

### III. КАЛИБРОВКА СЕМЯН ПО РАЗМЕРУ И ФОРМЕ

#### Обязательная часть технологии

В поисках путей повышения эффективности работы всей зерноочищающей и калибрующей техники я пришел к убеждению – одним из узких мест проблемы являются сита, высеченные из тонкого стального листа.

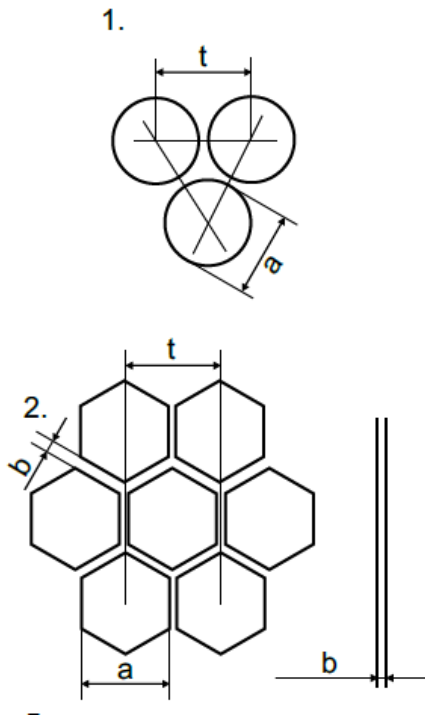
Не буду ваше внимание занимать, рассказывая, как я шел к окончательному решению, но результат превзошел все ожидания.

**Первое.** Сита с круглыми отверстиями надо заменить на сита с гексагональными отверстиями (получил патент **СИТО ФАДЕЕВА**).

В чем плюс? Прозрачное сито. Живое сечение, особенно на малых размерах, увеличилось в два и более раза.



*Рис. 1. Сито Фадеева*



**Рис. 2. Геометрия сит:**  
 1 – традиционного варианта; 2 – сито Фадеева



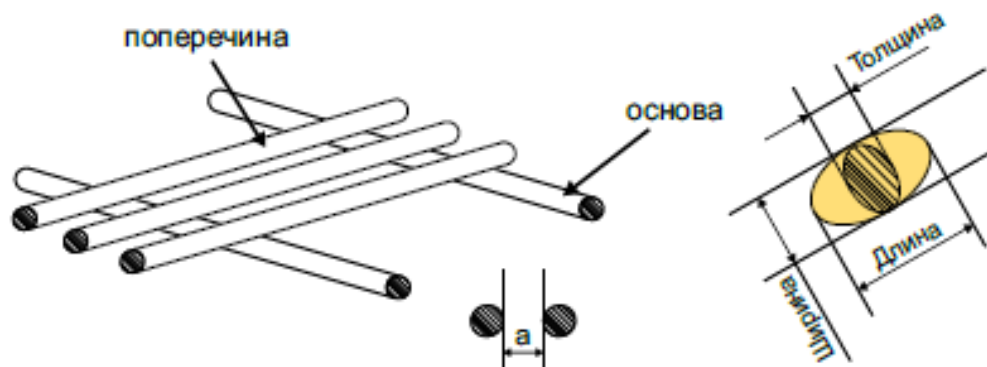
**Рис. 3. Патенты Украины и России на сита Фадеева**

Сита с круглыми отверстиями сделать такими же «прозрачными» невозможно – всегда круглые отверстия будут разделены «звездочкой», а это бесполезная площадь сита.

Такое простенькое изменение формы отверстия позволило существенно увеличить производительность зерноочищающих и калибрующих машин.

**Второе.** Убедился, что надо калибровать семена по толщине. Именно толщина семянки показывает ее выполненность. По сути – это как бы калибровка по количеству питательных веществ в семянке. Но для этого надо придумать такую форму решета, чтобы оно «командовало» семянкой, т. е. в процессе движения по решету заставляло семянку повернуться и примериться к калибрующему зазору своим наименьшим размером – толщиной.

Поиск решения был не простым, но результат изменил много в понимании зерноочистки и калибровки семян.



*Рис. 4. Геометрия решет, позволяющая калибровать семена по наименьшему размеру – толщине*

Сегодня решение представляется простым, но оказалось, что нет оборудования для производства таких решет с требуемой точностью многоточечной сварки. Пришлось самому разработать и создать такое оборудование.



*Рис. 5. Оборудование для производства решет с требуемой точностью многоточечной сварки*

А теперь представьте, что мы сегодня можем делать на таком оборудовании решетка Фадеева, начиная от калибра 0,1 мм с шагом 0,1 мм до размера 30 мм (!!!).

Понятно, что на такое решето получен патент **РЕШЕТО ФАДЕЕВА.**



*Рис. 6. Патенты Украины и России на решета Фадеева*


О значимости РЕШЕТ ФАДЕЕВА для калибровки будет далее конкретно показано на семенах разных культур, а пока – об очистке. Оказалось, что такие решета идеально удаляют семена сорняков.

### **Толщина семян**

Более сорока сорняков имеют толщину менее 1,7 мм. Это значит, что при повороте на решетках семена сорняков пройдут через отверстия, а зерно (даже рожь и овёс) сойдут с решета.

В качестве примера показана часть общей таблицы, где приведены наименования 41 сорняка.

**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>Flouaria 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. Наименования 41 сорняка**

Таким образом, по моему глубокому убеждению, сита и решета новой геометрии будут внедрены во всех странах, где делаются машины по очистке зерна и калибровке семян.

Уверенность эта подтверждается тем, что уже сегодня такие сита и решета ставятся практически на тридцать типов машин, производимых в

Германии, Франции, Дании, Турции и других европейских странах, и на машины Южной Кореи.

***Итак, идём далее по проекту СИЛЬНЫЕ СЕМЕНА***

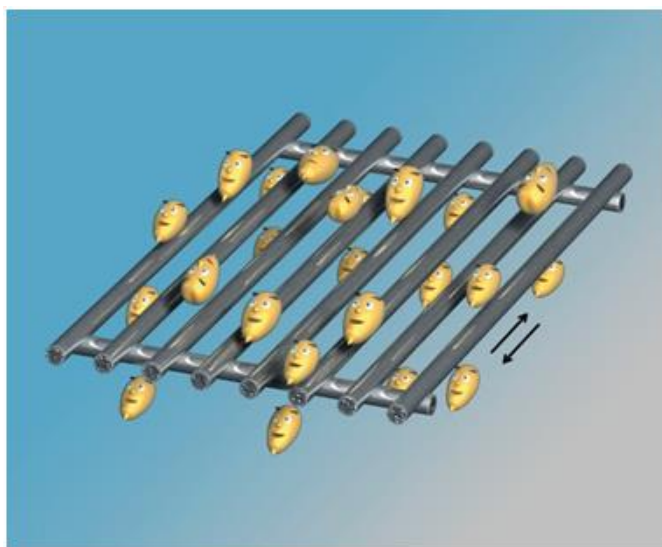
Но прежде два утверждения.

**Первое.** Агротехнология XXI века – точная агротехнология.

Обязательная составляющая точной агротехнологии – точный сев. Для точного сева посевная норма должна быть в размерности – кг/шт/га. Без строгой калибровки семян это невозможно.

**Второе.** Без строгой калибровки семян по размеру и по форме невозможно из посевного материала выделить СИЛЬНЫЕ СЕМЕНА™ на пневмовибростоле.

**Калибровка пшеницы (злаковых колосовых)**



***Рис. 8. Принцип взаимодействия зерна с решетами Фадеева***

Простая арифметика. Мы взяли семена ячменя у фермера, который купил семена ячменя, подготовленные на импортном семенном заводе.

Спросили фермера, сколько штук семян планируешь высевать на га?

Ответ: как всегда 4,2 млн. штук.

Хорошо. Мы расшили мешки и прокалибровали семена на решетках Фадеева последовательно 2,5 мм; 2,8 мм; 3,0 мм. Получили три фракции:

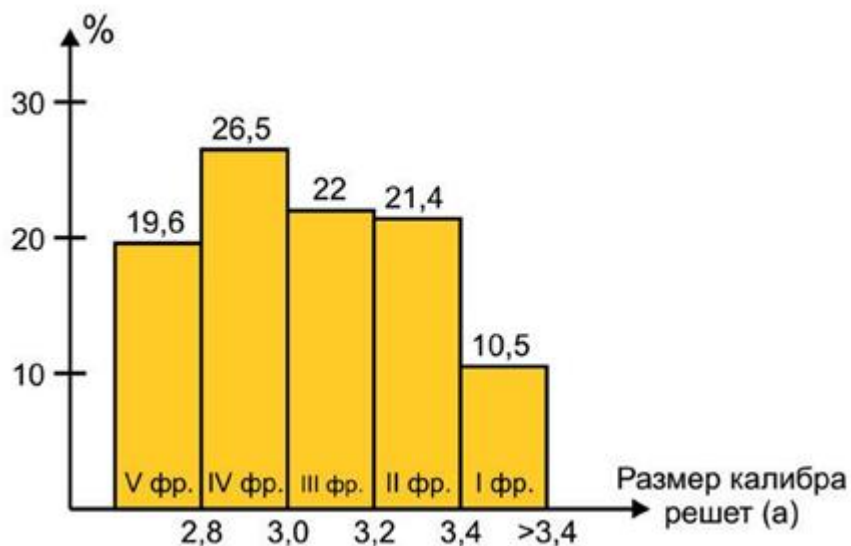
I. Фракция 4,2 млн. шт. – 240 кг.

II. Фракция 4,2 млн. шт. – 200 кг.

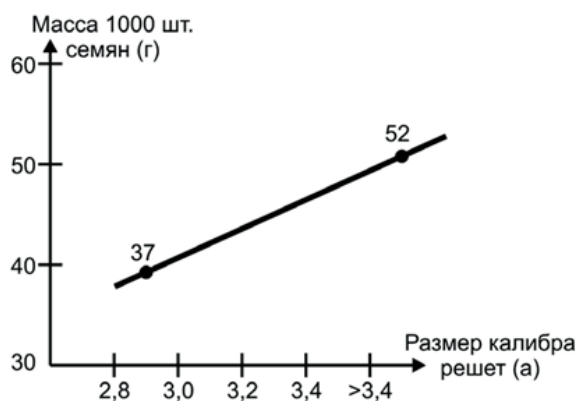
III. Фракция 4,2 млн. шт. – 170 кг.

Массы 1000 шт. соответственно по фракциям составили: 49,7 г; 42,4 г; 34,16 г.

Когда фермер это увидел, он схватился за голову. А что сделаешь, такая технология, стандартам по чистоте отвечает – плати деньги за семена.



**Рис. 9.** Доля семян разных фракций (%) от общего их количества



*Рис. 10. Разница массы 1000 шт. семян в зависимости от крупности семянки*



*Сход с решета Фадеева 3,2*



*Проход через решето Фадеева 2,8*

*Рис. 11. Фото семян пшеницы, взятых из партии семян, приготовленных к севу и разделенных на фракции по размерам*



*Сход с решета Фадеева 3,2*



*Проход через решето Фадеева 2,8*

*Рис. 12. Фото семян пшеницы, разделенных на фракции по размерам*

Аналогичная картина по семенам пшеницы. На приведённых рисунках тому подтверждение. Если посмотреть долевое распределение семян пшеницы, то оно примерно выглядит так:



*Рис. 13. Возможное распределение семянок пшеницы по размеру толщины зерновки в партии посевного материала*

Видно, что по толщине семянок около 80 % находятся между размерами 2,4-3,2 мм.

## **Кукуруза**

Калибровка семян кукурузы чрезвычайно важна по двум причинам. **Первая** – семена имеют большой разброс по размеру. **Вторая** – большое отличие по форме.

Именно поэтому кукурузу необходимо калибровать в два этапа. На первом этапе прокалибровать на фракции по ширине, например, по размеру 8,0 мм; 9,0 мм; 10,0 мм.

А потом каждую фракцию по толщине на плоские и округлые семена.

### *I фракция (ø 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 (ø 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 (ø 8)*



#### *округлые семена*

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

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

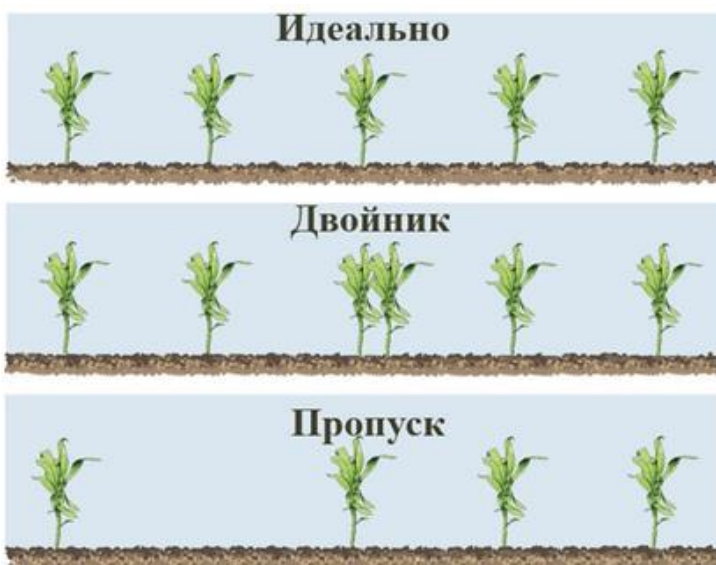
#### *плоские семена*

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

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

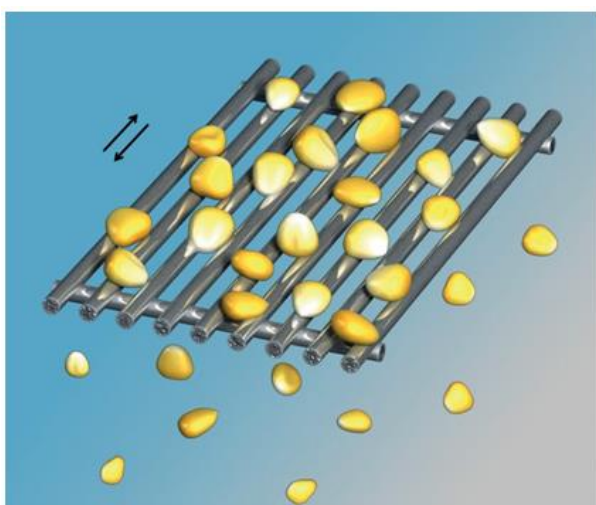
*Рис. 14. Калиброванные семена кукурузы по размеру и форме*

На фото хорошо видно, как отличается посевная норма в размерности шт/кг/га при заданной густоте сева (80 000 шт/га). Именно такая калибровка позволяет выполнить точный сев. При этом сеялка не пропустит ни одной семянки и ни разу не вложит в одно место две. То есть абсолютно точный сев.



*Рис. 15. Определение точности сева*

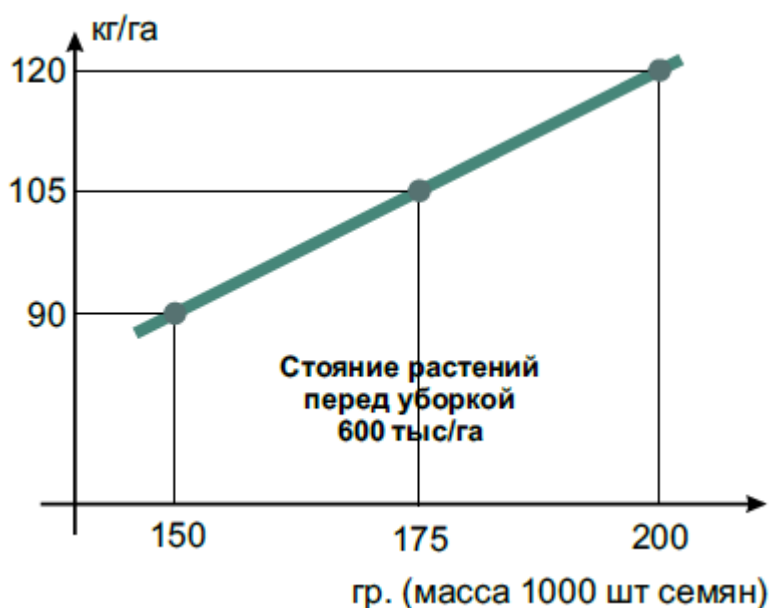
Такое точное разделение семян кукурузы на плоские и округлые позволяют сделать решета Фадеева.



*Рис. 16. Разделение семян кукурузы на плоские и округлые на решетках Фадеева*

Значимость строгой калибровки семян по размеру и по форме для точного сева и строгой посевной нормы в размерности шт/кг/га можно показать для любых культур. На рисунке показана зависимость посевной нормы семян сои в кг от крупности семян при норме высева 600 тыс/га.

Видно, что при массе 1000 шт. семян 150 г посевная норма 90 кг/га, а при массе 200 г уже 120 кг/га. Как тут без пофракционной технологии выполнить требования точного сева?



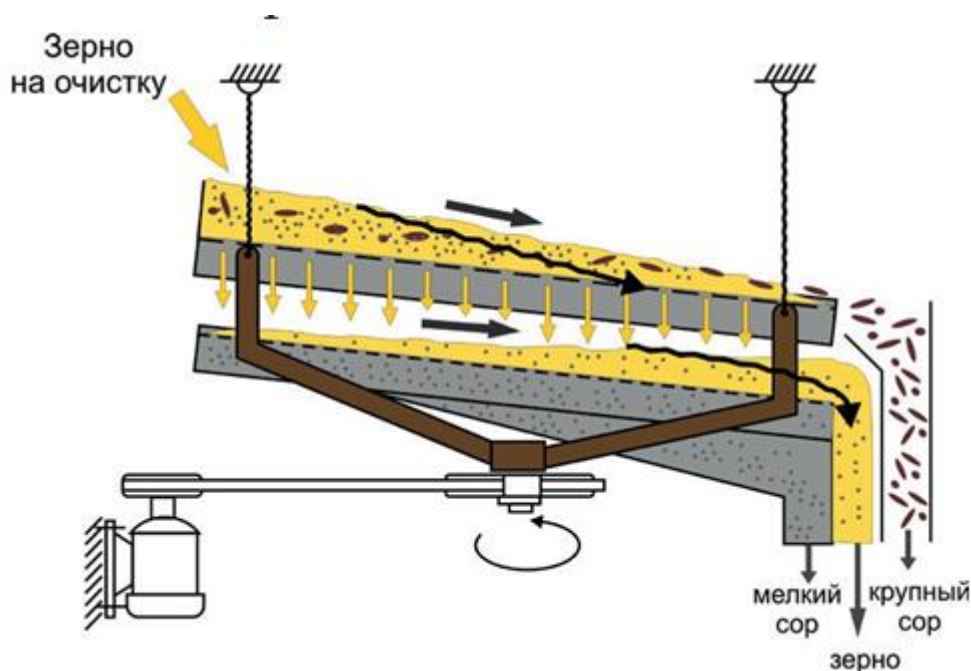
*Рис. 17. Зависимость нормы высева (теоретической) от массы 1000 шт. семян сои*

И всё-таки значимость строгой калибровки семян по размеру и по форме более важна для выполнения следующего обязательного этапа технологии производства СИЛЬНЫХ СЕМЯН, а именно – **сепарации семян по плотности**. Проще из семян, одинаковых по размеру и по форме, отобрать самые плотные, то есть те, что тяжелее других. Это и есть **четвёртая задача**, которую решает предлагаемая нами технология. Но прежде чем перейти к следующему признаку, рассмотрим **раздел очищающе-калибрующие машины**.

## ОЧИЩАЮЩЕ-КАЛИБРУЮЩИЕ МАШИНЫ

### а). Машины с плоско-параллельными решетами

Это хорошо известный принцип. Первые такие машины появились в Германии еще в 1934 г.



*Рис. 18. Схема принципа работы зерноочищающих машин при плоскопараллельном движении зерна*

Принцип машины простой и понятный. Два решета один над другим. В жесткой связи, как единый короб. Размещенный на эластичных подвесках и пружинных опорах. Приводится в колебательный режим эксцентриковым узлом или маятниковым дебалансом. Очистка сит щеточная, а в последнее время – шариковая.

Регулировок режимов практически нет. В последних моделях возможен угол наклона решета. Верхний решето позволяет просыпаться зерну на нижерасположенное решето, а крупный сор направить на сход. На нижнее решето устанавливаются подсевные сита с отверстиями, пропускающими мелкий сор, а зерно направляется на сход.

## **Недостатки**

**Первый.** Отсутствие регулировок, необходимых для оптимального режима очистки различных культур.

**Второй.** Просыпающееся зерно с мелким сором со второй части верхнего отсева (по ходу движения зерна) ложится на слой движущегося зерна на нижнем отсеве, и мелкий сор, как более легкий, не доходит до нижнего сита и сходит вместе с зерном. Для устранения этого недостатка и обеспечения необходимого качества очистки приходится существенно снижать производительность.

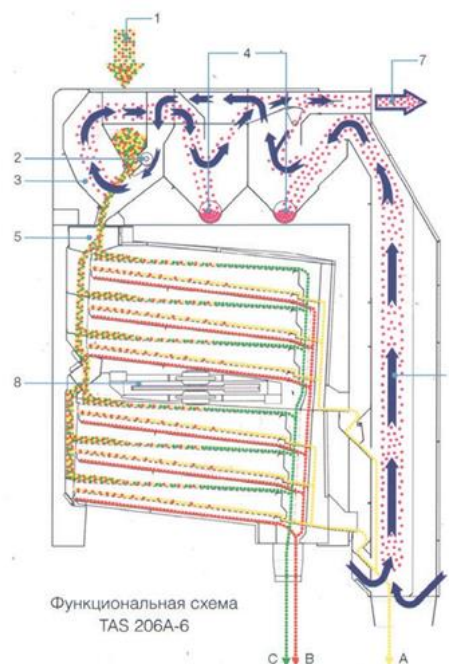
Это отражено в инструкции по эксплуатации таких машин. В качестве примера приведен график из инструкции по эксплуатации очищающей машины ВСУ-60, заявленной производительностью 60 т/час.



**Рис. 19.** Снижение производительности ВСУ-60 при повышении качества очистки зерна

Видно, что при заявленной производительности 60 т/ч половина сора остается в составе зерна; на пониженной подаче при 40 т/ч остается 40 % сора; при снижении заявленной производительности в три раза, т. е. при 20 т/час, все равно доля оставшегося сора не менее 20 %.

Совершенствование такого типа машин привело к существенному увеличению площади отсева, поскольку корпуса с верхними и нижними отсевами делают большего формата и размещают их поэтажно, оставляя общий единый узел, колеблющийся от общего привода. Площадь отсева в таких машинах достигает под 50 м кв.



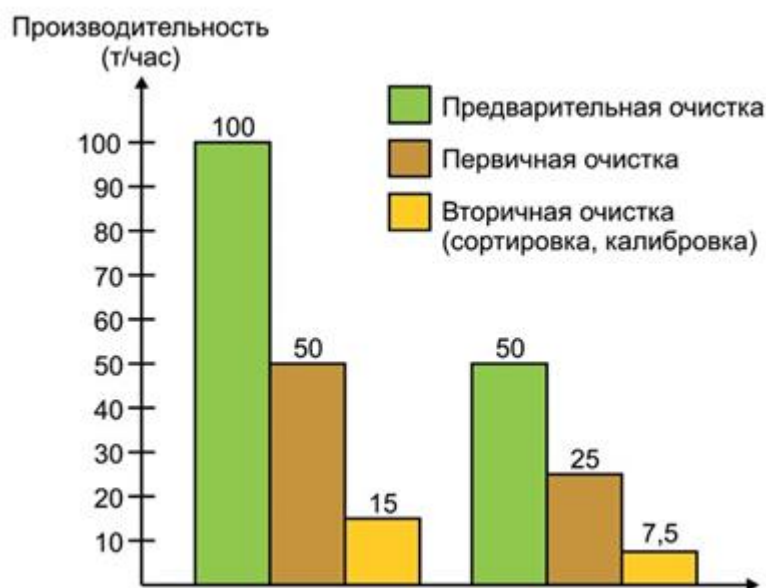
*Рис. 20. Внешний вид и функциональная схема зерноочищающей машины серии Schmidt-Seeger TASTM («Buhler»)*

Машины надёжные, сравнительно бесшумные, с хорошей системой аспирации (т. е. не пылящие), но с теми же недостатками по регулировкам (кроме системы аспирации), что позволяет их рассматривать, как чисто очищающие машины.

### **б) Машины барабанного типа с горизонтальной осью вращения**

Мы уже касались такого типа машин в разделе травмирование семян. Рассмотрим их как очищающие машины. Но вначале о плюсах. Машина подкупает самой простотой процесса – чего тут думать – перфорированный барабан вращается, зерно просыпается согласно размеру ячеек в каждой из секций. Какие вопросы. А вопросы есть.

Как объяснить такое снижение производительности барабанного сепаратора ради повышения качества очистки (см. рис.)?



*Рис. 21. Изменение производительности очистки зерна при повышении качества очистки на сепараторе барабанного типа «Луч ЗСО»*

И к чести производителя, он указывает в документах по эксплуатации эту особенность – снижение производительности почти в семь раз ради высокого качества очистки. А не сказать об этом нельзя – эксплуатация без инструкции покажет.

**Нам привезли большой объем экспортной кукурузы после возврата с карантинного анализа по причине наличия в кукурузе семян амброзии.**

Встаёт вопрос: как семенам амброзии «удалось» задержаться за семена кукурузы и не просыпаться через три (!!!) последовательно расположенных секций барабана с отверстиями, заведомо большими семян амброзии?



*Рис. 22. Разница в размерах между семенами амброзии (слева) и кукурузы (справа)*

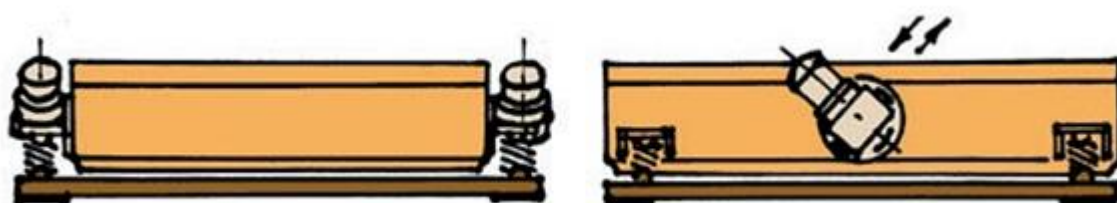
Ответ на эти вопросы прост. Взаимодействие падающей твёрдой частички под действием гравитационного поля Земли в вязкой среде – воздухе.

Парусность у падающих частичек сильно зависит от отношения омываемой поверхности частичек к величине их массы. У мелких частичек парусность выше по сравнению с крупными частичками. Вот и получается, что крупные частички в падении обгоняют мелкие и закрывают отверстия в сите барабана, не допуская до них мелкие частички, и они вынуждено ложатся на слой крупных частичек. Всё. По этой причине на традиционных по геометрии ситах из листа ничего другого быть не может. По этой же причине барабанные сепараторы не могут рассматриваться как калибрующие машины. Мне известны судебные разбирательства на это счет. Истец (заказчик) суд выигрывал.

Но картину можно поправить (не радикально, но существенно) такими приспособлениями, как сита и решета Фадеева. Хозяева зерноочищающих и калибрующих машин, барабанных сепараторов, т. е. те фермеры, которые купили такие машины, это поняли. Сегодня мы ставим практически на все типы машин, эксплуатируемых в Украине и не только, свои сита и решета.

## Разработка очищающе-калибрующих машин Фадеева

Перед началом разработки технологии очистки зерна и калибровки семян я убедился, что невозможно разработать и создать универсальную машину, что бы она отвечала всему разнообразию задач, обусловленных еще и спецификой разнообразия культур. Был выбран путь разработки простого модуля. С помощью таких модулей-кирпичиков можно компоновать необходимый вариант согласно стоящим задачам. Причем этот модуль должен иметь максимально возможное количество регулировок для оптимизации работы на конкретных культурах. Такой модуль и является основой технологии.



*Рис. 23. Ситовый корпус машины ОКМФ на поворотных вибраторах*

Модуль прост в изготовлении из листового металла, легко раскраиваемого лазерной резкой. За отправную точку в разработке площади отсева модуля был взят стандартный формат сита размером 790 × 990 мм. Модуль устанавливается на четырёх витых пружинах, что позволяет иметь 6 степеней свободы движения. Регулировки: частота колебаний; импульс колебаний; вектор колебаний; угол наклона модуля.

### Очистка сит и решет полиуретановыми шариками

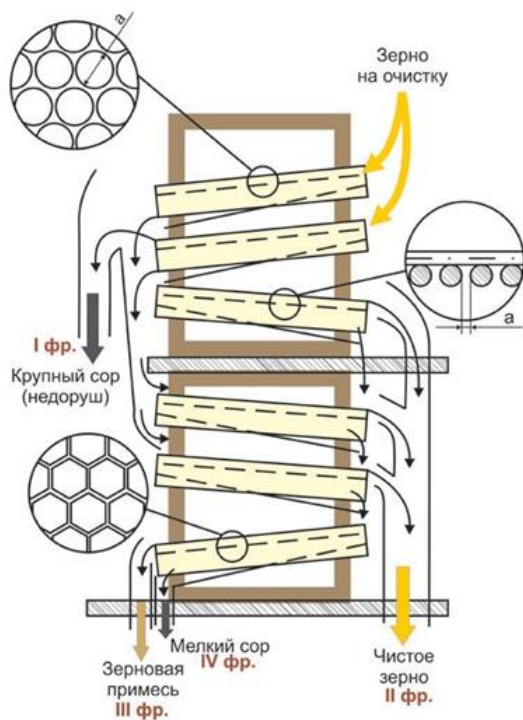
Практика показала, что сам модуль необходимо сделать тоже разным по площади отсева. Так «родились» ОЧИЩАЮЩЕ-КАЛИБРУЮЩИЕ МАШИНЫ ФАДЕЕВА (по патенту – ОКМФ) разной площади отсева: на одно стандартное сито – ОКМФ-1; на два сита – ОКМФ-2; также на 3 и на 4. Под каждый вариант был разработан соответствующий вибратор.

Такое решение позволяет сегодня обеспечивать очистку зерна и калибровку семян в зависимости от задачи с разной производительностью от 0,5 т/ч до 15 т/ч. Компоновка при этом может быть самая разная.

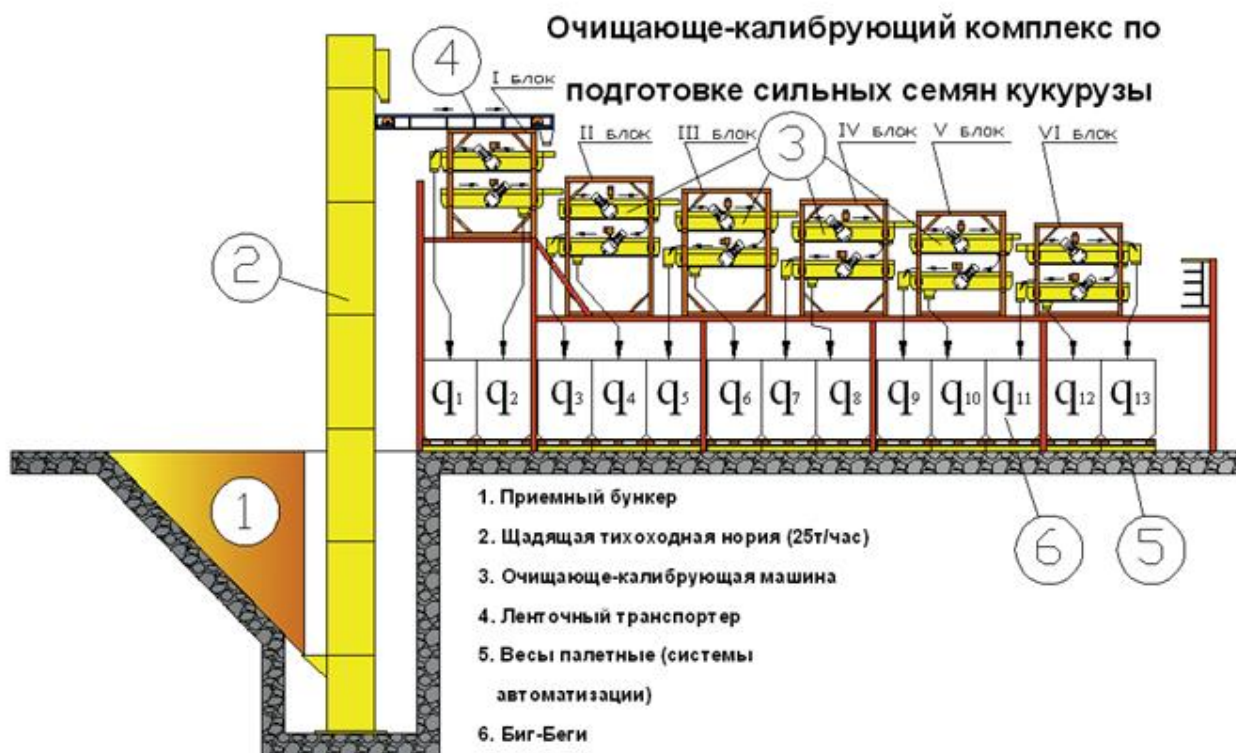
Ниже приведены примеры.



*Рис. 24. Очищающе-калибрующая машина большой производительности*



*Рис. 25. Схема движения зерна и отделения сора и зерновой примеси на зерноочищающей машине ОМФ в режиме очистки (вертикальная компоновка)*



*Рис. 26. Компоновка очищающе-калибрующего комплекса*

*Если учесть, что мы можем все эти машины комплектовать ситами и решетками Фадеева для работы на любых, самых разнообразных культурах, то, на самом деле, ограничений внедрения этой технологии не видно.*