

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

**Тема: Машини і обладнання для сепарації зерна**

**Мета:** Закріпити лекційний та самостійно опрацьований матеріал з дисципліни, вивчити будову і принцип роботи машин для сепарації зерна.

**Час:** 2 год.

### 1. Вказівки з підготовки до роботи

#### 1.1 Завдання для самостійної підготовки до роботи

– повторити:

1. Способи сепарації зернової маси; основні фактори, які впливають на сепарацію зернової маси;

2. Класифікацію агрегатів для сепарації зернової маси;

– знати: призначення машин і обладнання для сепарації зерна;

будову машин і обладнання для сепарації зерна;

– вміти: складати технологічну схему роботи машин і обладнання;

складати кінематичну і функціональну схему машин і обладнання.

#### 1.2 Об'єм виконання роботи

1.2.1. Вивчити призначення, будову, принцип роботи, основні характеристики і правила використання

1 – Сепаратор ЗСП-10;

2 – Відцентровий бурат (центрофугал);

3 – Сепаратор ЗС-50;

4 - Сепаратор ЗСМ-50.

1.2.2. Ознайомитися з конструкцією, призначенням, правилами використання та основними регулюваннями

1 – Сепаратор ЗСШ-20 з круговим поступальним рухом;

2 – Повітряний сепаратор з розімкненим циклом повітря;

3 – Скальператор.

## 2. Вказівки до виконання роботи

### 2.1 Загальні відомості

Процес механічного розділення сипких матеріалів на фракції, що розрізняються геометричними ознаками і фізичними властивостями, називають *сепарацією*. Машини, вживані для цього процесу, називають *ситовими сепараторами*.

Ситові сепаратори на підприємствах по зберіганню і переробці зерна застосовують:

- для очищення зернових сумішей від домішок, що відрізняються від основного зерна лінійними розмірами (шириною і товщиною);
- для сортування зерна на окремі класи і фракції по крупності при підготовці продовольчого зерна до лушення, а також при доведенні насінного зерна до заданих кондицій;
- для сортування продуктів подрібнення і лушення зерна.

На комбикормових заводах для очищення від домішок і злипшихся часток просіюють крейду, сіль, рибну, кісткову і м'ясну муку, а також продукти подрібнення макухи і шрот.

На насінневообробних заводах на ситах калібрують насіння кукурудзи за формою і розмірам. Такі машини застосовують також для оцінки гранулометричного складу різних сипких харчових продуктів.

В результаті просіювання через одно сито вихідний продукт розділяється на дві фракції (частини), що містять різні по розмірах частки. Частина суміші, що проходить через отвори сита, називають проходом; решту частини, яка залишається на ситі і сходить з нього - сходом (рис. 1).

*Сита з круглими отворами* затримують частки, ширина яких більше діаметру цих отворів. Тому вважають, що на таких ситах можна розділити продукт по ширині окремих часток або виділити із зернової суміші домішки, що відрізняються від зерен основної культури шириною.



Згідно стандартам, що діють, штамповані сита називають *решетами*, дротяні - *сітками*. Окрім металевих листів, для виготовлення сит застосовують також полімерні матеріали.

Для сепарації зернових продуктів широко використовують штамповані сита (рис. 3). Робочим розміром  $\epsilon$ : для *круглих* отворів – діаметр; *прямокутних* – ширина; *трикутних* - сторона правильного трикутника.

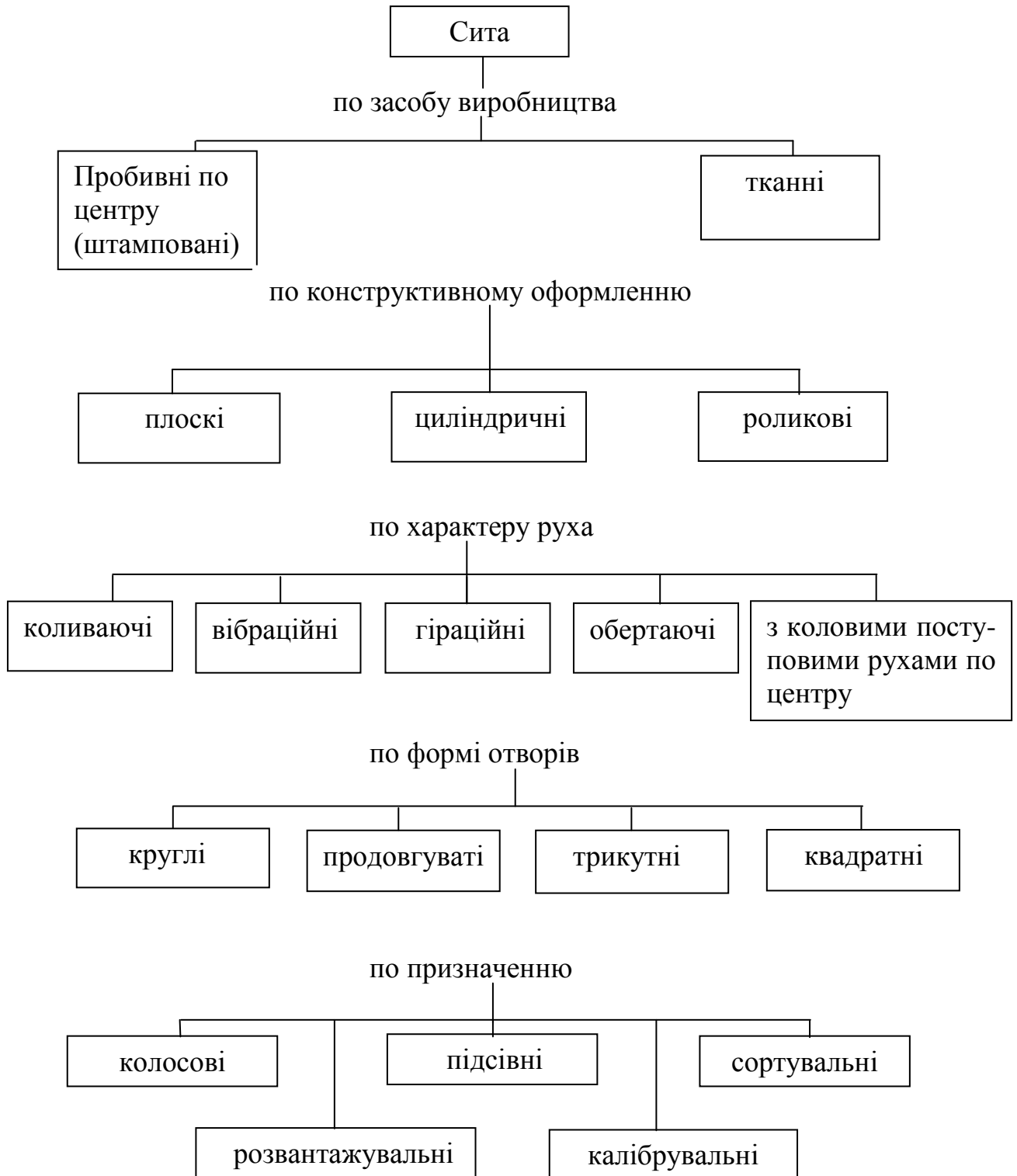
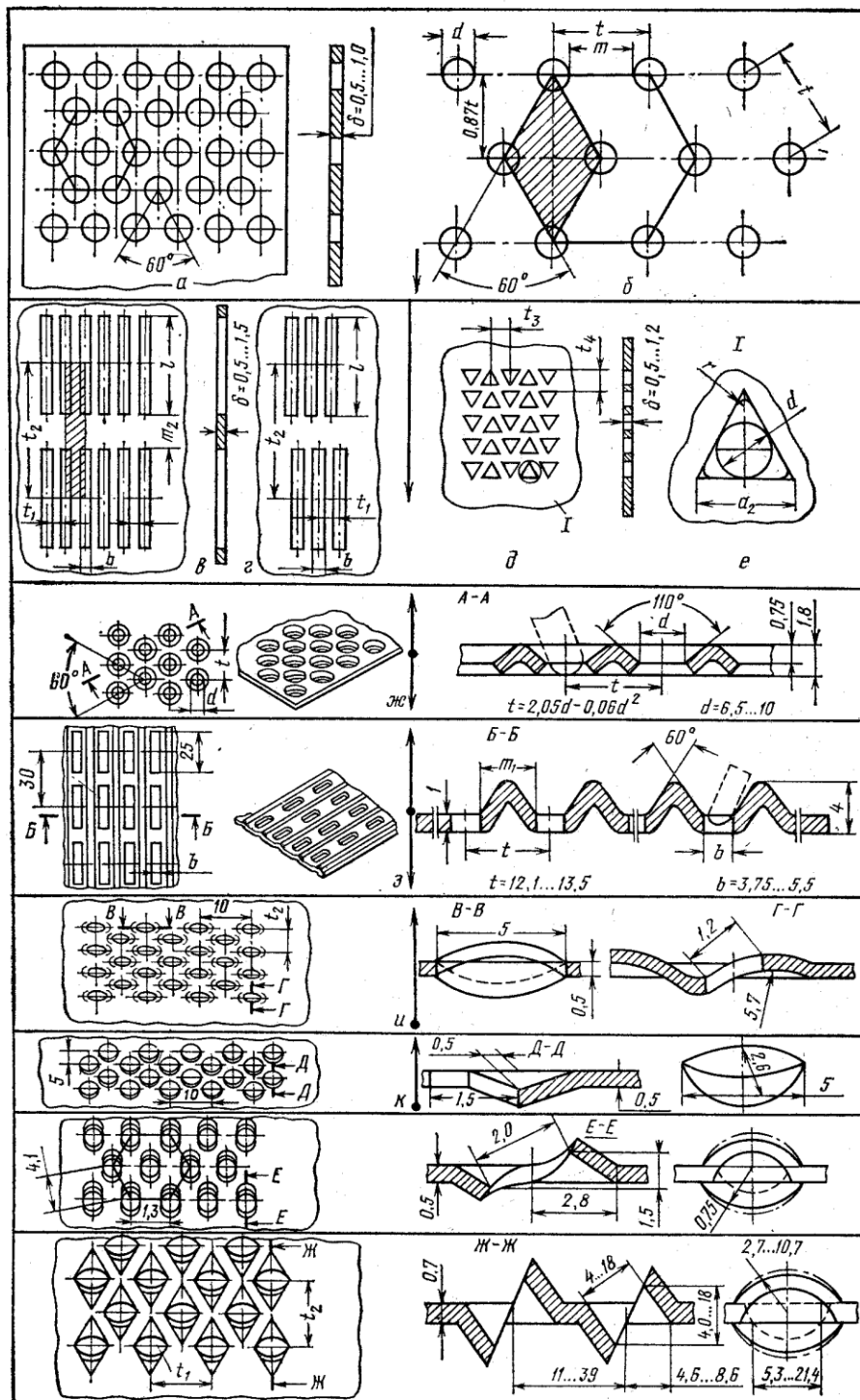


Рис. 2 – Класифікація сит



а, б – сита з круглими отворами (тип 1); в, г – сита з прямокутними отворами (тип 2), з розміщеними паралельними та поперечно – зміщеними рядами; д – сито з трикутними отворами (тип 3); е – основні розміри трикутного отвору, описаного навколо кола діаметром  $d$ ; ж – сито з круглими воронкоподібними отворами; з – сито жолобчатє з прямокутними отворами; и, к – сита з овальними, які мають відігнуті кромки; л – сито з круглими отворами, які мають відігнуті кромки; м – сито з отворами, які мають конусоподібні отвори (стрілками показано напрям руху зернової суміші вздовж сита).

Рис. 3 – Сортамент штампованих сит

Сита розташовують в машині так, щоб подовжня вісь отворів збігалася з напрямом руху продукту.

Трикутні отвори в ситах (рис. 2, *d*, *e*) розміщуються рядами по ходу руху продукту. У ряді отвори розташовуються з кроком  $t_4$ , і вони зорієнтовані так, що одна із сторін трикутника перпендикулярна осі ряду, а в суміжних рядах трикутники направлені в різні боки.

Штаповані сита з рівносторонніми трикутними отворами (тип 3) мають довжину сторони трикутника  $a_2=2,5\dots 8,0$  мм, контрольний діаметр отвору, рівний  $1,44\dots 4,62$  мм, лінійні кроки  $t_3=2,8\dots 6,4$  мм,  $t_4=3,64\dots 9,4$  мм і коефіцієнт живого перетину сита, рівний 27-46%.

Сита для калібрування кукурудзи використовують з воронкоподібними і жолобчатими отворами, які забезпечують напрям руху насіння: через воронкоподібні отвори проходять плоскі насінини довгою віссю перпендикулярно площині сита (розділення зерен по ширині). В жолобчатих отворах довга вісь розміщується вздовж отвору, що обумовлюється розділенням зерен по товщині.

Найбільше використання в промисловості отримали тканні дротяні сітки із сталевого низьковуглецевого термічно обробленого дроту простого переплетення (сітки загального призначення, сітки борошномельної промисловості) і саржевого переплетення. Сітки застосовують для класифікації сипких продуктів за величиною, які визначають ситовим аналізом.

При простому переплетенні нитки основи взаємно перехрещуються з нитками утка. Це обумовлює найбільше число можливих переплетень, і, як наслідок, тканина набуває високої міцності на розрив.

У саржевому переплетенні основні і уточні нитки переплітаються попарно по утку або основі, причому переплетення суміжних ниток зміщені в один бік на одну нитку.

Номер сітки з квадратними отворами характеризують номінальним розміром її сторони: перше число виражає ціле число міліметрів, друге і подальші числа - долі міліметрів. Гладку металотканю сітку для борошномельної промисловості з розміром вічка 0,8 мм умовно позначають «Сітка № 08, ГОСТ 3924-47». Сітки з прямокутними отворами позначають дробом, чисельник якого

характеризує виражену в міліметрах відстань між основними дротами, знаменник - закруглена до цілого числа відстань між уточними дротами. Наприклад, «Сітка Сім'янка 16/2 ГОСТ 3339-46» умовно позначає сітку з розмірами отворів між дротами основи 16 мм, між дротами утка 1,8 мм.

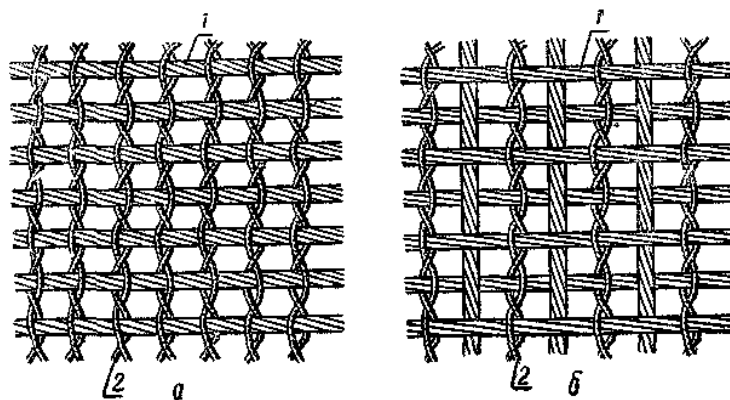
## 2) Шовкові і капронові сита

У машинах для сортування продуктів помелу зерна застосовують шовкові і капронові сита.

**Шовкові сита.** Для виробництва сит високої якості застосовують шовк виключно білого шовкопряда. Основна властивість білого шовку - блиск, міцність, еластичність, здатність поглинати велику кількість вологи, не змінюючи зовнішнього вигляду. Шовкову тканину виготовляють ажурним або змішаним (ажурним і полотняним) переплетенням ниток; між суміжними нитками залишають проміжки визначених розмірів.

При ажурному переплетенні (рис. 4, *а*) за основу застосовують дві нитки, що натягуються одна над іншою. Обі нитки перев'язують так, щоб одна з них знаходилася завжди над ниткою утка, а інша під нею. В результаті нитки утка затискаються нитками основи, чим досягається стійкість розмірів вічок і велика міцність сита.

При змішаному переплетенні (рис. 4, *б*) по основі чергуються нитки ажурного і полотняного переплетення. Сита змішаного переплетення дешевші, але менш міцні, чим сита з ажурним переплетенням.



*а* - з ажурним переплетенням; *б* - із змішаним переплетенням;  
1 - качок; 2 - основа.

Рис. 4 - Шовкове сито.

Шовкові тканини для сит, згідно ГОСТ, розрізняють:

1) по масі (вазі) залежно від товщини ниток основи і утка - полегшені і такі, у яких збільшена вага;

2) по номеру залежно від числа отворів на одиницю довжини - полегшені №7,9, 11, 15, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 32, 35, 38, 43, 46, 55, 61, 67, 73, 76 і ті, у яких збільшена вага № 71, 80, 90, 100, ПО, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 190, 200, 230, 250, 280.

Номер полегшеного сита визначають числом отворів на 1 см по основі і витку, а номер сита, у якого збільшена вага - числом отворів на 10 см по основі і витку.

З полегшеної тканини виготовляють переважно борошняні, а з тканин у яких збільшена вага – сита для круп.

Перевагою шовкових сит є те, що вони не сприймають тепло, що виділяється продуктами помелу, і мають гладку поверхню. До недоліків відносять відносно швидку зношуваність і те, що під впливом крупних часток продукту тканина поступово стає ворсистію, що зменшує розміри отворів. Сита з шовку володіють також високою гігроскопічністю. При вологості 10-13% шовк може поглинути до 30% вологи. В результаті поглинання вологи нитки сита розбухають і перетин отворів зменшується.

Шовкові сита при нормальних умовах експлуатації служать біля шести місяців, що є серйозним недоліком.

**Капронові сита.** Капрон відноситься до групи термопластів, які під дією тепла і тиску не зазнають корінних хімічних змін.

Щільність капрону 1,13-1,15 г/см<sup>3</sup> (1130-1150 кг/м<sup>3</sup>), міцність при розриві 65 кг/см<sup>2</sup>, температура плавлення від 209 до 218° С; капрон порівняно погано поглинає вологу.

Переваги капронових сит є нечутливість до зміни температури, вологості повітря і продуктів, що просіюються. Місцеві механічні пошкодження капронового сита на відміну від шовкового не викликають порушень структури суміжних ділянок.



Міцність капронових ниток вище шовкових. Тому для виготовлення капронових сит можна застосовувати тонші нитки і таким чином збільшувати живий перетин сит. На вигляд і міцність капронові нитки можна порівняти з кращими металевими нитками.

Тривалість використання капронових сит в виробничих умовах показали їх високу технологічну ефективність та зносостійкість. Ситові тканини з капрону служать в три рази довше, чим тканини з натурального шовку. Крім того, ситова тканина з капрону майже в 3-4 рази дешевше за тканину з натурального шовку.

Технологічний процес виготовлення капронових сит значно простіший, ніж з натурального шовку.

Зважаючи на малу гігроскопічність капронового волокна отвори не закупорюються борошністими продуктами. Сита з капронового волокна володіють більшою сівкістю. У розсівах з капроновими ситами ремонтні роботи, пов'язані із заміною сит, різко скорочуються.

## **2.3 Ситові сепаратори**

### **1) Ситові сепаратори для очищення зерна**

Сепаратора ЗСП-10 застосовують для очищення зерна від сторонніх домішок, що відрізняються від нього завтовшки і шириною (рис. 5). Такі сепаратори встановлюють на борошномельних заводах з внутрішньоцеховим пневматичним транспортом зерна.

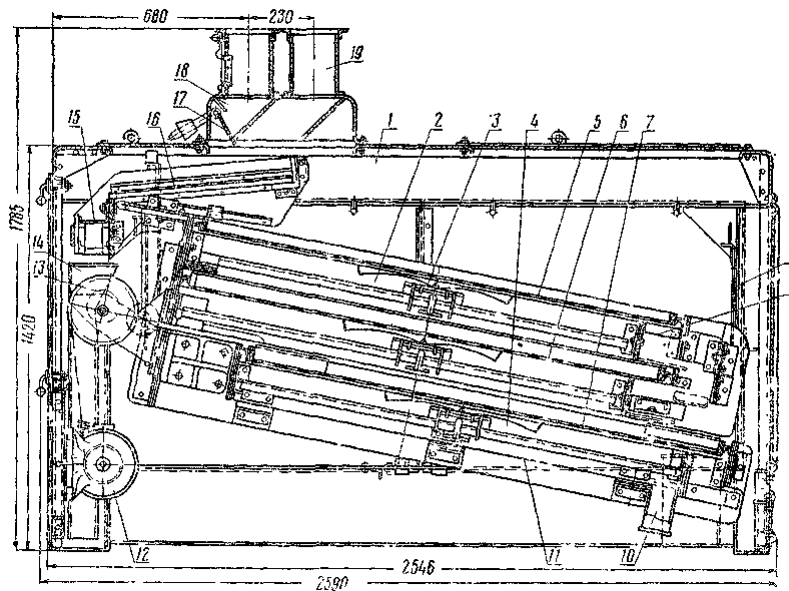
Зворотньо - поступальний рух ситовим кузовам надається від ексцентрикового коливача, який приводиться в рух від електродвигуна через клинопасову передачу. Для рівномірного розподілу зерна по ширині сит призначений приймально-розподільний пристрій з вантажним клапаном, а для очищення сит - інерційний механізм.

Зерно, яке необхідно очистити, поступає спочатку в приймально - розподільний пристрій, а потім, долаючи опір клапана, - рівномірним шаром на приймальне сито. Схід з нього виводиться лотком в збірник відходів. Прохід

приймального сита поступає на сортувальне сито, яке служить для виділення великих домішок. Вони потрапляють в поперечні лотки і виводяться з машини.

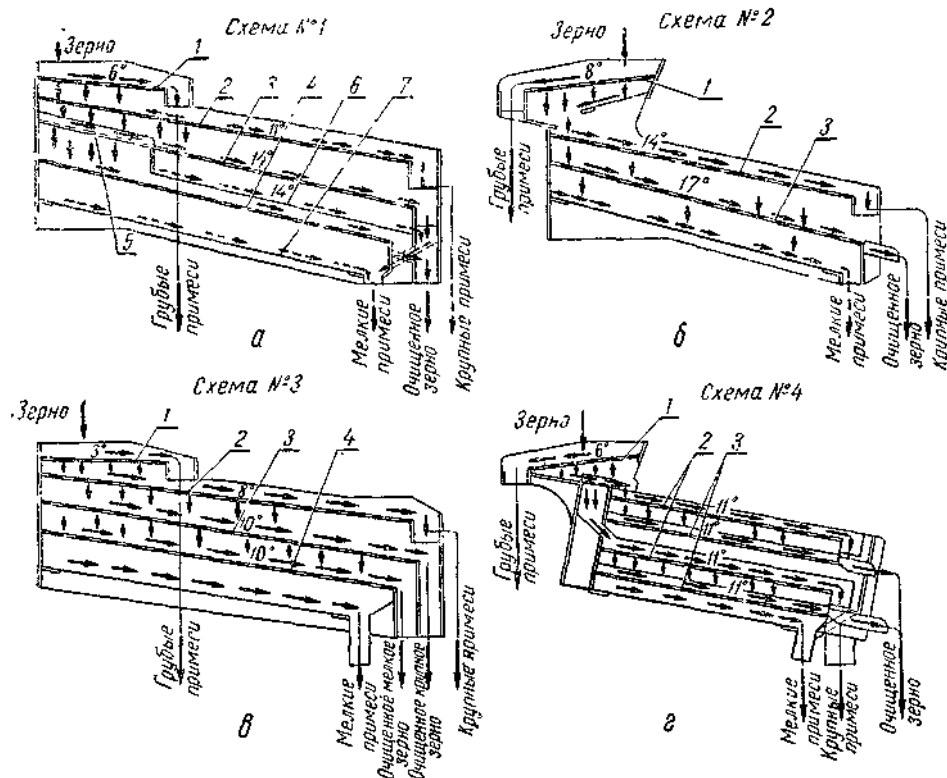
Зерно, що пройшло через сортувальне сито, поступає на розвантажувальне сито. На його верхній частині потік зерна розділяється: один йде сходом з розвантажувального сита, а інший проходом поступає на підсівне сито нижнього кузова.

Очищене зерно сходом з розвантажувального і підсівного сит об'єднується і виводиться з машини. Прохід підсівного сита (пісок, насіння засмічених рослин, біте і щупле зерно) по піддону нижнього кузова поступає в патрубок і видаляється з машини.



1 - станина, 2, 4-ситові кузови, 3 - інерційний механізм для очищення сит, 5 - сортувальне сито, 6 - розвантажувальне сито, 7-підсівне сито, 8-підвісна пружина, 9- поперечний лоток, 10- патрубок, 11- піддон, 12 - електродвигун, 13 - ексцентриковий коливач, 14-збірник відходів; 15 - лоток, 16 - приймальне сито, 17 - вантажний клапан, 18-приймально розподільний пристрій, 19 - аспіраційний патрубок

Рис. 5 - Сепаратор ЗСП-10 для борошномельних заводів з внутрішньоце-ховим пневматичним транспортом:



а - схема № 1; 1 - приймальне сито; 2-сортувальне сито; 3-підсівне укорочене сито; 4-підсівне сито; 5 - дільник; 6, 7 - піддони;

б - схема № 2; 1 - приймальне сито; 2- сортувальне сито; 3- підсівне сито;

в - схема № 3; 1 - приймальне сито; 2 - сортувальне сито; 3- розвантажувальне сито; 4- підсівне сито;

г - схема № 4; 1 - приймальне сито; 2 - сортувальні сита; 3-підсівні сита.

Рис. 6 - Технологічні схеми корпусу сепаратора для борошномельних заводів з внутрішньоцеховим пневматичним транспортом.

На рисунку 6 показано чотири варіанти можливої технологічної схеми ситового корпусу. По питомому навантаженню підсівного сита найбільш прийнятними є схеми № 1 і № 4. Для розділення зерна на велике і дрібне можна рекомендувати схему № 3, а для очищення зерна лише від грубих домішок - схему № 2.

Найчастіше застосовують схему № 1. Вихідний продукт двома паралельними потоками поступає в живлячий механізм, який направляє його на приймальне сито 1. Воно призначене для виділення із зерна грубих домішок, що видаляються з машини через поперечні лотки.

Зерно проходить через приймальне сито поступає на сортувальне 2, яке також служить для виділення з зерна крупних домішок. Пройшовши через першу частину сортувального сита, зерно поступає до дільника 5 щілинного типа, який розділяє зерно на два потоки: один поступає на укорочене підсівне сито верхнє 3, а інший - на нижнє 4. Прохід через другу частину сортувального сита поступає безпосередньо на підсівне сито 4. Схід з обох підсівних сит (очищене зерно) виводиться з машини через загальний канал. Прохід підсівних сит (пісок, насіння диких рослин, біте зерно) по піддонах 6 і 7 виводиться з машини через інший загальний канал.

При роботі сепараторів в отворах сит, особливо малих діаметрів, застряють різні домішки, биті і щуплі зерна, що знижує ефективність очищення або сортування.

На ефективність очищення сит впливають багато чинників, у тому числі стан поверхні сита (увігнуті ділянки сита очищаються погано), міра підтискання очисників до сита, матеріал очисника, якість зерна і ін.

Робочими органами механізму є очисники, які складаються з набору резинових пластин 2, куточків 3, пружин 1, поперечних планок 4 і плоскої пружини 5, яка двома болтами 17 прикріплена до корпусу 18. За допомогою болтів, а також гумової прокладки 12 регулюють міру підтискання очисників до сита. Механізм чотирма гумовими роликками 20 із запресованими капроновими втулками 21, що обертаються довкола осей 22, спирається на направляючий куточок 13.

## **2) Ситові сепаратори з ситами, що обертаються (центрофугали)**

Робочим органом машини з ситами що обертаються служить зазвичай барабан в формі циліндра, шестигранної призми або піраміди з натягнутими на їх поверхню ситами. У шестигранному барабані енергійніше просіювання, що пояснюється ударом часток при падінні з однієї грані на іншу. Сита очищаються механізмом ударної дії. У циліндрі круглої форми для очищення сит застосовують щітковий механізм.

Машини з ситами, що обертаються, застосовують на комбікормових заводах для очищення окремих видів сировини від домішок і на борошномельних заводах для сортування відходів. Швидкість вибирають рівною 1,2-1,6 м/с.

На основі дослідних даних навантаження на 1 м<sup>2</sup> приймають рівною 500-600 кг/ч при очищенні зерна від крупних домішок 200-300 кг/год. при очищенню від дрібних домішок і 100-150 кг/год. при сортуванні відходів.

У сучасних конструкціях барабан розташовують горизонтально, продукт переміщається уздовж сита похилими планками-гонками. Інколи виготовляють барабан у формі усіченого конуса.

На рисунку 7 показана машина, в якій сита і бичі обертаються з різною швидкістю довкола горизонтальної осі. Машини з таким пристроєм зазвичай називають відцентровими буратами або центрофугалами.

На станині 1 розташований бичевий барабан 6 що обертається швидко і ситовий циліндр 9, який його оточує, що обертається повільно. Бичевий барабан складається з валу 10 і чавунних розеток 2, 8, 11 з прикріпленими до них десятьма металевими бичами 4.

Корпус ситового циліндра утворюють дві торцеві чавунні розетки, зв'язані між собою шістьма круглими сталевими стягуваннями 5 і дев'ятьма обручами 7. Сито 3 закріплено на розетках роз'ємними хомутиами 12.

В нижній частині станини 1 поміщений жолоб з одним або двома шнеками 13. Шнеки с поворотними пір'ями дозволяють виводити з машини у будь-якій точці по довжині жолоба продукт, отриманий проходом з частини або всього циліндра.

У верхій частині машини на горизонтальній осі розташована циліндрова щітка 14 для очищення ситового циліндра. По міру зносу її можна наближати до ситового циліндра.

Технічна характеристика центрофугала

Продуктивність машини при просіюванні, кг/с:

борошна 0,153

висівок 0,19

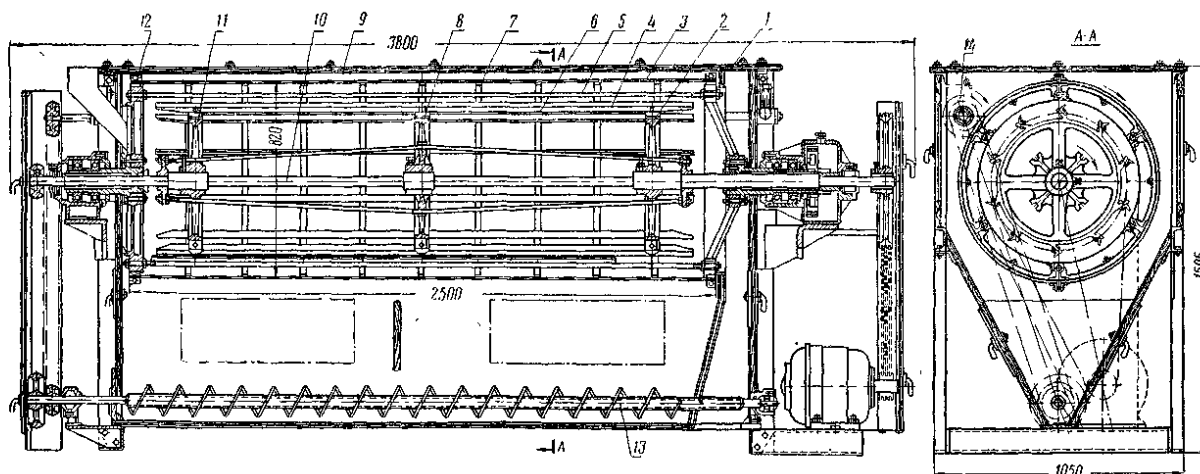
Основні розміри ситового циліндра, м:

діаметр	0,82
довжина	2,5
Площа сит, м <sup>2</sup>	5,75
Окружна швидкість, м/с:	
ситового циліндра	0,56
бичевого барабана, м	7,3
Діаметр бичевого барабана, м	0,8
Витрата повітря, м <sup>3</sup> /с	0,0022
Аеродинамічний опір машини, Па	60
Потужність, потрібна для приводу, кВт	2

Продукт поступає через приймальний отвір всередину ситового циліндра.

При його обертанні продукт піднімається на деяку висоту, а потім під дією сили ваги падає на бичі барабана, що швидко обертаються. Бичі, розташовані під кутом до осі барабана, відкидають продукт до ситової тканини, через яку він і просіюється.

Продукт в ситовому циліндрі переміщається в подовжньому напрямі. Крупні частки продукту йдуть сходом з ситового циліндра.



1 – станина, 2, 8, 11 – розетки, 3 – сито, 4 – бич, 5 – стяжка, 6 – биче вий барабан, 7 - обруч, 9 – ситовий циліндр, 10 – вал, 12 – хомут, 13 – шнек, 14 щітка.

Рис. 7 – Відцентровий бурат (центрофугал)

### 3) Сепаратори з круговим поступальним рухом сит

На рисунку 8 показаний пристрій нового сепаратора ЗСШ-20 для очищення зерна на борошномельних заводах.

Характерними особливостями цієї машини є: круговий поступальний рух кузова з ситами в горизонтальній площині; очищення сит від застряглих часток в отворах за допомогою гумових кульок; розділення вихідного зерна на крупну і дрібну фракції і послідовне очищення цих фракцій.

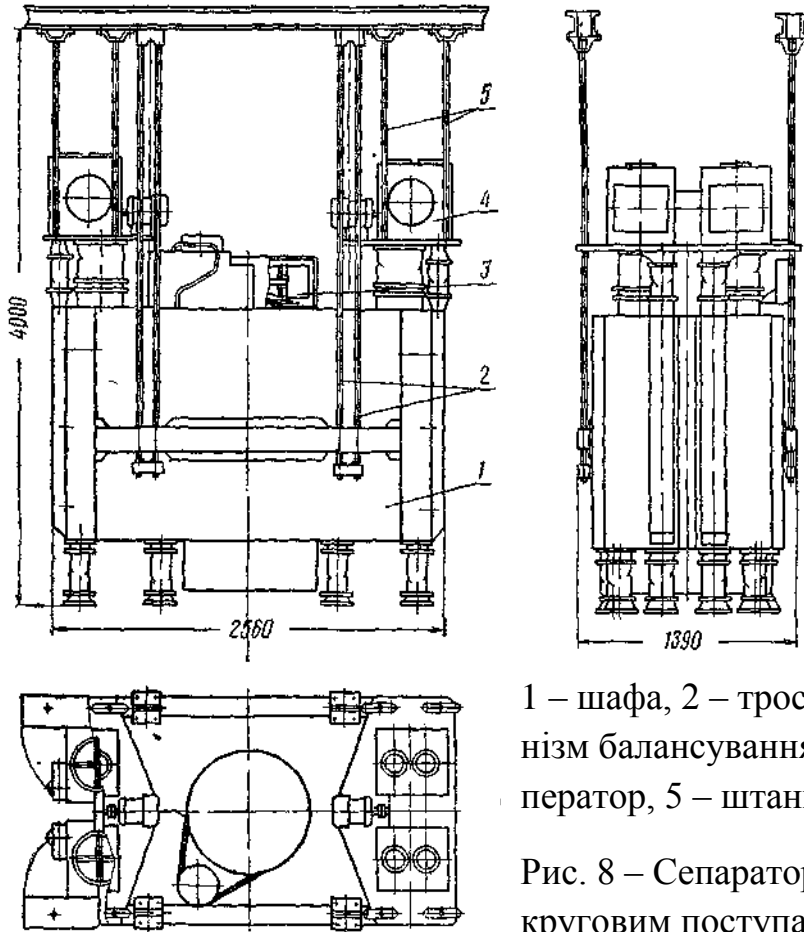
Сепаратор ЗСШ-20 складається з шафи, підвешеної на тросах 2 до перекриття приміщення, балансувального механізму 3 з приводом і двох скальператорів 4, які встановлені на прийомі продукту на спеціальних штангах 5, закріплених на стельовому перекритті.

Шафа сепаратора (рис. 9) суцільнометалева, включає чотири секції, зібрані на зварній рамі 8 хрестоподібної форми. Рама має чотири вертикальні перегородки, приварені до труби 9. У ній встановлений вал і підшипникові вузли балансувального механізму.

В кожній секції встановлено 14 висувних рам: чотири приймальних з пробивними ситами з отворами  $\varnothing 4,5$  мм; чотири – приймально – підсівні з металотканними ситами з отворами розміром  $2,8 \times 2,8$  мм; три підсівні рами з пробивними ситами розміром  $1,7 \times 20$  мм; три сортувальних з пробивними ситами 08 мм і дві збірки. Приймально-підсівні, підсівні і сортувальні сита очищаються гумовими кульками 1.

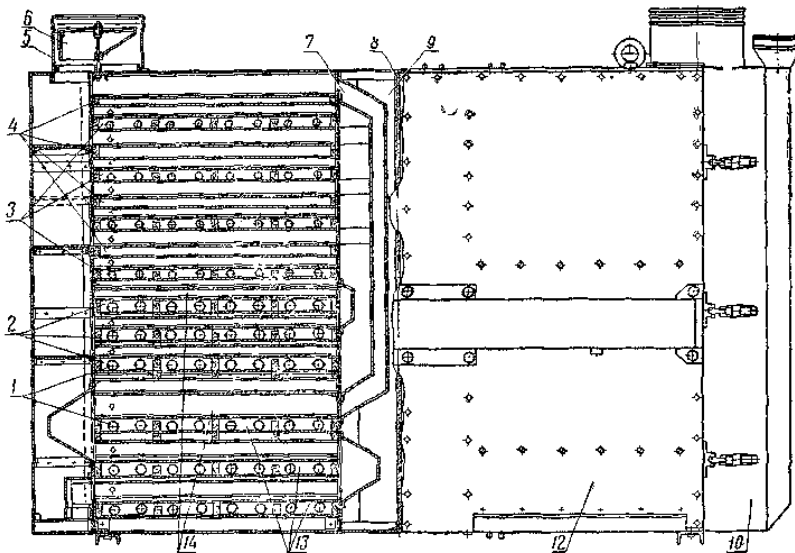
Секції зверху, знизу і збоку закриті обшивкою 12 з металевого аркуша, яка зв'язує раму і секції в єдину жорстку конструкцію. Зовнішня обшивка шафи і її направляючі утворюють перепускні канали. З торців каркасів секцій прикріплені знімні розподільні коробки 7 і дверці 10 з перепускними каналами.

На кожній секції встановлений приймальний пристрій 5 з конусом, що обертається 6, який розподіляє продукт по приймальних рамах. Сита в дванадцяти верхніх рамах розташовані горизонтально, а два нижні сортувальні сита з нахилом, рівним  $1^\circ$  по ходу продукту. Це полегшує виведення крупних домішок через штуцера, розташовані під днищем шафи. Шафа аспірують через канали 1.



1 – шафа, 2 – троси, 3 - механізм балансування, 4 - скальператор, 5 – штанга.

Рис. 8 – Сепаратор ЗСШ-20 з круговим поступальним рухом

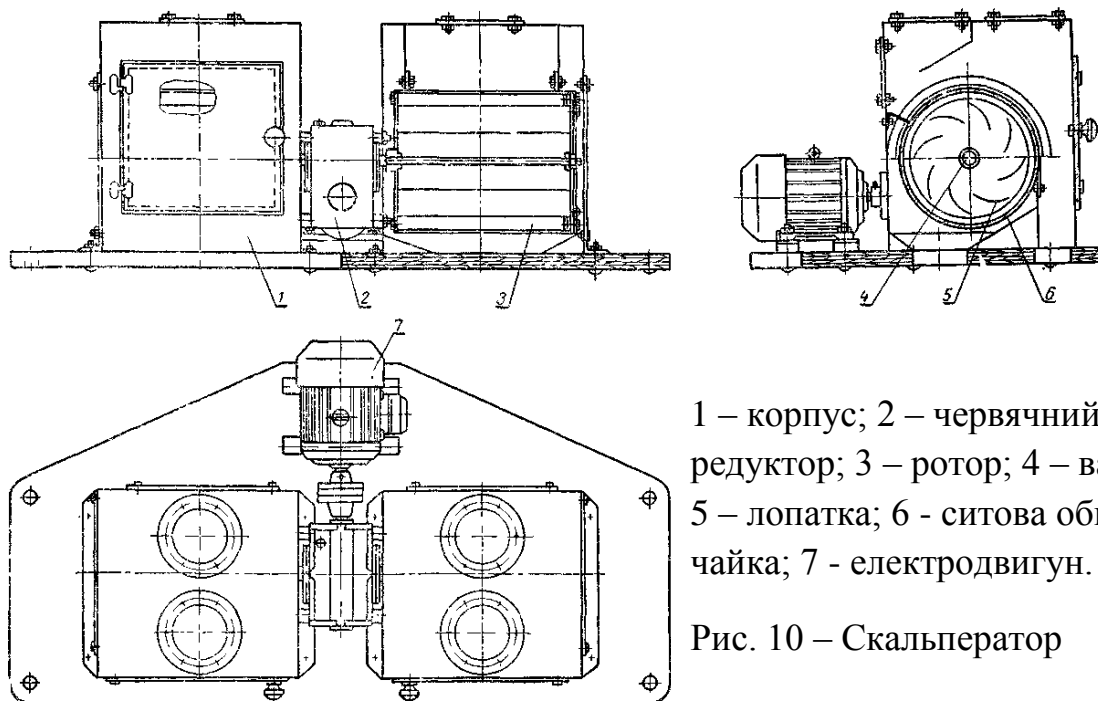


1 - гумові кульки; 2- підсівні рами; 3 - приймально-підсівні рами;  
4 - приймальні рами; 5 -приймальний пристрій; 6- конус, що обертається;  
7 -коробка; 8- рама- 9 – труба; 10 - дверці; 11 - аспіраційний канал; 12 - обшивка;  
13 - сортувальні рами; 14 - збірники.

Рис. 9 - Шафа сепаратора ЗСШ-20:



Скальператор (рис. 10) складається з двох корпусів 1 і приводу. На валу 4 розміщені ротори 3 з лопатками 5 і ситовою обичайкою 6 з вічками розміром 12×12 мм. Ротор приводиться в рух від електродвигуна 7 через черв'ячний редуктор 2.



1 – корпус; 2 – черв'ячний редуктор; 3 – ротор; 4 – вал; 5 – лопатка; 6 – ситова обичайка; 7 – електродвигун.

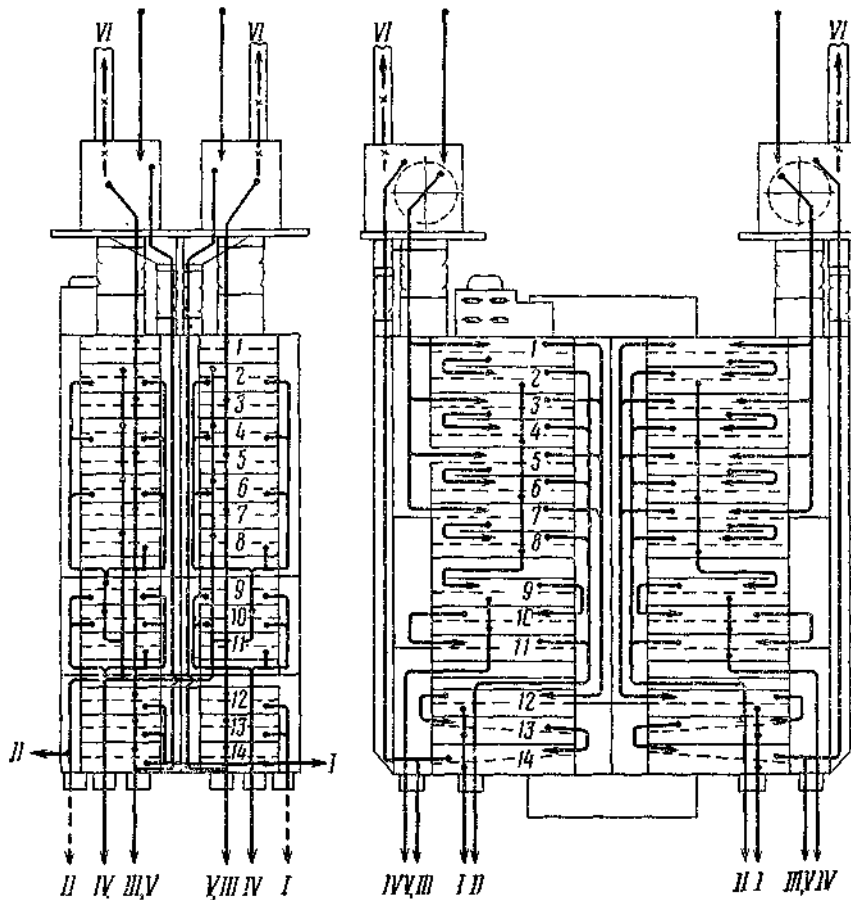
Рис. 10 – Скальператор

Продукт поступає самоплив в скальператор, де очищається від крупного сміття (рис. 11). Крупні домішки *V* з сітки барабана через канал в дверцях шафи і патрубок виводяться з сепаратора. Зерно з домішками, що пройшло через барабан скальператора, поступає в живильник секції, що розподіляє зерно на чотири приймальні рами. Схід з приймальних рам (крупне зерно *I* з крупними домішками) поступає на сортувальні рами, очищається від домішок і виводиться з машини для подальшої обробки повітрям. Крупні домішки *III* (схід з сортувальних рам) виводяться з машини.

Прохід приймальних рам (мілке зерно з мілкими домішками) направляють на приймально-підсівні рами, де від нього відділяється частина зерна з дрібними домішками. Схід з приймально-підсівних рам (очищене дрібне зерно *II*) поступає в збірку і виводиться через патрубок для подальшого очищення повітрям від легких домішок.

Прохід приймально-підсівних рам (частина дрібного зерна *II* з дрібними домішками) поступає на підсівні рами, а схід з них (дрібне зерно) об'єднується з

дрібним зерном *II* - сходом з приймально-підсівних рам Прохід підсівних рам (дрібні домішки *IV*) через штуцер видаляють з машини.



*I* - крупне зерно; *II* - дрібне зерно; *III*- крупні домішки; *IV* - дрібні домішки; *V* - крупне сміття; *VI* - віднесення аспіраційні.

Рис. 11 - Технологічна схема сепаратора ЗСЦ-20:

Сепаратора ЗСШ-20 використовують як легко-ситовій в комплексі з чотирма пневмосепаруючими каналами або з двома сепараторами із замкнутим циклом повітря, в яких зерно очищається від легкій домішок.

Технічна характеристика сепаратора ЗСШ-20

Продуктивність (кг/с) на зерні з об'ємною масою 750-825 кг/м <sup>3</sup> і вологістю до 15%	5,6
Частота кругових коливань шафи, колив/хв	210
Радіус траєкторії кругових коливань, м	0,035
Число секцій, шт.	4
Число ситових рам в секції, шт.	14

Корисна площа рами, м <sup>2</sup>	0,25
Витрата повітря на аспірацію, м <sup>3</sup> /с	0,42
Встановлена потужність, кВт	5,2

Габаритні розміри, м:

Довжина	2,56
Ширина	1,39
Висота	2,38
Маса, кг	2100

#### 2.4 Повітряні сепаратори

Домішки, що відрізняються від зерен основної культури аеродинамічними властивостями, відокремлюють у повітряних сепараторах. Повітряні сепаратори застосовують головним чином на борошномельних, круп'яних і комбикормових заводах для очищення зерна від пилу і домішок, на круп'яних заводах для виділення лузги з продуктів лушення плівчатих культур (риса, гречки, вівса, ячменя), а також для контролю крупи та відходів.

На сучасних підприємствах по переробці зерна в продовольчі і кормові продукти застосовують повітряні сепаратори при механічному транспорті і при пневматичному транспорті з побіжною чисткою зерна від домішок. Важливе місце займають ці машини на підприємствах по калібруванню гібридних і сортових насіннь кукурудзи, де їх використовують для збагачення окремих фракцій каліброваного насіння.

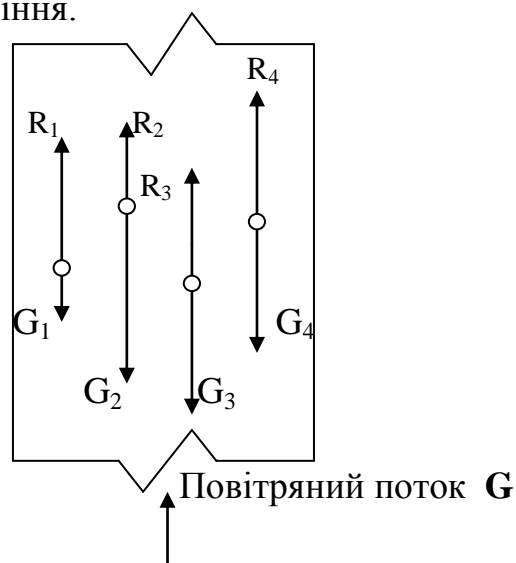


Рис. 12 – Схема дії повітряного потоку на частки

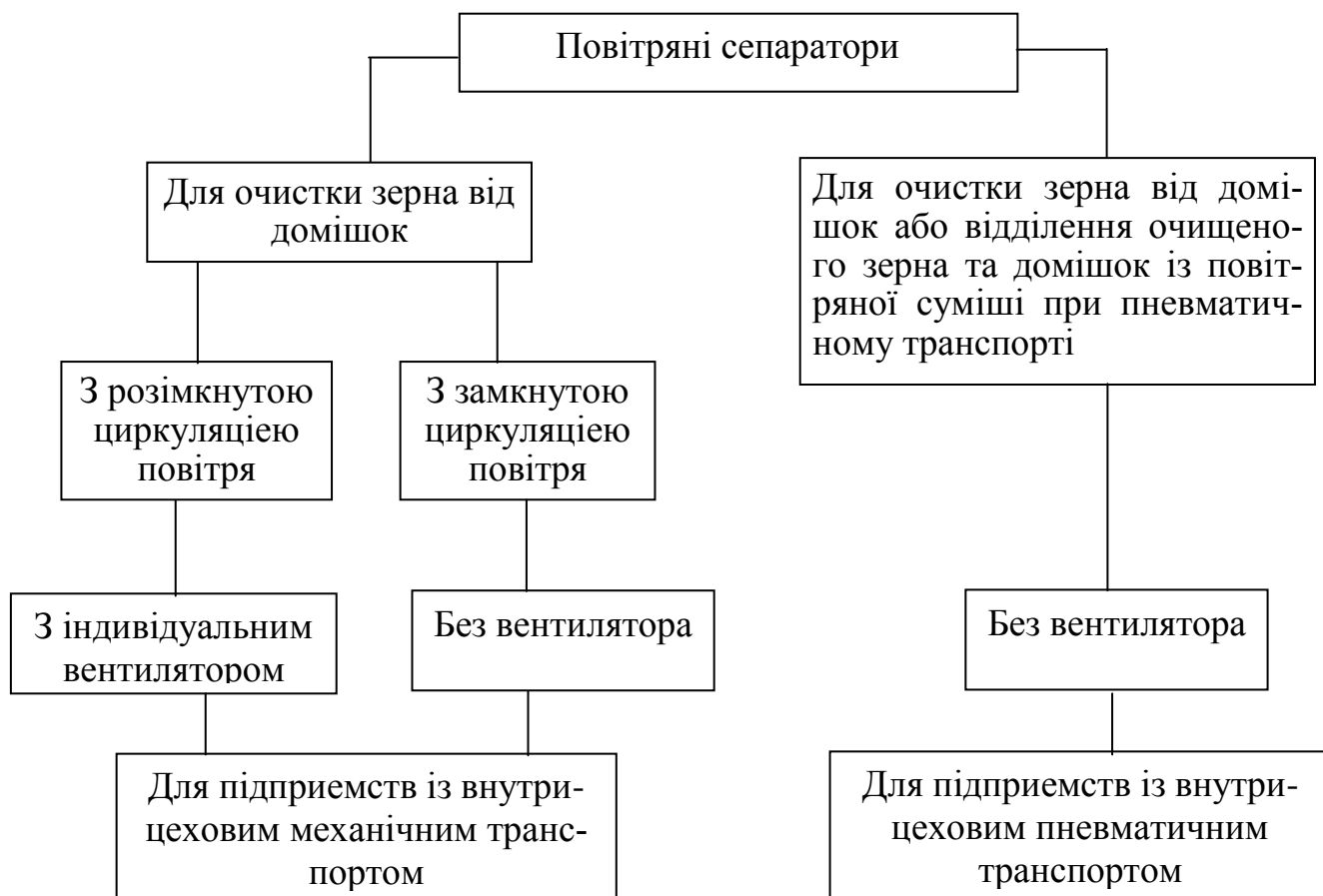


Рис. 13 – Класифікація повітряних сепараторів

### 1) Повітряний сепаратор з розімкненим циклом повітря.

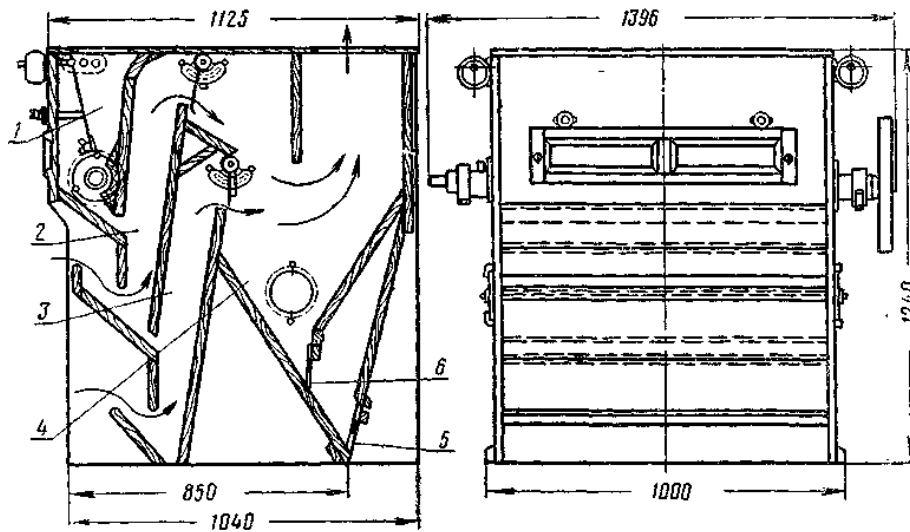
Повітряний сепаратор з розімкненим циклом повітря. Найбільш простою конструкцією повітряного сепаратора з розімкненим циклом повітря є аспіраційна колонка, в якій зерно піддається багатократній обробці повітрям (рис. 14).

З живлячого пристрою 1 зерно поступає в пневмосепаруючі канали 2 і 3. Повітряний потік захоплює по цих каналах легкі частки в осадову камеру 4.

Для раціонального використання об'ємів повітря, примусово переміщуваного через канали 2 і 3, з машини зроблені затвори: перший з системи утворює вантажний клапан з гвинтовим обмежувачем, другий в осадовій камері утворює система герметизуючих клапанів 5 і 6.

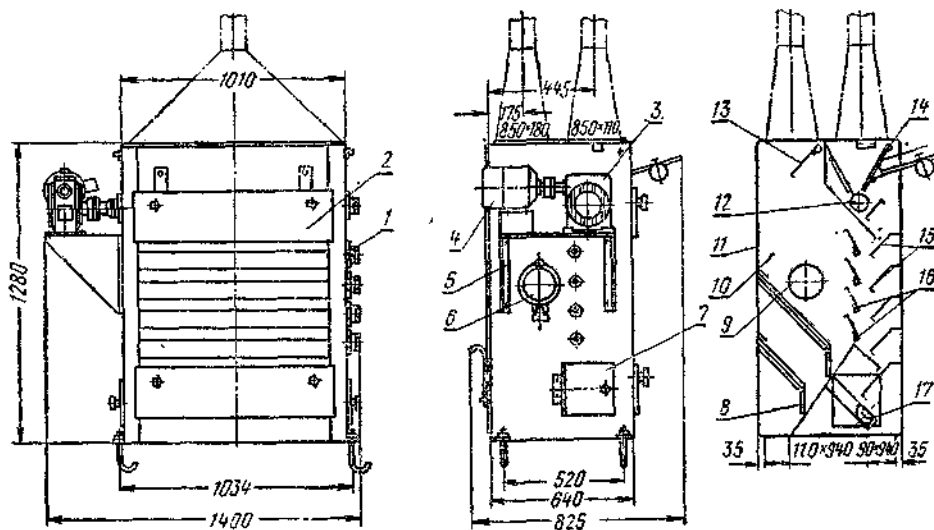
Нормальна робота аспіраційної колонки досягається при безперервному і рівномірному завантаженні пневмосепаруючого каналу зерном, безвідмовності дій затворів, виборі такого режиму аеромеханічної сепарації зернової маси, при якій разом з максимальним відбором аеродинамічно легких домішок запобігає знесення нормального зерна в осадову камеру.

Аспіраційну колонку БКА застосовують для відділення від зерна і продуктів лушення круп'яних культур домішок, що відрізняються аеродинамічними властивостями, а також для контролю крупності і лушпиння (рис. 15).



1 - живлячий пристрій; 2, 3 - пневмосепаруючі канали; 4 - осадова камера; 5, 6 - герметизуючі клапани.

Рис. 14 - Аспіраційна колонка:



1 - рукоятка для повороту повітряних клапанів; 2 - змінні щити; 3 - редуктор; 4- електродвигун; 5 - кронштейн; 6, 7, 9 - оглядові вікна; 8 - поворотний клапан для випуску відносів; 10- осадова камера; 11 - корпус; 12 - живильний валик; 13 -клапан для регулювання кількості швидкості видаляемого з машини повітря; 14 - вантажний клапан для регулювання товщини шару продукту, що виходить; 15 - нахилені площини; 16-поворотні клапани; 17-магнітне загородження.

Рис. 15 - Аспіраційна колонка БКА:

Продукт, що поступає через приймальний отвір попадає на живильний валок і далі на похилі площини. Пересипаючись з однієї площини на іншу, продукт продувається повітрям, яке захоплює і відносить аеродинамічно легкі домішки (лушпиння, пил, дрібне сміття і ін.). Зерно (або ядро) зсипається в нижню частину машини і, пройдя магнітний захист, виводиться з неї. Легкі домішки виносяться в осадову камеру, звідки у міру накопичення також видаляються з машини.

#### Технічна характеристика аспіраційної колонки БКА

Продуктивність (кг/с) на:

Зерні	1,4
продуктах лущення	0,9
крупі	1,1
Витрата повітря, м <sup>3</sup> /	1,33
Частота обертання живлячого валика, рад/с	4,2
Діаметр живлячого валика, м	0,075
Електродвигун	
потужність, кВт	0,4
частота обертання, рал/с	91
Габаритні розміри, <i>i</i>	
довжина	1,400
ширина	0,825
висота	1,280
Маса, кг	300

#### 2.5 Повітряно-ситові сепаратори

Існують також комбіновані машини, у яких очищення зерна відбувається як по відмінності ширини і товщини домішок від зерна так і по відмінності їх аеродинамічних властивостей. Ці комбіновані машини називаються повітряно-ситовими сепараторами. У цих машинах зерно очищається на ситах, на яких визначаються великі і дрібні домішки, що відрізняються від зерна шириною і то-

вщиною. Потік повітря продуває шар зерна і несе із собою домішки, що відрізняються від зерна аеродинамічними властивостями.

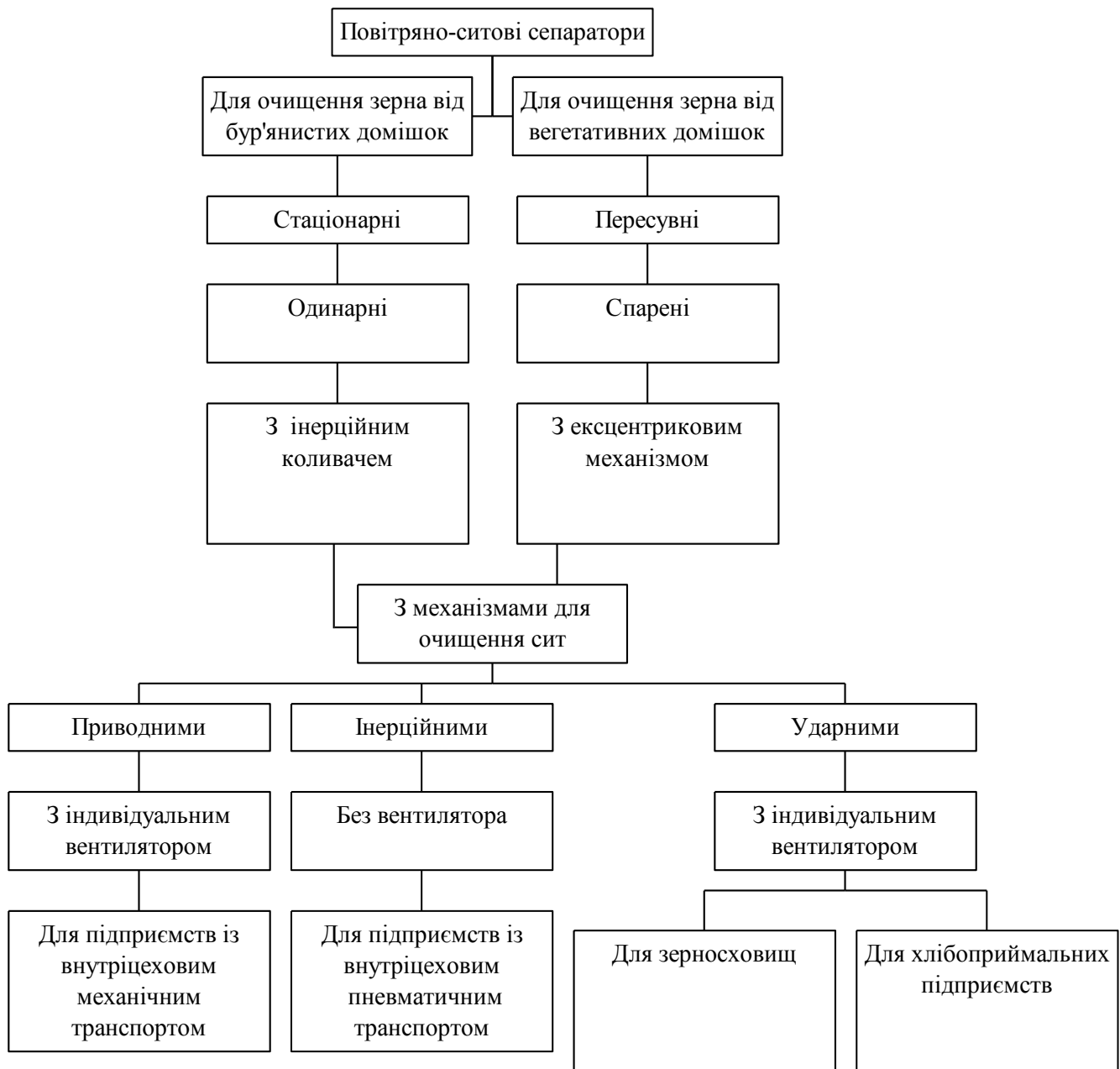


Рис. 16 – Класифікація повітряно-ситових сепараторів

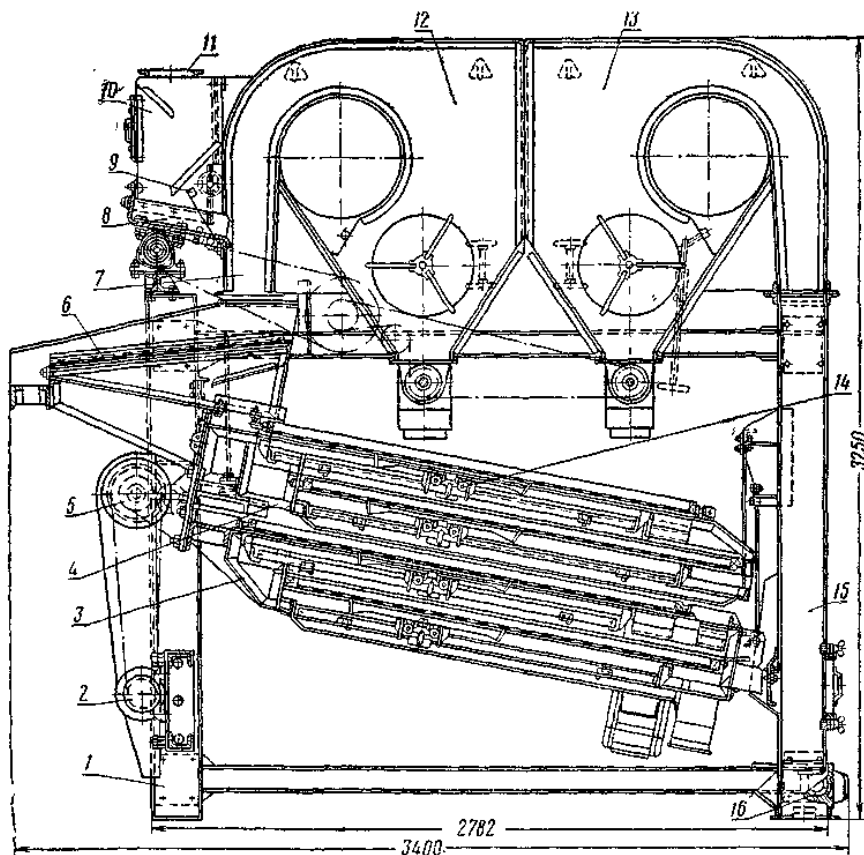
### 1) Стаціонарні повітряно - ситові сепаратори

Сепаратор ЗС-50 (рис. 17) призначений для очищення зерна (пшениці, жита і ін.) від сторонніх домішок на елеваторах і хлібоприймальних підприємствах.

Зерно від домішок, що відрізняються від нього завтовшки і шириною, очищається на похилих ситах, а від аеродинамічний легких домішок шляхом

двократного продування повітряним потоком в пневмосепаруючих каналах. Сита здійснюють прямолінійний зворотно-поступальний рух.

Особливістю конструкції сепаратора - є виконання із цільного металу. Дерев'яними зроблені лиш ситові рами. До розбірної металевої станини за допомогою восьми плоских пружин підвішано два ситових кузова. Кожний кузов має два ряду сит: один - сортувальний, інший - підсівний. Для поліпшення ефективності виділення дрібній домішці підсівні сита зміщені відносно сортувальних. Сита очищаються інерційними очисними механізмами, що здійснюють зворотно-поступальний рух по направляючих. Ситові кузови приводяться в рух від ексцентрикового коливника.



1 - станина; 2 - привід коливника; 3 - нижній ситовий кузов; 4 - верхній ситовий кузов; 5- ексцентриковий коливник; 6- приймальне сито; 7 - пневмоканал першого продування; 8 - вібрлоток; 9 - клапан; 10 - приймальна камера; 11 - приймальний патрубок; 12 - аспіраційна камера першого продування; 13 - аспіраційна камера другого продування; 14 - інерційний очисний механізм; 15 - пневмоканал другої продувки; 15- магнітний захист.

Рис. 17 - Сепаратор 3С-50:



Зерно, що поступає з бункера, за допомогою скатів частково розподіляється по ширині приймальної камери. Для рівномірного розподілу зерна по ширині сит встановлений вібралоток з клапаном.

У верхній частині ситового кузова встановлено приймальне сито, сходом з якого відділяються крупні засмічені домішки. Зерновий потік далі розділяється на дві частини, які поступають на верхній і нижній ситові кузови, що працюють паралельно.

У каналі першого продування відбувається виділення із зерна легких домішок, які осідають в осадовій камері першого продування і виводяться з неї шнеком за межі машини.

Схід з сортувальних сит (домішки більші за зерно) і прохід підсівних сит (бите і щупле зерно, пісок і інші дрібні домішки) видаляються з машини за допомогою піддонів і лотків. Схід з підсівних сит кузовів (очищене зерно) верхнього і нижнього об'єднується і прямує в пневмосепаруючий канал другого продування. З камери другого продування легкі домішки, що осіли, видаляються шнеком. На виході з машини зерно очищується від металоманітних домішок.

Повторно повітря очищається в циклонах, які встановлюють окремо. Конструкція сепаратора передбачає установку вентилятора за межами машини.

#### Технічна характеристика сепаратора ЗС-50

##### Продуктивність (на пшениці вологістю 17%)

кг/с	14
Число коливань ситових кузовів в хвилину	500
Амплітуда коливань ситових кузовів, мм	5
Кут нахилу сортувальних і підсівних сит, град	1
Ширина підсівних сит, м	2,36
Число коливань вібралотка в хвилину	900
Амплітуда коливань вібралотка, мм	1,0
Питоме навантаження (на 1 м ширини підсівного сита)	
кг/(м-з)	6

Витрата повітря на аспірацію, м<sup>3</sup>/с:

для першого продування

1,33-1,50

для другого продування

1,66-1,83

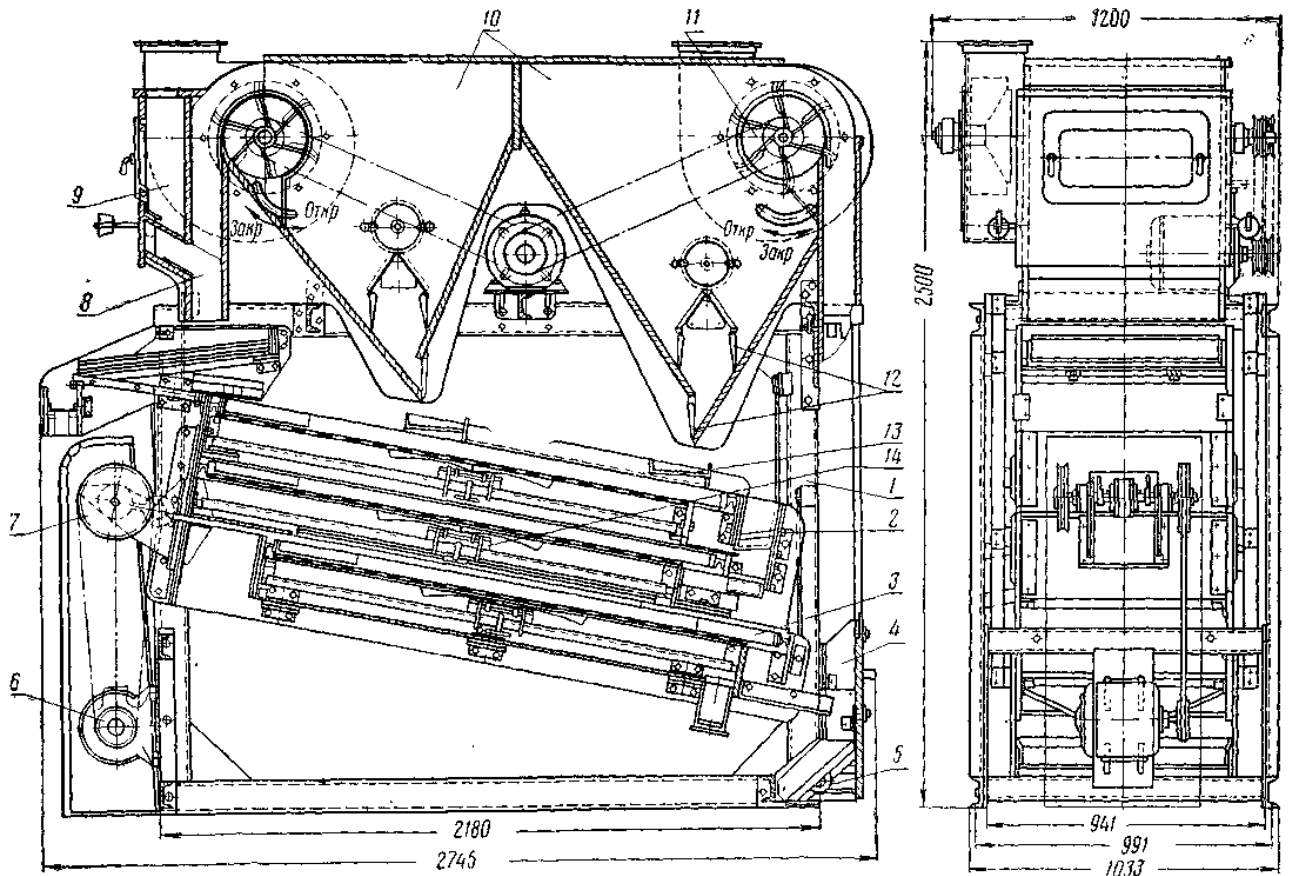
Повітряно - ситові сепаратори ЗСМ-2,5, ЗСМ-5, ЗСМ-10, ЗСМ-20 і ЗСМ-50 (рис. 18) призначені для очищення зерна від домішок на борошномельних і круп'яних заводах з внутрішньоцеховим механічним транспортом зерна. Сепаратори відділяють домішки, що відрізняються від зерна геометричними розмірами (шириною і товщиною) і аеродинамічними властивостями. Для вловлювання металомангітних домішок в сепараторах ЗСМ-2,5, ЗСМ-5 і ЗСМ-10 встановлена магнітний захист.

Домішки відділюються шляхом послідовного просіювання на похило розташованих ситах, що здійснюють зворотно-поступальний рух. За аеродинамічними властивостями домішки виділяються двократним продуванням повітрям в каналах під час вступу зерна в машину і при виході з неї.

По конструкції сепаратори багато в чому схожі між собою. Вони мають станину зварної конструкції, верхній і нижній ситові кузови, осадові камери, вентилятори з приводом і пневмосепаруючі канали з магнітним захистом.

Зернові сепаратори ЗСМ-10 і ЗСМ-20 обладнані індивідуальними електродвигунами до вентиляторів. Кожен ситовий кузов підвішений до станини на чотирьох пружинних підвісках, розташованих вертикально. Число рядів робочих сит в сепараторові ЗСМ-2,5 - два, в сепараторах ЗСМ-5, ЗСМ-10 і ЗСМ-20-три.

Сита змінні. Розмір отворів в них підбирають відповідно до вигляду зерна, що очищається. Машини випускають з набором сит для очищення пшениці.



1 - станина; 2 – верхній ситовий кузов; 3 - нижній ситовий кузов; 4 - пневмоканал другого продування; 5- магнітний захист; 6 - електродвигун; 7 – ексцентриковий коливник; 8 - пневмоканал першого продування; 9 - приймальна камера; 10 - аспіраційна камера; 11 - вентилятор; 12 - пелюсткові клапани; 13 - лоток; 14 - інерційний очисний механізм.

Рис. 18 – Сепаратор ЗСМ-50

Ситові кузови приводяться в рух ексцентриковим коливником, який прикріплено до передньої стінки верхнього і нижнього кузова. Обертання валу коливника передається клинопасовою передачею від електродвигуна, який закріплено на станині.

Для очищення сит призначені інерційні очисні механізми. Ступінь притиснення гумового очисника до ситового полотна регулюють плоскою пружиною.

Над ситовими кузовами розташовані осадові камери з двома вентиляторами, вхідні отвори яких приєднані до всмоктуючих труб аспіраційних камер, а

вихідні отвори - до фільтру або циклону. Винесення з осадових камер поступають в лотки і виводяться за межі машини.

Зерно з бункера прямує в живлячий пристрій. Долаючи опір вантажного клапана, зерно рівномірним шаром подається в пневмосепаруючий канал першого продування. Повітряний потік пронизує зерно і виносить з нього легкі домішки, які осідають в осадовій камері першого продування і через пелюсткові клапани за системою лотків виводяться за межі машини.

З каналу першого продування зерно поступає на приймальне сито, сходом з якого виділяються крупні домішки по лотку з машини. Прохід через приймальне сито подається на сортувальне, сходом з якого йдуть домішки, більше за зерно.

Прохід сортувального сита поступає на розвантажувальне, яке ділить його на два потоки. Частина зерна (приблизно 40%) залишається на розвантажувальному ситі, а остання поступає на нижнє підсівне сито.

У сепараторові ЗСМ-2,5 розвантажувального сита немає, тому зерно поступає відразу на підсівне сито. Це сито відділяє дрібне, бите зерно, бур'яни і мінеральні домішки, які збираються на піддоні і виводяться з машини по лотку.

Звільнене від дрібних і крупних домішок зерно, долаючи опір випускного клапана, поступає в пневмосепаруючий канал другого продування. Легкі домішки, що відносяться із зерна повітряним потоком, осідають в осадовій камері і через пелюсткові клапани за системою лотків виводяться за межі машини.

Поток зерна з каналу другого продування поступає на площину постійних магнітів і звільняється від металоманітних домішок. Очищене зерно виводиться з машини через пневмосепаруючий канал.

Сепаратори ЗСМ-2,5 і ЗСМ-5 підключаються до загальної аспіраційної мережі підприємства, а сепаратори ЗСМ-10 і ЗСМ-20 укомплектовуються двома циклонами ЦОЛ-6.

### **3 Питання для самоперевірки**

1. Призначення сепарації зернової маси.
2. Від чого залежить ефективність сепарації зернової маси?
3. Яке обладнання використовують для забезпечення розділення зернової маси?
4. Класифікація сит.
5. Призначення, класифікація металевих сит.
6. Переваги та недоліки шовкових та капронових сит.
7. Призначення сепарації та основні способи розділення зернової маси.
8. Класифікація зернових сепараторів.

### **Рекомендована література**

1. Дацишин О. В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / О. В. Дацишин, А. І. Ткачук, О. В. Гвоздев та ін. / За редакцією О. В. Дацишина. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова Книга, 2008. – 488с.
2. Мельник Б. Е. Технология приемки, хранения и переработки зерна / Б. Е. Мельник, В. Б. Лебедев, Г. А. Винников – М.: Агропромиздат, 1990.
3. Боуманс Г. Эффективная обработка и хранение зерна/ Пер. с англ. В. И. Дашевского. – М.: Агропромиздат, 1991. – 608 с.
4. Юдаев Н. В. Элеваторы, склады, зерносушилки. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 128с.

