Ростсільмаш, Amazone Primera DMC (Німеччина), Amazone AD3 Special (Німеччина). Кільцеподібні сошники застосовуються в регіонах із посушливим кліматом. Анкерні сошники встановлені на сівалці Amazone AD3 Special

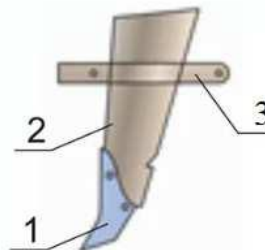


Рис. 1.7. Кілеподібний сошник: 1 – наральник; 2 – розруб; 3 – хвостовик

Долотоподібні сошники має широкозахопний посівний комплекс «Horsch – Агро-Союз» спільного виробництва компанії «Horsch» (Німеччина) та Корпорації «Агро-Союз» (Україна). Парний сошник «дуєт» (рис. 8) забезпечує точний та рівномірний широкосмуговий посів на 18-20 см з глибиною сівби до 7 см. Сошник одночасно може вносити рідкі або гранульовані добрива. Внесення добрив відбувається точно під смуги посіву на глибину 4-5 см нижче за її горизонт. При цьому виключається можливість хімічного опіку насіння. Також з його допомогою можливе одночасне внесення посівної культури та гранульованих добрив. Недоліком є високий тяговий опір.

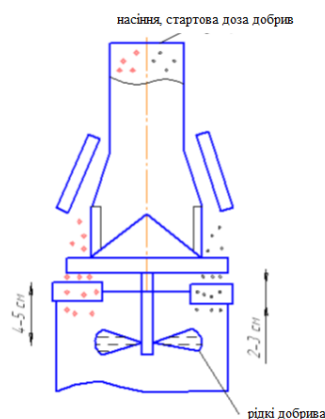


Рис. 1.8. Схема роботи сошника «Дует»

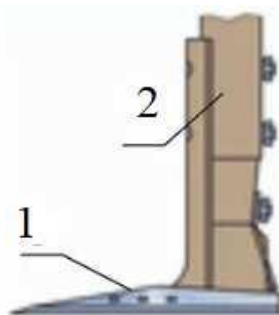


Рис 1.9. Сошник лаповий 1 – лапа; 2 – труба;

Лапові сошники застосовуються в сівалках Horsch Sprinter ST (Німеччина), Morris Concept 2000 (Канада), СЗ-3,6А. Сошник сівалки Horsch Sprinter ST застосовується для смугового сівби на важких ґрунтах. Він забезпечений пружинним запобіжним пристроєм. Сошник сівалки Morris Concept 2000 здійснює суцільний посів на ширину до 15см. Забезпечує одночасне внесення гранульованих добрив окремо від насіння (рис.10).

Переваги лапових сошників у тому, що вони забезпечують раціональну площу живлення, готують щільне ложе для насіння, забезпечують однакову глибину їх загортання. Недоліки сошників - це високий тяговий опір.



Рис. 1.10 сівалка Morris Concept 2000

Розроблений сошник полозовидний комбінований, розроблений для висіву дрібнонасінних сільськогосподарських культур, таких як льон, ріпак і трав, і виконує закладення в ґрунт і вносить добрива.

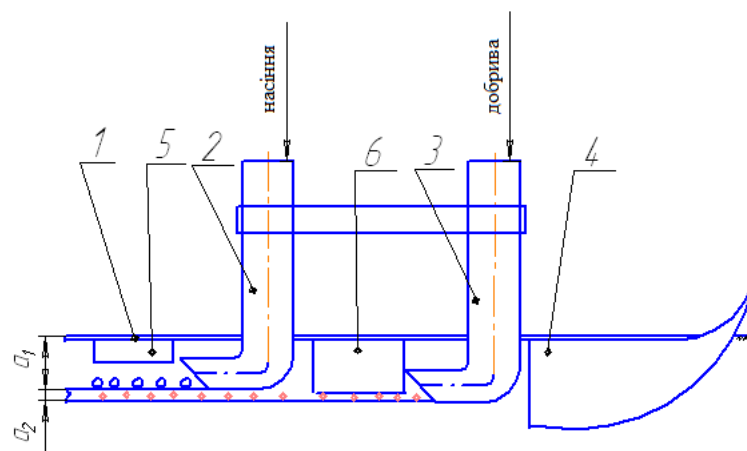


Рис. 1.11. Схема сошника полозовидного комбінованого: 1 – полоз; 2 – ложеутворювач-насіннянаправитель; 3 – бороздоутворювач-туконаправитель; 4 – ніж; 5 – пластина для закриття насіння; 6 – пластина для закриття добрив.

До складу сошника входять полоз лижоподібної форми 1, ножа 4, бороздоутворювача-туконаправителя 3. ложеобрзователь-насіннянаправник 2, вигнутий в нижній частині має косий зріз, формує в ґрунті борозенку необхідної глибини, ущільнює насіннєве ложе.

Недоліком є те, що він може застосовуватися лише для дрібнонасінневих культур.

У деяких сівалках як робочі органи використовуються сошники на основі культиваторної лапи, що одночасно виконують функції робочого органу для передпосівної обробки ґрунту (розпушування та підрізання бур'янів) та робочого органу для посіву (розподіл насіння та їх загортання).

Деякими науковцями запатентовано конструкцію сошника для внесення насіння та твердих добрив.

Даний сошник складається з пустотілої стійки-тримача 2, закріпленої на рамі, і тукопроводу, змонтованого з виступаючими нижче рівня ножів 6, ріжучої лапи 1. тукопровід 4, регулюється по висоті він підпружинений і забезпечений обмежувачами ходу ножа, вгору-вниз, виконаними у вигляді кілець 5, змонтованих на тукопроводі. Механізм регулювання тукопроводу виконаний у вигляді ряду отворів 3, що знаходяться на кронштейні 7.

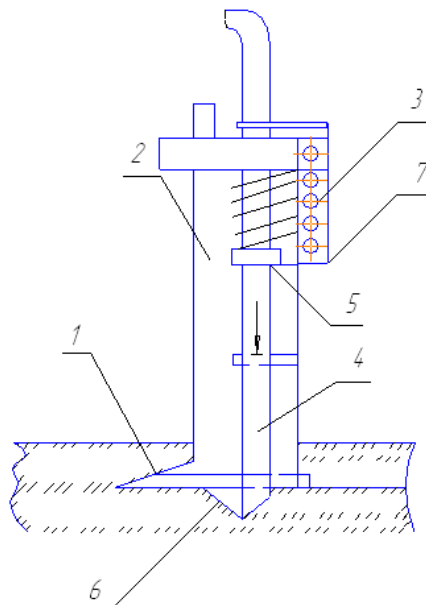


Рис. 1.12. Схема сошника для внесення насіння та твердих добрив 1 – ріжуча лапа; 2 – стійка-дріжач; 3 – отвори; 4 – тукопровід; 5 – кільця; 6 – відбиваюче-ріжучий ніж; 7 – кронштейн.

Перевагою є, що не відбувається забивання ґрунтом. Недоліком конструкції є, що необхідно постійно проводити регулювання тукопроводу по висоті. [3]

В університеті розроблено комбінований робочий орган для різноглибинного посіву насіння, який застосовується для модернізації сівалок СЗС 2,1 (рис. 1.13).

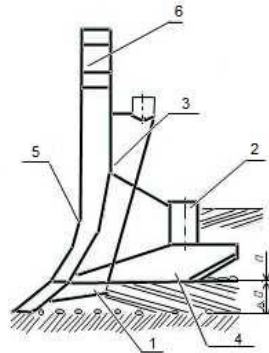


Рис. 1.13. Схема комбінованого робочого органу: 1 – направляючий для добрив; 2 – насіннєпровід; 3 – тукопровід; 4 – стрілочаста лапа; 5 – долото; 6 – отвір для кріплення.

Пристрій дозволяє укладати насіння та добрива на різну глибину посіву. Робочий орган стрілочаста лапа 4 має долото 5. Направляючий для добрив 1 розташований в середній частині робочого органу і має більше заглиблення в порівнянні з направляючими для насіння [6].

Камбуловим С.І., Таранін В.І. розроблено комбінований ґрунтообробно-удобрювально-посівний сошник (рис. 1.14).

До складу сошника входить стрілочаста лапа, яка підрізає пласт, утворюючи ущільнене ложе. Робоча поверхня утворює шар, що мульчує.

Тригранний клин 3 утворюють область розташування добрив нижче рівня глибини ходу лапи від 3 до 4 см. Мінеральні добрива надходять у вертикальний канал 1 і горизонтальним каналом направляються в порожнисту область. Насіння надходить у стабілізатор 2, і по сім'япроводу, розсіювач який має форму напівконуса, насіння укладається на поверхню ущільненого шару, відвальчики-загортачі 5, закладають слід від стійки і утворюють мульчуючий рівний шар [7].

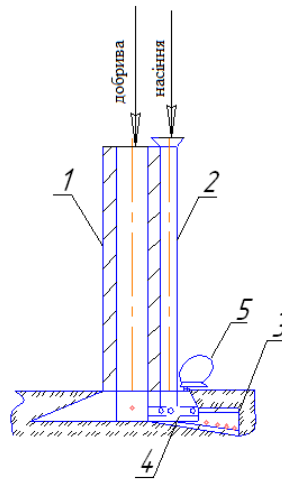


Рис. 1.14. Схема комбінованого ґрунтообробно-удобрювально-посівного сошника: 1 – вертикальний канал для добрив; 2 – стабілізатор-насіннепровід; 3 – тригранні клини; 4 – розсіювач для насіння; 5 – відвальники-загортачі.

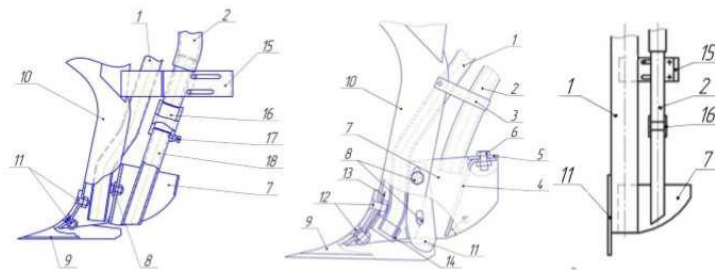


Рис. 1.15. Експериментальні сошники для роздільного внесення насіння та добрив: а) лаповий без ущільнювача; б) лаповий з наральником; в) наральниковий сошник: 1 – тукопровід; 2 – сім'япровід; 3 – хомут; 4 – сім'янаправитель; 5 – кріпильна пластина; 6, 12 – болтове з'єднання; 7 – бічні пластини; 8 – кронштейн; 9 – культиваторна лапа; 10 – стійка; 11 – наральник; 13 – кронштейн; 14 – напрямник для тукопроводу; 15 – регулювальна пластина; 16 – перехідник; 17 – регулювальний болт; 18 – насіннепровід.

До складу сошника входять трубчаста стійка 10, лапа культиваторна 9 і дві бічні пластини 7, які закріплені вище нижнього обрізу стійки культиваторної лапи 9 і мають виконані по експоненційній кривій скоси, спрямовані знизу вгору та в протилежний бік руху сошника. Насіннянаправитель 16 встановлений у зоні між пластинами 7 і складається з двох частин: верхньої та нижньої. До верхньої

частини трубки приварена пластина 12, за допомогою якої кріпиться трубка до кронштейна 4. Верхня і нижня частини трубки з'єднані за допомогою муфти 16.

Недоліком є металоємність конструкцій. Складність приготування, залипання [6].

Татаровим Г.Л. запропонована конструкція сошника для різнорівневого висіву насіння та добрив.

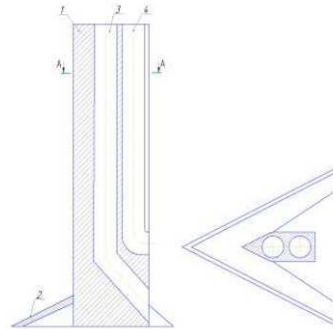


Рис. 1.16. Сошника для різнорівнього висіву насіння та добрив: 1 – стійка; 2 – стрілочаста лапа; 3 – канал для висіву добрив; 4 – канал для висіву насіння.

Туковий апарат бункера сівалки за допомогою тукопроводу з'єднують з вхідним отвором 3 каналу сошника, а висівний апарат для насіння за допомогою насіннепроводу - з вхідним отвором 4 каналу сошника. При русі сівалки сошники для різнорівневого внесення насіння та добрив своєю передньою частиною, виконаний у формі клина, розрізають верхній шар і зсувають його в міжряддя. З туковисівних і насінневих апаратів через туко- і насіннепроводи у відповідні канали 3 і 4 сошника подаються добрива і насіння і висіваються в ґрунт на різній висоті, причому лінія висіву добрив розташовується нижче за лінію висіяного насіння. Виконання передньої частини 1 клиноподібної стійки дозволяє знизити тяговий опір на переміщення сошника. Виконання верхніх частин каналів 3 та 4 у стійці 1 вертикальними, а також виконання їх нижніх частин, відхиленими від вертикалі на кут, менший, ніж максимальний кут природного укосу насіння і добрив, розташування вихідних отворів каналів один від одного на відстані, рівній необхідної різниці по глибині закладення насіння і добрив, дозволяє насінням і добривам без додаткового опору просуватися в

каналах 3 і 4 від вхідного до вихідного отвору і якісно укладатися в ґрунт на різній висоті».

Даний вид конструкції сошника може застосовуватися тільки для посіву багаторічних трав гребневим способом [12].

Підвищення ефективності обробітку зернових культур є актуальною темою. Багато наукових досліджень присвячено вивчення впливу взаємодії ґрунту з робочим органом сошником.

Татаров Г.Л. у своїй роботі розглядає теоретичне обґрунтування параметрів сошника для різнорівневого висіву насіння та добрив для просапних культур із застосуванням сівалки для гребневого посіву, ним розроблено рівняння, яке описує процес взаємодії робочого органу із ґрунтом.

Була отримана теоретична залежність, яка дозволяє визначити тяговий опір сошника з урахуванням глибини його ходу, кута заточування, кута нахилу та товщини стійки, швидкості руху та ширини захоплення стрілкової лапи, а також фізико-механічних властивостей ґрунту. Складено рівняння руху ґрунтової частки, розглянуто вплив тягового опору на роботу сошника, виведено рівняння:

$$F = K_a C_{y0} h \left\{ [1 + 0,1\delta_c] \left[1 - \frac{(90^\circ - \beta)}{180} \right] + \frac{v_c^2}{g} \right\} + R_z t g \beta + 8000 p_n S_{6n}. \quad (1.1)$$

де K_a - коефіцієнт, що враховує вплив кута загострення стійки;

C_{y0} - зчеплення ґрунту, Н/м²;

h – глибина ходу сошника, м;

δ_c - товщина стійки сошника, м;

β – кут різання, град.;

v_c – швидкість руху сошника у ґрунті, м/с;

g – прискорення вільного падіння, м/с²,

p_n - питомий опір налипання ґрунту, Н/м²;

S_{6n} - площа бічної поверхні частини сошника, зануреної у ґрунт, м².

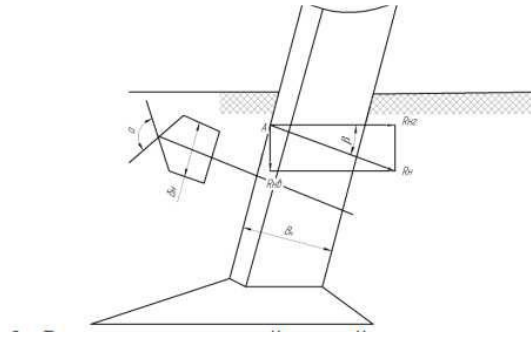


Рис. 1.17. Розподіл зусиль на стійці сошника

Мухаметдінов А.М. розглядає теоретичне обґрунтування роботи комбінованого сошника для різноглибинного посіву насіння зернових культур сошник має долото. Розроблено математичну модель процесу взаємодії сошника з ґрунтом на основі рівнянь динаміки суцільного деформованого середовища з урахуванням сили реакції дна та стінок борозни. Встановлено початкові та граничні умови функціонування моделі, пов'язані з конструктивно-технологічними параметрами комбінованого сошника.

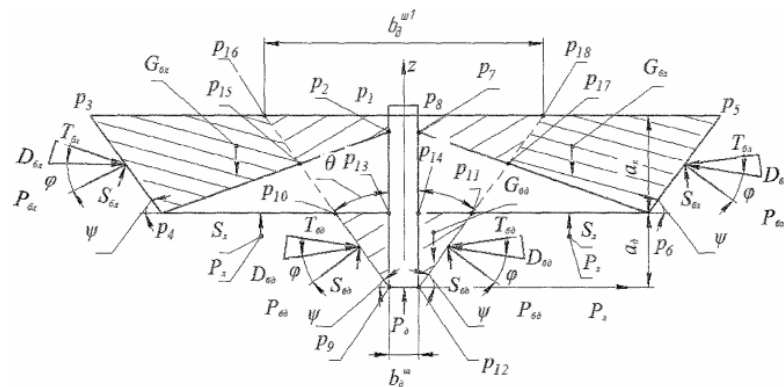


Рис. 1.18 Розрахункова схема взаємодії ґрунтового пласта з робочим органом

$$R_{л.н} = \frac{(K_n \cos(45^\circ - 0,5\varphi) + C_n \cos(45^\circ - 0,5\varphi)) \cos(45^\circ + 0,5\varphi)}{(\sin \alpha_n + \operatorname{tg} \delta \cos \alpha_n) \cos(45^\circ + 0,5\varphi) + (\cos \alpha_n + \operatorname{tg} \delta \sin \alpha_n) \sin(45^\circ + 0,5\varphi)} +$$

$$+ \frac{(K_n \sin(45^\circ - 0,5\varphi) + C_n \sin(45^\circ - 0,5\varphi) + G_n^1) \sin(45^\circ + 0,5\varphi)}{(\sin \alpha_n + \operatorname{tg} \delta \cos \alpha_n) \cos(45^\circ + 0,5\varphi) + (\cos \alpha_n + \operatorname{tg} \delta \sin \alpha_n) \sin(45^\circ + 0,5\varphi)} \quad (1.2)$$

Ісенов К.Г. пропонує здійснення роздільного внесення насіння та добрив при посіві, це здійснюється за рахунок модернізації насіннєвих коробок та частини, що найбільше застосовуються, сівалок культиваторів СЗТС -2.0. У його

роботі дається теоретичне обґрунтування впливу реакції тягового опору під час роботи сошника у ґрунті. Складено рівняння:

$$R = G \cdot f + \sqrt[3]{\frac{D^4}{b \cdot q \cdot d^2}} + n \cdot [h \cdot b \cdot (K_m + K_p + K_k) + 2h_1 \cdot b_1 \cdot (K_{1m} + K_{1p} + K_{1k})], \quad (1.3)$$

де h_1 – глибина ходу горизонтальної щоки, м;

b_1 – ширина захоплення горизонтальної щоки, м;

$K_{1m} = 0,5 \times m_v \times A_a \times A_1 \times g \times h_1 \times g$ – коефіцієнт, що враховує витрати енергії на подолання тиску ґрунтового пласта на клині, обумовленого силою тяжіння, кН;

$K_{1p} = m_v \times A_a \times A_1 \times C \times \cos \varphi$ – коефіцієнт, що враховує витрати енергії на руйнування ґрунтового пласта, кН;

$K_{1k} = A_y \varphi_p \times v_2$ – коефіцієнт, що враховує витрати енергії на повідомлення та зміну напрямку швидкості руху пласта по щоках сошник, кН.

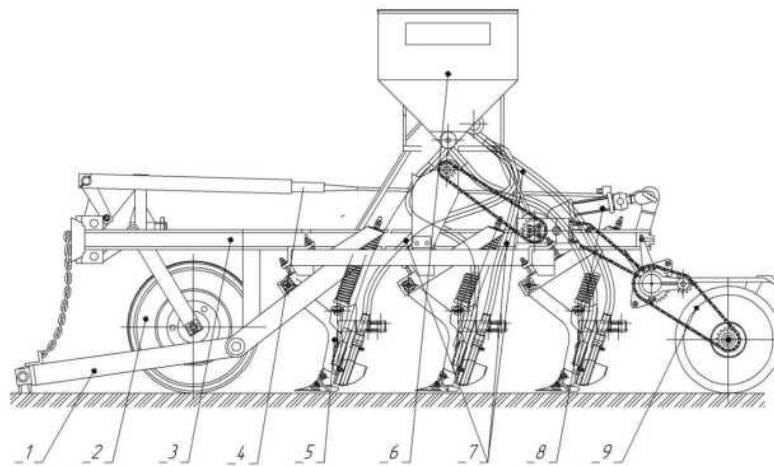


Рис. 1.19. Конструктивна схема стерневої зернотукової сівалки з роздільним внесенням насіння та добрив

Колінько О.О. у своїй роботі проводить теоретичні дослідження щодо застосування вібрації при ущільненні насіннєвого ложа для одночасного закладення насіння та внесення добрив із застосуванням дискового та наральникового сошників [3]. Їм запропоновано схему технологічного процесу розміщення насіння над рівнем добрив (2).

Для даної конструкції автором обґрунтовано вираз визначення щільності насіннєвого ложа, яке впливає на рівномірність розподілу насіння в ґрунті.

$$\rho = \frac{\gamma B_1}{B_1(1+\varepsilon_0) - \ln\left(\frac{P}{9,8 \cdot 10^4}\right)}. \quad (1.4)$$

де γ - питома маса твердої фази ґрунту, г/см³;

B_1 - ступінь зміни під час навантаження.

ε_0 - коефіцієнт пористості при відповідному навантаженні $9,8 \cdot 10^4$ Па;

P – тиск на ґрунт, Па.

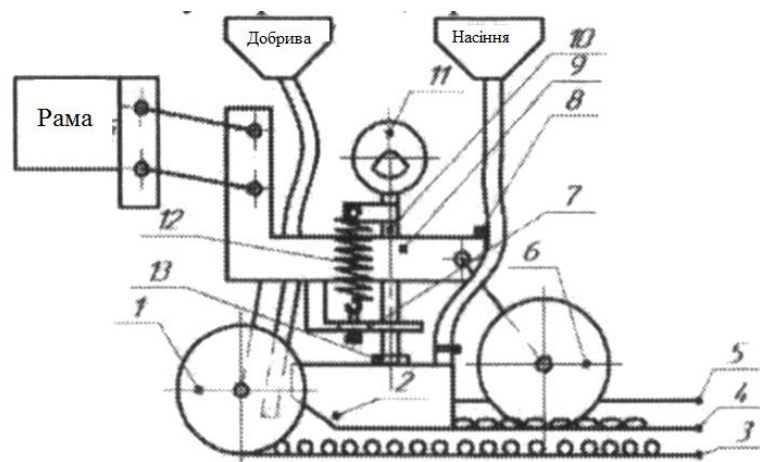


Рис. 1.20. Конструктивно-технологічна схема різнорівневого закладення насіння та внесення добрив: 1 – дводисковий сошник; 2 – наральниковий сошник; 3- глибина загортання добрив; 4 – глибина загортання насіння; 5 - поверхня ґрунту; 6 - колесо, що прикочує; 7 – регулювальний болт; 8 – фіксатор; 9 – корпус сошника; 10 – шток; 11 – дебалансний вібропривод; 12 – пружина розтягування; 13 – гайка регулювальна.

З роботи випливає, що «для чорнозему, що сильно стискається, рекомендується вибирати $\varepsilon_0 = 0,75-0,85$; $B_1 = 5-10$; γ при глибині 0-20 см – 2,4 г/см³» [9].

П'яткін А.А. у своїй роботі розглядає стійкість ходу комбінованого сошника призначеного для посіву дрібного насіння трав [7].

Автор розглядає стійкість ходу комбінованого сошника в залежності від кута відхилення паралелограмної навішування у вертикальній площині.

Застосування рівняння Лагранжа 2-го роду дозволило розробити рівняння косінусоїдальної залежності відхилення кута φ паралелограмного механізму.

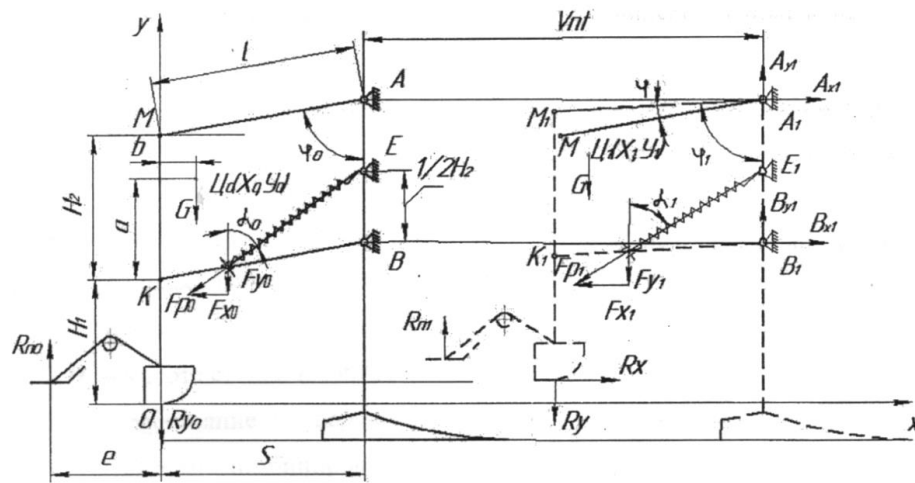


Рис. 1.21. Схема системи сил, що діють на комбінований сошник сівалки культиватора: R_x та R_y – сили опору ґрунту; G – сили тяжкості комбінованого сошника; F_p – сили тиску пружини натискної штанги або додаткового вантажу; X_i , Y_i

Далі слідує, «після підстановки даних у формулу отримано кут відхилення паралелограмної навішування у вертикальній площині φ , що дорівнює 3,5 град., що відповідає переміщенню сошника у вертикальній площині по глибині посіву ± 7 мм, це відповідає агротехнічним вимогам (± 10 мм) посіву насіння багаторічних трав» [7].

Габаєв А.Х. проведено дослідження щодо стійкості глибини ходу бороздоутворюючого диска-сошника в умовах підвищеної вологості ґрунту [12].

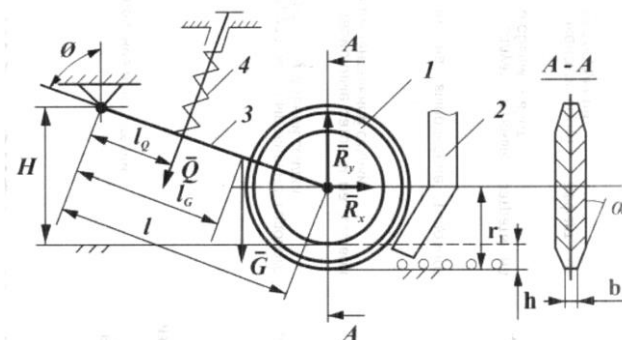


Рис. 1.22. Схема сил, що діють на бороздоутворюючу будову: 1 – бороздоутворюючі накладки, 2 – напрямник насіння, 3 – повідець, 4 – натискна штанга з пружиною.

З рис. видно, що при русі сошника на нього діють наступні сили (рис. 1.21):

G – сила тяжкості, Н;

R_x, R_y – вертикальна та горизонтальна складові реакції ґрунту, Н;

Q – сила напруги пружини, Н;

l, l_Q, l_G – відстані від осі підвісу до точок застосування сил, м;

H – висота підвісу сошника, м;

h – глибина ходу сошника, м;

φ – кут відхилення повідця від вертикалі;

r_1 – радіус сошника, м

Звідси глибина ходу сошника має вигляд:

$$h = l \cos \varphi - H + r_1 \quad (1.6)$$

при роботі сошник відчуватиме зовнішні впливи у вигляді зміни реакції ґрунту R_x і R_y , що залежать від твердості ґрунту, та зміни висоти підвісу H , що визначається профілем поверхні поля.

Далі автор наводить наступне припущення «Уявимо $\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi$,

де φ_0 – кут укладений між вертикаллю та лінією повідця в рівноважному положенні; $\Delta\varphi$ – відхилення сошника від положення рівноваги.

Приймаємо з малості $\Delta\varphi$ – відхилення сошника від положення рівноваги.

Приймаємо, через децицію $\Delta\varphi$, $\cos \Delta\varphi = 1$; $\sin \Delta\varphi = \Delta\varphi$ »

Подальше перетворення рівняння коливання сошника і розв'язання диференціального рівняння з постійними коефіцієнтами призводить до твердження, що більше маса сошника і величина жорсткості пружини, тим стійкіше рухається сошник.

Після перетворення було отримано рівняння:

$$h = h_0 - \Delta\varphi \sqrt{l^2 - (h_0 + H - r_1)^2}, \quad (1.7)$$

де h – глибина ходу сошника в рівноважному положенні,

Далі отримано вираз максимального кута відхилення повідця:

$$\Delta\varphi_{\max} = \Delta\varphi + \Delta\varphi_0 = \Delta\varphi + \frac{Q_0 - Q_{np}}{l_0 k_n}. \quad (1.8)$$

де Q_0 - зусилля стиснення пружини, необхідне заглиблення сошника на глибину h_0 , Н;

$\Delta\varphi$ - початковий кут відхилення повідця, град.;

$\Delta\varphi_0$ - кут відхилення повідця з умови статичної рівноваги

Q_{np} - зусилля попереднього стиснення пружини, Н;

l_0 - Довжина повідця, м;

k_n - жорсткість пружини, Н/м;

Далі з роботи слідує, що «залежно видно, що зі зростанням Q_{np} зменшується $\Delta\varphi_{\max}$. Таким чином, щоб зменшити коливання сошника, потрібно збільшити зусилля попереднього стиснення пружини»[12].

Діяльність Сарсенова А.Е. розглянуто питання стійкості ходу дискового сошника з притискною пластиною.

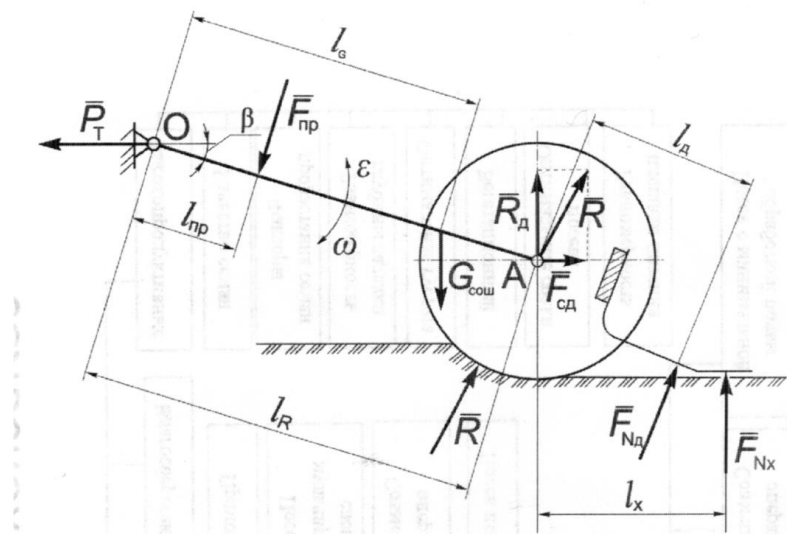


Рис. 1.23. Схема до визначення стійкості ходу сошника

Автором «як критерій стійкості руху сошника прийнято сталість кута нахилу повідця β , яке буде забезпечено при мінімізації коливань сошника». З роботи випливає, що «з урахуванням того, що в процесі посіву регламентується максимальне значення відхилення від глибини посіву насіння, а максимальне значення функції $f(t) = \sin(\omega t - \psi)$ дорівнює одиниці, вираз визначення

максимального значення відхилення глибини посіву насіння можна записати у вигляді:

$$\Delta y_{\max} = \frac{(m_0 \omega - k_4) y_1}{m_0 \sqrt{(k_1 + k_2 + k_4 - m_0 \omega^2)^2 + (c_1 \omega)^2}} \quad (1.9)$$

де

k_1 - коефіцієнт пропорційності зміни позиційної сили R, обумовлений дією ґрунту на сошник;

k_2 - коефіцієнт пропорційності зміни позиційної сили R, обумовлений дією ґрунту на притискну пластину;

k_4 - коефіцієнт механізму заглиблення сошника;

c_1 - коефіцієнт демпфування;

ω - кутова частота, с^{-1} ;

y_1 - амплітуда нерівностей поверхні ґрунту, м;

m_0 - узагальнена маса системи

У роботі відображено, що «за отриманими аналітичними залежностями побудовано номограми для визначення амплітуди коливань сошника у.

Проведений аналіз стійкості ходу сошника в процесі роботи дозволив визначити, що встановлення притискної пластини призводить до зменшення амплітуди коливань сошника у вертикальній площині і, як наслідок, зниження нерівномірності закладення насіння за глибиною на 5,7 ... 16,5%»[9].

У статті Мачнева О.В. представлена конструкція комбінованого сошника для підґрунтового-розкидного посіву зернових культур, який включає стійку, розпушувальний зуб з кроншейном, семятукопровод, стрілчасту лапу та розподільник насіння [5]. Розглядаються параметри руху комбінованого сошника у поперечному напрямку залежно від жорсткості механізму та маси деталей з урахуванням сил, які діють цей механізм. Наводиться рівняння, яке описує закон руху розпушувального зуба при коливаннях механізму.

$$y = Ae^{-nt} \sin(k_1 t + \alpha) + B \sin(pt - \beta), \quad (1.10)$$

де y - відхилення розпушувального зуба від положення рівноваги, м;

A - найбільша амплітуда загасаючих коливань, м;

k_1 -кругова частота загасаючих коливань, с^{-1} ;

α -початкова фаза загасаючих коливань, радий;

B -амплітуда вимушених коливань, м;

B -початкова фаза вимушених коливань, рад.

У праці висвітлено, що «рівняння описують закон руху розпушувального зуба комбінованого сошника і показують відхилення розпушувального зуба від прямолінійного напрямку руху. Цей рух слід враховувати щодо параметрів сошника, т. до. коливальний рух викликає додаткове навантаження на сошник, але водночас сприяє поліпшенню розподілу насіння по полю» [5].

Слід зазначити, що рівняння 13 виражає синусоїдальну залежність відхилення розпушувального зуба від прямолінійного напрямку руху.

Висновки по розділу

1. Аналіз конструкцій сошників та посівних машин для пошарового посіву насіння та внесення добрив показує, що частина робіт присвячена визначенню експлуатаційних та конструктивних параметрів сошника. В іншій частині досліджень це питання розглядається з точки зору стійкості руху сошника в залежності від кута відхилення повідця щодо вертикальної площини. Авторами розроблені косинусоїдальні, синусоїдальні та інші залежності, що характеризують кут відхилення повідкового механізму підвіски сошника від рівноважного положення, який впливає на нерівномірність глибини загортання насіння в рамках агротехнічних вимог ($\pm 1\text{ см}$) для глибини ходу сошника 6...8 см. Проте не повністю досліджено питання розробки аналітичної залежності, що пов'язує стійкість руху сошника з підвіскою типу за умов сухостепової зони.

2. Розглянуті сошники мають складну конструкцію, недоліками є залипання робочих органів, перемішування шарів ґрунту.

3. Створення та вдосконалення конструкцій сошників для посіву зернових культур із внесенням добрив нижче рівня насіння є актуальним завданням.

РОЗДІЛ 2

ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ КОМБІНОВАНОГО СОШНИКУ

2.1. Вибір та обґрунтування конструктивно-технологічної схеми сошника підґрунтового смугового посіву з внесенням добрив нижче рівня насіння.

Підвіска, що застосовується в сівалках, має просту конструкцію, що включає двоповодковий механізм, який жорстко закріплений із сошником (рис. 2.1).

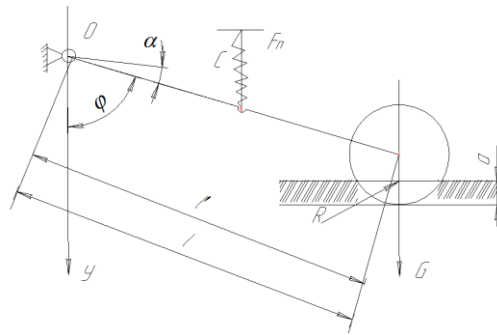


Рис. 2.1. Схема двоповодкової (радіальної) підвіски

Заглиблення відбувається із застосуванням вантажу чи пружини. При роботі сівалки виникають коливання сошника через нерівномірну щільність та нерівності поверхні поля. Для оцінки роботи сошника під дією зазначених обурень складемо диференціальні рівняння руху системи, розглянувши спрощену схему, в якій сила опору ґрунту та зусилля пружини, що заглиблює, спрямовані перпендикулярно повідцю.

$$a^n + \omega^2 a = \frac{(R - P_0)l' - G \sin \alpha_0 l_1}{I} = \frac{\Delta R l'}{I} \quad (2.1)$$

де

$$\omega_c^2 = \frac{Cl^2 + G \cos \alpha_0 l_1}{I}$$

звідси I - момент інерції маси сошника щодо точки; P_0 - сила попереднього стиснення пружини;

$$\Delta R = R - P_0 = \frac{G \sin \alpha_0 l_1}{l'} \quad (2.2)$$

у режимі, що встановився

$$R = P_0 + \frac{G \sin \alpha_0 l_1}{l'} \quad (2.3)$$

Прийmemo, що різниця чинних сил змінюється згідно із законом одиничного поштовху з ординатою ΔR . Тоді рішення рівняння (1) за нульових початкових умов

$$a = \frac{\Delta R l'}{C l'^2 + G l_1 a_0} (1 - \cos \omega_c t) \quad (2.4)$$

Максимальне значення кута відхилення

$$a_{max} = \frac{2 \Delta R}{C l + G \frac{l}{l'} \cos \alpha_0} \quad (2.5)$$

Найбільше переміщення центру тяжкості сошника

$$y_{max} = \frac{2 \Delta R}{C \frac{l'}{l_1} + \frac{G}{l} \cos \alpha_0} \quad (2.6)$$

Аналіз отриманих виразів показує, що стійкість ходу сошника підвищується (зменшується y_{max}) зі збільшенням жорсткості пружини та його ваги; попереднє стиснення пружини P_0 зменшує надмірну силу ΔR , а отже і виглиблення сошника; чим довше повідець, тим вище стійкість ходу сошника.

При значному збільшенні l' можна припустити $l' = l = l_1$. Тоді рівняння набувають вигляду:

$$a = \frac{\Delta R (1 - \cos \omega_c t)}{C l^2 + G l \cos \alpha} \quad (2.7)$$

$$a_{max} = \frac{2 \Delta R}{C l + G \cos \alpha_0} \quad (2.8)$$

$$y_{max} = \frac{2 \Delta R}{C + \frac{G}{l} \cos \alpha_0} \quad (2.9)$$

що відповідає руху сошника з чотириповодковою (паралелограмною) підвіскою. Справді розглянувши систему, показану рис. 2.2, отримаємо диференціальне рівняння

$$Mla'' + Cl_a + G\sin(a_0 + a) = R - P_0 \quad (2.10)$$

Рішення рівняння дає такі ж значення a , $a_{\max}$ і $u_{\max}$ як у виразах (2.7), (2.8), та (2.9)

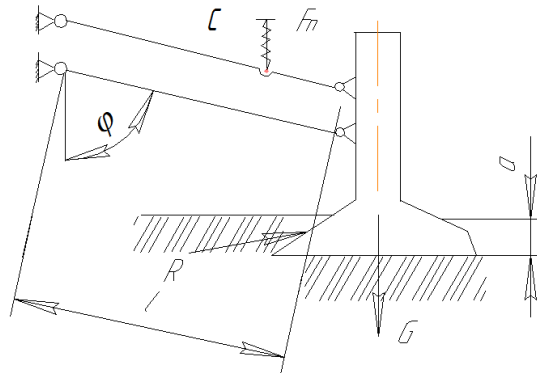


Рис. 2.2. Схема чотирьохпородкової (паралелограмою) підвіски

Таким чином, підвіска паралелограмного типу забезпечує вищу стійкість глибини ходу сошника. Крім того, вона дозволяє йому переміщатися з незмінним кутом атаки, що особливо важливо для сошників з подовженими повідками.

При наїзді на нерівності urchin підвіска повинна давати можливість сошнику відхилитися від прямолінійного руху та описати траєкторію, еквідистантну профілю нерівності. Отже, необхідно, щоб система мала невисоку стійкість (невеликі жорсткість пружини, вага сошника і попереднє стиснення пружини), що суперечить вимогам, викладеним вище.

Без спеціальних заходів одна й та сама підвіска не зможе одночасно відповідати обом вимогам. Так, якщо за умовами стійкості прямолінійного руху вибрати жорстку пружину з великим попереднім стисненням ($P_0 > R_{\max}$, де $R_{\max}$ — максимальна дія сошника на urchin), то сошник надмірно заглиблюватиметься. Такий недолік можна усунути лише шляхом встановлення спеціального пристрою.

В даний час все більшого поширення набуває підґрунтового-розкидного посів, який дозволяє поєднати передпосівний обробіток urchin з посівом, покращити рівномірність забезпечення рослин продуктами харчування та вологою, скоротити строки посівної кампанії та витрати праці. Ефективність підґрунтового-розкидного посіву полягає у підвищенні не лише врожайності зернових культур

на 10-20 % за рахунок покращення умов розвитку рослин, а й протиерозійної стійкості посівів. На кафедрі проведено роботи з розроблення конструкції сошника для способу посіву насіння та внесення добрив нижче рівня посіву насіння (рис. 2.3) [3, 7]. Лаповий сошник містить стрілчасту лапу 1 прикріплену до стійки 2, туконаправитель 3, направник насіння 4, ніж тукопроводу 5, скатну пластину 6. Ніж туконаправителя, що має форму клина, підрізає шар ґрунту, утворює ложе для добрива розташованого нижче рівня насіння. У підлаповому просторі туконаправитель встановлений так, щоб добрива можна розташовувати нижче за шар посіву насіння.

При русі комбінованого сошника сівалки-культиватора для посіву насіння зернових культур стрілчаста лапа 1 зі стійкою 2, сім'япроводом 3 та розподільником насіння 4 заглиблюється на глибину 6...8 см, де відбувається розпушування ґрунту та підрізання бур'янів. При цьому з бункера посівного агрегату по сем'япроводам 4 на цю ж глибину подається насіння зернових, яке рівномірно за допомогою розподільника насіння 6 висіваються по всій ширині захоплення стрілчастої лапи 9, тим самим забезпечується площа живлення рослин, близька до оптимальної. У цей же час із другого відділення бункера через тукопроводи 3 добрива надходять до ножа-туконаправителя 5 і через отвір висипаються в утворену борозну нижче рівня насіння. Стійкість руху комбінованого сошника по глибині загортання насіння залежить від кута відхилення повідця сошника, від значень висоти підвісу паралелограмним механізмом навішування та довжини повідців.

Глибину закладення насіння регулюють гвинтовим механізмом і гідроциліндром шляхом переміщення рами щодо опорно-копіювальних коліс посівного агрегату. Конструкція пропонованого комбінованого сошника для посіву насіння зернових культур дозволяє значно збільшити рівномірність загортання насіння по глибині, створити їм найбільш оптимальні умови для зростання, що дозволяє підвищити врожайність.

Таким чином, розроблена конструктивно-технологічна схема комбінованого сошника забезпечує поздовжню стійкість його ходу по глибині.

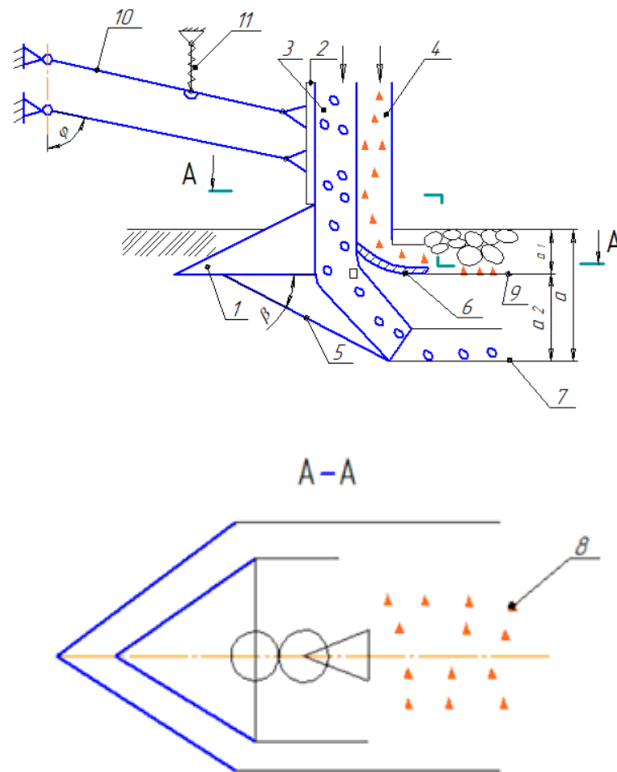


Рис. 2.3. Комбінований сошник: 1 – лапа стрілчаста; 2 – стійка; 3 – тукопровід; 4 – напрямник насіння; 5 – ніж тукопроводу; 6 – схилий пластина; 7 – шар внесення добрив; 8 – насіння; 9 – шар посіву насіння; 10 – повідець паралелограмного механізму; 11 – пружина

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

Для проведення лабораторних і польових досліджень для отримання оціночних показників впливу конструктивних параметрів сошника було розроблено та виготовлено робочий орган посівної сівалки - сошник комбінований.

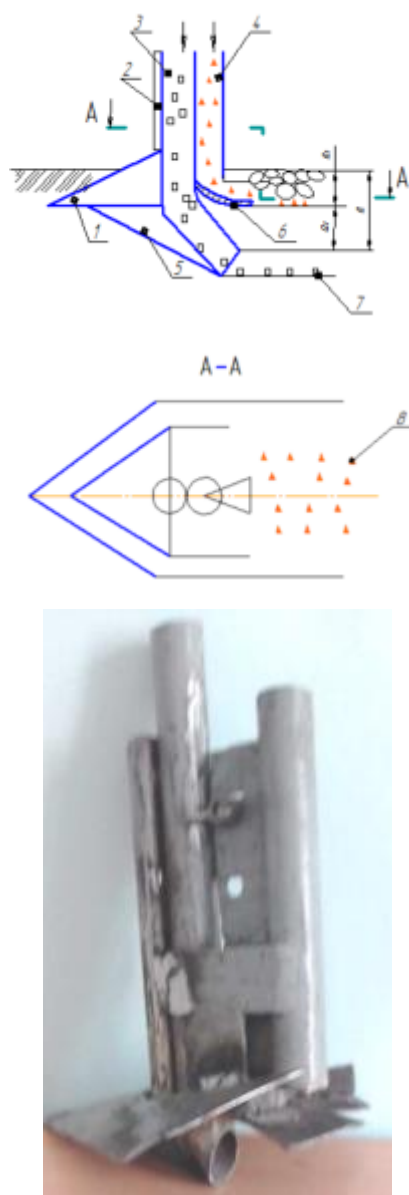


Рис. 3.1. Сошник комбінований: 1 – лапа стрілчаста ; 2 – стійка ; 3 – туконаправляч ; 4 – спрямовувач насіння ; 5 – ніж туконаправляча ; 6 – похила пластина ; 7 – шар внесення добрив ; 8 – насіння.

Лаповий сошник містить стрілчасту лапу 1 прикріплену до стійки 2, туконаправитель 3, направитель насіння 4, ніж туконаправителя 5, скатну пластину 6. Ніж туконаправителя, що має форму клина, підрізає шар ґрунту, утворює ложе для добрива, розташованого нижче рівня насіння. У підлаповому просторі туконаправитель встановлений так, щоб добрива можна було розташовувати нижче шару посіву насіння. Пристрій працює таким чином, стрілчаста лапа 1 підрізає пласт, розпушує ґрунт і утворює ґрунтовий шар, насіння зернових культур надходить у направитель насіння 4 і укладається на поверхню ущільненого шару, який утворюється скатною пластиною 6.

Добрива надходять у туконаправитель. Таке конструктивне виконання дає змогу збільшити схожість завдяки внесенню добрив нижче шару посіву насіння. Під час розвитку кореневої системи рослини отримуватимуть поживні речовини.

Для порівняльних випробувань використано «сівалку СЗП-3,6А-02Б», яка призначена для борозенково – стрічкового (смугово-грядового) посіву насіння зернових культур з одночасним внесенням у ґрунт гранульованих мінеральних добрив та прикочуванням зони висіяного насіння. Сошники служать для розпушування верхнього шару ґрунту, висіву насіння на дно борозни, утвореною стрілчастою лапою, і зсуву верхнього шару ґрунту із зони засівається смуги в міжсмуговий простір. Є модифікацією сівалки СЗП-3,6А запровадження біологічної системи землеробства з виробництва зерна» [9].

Модернізована сівалка СЗП-3,6А-02Б (рисунок 3.2) експериментальними сошниками призначена для підґрунтового смугового посіву зернових культур з одночасним внесенням мінеральних добрив нижче рівня насіння та прикочуванням засіяної смуги. Сівалка включає наступні основні змінні складальні одиниці: сошники експериментальні, повідці у вигляді паралелограма механізму, котки, що прикочують, по сліду сошників. Сошник - стрілчаста лапа 1 служить для розпушування ґрунту, підготовки насінневого ложа на глибині 6 см та внесення добрив нижче за рівень насіння на 3 см.

Технічна характеристика: Ширина захвату (робоча) – 3,6 м; міжряддя – 45 см; ширина лапи – 27 см; смуга висіву насіння – 18 ± 2 см; Число сошників - 8; котків, що прикочують – 8; висівних апаратів – 16 (8+8); глибина загортання насіння – 6 ± 1 см; глибина внесення добрив – 9 ± 1 см.

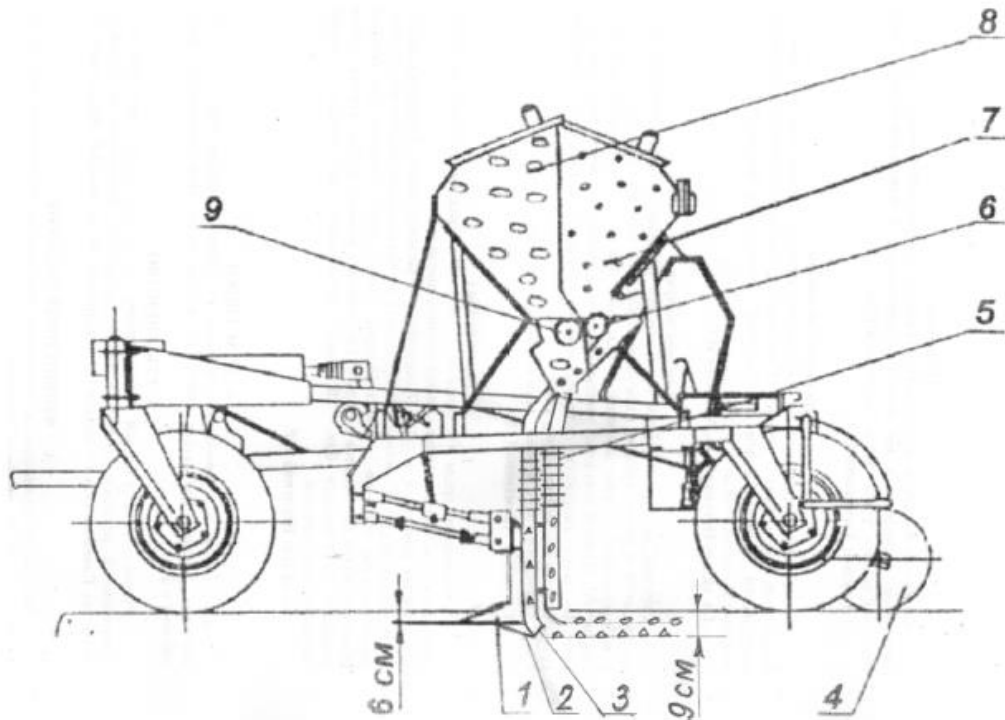


Рис. 3.2. Технологічна схема роботи сівалки СЗП-3,6А-02Б з експериментальними сошниками: 1 – сошник-лапа зі стійкою; 2 – клин-ніж туконаправителя; 3 – туконаправитель; 4 – коток, що прикочує; 5 – сім'япровід; 6 – туковий висівний апарат; 7 – тукове відділення бункера; 8 – зернове відділення бункера; 9 – зерновий висівний апарат

Результати математичної обробки експериментальних даних показують розкид результатів дослідів, оскільки має місце вплив чинників, фізична роль яких у розвитку явища неясна. Тому, за рекомендаціями Г.В.Веденяпіна [13], вдається до математичного розрахунку, що дозволяє дати числову оцінку ступеня взаємного зв'язку між явищами, розкрити закономірність функціональних зв'язків і взаємодій, що розглядаються, допомагаючи виділити фізичну картину досліджуваних явищ і зв'язків.

Криволінійні залежності (гіперболу, параболу тощо) прийнято оцінювати кореляційним відношенням. Чим більше значення кореляційного ставлення, тим кореляційна зв'язок. Якщо вона дорівнює нулю – зв'язок відсутній, якщо одиниці – то повний кореляційний зв'язок між явищами.

Кореляційне відношення визначається через відношення міжгрупової дисперсії до загальної дисперсії.

$$\eta = \sigma_{\text{мб } \partial} / \sigma_{\text{об } \partial} \quad (3.1)$$

де $\sigma_{\text{мб } \partial}$ - міжгрупова дисперсія, яка відображає приватні середні значення одного параметра, що визначаються для кожного інтервалу із середньокласним значенням іншого параметра;

$\sigma_{\text{об } \partial}$ - загальна дисперсія, яка відображає середні значення одного параметра, що визначаються для кожного інтервалу із середньокласним значенням іншого параметра.

Величина кореляційного відношення змінюється від 0 до 1. Близьке число до нуля говорить про відсутність зв'язку, а близьке до одиниці - про тісність зв'язку. Аналіз проводився з урахуванням оцінки зв'язку на основі кореляційного відношення (шкала Чеддока) [13].

Таблиця 3.1 – Оцінка зв'язку на основі кореляційного відношення

Значення	Характер зв'язку	Значення	Характер зв'язку
$\eta = 0$	відсутня	$0,5 \leq \eta < 0,7$	замітна
$0 < \eta < 0,2$	дуже слабка	$0,7 \leq \eta < 0,9$	сильна
$0,2 \leq \eta < 0,3$	слабка	$0,9 \leq \eta < 1$	дуже сильна
$0,3 \leq \eta < 0,5$	помірна	$\eta = 1$	функціональна

Для вивчення впливу швидкості посівного агрегату рівномірність розподілу насіння по глибині швидкість агрегату змінювали в інтервалі від 1,5 до 3,0 м/с. Глибину закладення насіння визначали по етіюльованій частині рослин після появи не менше 75% сходів по всій ширині захвату у двох проходах сівалки.

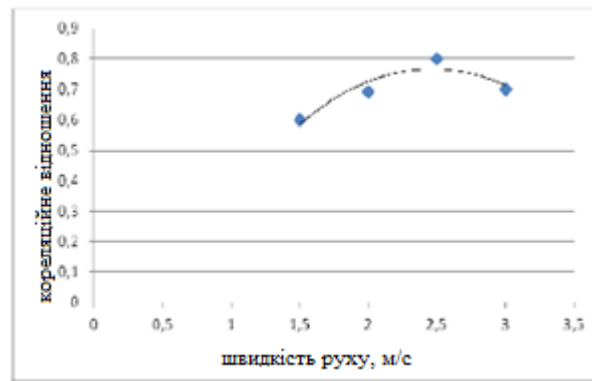


Рис. 3.2. Залежність нерівномірності закладення насіння (η) від швидкості руху агрегату (V , м/с)

Кореляційний зв'язок між величиною показника нерівномірності закладення насіння за глибиною (η) та швидкістю агрегату (V , м/с) виражається рівнянням параболічної функції (рисунок 3.1):

$$y = -0,19x^2 + 0,937x - 0,3875 \text{ при } R^2 = 0,8682 \quad (3.2)$$

З аналізу отриманої залежності можна дійти невтішного висновку, що кореляційне відношення становить $\eta=0,8$, характер зв'язку сильний. Значить, швидкість агрегату значно впливає на рівномірність закладення насіння зернових культур по глибині. Оптимальним значенням швидкості агрегату можна вважати інтервал значень від 2,25 до 2,5 м/с, подальше збільшення швидкості призводить до різкого збільшення нерівномірності закладення насіння по глибині (рисунок 3.1).

Кореляційний зв'язок між величиною показника нерівномірності закладення насіння по глибині (η) та зусилля, що створюється пружини (F , Н) виражається рівнянням параболічної функції (рис. 3.2):

$$y = -0,0001x^2 + 0,0715x - 7,714 \text{ при } R^2 = 0,9905 \quad (3.3)$$

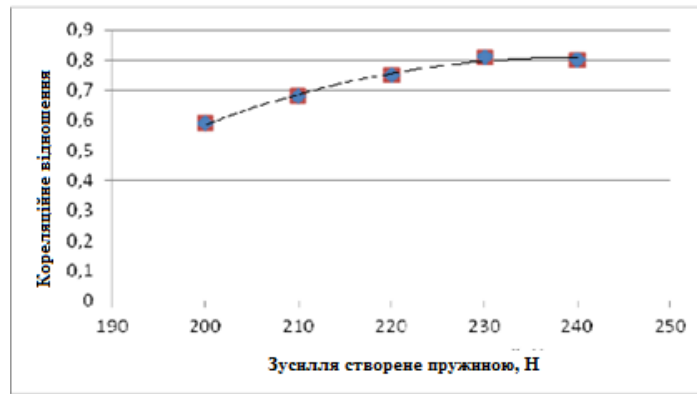


Рис. 3.3. Залежність нерівномірності закладення насіння (η) від зусилля, створюваного пружиною (F, Н)

Рациональними зусилля, створюваного пружини згідно з даними досліджень можна вважати інтервал значень від 200 до 240 Н. Підвищення зусилля пружиною веде до заглиблення сошника, що викликає значні коливання сошника у вертикальній площині, отже, зростає нерівномірність загортання насіння по глибині.

Кореляційний зв'язок між величиною показника нерівномірності закладення насіння по глибині (η) та кутом клина туконаправителя (β , град.)

виражається рівнянням параболічної функції (рисунк 3.3):

$$y = -0,0004x^2 + 0,0256x + 0,4 \text{ при } R^2 = 0,8492 \quad (3.4)$$

Оптимальним значенням кута клина туконаправителя можна вважати інтервал значень від 28 до 35 градусів.

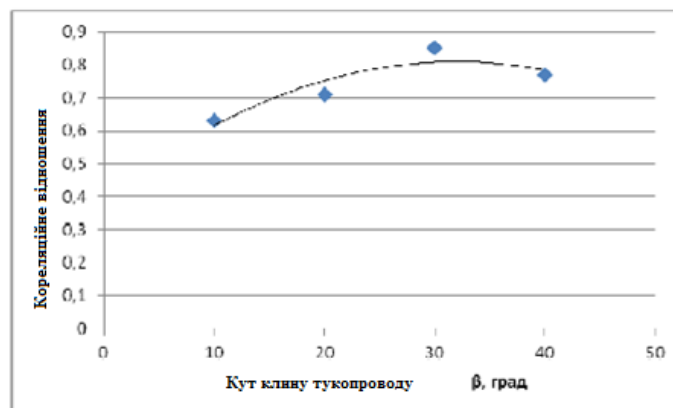


Рис.3.4. Залежність нерівномірності закладення насіння (η) від кута клина туконаправителя (β , град)

Ефективність сівалки-культиватора оцінювалася на полях дослідного господарства БДСГА імені В.Р. Пилипова. Вологість ґрунту 20%, щільність 0,95 МПа, норма висіву насіння 4,3-4,5 млн. шт. на 1 га. Досвідчені посіви закладалися у типовому 4-польному сівозміні, де попередником є пара. Рельєф однорідний, рівнинно-хвилястий, ґрунти каштанові. У зв'язку з цим проводився порівняльний посів зернових культур серійною сівалкою СЗП-3,6А-02Б із експериментальними сошниками. Якість розподілу насіння за площею харчування та глибиною закладення оцінювали за ДСТУ 31345-2017. Узагальнення даних по глибині закладення насіння, отриманого в результаті випробувань, показує переваги експериментального сошника.

Для сошника сівалки СЗП-3,6А-02Б середня глибина закладення насіння $X_{\text{заг}}$ становить 0,0726 м за середньоквадратичного відхилення $\sigma_{\text{заг}} = \pm 0,00648$ м та коефіцієнта варіації $V = 15,2 \%$. У експериментального ж сошника при $X_{\text{заг}} = 0,0673$ м середньоквадратичне відхилення $\sigma_{\text{заг}}$ становить $\pm 0,00447$ м, а коефіцієнт варіації $V = 12\%$.

Вважаючи закон розподілу насіння по глибині закладення нормальним, знаходимо, що в шарі ґрунту товщиною 10 мм сошник сівалки СЗП-3,6-02Б укладає лише 56,4 % насіння на глибині від 0,0676 до 0,0776 м, а експериментальний сошник - 82,6% на глибині від 0,0623 до 0,0723 м-коду.

Аналізуючи отримані дані за правилом "трьох сигм", також приходимо до висновку на користь експериментального сошника: майже 100% насіння сошник сівалки СЗП-3,6А-02Б укладає в шарі 0,0688 м на глибині 0,0532-0,072 м, а експериментальний сошник - у шарі 0,0568 м-коду на глибині 0,0539-0,0607 м-коду.

Таблиця 3.2 – Розподіл насіння за площею живлення

Тип сошника	Розрахункова кількість рослин в одному квадраті 0,05 0,05 м, прим.	Зміст квадратів з середнім розрахунковим числом рослин, %	Відсотковий вміст квадратів 0,05 0,05 м із числом рослин						
Сошник СЗП-3,6А-02Б	1	9,28	71,00	9,28	6,74	6,56	4,92	1,46	1,12
Експериментальний	1	26,74	52,73	26,74	12,56	5,83	1,09	0,73	0,36

Дані розподілу насіння площею харчування представлені у таблиці 3.5 і наочно показані рис. 3.4

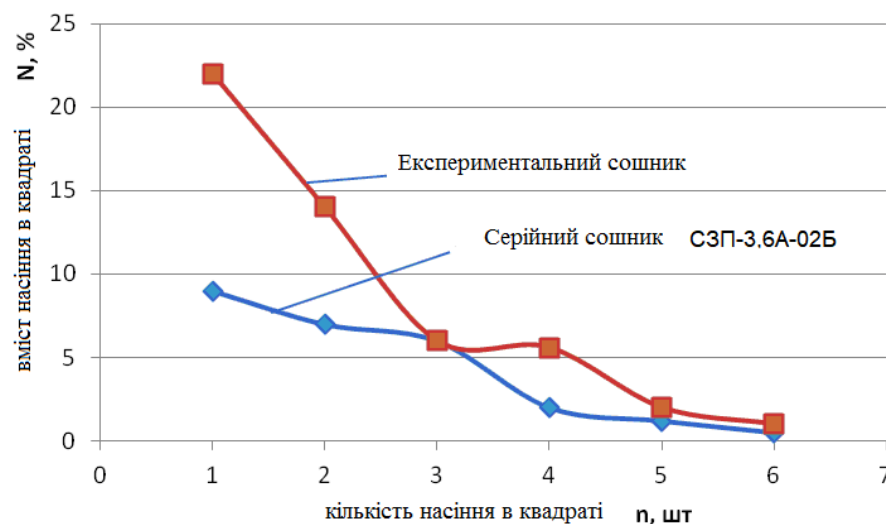


Рис. 3.5. Відсотковий вміст N квадратів 0,05 0,05 м залежно від числа n насіння у квадраті

За змістом квадратів 0,05 0,05 м із середнім розрахунковим числом рослин експериментальний сошник у 2,88 рази перевищує серійний сошник сівалки СЗП-3,6А-02Б. Наявність вільних квадратів 0,05 0,05 м у експериментального сошника в 1,33 рази менше, ніж у серійного. Це пов'язано з наявністю скатної пластини – розсіювача у експериментального сошника.

Поліпшення якості глибини загортання насіння та рівномірності розподілу їх за площею живлення на легких супіщаних ґрунтах досягаються експериментальним сошником.

Висновки по розділу

Проведений аналіз науково-дослідних робіт показує, що у конструкції більшості існуючих сівалок передбачено посів із одночасним внесенням добрив. Недоліком цього способу є безпосередній контакт насіння гранулами добрив, який призводить до небажаних хімічних впливів між ними та конкуренції щодо використання ґрунтової вологи. Тому найбільш сприятливим є роздільне, тобто шар добрив розташовуються нижче насіння [4, 5]. Це дозволяє корінням рослин розвиватися у напрямі джерела живлення та повніше засвоювати мінеральні речовини.

Відомо, що врожайність зернових культур впливають в основному волога та поживні речовини у ґрунті. Низька польова схожість зернових пояснюється тим, що посівний шар ґрунту часто перебуває у висушеному стані отримання сходів змушені глибину загортання насіння збільшити до 6...8 см (до вологого шару) [4, 6].

ВИСНОВКИ

Аналіз існуючих конструкцій сошників сівалок для пошарового посіву насіння зернових культур та внесення добрив показав, що, незважаючи на їх різноманіття конструкцій сошників, не завжди забезпечуються рівномірний розподіл насіння по глибині посіву. Цей недолік можливо усунути за рахунок обґрунтування конструктивних параметрів комбінованого сошника включає паралелограмну навішування, який забезпечує стійкість руху у вертикальній площині, що позначається на поліпшенні рівномірності загортання насіння по глибині.

Інженерні розрахунки розроблено експонентну залежність кута відхилення паралелограмної підвіски сошника від рівноважного положення (φ_0), який визначається експериментальним шляхом з урахуванням значень висоти підвісу та довжини повідця. Виявлено, що сошник при куті відхилення паралелограмного механізму $= 1,48$ град від рівноважного положення $\varphi_0 = 60$ град, висоті підвісу $- 0,37$ м, довжині повідця $- 0,4$ м дозволяє покращити розподіл насіння на глибині посіву $6 - 7$ см.

Випробування дозволили встановити ефективність зернової сівалки з модернізованими сошниками при посіві зернових культур: підвищення польової схожості за рахунок покращення засвоюваності добрив призводить до скорочення терміну появи сходів на $2...3$ дні, в інтервалі глибини загортання насіння $0,06...0,07$ м. розміщено 87% загальної кількості насіння проти 75% насіння, заробленого серійним сошником, що дає збільшення врожаю на $13...15\%$.

Отримані результати можуть бути використані при проектуванні сошників зернових сівалок для посіву з нанесенням добрив нижче за рівень насіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. . Бондар С.М. Основні проблеми машиновикористання в сучасних технологіях обробітку ґрунту Полісся України. Науковий вісник НАУ, Вип. 33. Київ : НАУ. 2000. С. 101-107
2. Агеев Л.Е. Основы расчета оптимальных и допускаемых режимов работы машинно-тракторных агрегатов. Ленинград : Колос, 1978. 296
3. Аниферов Ф.Е. Агротехническая оценка работы двухдисковых сошников рядовых зерновых сеялок на повышенных скоростях. Повышение рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов: Сб. науч. тр. Москва : Колос, 1973. С. 441-448.
4. Актуальные агроинженерные проблемы АПК: Сборник научных трудов Поволжской межвузовской конференции. Самара, 2001. С. 91
5. Булаев В.Е. Агрохимические основы и технология локального внесения удобрений. В сб. способы внесения удобрений. Научные труды ВАСХНИЛ. Москва : Колос, 1976. С. 5-40.
6. Булаев В.Е. О величине интервалов между лентами основного удобрения под зерновые культуры. Химия в сельском хозяйстве, 1982, №1, С.14-16.
7. Булаев В.Е. О классификации приемов локального внесения минеральных удобрений. - Бюллетень ВИУА, Москва :1984, №63, С. 3-372.
8. Булаев В.Е. Распределение удобрений по профилю почвы при обработке ее различными орудиями. Агрохимия, 1977, №2, С. 91-94.
9. Ма С.А. Обґрунтування форми та розмірів комірок висівних дисків точного висіву на підвищених швидкостях: Доповіді ТСГА, вип, 81, 1963, с. 35-43.
10. Міхасьонек Е.Н. Обґрунтування робочих органів для розкидного рядового посіву зернових та зернобобових культур. Питання сільськогосподарської механіки. Мінськ: Урожай, 1971, Т. 20. С. 66- 80.

11. Сівалки. Сільськогосподарська енциклопедія. - 2-е вид. -1984. Т.4. С.143.
12. Сендряков И.Ф. Рекомендации по локальному внесению минеральных удобрений в различных почвенно-климатических зонах СССР при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Москва :Колос. 1988.
13. Строки та способи внесення мінеральних добрив. Огляд іноземної літератури (Упорядник акад. І.І. Синягин. - М .: МСГ - СРСР, ВНДІ Інформація та техніко-економічних досліджень по сільському господарству), 1971. 80-83.
14. Трушин В.Ф. Вплив на урожай поверхні, конструкції орного шару та ложа для насіння на опідзоленому та вилуженому чорноземах: Автореферат дис. доктора с.-г. наук. М., 1965. 35 с.
15. Путинская О.В. Обоснование параметров двухдискового сошника зерновой сеялки для равномерной заделки семян по глубине : Автореферат дис. канд. техн. наук. М. 1984. -16 с.
16. **Федутик О.О.** Аналіз посівних машин для пошарового внесення добрив і посіву насіння зернових культур. Збірник тез IX-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 5 квітня 2023 року. Житомир : ЖАТФК. С. 267-269.
17. Боровський В.М. **Федутик О.О.** Конструкція експериментального робочого органу - комбінованого сошника. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики.* 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 129-130.