

III. КАЛІБРУВАННЯ НАСІННЯ ЗА РОЗМІРОМ І ФОРМОЮ

Обов'язкова частина технології

У пошуках шляхів підвищення ефективності роботи всієї зерноочищувальної та калібрувальної техніки я прийшов до переконання – одним з вузьких місць проблеми є сита, висічені з тонкого сталевого листа.

Не буду займати вашої уваги, розповідаючи як я йшов до остаточного рішення, але результат перевершив усі очікування.

Перше. Сита з круглими отворами треба замінити на сита із гексагональними отворами (отримав патент **СИТО ФАДЄЄВА**).

У чому плюс? Прозоре сито. Живий переріз, особливо на малих розмірах, збільшився у два і більше разів.



Рис. 1. Сито Фадеева

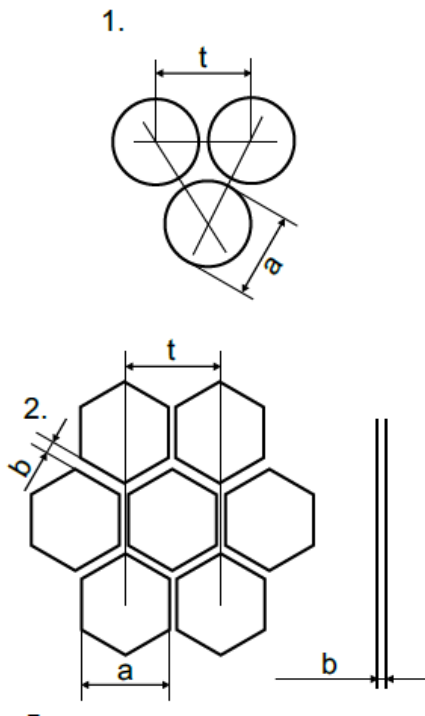


Рис. 2. Геометрія сит:
 1 – традиційний варіант; 2 – сито Фадєєва



Рис. 3. Патенти України та Росії на сита Фадєєва

Сита з круглими отворами зробити такими ж прозорими неможливо – завжди круглі отвори будуть розділені зірочкою, а це непотрібна зайва площа сита.

Така простенька зміна форми отвору дозволила суттєво збільшити продуктивність зерноочищувальних та калібрувальних машин.

Друге. Переконався, що треба калібрувати насіння за товщиною. Саме товщина сім'янки показує її виконаність. По суті – це калібрування за кількістю поживних речовин у сім'янці. Але для цього треба придумати таку форму решета, щоб воно «командувало» сім'янкою, тобто в процесі руху по решету змушувало сім'янку повернутися і примірятися до зазору, що калібрує, своїм найменшим розміром – товщиною.

Пошук рішення був непростим, але результат змінив багато в розумінні зерноочищення та калібрування насіння.

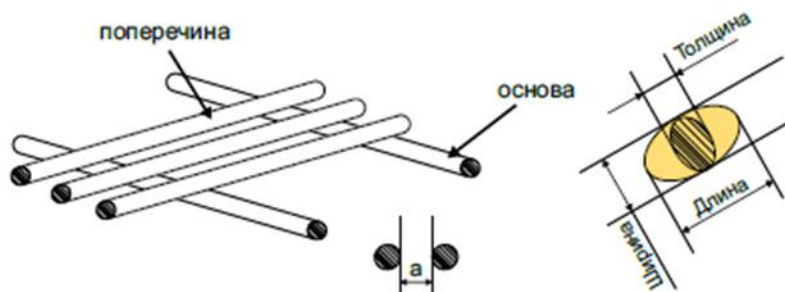


Рис. 4. Геометрія решіт, що дозволяє калібрувати насіння за найменшим розміром – товщиною

Сьогодні рішення видається простим, але виявилось, що немає обладнання для виробництва таких решіт з необхідною точністю багатоточкового зварювання. Довелося самому розробити та створити таке обладнання.



Рис. 5. Устаткування для виробництва решіт з необхідною точністю багатоточкового зварювання

А тепер уявіть, що ми сьогодні можемо робити на такому устаткуванні решета Фадєєва, починаючи від калібру 0,1 мм із кроком 0,1 мм до розміру 30 мм (!!!).

Зрозуміло, що на таке решето отримано патент **РЕШЕТО ФАДЄЄВА**.



Рис. 6. Патенти України та Росії на решета Фадєєва

Про важливість РЕШЕТ ФАДЕЄВА для калібрування буде далі безпосередньо показано на насінні різних культур, а поки – про очищення. Виявилося, що такі решета ідеально видаляють насіння бур'янів.

Товщина насіння

Понад сорок бур'янів мають товщину менше 1,7 мм. Це означає, що при повороті на решетах насіння бур'янів пройде через отвори, а зерно (навіть жито та овес) зійдуть з решета.

Як приклад, показана частина загальної таблиці, де наведено найменування 41 бур'яну.

Таблица №2. Удаление семян и плодов сорно-полевых растений на решетках Фадеева.


| № п/п | Название растения | Размер семян | Внешний вид | Размер решета |
|-------|---|---|--|---------------|
| 1 | Амброзия польнолистная (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) | длина 1,5-2,3 мм ширина и толщина 0,8-1,5 мм |  | 1,7 |
| 2 | Бодяк щетинистый (<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Bess.) | длина 2,5-3,5 мм ширина 0,8-1,0 мм толщина 0,7 мм | | 1,7 |
| 3 | Гелиотроп европейский (<i>Heliotropium europaeum</i> L.) | длина 1,7-2,0 мм, ширина и толщина 1,0-1,5 мм | | 1,7 |
| 4 | Гибискус тройчатый (<i>Hibiscus trionem</i> L.) | длина 2,2-2,5 мм ширина 1,7-2,2 мм толщина 1,2-1,7 мм | | 1,7 |
| 5 | Горчица полевая (<i>Sinapis arvensis</i> L.) | диаметр 1,2-1,7 мм | | 1,7 |
| 6 | Дескурайния Софьи (<i>Descurainia Sophia</i> (L.) Wedd.) | длина 0,7-1,2 мм, ширина 0,4-0,5 мм толщина 0,3 мм | | 1,7 |
| 7 | Дымянка Шлейхера (<i>Bioparia Schleicheri</i> Soy-Willem.) | длина 2,0 мм ширина 2,5 мм толщина 1,5-1,7 мм | | 1,7 |
| 8 | Ежовник обыкновенный (просо куриное) (<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.) | длина 2,0 мм ширина 1,5 мм | | 1,7 |
| 9 | Желтушник вырезанный (<i>Erysimum герандон</i> L.) | длина 1,0-1,3 мм ширина 0,5-0,7 мм толщина 0,4-0,5 мм | | 1,7 |
| 10 | Заразиха подсолнечная (волчок) (<i>Orobanchе Scopula</i> Walbr.) | длина 0,2-0,5 мм ширина и толщина 0,15-0,2 мм | | 1,7 |
| 11 | Крестовик весенний (<i>Senecio vernalis</i> Waldst. et Kit.) | длина 2,0-3,0 мм ширина 0,5-0,6 мм толщина 0,4-0,5 мм | | 1,7 |
| 12 | Латук дикий (компасный) (<i>Lactuca serriola</i> L.) | длина 3,0-3,2 мм ширина 1,0-1,2 мм толщина 0,3-0,5 мм | | 1,7 |
| 13 | Латук татарский (<i>Lactuca tatarica</i> (L.) C.A.Mey.) | длина 4,5-5,0 мм ширина 0,7-1,2 мм толщина 0,5-0,6 мм | | 1,7 |
| 14 | Липучка оттопыренная (<i>Lappulasquarrosa</i> (Retz) Donot.) | длина 1,7-3,0 мм ширина 1,2-2,0 мм толщина 1,0-1,2 мм | | 1,7 |
| 15 | Мак-самосейка (<i>Papaver rhoeas</i> L.) | длина 0,7-1,0 мм ширина 0,5-0,7 мм толщина 0,5-0,6 мм | | 1,7 |
| 16 | Марь белая (<i>Stenopodium album</i> L.) | диаметр 1,5-1,7 мм толщина 0,7-0,8 мм | | 1,7 |
| 17 | Мелкопестник канадский (<i>Erigeron Canadensis</i> L.) | длина 1,0-1,5 мм ширина и толщина 0,2-0,3 мм | | 1,7 |

Рис. 7. Найменування 41 бур'яну

Таким чином, на моє глибоке переконання, сита та решета нової геометрії будуть впроваджені у всіх країнах, де робляться машини з очищення зерна та калібрування насіння.

Впевненість ця підтверджується тим, що вже сьогодні такі сита та решета ставляться практично на тридцять типів машин, що виробляються в Німеччині,

Франції, Данії, Туреччині та інших європейських країнах, та на машини Південної Кореї.

Отже, йдемо далі за проєктом СИЛЬНЕ НАСІННЯ

Але спочатку два твердження.

Перше. Агротехнологія ХХІ століття – точна агротехнологія. Обов'язкова складова точної агротехнології – точна сівба. Для точної сівби посівна норма має бути в розмірності – кг/шт/га. Без суворого калібрування насіння це неможливо.

Друге. Без суворого калібрування насіння за розміром і формою неможливо з посівного матеріалу виділити СИЛЬНЕ НАСІННЯ™ на пневмовібростолі.

Калібрування пшениці (злакових колосових)

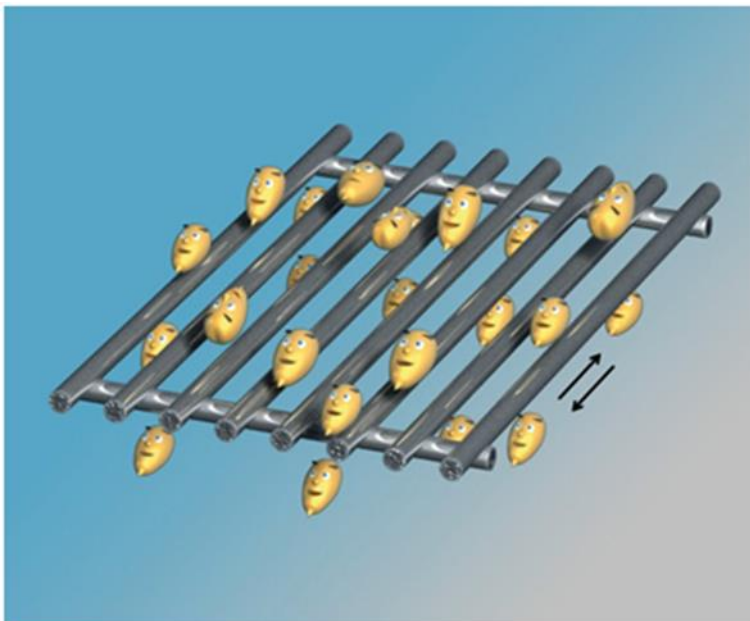


Рис. 8. Принцип взаємодії зерна з решетами Фадєєва

Проста арифметика. Ми взяли насіння ячменю у фермера, який купив насіння ячменю, підготовлене на імпортному насіннєвому заводі.

Запитали фермера, скільки штук насіння планує висівати на га?

Відповідь: як завжди, 4,2 млн. штук.

Добре. Ми розшили мішки та прокалібрували насіння на решетах Фадєєва послідовно 2,5 мм; 2,8 мм; 3 мм. Отримали три фракції:

I. Фракція 4,2 млн. шт. – 240 кг.

II. Фракція 4,2 млн. шт. – 200 кг.

III. Фракція 4,2 млн. шт. – 170 кг.

Маси 1000 шт. відповідно за фракціями склали: 49,7 г; 42,4 г; 34,16 г.

Коли фермер побачив, він схопився за голову. А що зробиш, така технологія, стандартам чистоти відповідає – плати гроші за насіння.

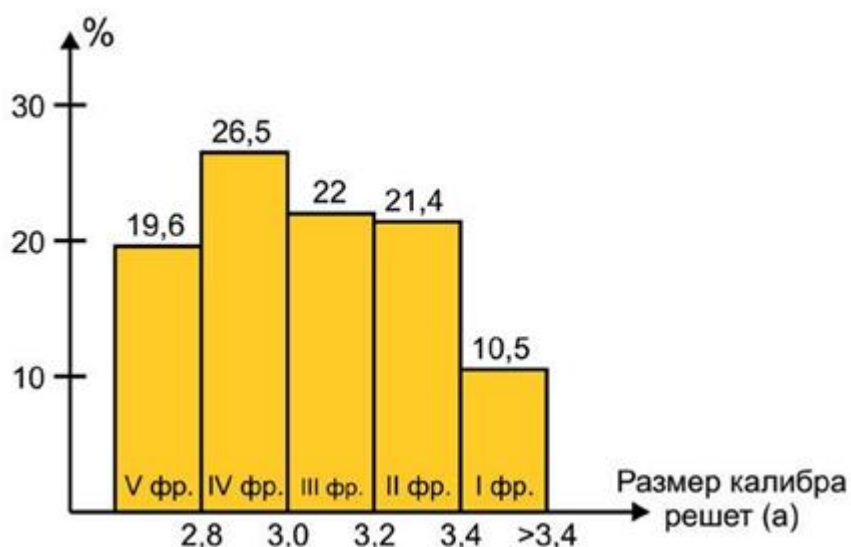


Рис. 9. Частка насіння різних фракцій (%) від загальної їх кількості

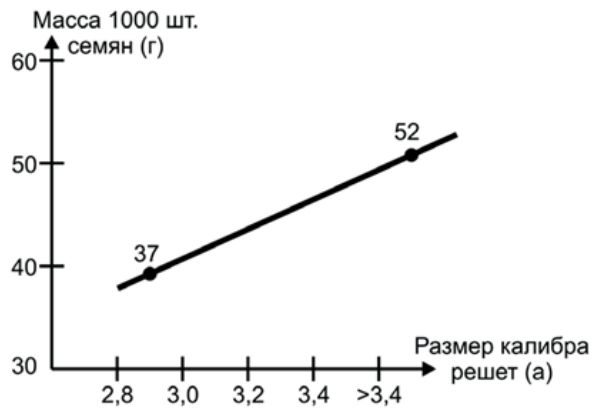


Рис. 10. Різниця маси 1000 шт. насіння залежно від крупності сім'янки



Схід з решета Фадєєва 3,2

Прохід через решето Фадєєва 2,8

Рис. 11. Фото насіння пшениці, взятого з партії насіння, приготовленого до сівби та розділеного на фракції за розмірами



Схід з решета Фадєєва 3,2

Прохід через решето Фадєєва 2,8

Рис. 12. Фото насіння пшениці, розділеного на фракції за розмірами

Аналогічна картина з насіння пшениці. На наведених рисунках тому є підтвердження. Якщо подивитися розподіл насіння пшениці, він приблизно виглядає так:

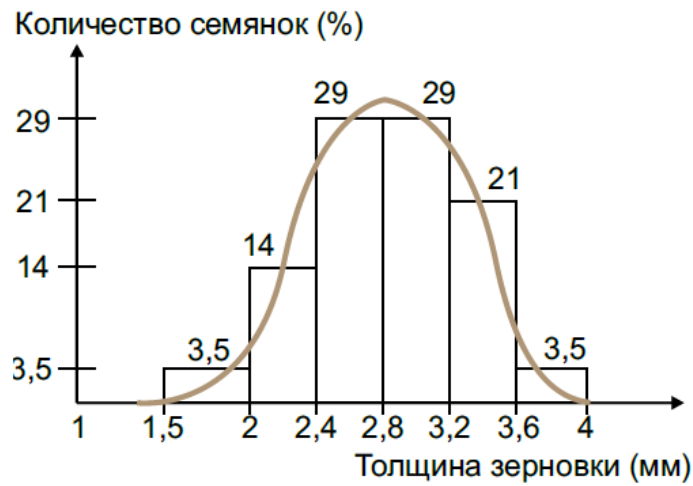


Рис. 13. Можливий розподіл сім'янок пшениці за розміром товщини зернівки у партії посівного матеріалу

Видно, що за товщиною сім'янок близько 80 % перебувають між розмірами 2,4-3,2 мм.

Кукурудза

Калібрування насіння кукурудзи надзвичайно важливе з двох причин. **Перша** – насіння має великий розкид за розміром. **Друга** – велика відмінність за формою.

Саме тому кукурудзу необхідно калібрувати у два етапи. На першому етапі прокалібрувати на фракції по ширині, наприклад, за розміром 8,0 мм; 9,0 мм; 10 мм.

А потім кожен фракцію за товщиною на плоске та округле насіння.

I фракция (φ 10)



округлые семена

Энергия прорастания 98%
Масса 1000 шт. семян 376,4г

Посевная норма (80 000 шт./га) 30,1 кг

плоские семена

Энергия прорастания 98%
Масса 1000 шт. семян 337,7г

Посевная норма (80 000 шт./га) 27 кг

Рис.6

II фракция (φ 9)



округлые семена

Энергия прорастания 98%
Масса 1000 шт. семян 325,4г

Посевная норма (80 000 шт./га) 26 кг

плоские семена

Энергия прорастания 98%
Масса 1000 шт. семян 288,2г

Посевная норма (80 000 шт./га) 23 кг

Рис.7

III фракция (φ 8)



округлые семена

Энергия прорастания 98%
Масса 1000 шт. семян 254,6г

Посевная норма (80 000 шт./га) 20,4 кг

плоские семена

Энергия прорастания 98%
Масса 1000 шт. семян 228,8г

Посевная норма (80 000 шт./га) 18,3 кг

Рис. 14. Калиброванное насіння кукурудзи за розміром і формою

На фото добре видно, як відрізняється посівна норма розмірності шт/кг/га при заданій густоті сівби (80 000 шт/га). Саме таке калібрування дозволяє виконати точну сівбу. При цьому сівалка не пропустить жодної сім'янки і жодного разу не вкладе в одне місце дві. Тобто абсолютно точна сівба.

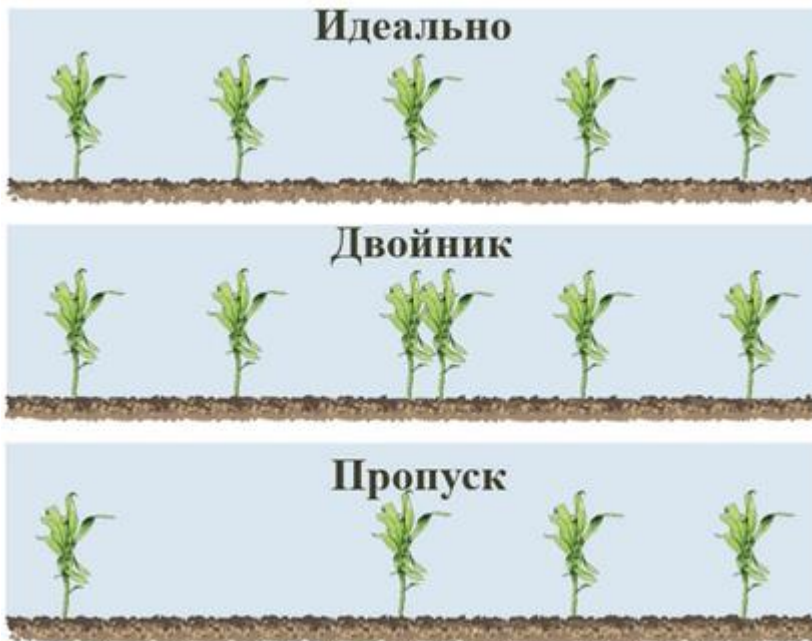


Рис. 15. Визначення точності сівби

Такий точний поділ насіння кукурудзи на плоске та округле дозволяють зробити решета Фадєєва.

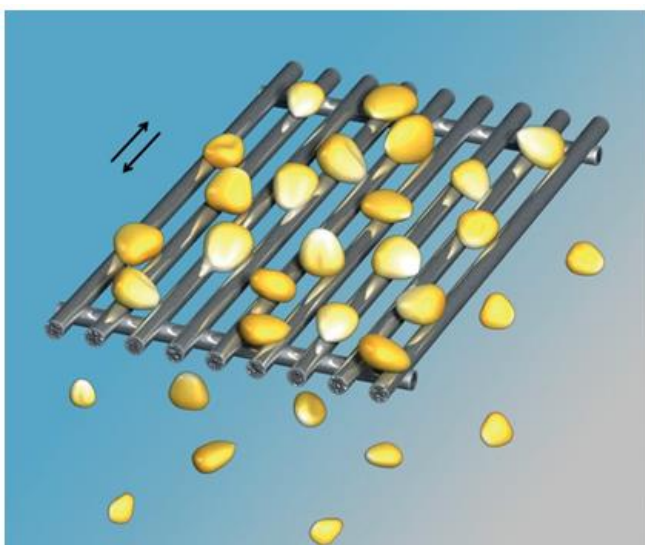


Рис. 16. Поділ насіння кукурудзи на плоске та округле на решетах Фадєєва

Значення строгого калібрування насіння за розміром і формою для точної сівби і строгої посівної норми в розмірності шт/кг/га можна показати для будь-яких культур. На рисунку показано залежність посівної норми насіння сої в кг від крупності насіння при нормі висіву 600 тис/га.

Видно, що при масі 1000 шт. насіння 150 г посівна норма 90 кг/га, а при масі 200 г уже 120 кг/га. Як тут без пофракційної технології виконати вимоги точної сівби?

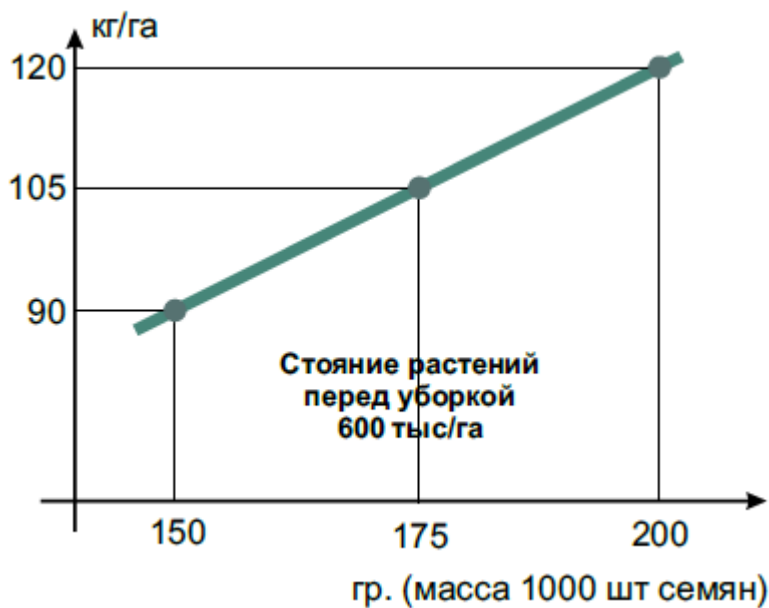


Рис. 17. Залежність норми висіву (теоретичної) від маси 1000 шт. насіння сої

Втім, значущість суворого калібрування насіння за розміром і формою важливіша для виконання наступного обов'язкового етапу технології виробництва СИЛЬНОГО НАСІННЯ, а саме – **сепарації насіння за щільністю**. Простіше з насіння, однакового за розміром і формою, відібрати найщільніші, тобто ті, що важчі за інші. Це і є **четверте завдання**, яке вирішує пропонована нами технологія. Але перш ніж перейти до наступної ознаки, розглянемо **розділ очищувально-калібрувальні машини**.

Недоліки

Перший. Відсутність регулювань, які необхідні для оптимального режиму очищення різних культур.

Другий. Зерно, що просипається, з дрібним сміттям з другої частини верхнього розсіву (по ходу руху зерна), лягає на шар зерна, що рухається, на нижньому розсіві, і дрібне сміття, яке легше, не доходить до нижнього сита і сходиться разом із зерном. Для усунення цього недоліку та забезпечення необхідної якості очищення доводиться суттєво знижувати продуктивність.

Це відображено в інструкції з експлуатації таких машин. Як приклад, наведено графік з інструкції з експлуатації очищувальної машини ВСУ-60, заявленої продуктивністю 60 т/год.

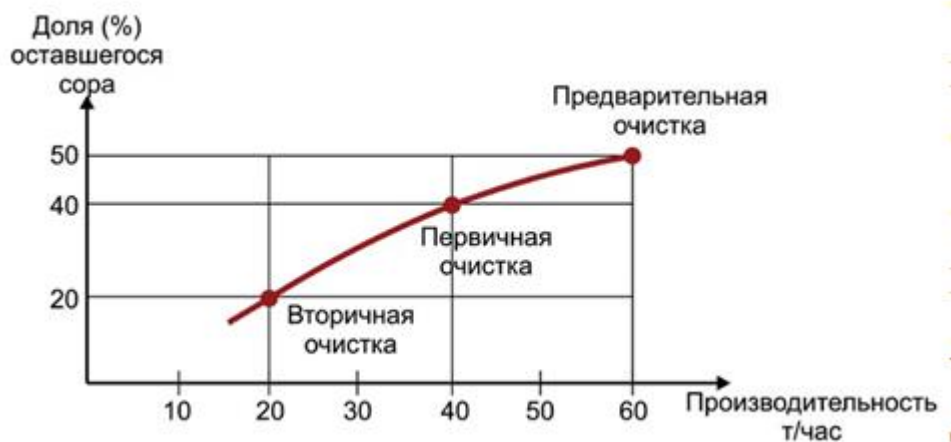


Рис. 19. Зниження продуктивності ВСУ-60 у разі підвищення якості очищення зерна

Видно, що при заявленій продуктивності 60 т/год половина сміття залишається у складі зерна; на зниженій подачі при 40 т/год залишається 40 % сміття; при зниженні заявленої продуктивності втричі, тобто при 20 т/год, все одно частка сміття, що залишилася, не менше 20 %.

Удосконалення такого типу машин призвело до істотного збільшення площі розсіву, оскільки короби з верхніми і нижніми розсіями роблять більшого формату і розміщують їх поперхково, залишаючи загальний єдиний вузол, що коливається від загального приводу. Площа розсіву в таких машинах досягає під 50 м кв.

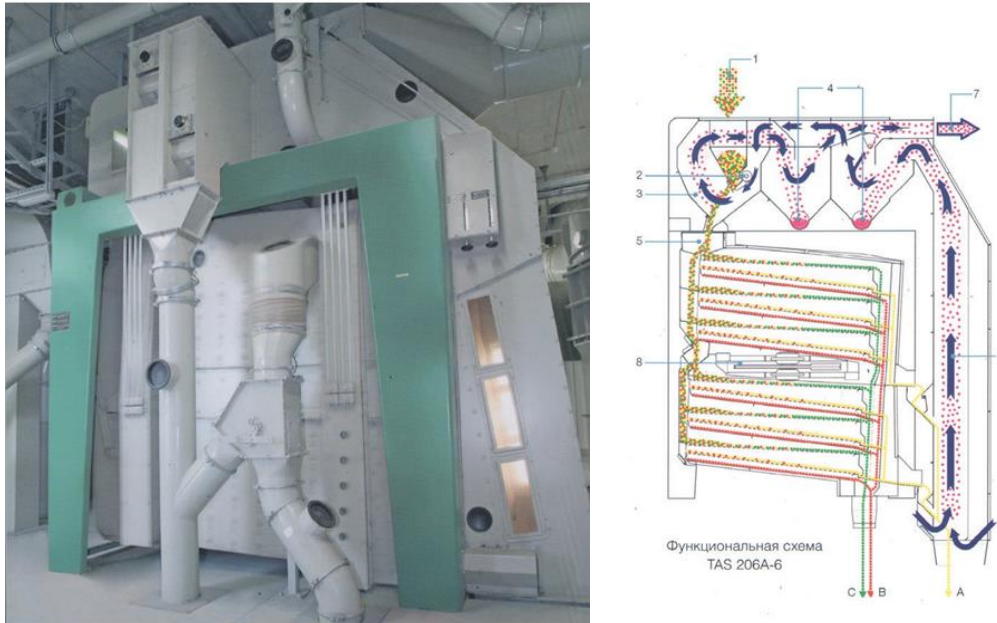


Рис. 20. Зовнішній вигляд та функціональна схема зерноочишувальної машини серії Schmidt-Seeger TASTM («Buhler»)

Машини надійні, порівняно безшумні, з гарною системою аспірації (тобто непилячі), але з тими ж недоліками регулювання (крім системи аспірації), що дозволяє їх розглядати як очишувальні машини.

б) Машини барабанного типу з горизонтальною віссю обертання

Ми вже торкалися такого типу машин у розділі травмування насіння. Розглянемо їх як очишувальні машини. Але спочатку про плюси. Машина підкупує простотою процесу – чого тут думати – перфорований барабан обертається, зерно просипається відповідно до розміру вічка у кожній із секцій. Які питання. А питання є.

Як пояснити таке зниження продуктивності барабанного сепаратора для підвищення якості очищення (див. рис.)?

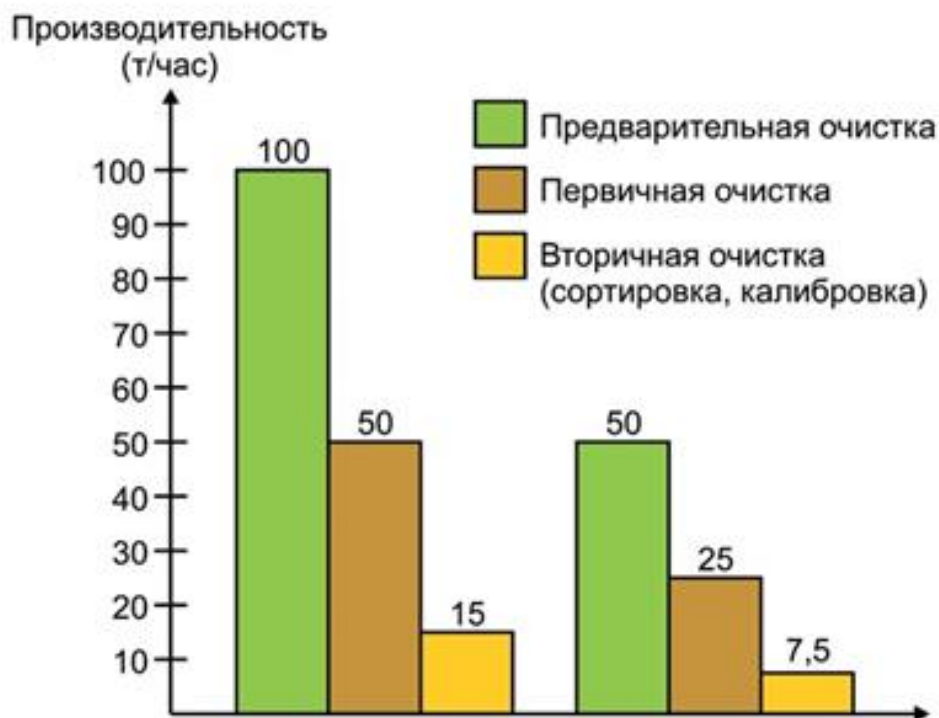


Рис. 21. Зміна продуктивності очищення зерна при підвищенні якості очищення на сепараторі барабанного типу «Луч ЗСО»

І до честі виробника, він вказує в документах з експлуатації цю особливість – зниження продуктивності майже в сім разів заради високої якості очищення. А не сказати про це не можна – експлуатація без інструкції покаже.

Нам привезли великий обсяг експортної кукурудзи після повернення з карантинного аналізу через наявність у кукурудзі насіння амброзії. Постає питання: як насіння амброзії «вдалося» затриматися за насіння кукурудзи і не просипатися через три (!!!) послідовно розташовані секції барабана з отворами, значно більшими, ніж насіння амброзії?



Рис. 22. Різниця в розмірах між насінням амброзії (ліворуч) та кукурудзи (праворуч)

Відповідь на ці питання проста. Взаємодія падаючої твердої частинки під впливом гравітаційного поля Землі у в'язкому середовищі – повітрі.

Парусність у падаючих частинок надто залежить від відношення поверхні частинок, що омивається, до величини їх маси. У дрібних частинок парусність вища порівняно з великими частинками. Ось і виходить, що великі частинки в падінні обганяють дрібні і закривають отвори в ситі барабана, не допускаючи до них дрібні частинки, і ті вимушено лягають на шар великих частинок. Все. Через це на традиційних по геометрії ситах з листа нічого іншого бути не може. З цієї ж причини барабанні сепаратори не можуть розглядатися як машини, що калібрують. Мені відомі судові провадження щодо цього. Позивач (замовник) суд вигравав.

Але картину можна поправити (не радикально, але суттєво) такими пристроями, як сита та решета Фадєєва. Господарі зерноочишувальних та калібрувальних машин, барабанних сепараторів, тобто ті фермери, які купили такі машини, це зрозуміли. Сьогодні ми ставимо практично на всі типи машин, що експлуатуються в Україні і не тільки, свої сита і решета.

Розробка очищувально-калібрувальних машин Фадєєва

Перед початком розробки технології очищення зерна та калібрування насіння я переконався, що неможливо розробити та створити універсальну машину, щоб вона відповідала всій різноманітності завдань, обумовлених ще й специфікою розмаїття культур. Був обраний шлях розробки простого модуля. За допомогою таких модулів-цеглинок можна компоувати необхідний варіант згідно із завданням. Причому цей модуль повинен мати максимально можливу кількість регулювань для оптимізації роботи на конкретних культурах. Такий модуль і є основою технології.

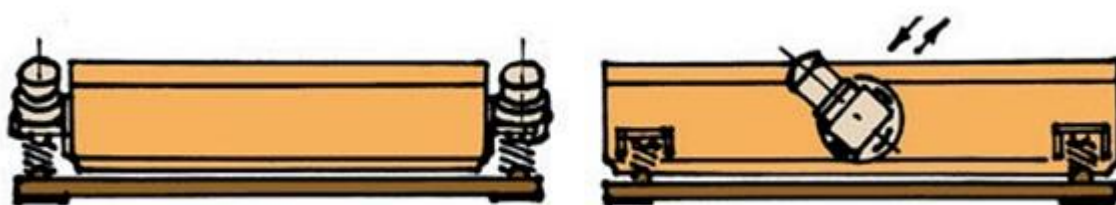


Рис. 23. Ситовий корпус машини ОКМФ на поворотних вібраторах

Модуль простий у виготовленні з листового металу, який легко розкривається лазерною різкою. За відправну точку в розробці площі розсіву модуля було взято стандартний формат сита розміром 790 × 990 мм. Модуль встановлюється на чотирьох кручених пружинах, що дозволяє мати 6 ступенів свободи руху. Регулювання: частота коливань; імпульс коливань; вектор коливань; кут нахилу модуля.

Очищення сит і решіт поліуретановими кульками

Практика показала, що сам модуль необхідно зробити також різним за площею розсіву. Так «народилися» МАШИНИ ФАДЕЄВА, що ОЧИЩАЮТЬ-КАЛІБРУЮТЬ, (за патентом – ОКМФ) різної площі розсіву: на одне стандартне сито – ОКМФ-1; на два сита – ОКМФ-2; також на 3 та на 4. Під кожен варіант був розроблений відповідний вібратор.

Таке рішення дозволяє сьогодні забезпечувати очищення зерна та калібрування насіння залежно від задачі з різною продуктивністю від 0,5 т/год до 15 т/год. Компонування при цьому може бути різне.

Нижче наведено приклади.



Рис. 24. Очищувально-калібрувальна машина великої продуктивності

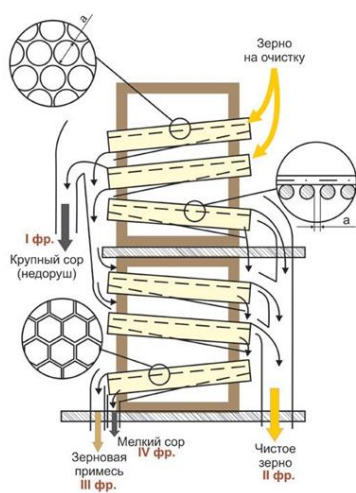


Рис. 25. Схема руху зерна та відділення сміття та зернової домішки на зерноочищувальній машині ОМФ у режимі очищення (вертикальне компонування)

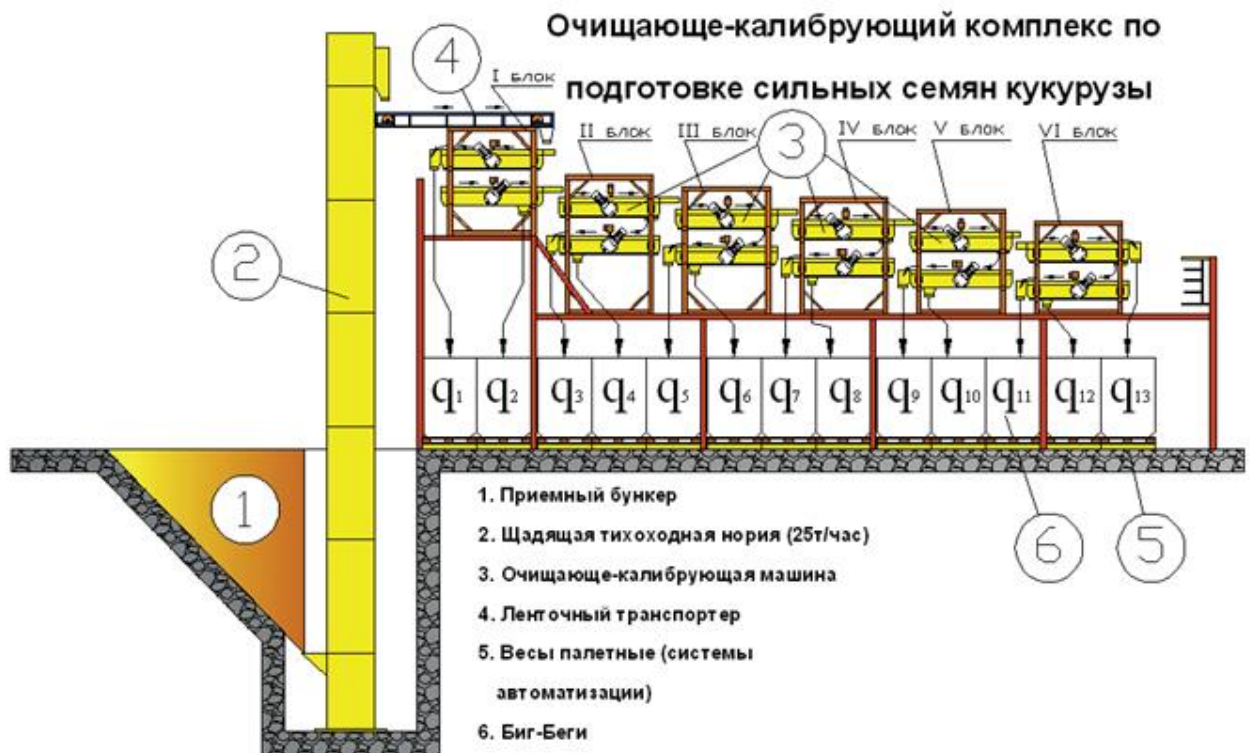


Рис. 26. Компонування очищувально-калібрувального комплексу

Якщо врахувати, що ми можемо всі ці машини комплектувати ситами та решетами Фадєєва для роботи на будь-яких різноманітних культурах, то насправді обмежень запровадження цієї технології не видно.