



*Миколаївський національний аграрний університет*  
*Інженерно-енергетичний факультет*

Басьонок Олександр Олександрович  
Боднар Андрій Вікторович

**ДБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ В  
УМОВАХ  
ФГ «РОСТОК» БЕРЕЗНЕГУВАТСЬКОГО РАЙОНУ З ОБГРУНТУВАННЯМ ВИБОРУ  
КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНОВОЇ ДРОБАРКИ»**

**«РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ В  
УМОВАХ  
ФГ «РОСТОК» БЕРЕЗНЕГУВАТСЬКОГО РАЙОНУ З ОБГРУНТУВАННЯМ ВИБОРУ  
КОНСТРУКЦІЇ ЗМІШУВАЧА КОМПОНЕНТІВ»**

**Комплексна дипломна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»  
Спеціальність 8.10010203 - «Механізація сільського господарства»**

**Науковий керівник:  
кандидат технічних наук,  
доцент Горбенко О. А.**

**Миколаїв 2016р.**

# МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Метою роботи** є розробка технологічного процесу виробництва комбікормів і обґрунтування вибору конструкцій зернової дробарки і змішувача компонентів в умовах ФГ «Росток» Березнегуватського району.

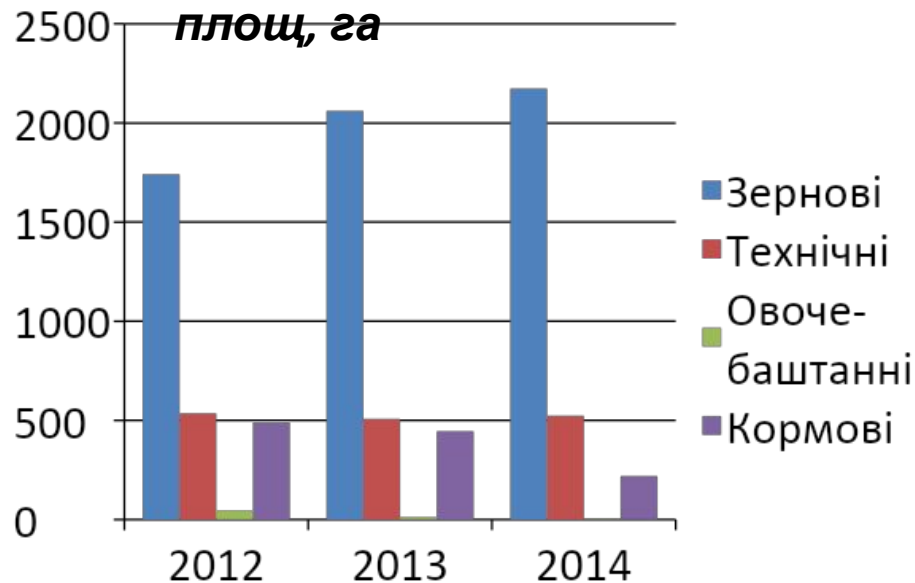
**Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі:**

- проаналізувати господарську діяльність ФГ «Росток»;
- дослідити технології та технічні засоби для виробництва комбікормів з метою застосування у виробничих умовах;
- здійснити аналіз відомого обладнання для виробництва комбікормів та конструкцій машин виконаних на рівні винаходів;
- запропонувати конструктивне рішення зернодробарки та змішувача компонентів для комбікормового виробництва;
- провести теоретичні дослідження процесів подрібнення зерна та змішування компонентів у комбікормовому виробництві;
- представити результати досліджень процесів подрібнення зерна та змішування компонентів у комбікормовому виробництві та обґрунтувати конструктивні параметри зернової дробарки та змішувача компонентів;
- виконати оцінку економічної ефективності запропонованих конструктивних рішень та представити елементи бізнес-плану.

## «РОСТОК»

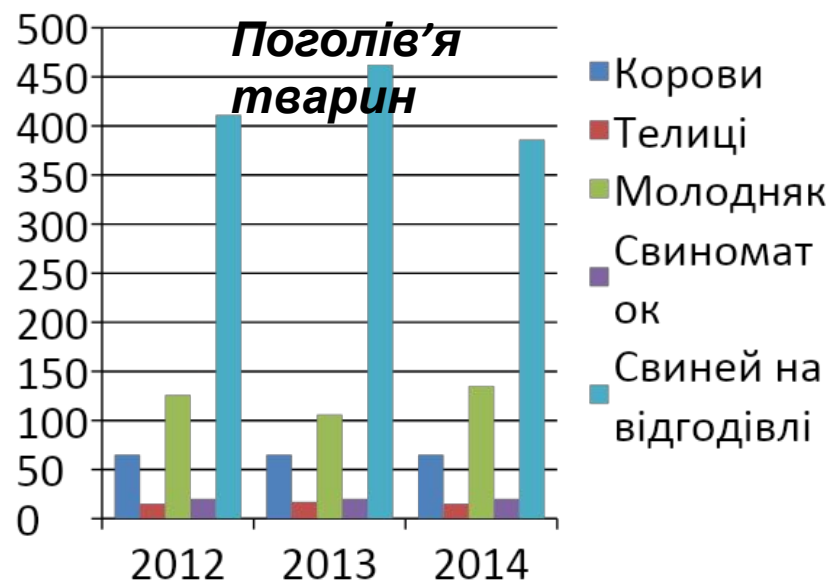
### Забезпечення основними засобами виробництва та структура посівних площ, га

Показники	2012 р.	2013 р.	2014 р.
Фондозабезпеченість тис.грн /100 га с.-г. угідь	377,1	257,9	287,8
Фондоозброєність, тис. грн/люд	98,05	109,4	151,7
Енергозабезпеченність кВт/100 га с.-г. угідь	340,8	197,1	201,4
Енергоозброєність, кВт/люд	37,1	24,4	30,3

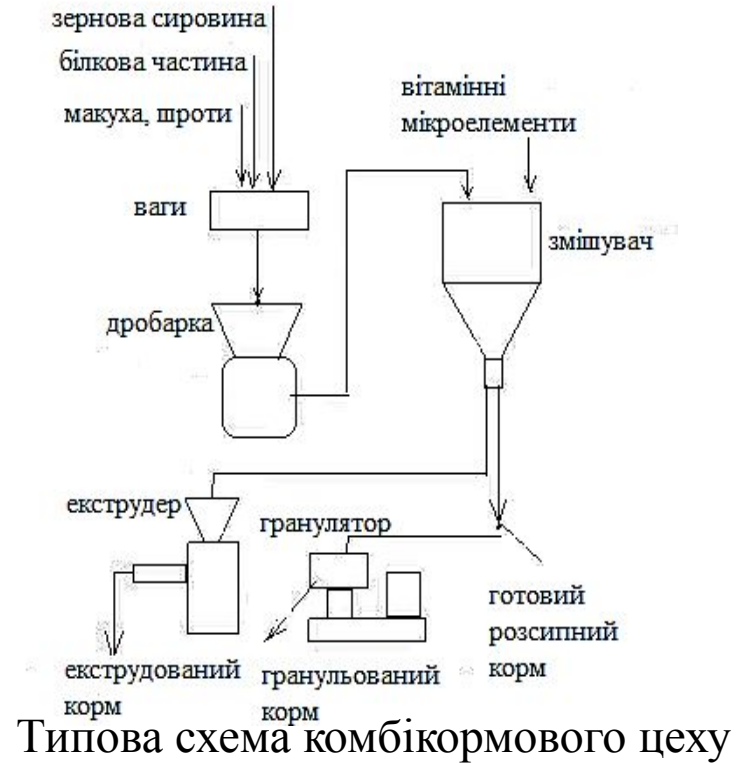
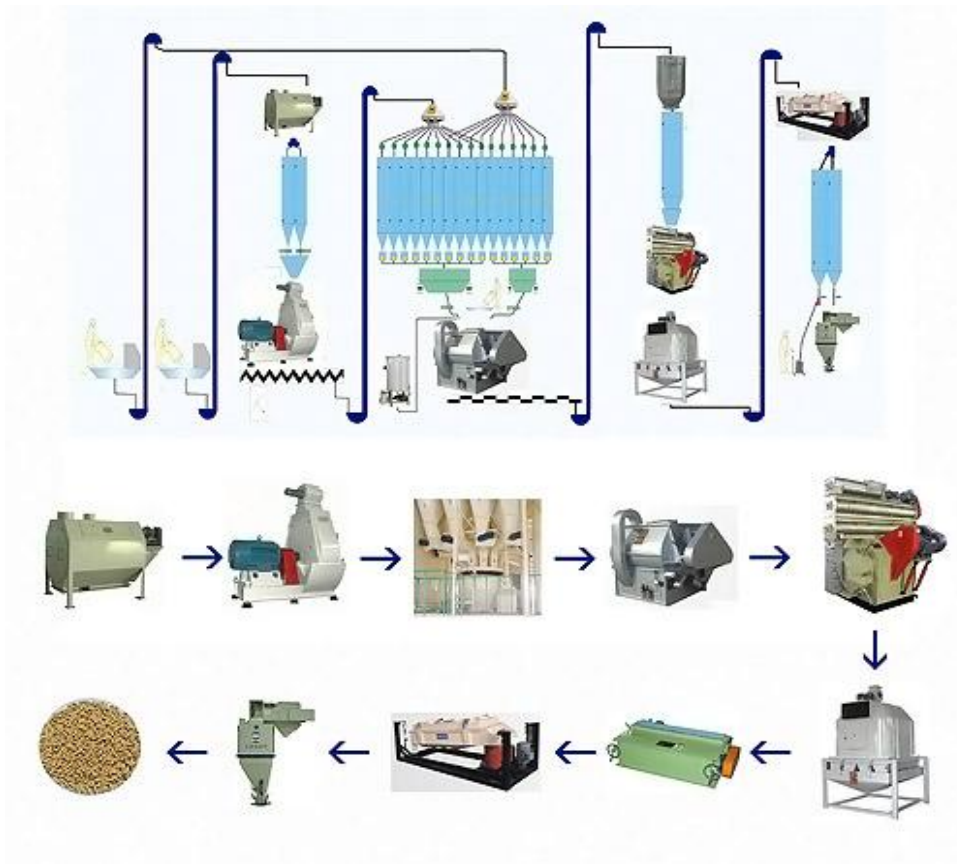


### Структура грошових надходжень від реалізації товарної продукції

Галузь та вид продукції	Розмір грошових надходжень, тис. грн.			Структура грошових надходжень, %
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	
Зернові	1663,2	1625,2	1198,5	65,6
Соняшник	279,9	508,2	674,2	21,4
Овочівництво	7,55	6,83	1,2	0,2
Разом	1950,7	2140	1873,9	87,2
Худоба на м'ясо	480	117,6	63	9,7
молоко цільне	114	86,4	12,6	3,1
Разом в тваринництві	594	204	75,6	12,8
Всього в с.-г. виробництві	2544,7	2344	1949,5	100



# ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ



приймання сировини

підготовка

дозування і змішування

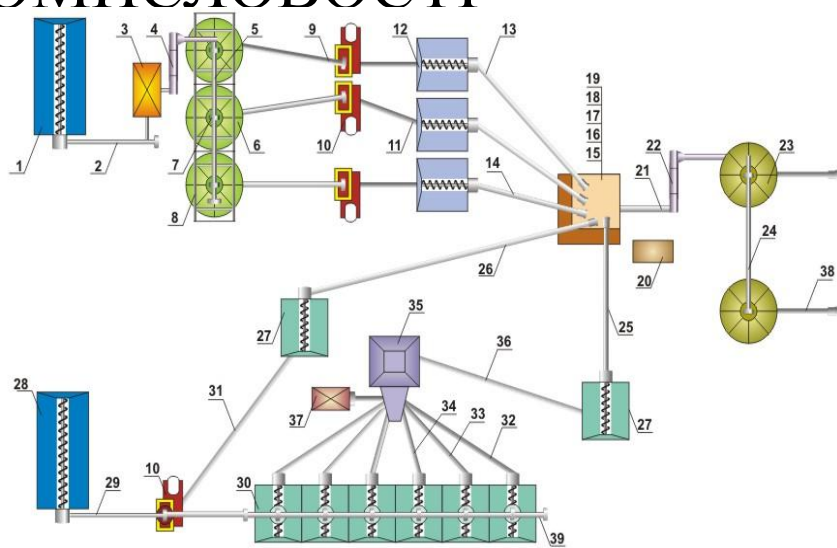
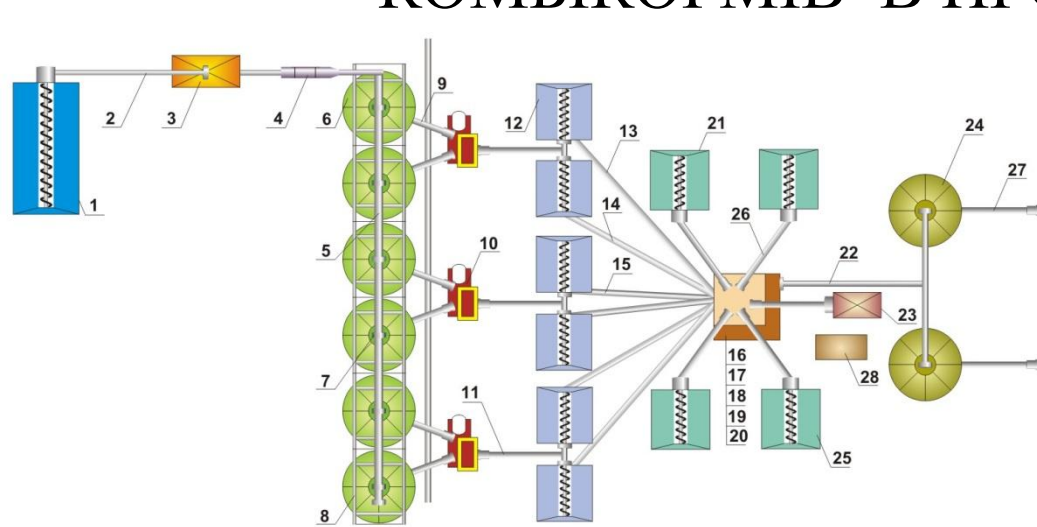
збагачення вітамінами

введення рідких компонентів

гранулювання

зберігання

# ТИПОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ В ПРОМИСЛОВОСТІ



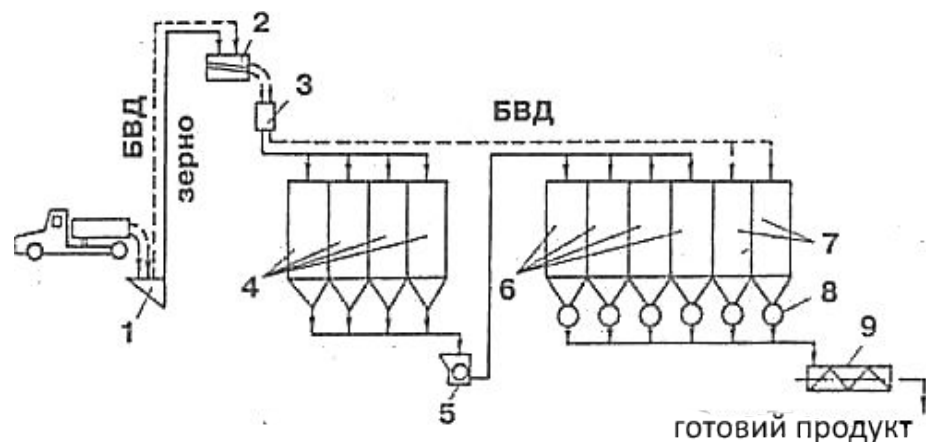
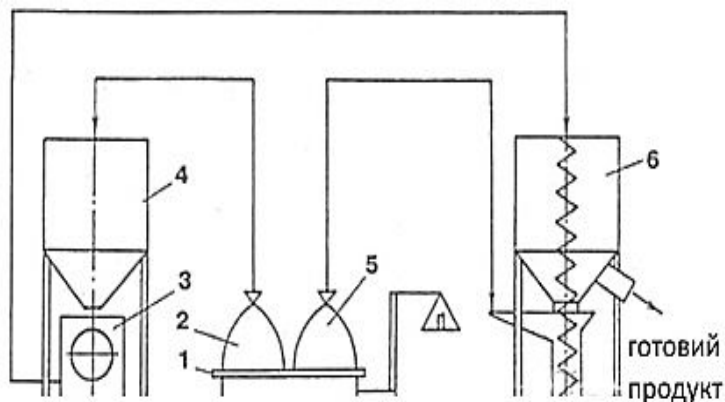
**Технологічна схема кормоцеху продуктивністю 5 т/год**

1-бункер завальний, 2-шнековий транспортер, 3-сепаратор, 4-норія, 5-шнековий транспортер, 6-бункер вихідної сировини, 7-електрична засувка, 8-майданчик обслуговування, 9-шнекові транспортери, 10-агрегат дробильний комбікормовий, 11-шнековий транспортер, 12-бункер приймальний, 13-шнековий транспортер, 14-шнековий транспортер, 15-шнековий транспортер, 16-агрегат дозувально-змішувальний, 17-бункер ваговий, 18-естакада, 19-змішувач горизонтальний, 20-бункер приймальний змішувача, 21-бункер добавок, 22-шнековий транспортер, 23-установка введення рідких компонентів, 24-бункер, 25-бункер добавок, 26-шнековий транспортер, 27-шнековий транспортер, 28-шафа управління

**Технологічна схема кормоцеху продуктивністю 10 т/год**

1 -бункер завальний, 2-шнековий транспортер, 3-сепаратор, 4-норія, 5-шнековий транспортер, 6-бункер вихідної сировини, 7-електрична засувка, 8-майданчик обслуговування, 9-шнековий транспортер, 10-агрегат дробильні комбікормовий, 11-шнековий транспортер, 12-бункер приймальний, 13, 14-шнековий транспортер, 15-агрегат дозувально-змішувальний, 16-бункер ваговий, 17-естакада, 18-змішувач горизонтальний, 19-бункер приймальний змішувача, 20-шафа управління цехом виробництва комбікорму, 21 -шнековий транспортер, 22-норія, 23-бункери, 24, 25, 26, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 39-шнековий транспортер, 27, 30 -бункер добавок, 28-бункер

# ТИПОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

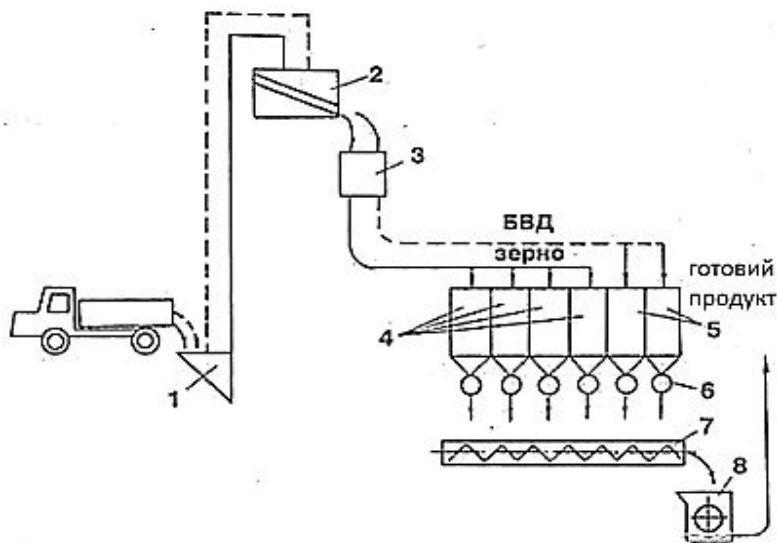


## **Технологічна схема комбікормового агрегату порційної дії:**

1 - ваги; 2 - зернові компоненти; 3 - дробарки; 4 - бункер для зерна; 5 - білково-вітамінні добавки; 6 – змішувач

## **Технологічна схема комбікормового агрегату безперервної дії з роздільним подрібненням зерна:**

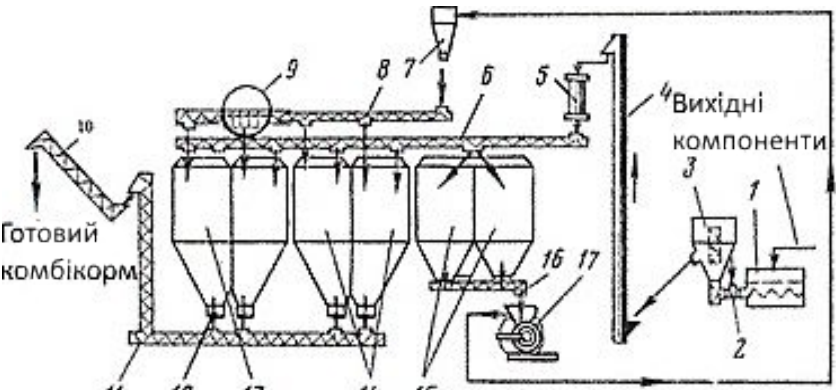
1 - приймальний бункер; 2 - механічний сепаратор;  
3 - електромагнітний сепаратор; 4 - бункера для зерна; 5 - дробарка; 6 - бункера для подрібнення зерна; 7 - бункера для білково-вітамінних добавок;  
8 - об'ємні або вагові дозатори; 9 - змішувач безперервної дії



## **Технологічна схема комбікормового агрегату безперервної дії з поєднаним подрібненням зерна:**

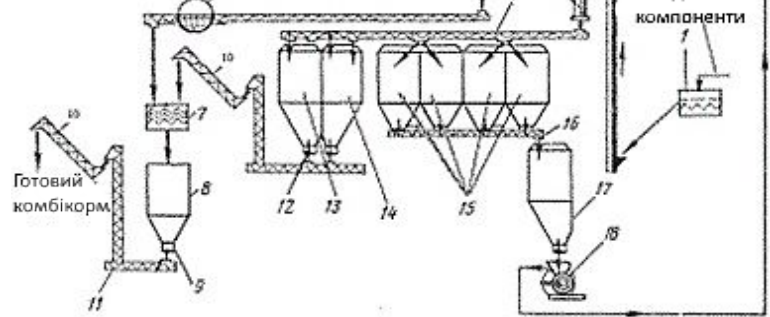
1 - приймальний бункер; 2 - механічний сепаратор;  
3 - електромагнітний сепаратор; 4 - бункера для зерна;  
5 - бункера для білково-вітамінних добавок;  
6 - дозатори; 7 - змішувач безперервної дії; 8 - дробарка

# ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ТИПОВОГО ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ



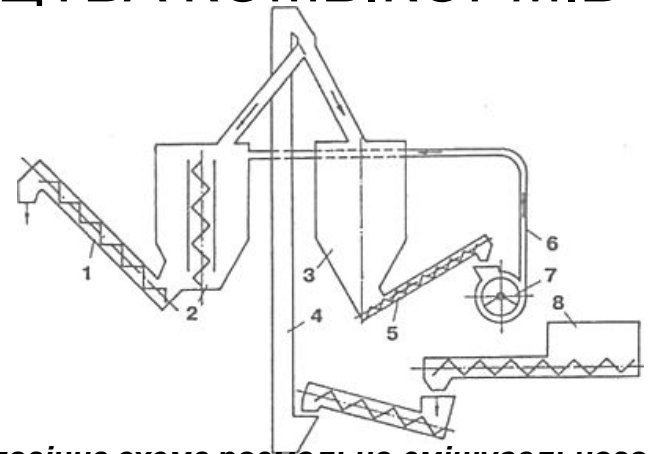
**Схема технологічного процесу комбікормовий агрегат ОКЦ-15**

1-решітний стан; 2 -загрузочная горловина; 3 - змішувач; 4 - норія; 5 -магнітна колонка; 6 - шнек норії; 7 -циклон; 8 -шнек дробарки; 9 – просіваючий пристрій; 10 - похилий шнек; 11 - нижній шнек; 12 - шнековий дозатор;13 і 14 - початковий і кінцевий бункера; 15 - зерновий бункер; 16 - дозуючий шнек; 17 - дробарка



**Технологічна схема комбікормовий цех ОЦК-4**

1-вібросепаратор; 2-норія; 3-магнітна колонка; 4-авантажувальний шнек; 5-циклон; 6 просівають пристрій; 7-порційні ваги; 8-бункер; 9-порціольний змішувач; 10 - похилий шнек; 11 - нижній шнек; 12 - шнековий дозатор; 13-бункер для готових БВД; 14 - бункер для трав'яного борошна; 15 - зерновий бункер; 16 - дозуючий шнек; 17 - дробарка



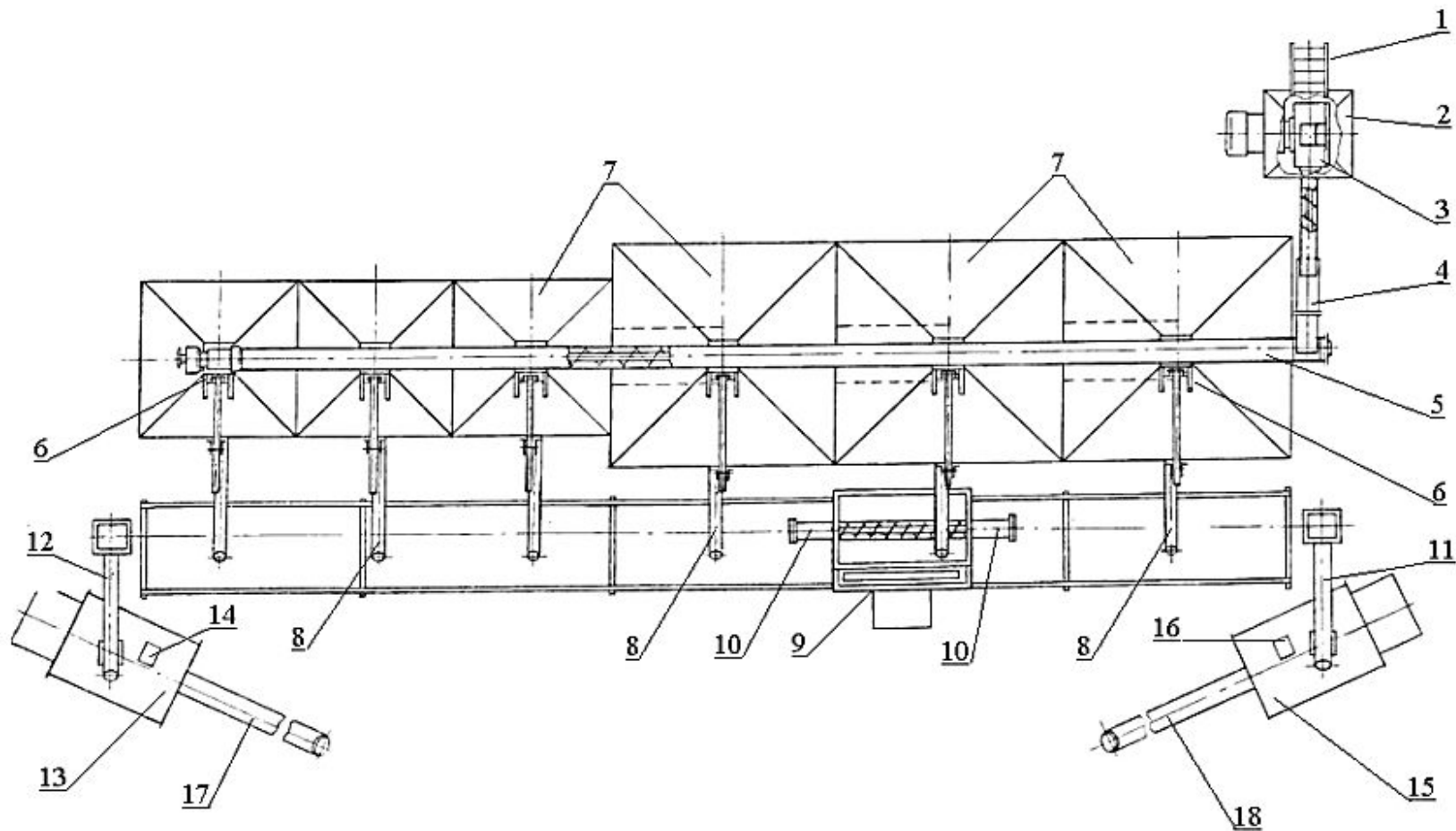
**Технологічна схема розмольно-змішувального агрегату АРС-1:**

1 - вивантажний шнек; 2 - змішувач; 3 - зерновий бункер; 4-норія; 5 - шнек-живильник; 6 - пневмопровід; 7 - дробарка КДМ-2,0; 8 - приймальний бункер



**Технологічна схема кормоприготувального цеху КЦС-100/1000**

1-подрібнювач ИЗМ-5,0; 2-транспортер АПС-6,0; 3- живильник концкормів ПК-6,0; 4-транспортер корнеклубнеплодів ТК-5,0; 5-подрібнювач корнеклубнеплодів ІКС-5М (ІКМ-5,0); 6-насосна установка УН-2,0 для відвійок; 7-вивантажувальний шнек ШВС-40; 8-вивантажувальний транспортер ТС-40М; 9-змішувач АПС-6,0; 10 - варильний котел ВК-1,0; 11 - дробарка



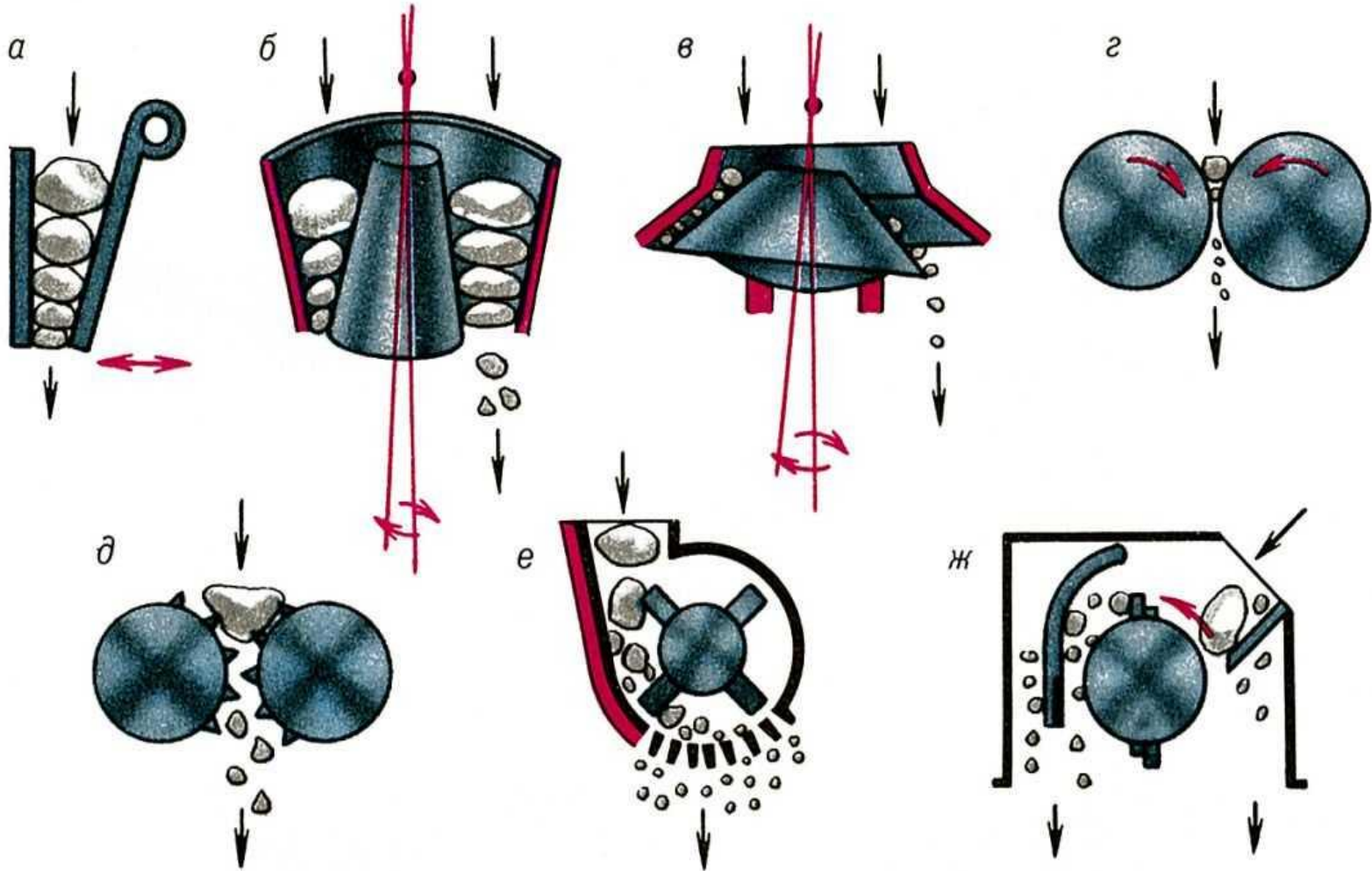
**Лінія по виробництву комбікормів**

1 – навантажувач зерна; 2 – наддробарковий бункер; 3 – дробарка; 4 – норія; 5 – шнек розподільний; 6 – засувка; 7 – бункер; 8 – вивантажувальні шнеки; 9 – пересувний ваговий дозатор; 10 – шнек з двохсторонньою вивантажуванням; 11, 12 – завантажувальні шнеки; 13, 15 – змішувачі; 14, 16 – люки; 17, 18 – вивантажувальні шнеки



# ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ

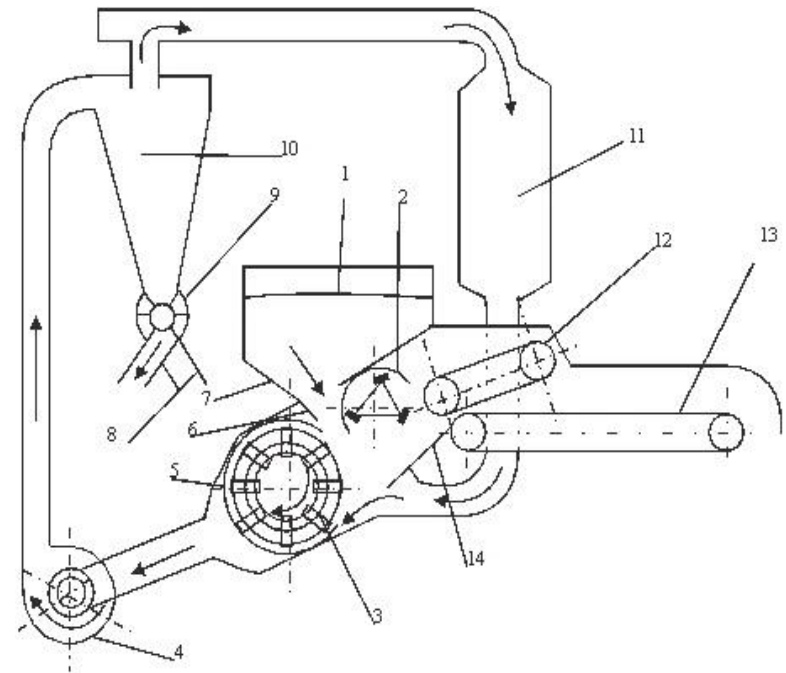
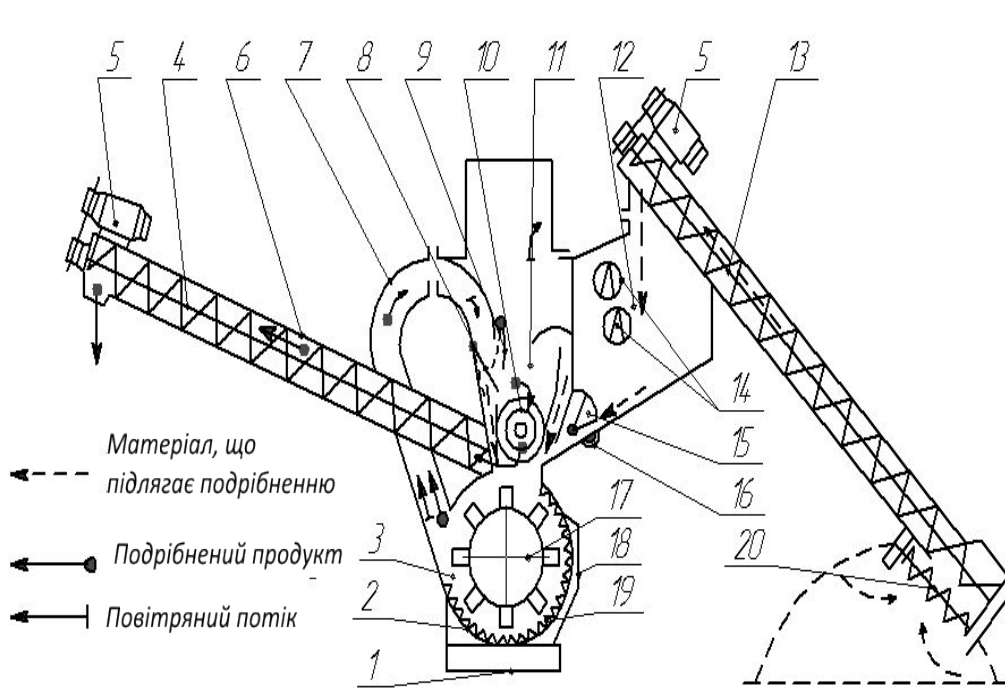
## ДРОБЛЕННЯ



а - шокова; б - конусна великого дроблення; в - конусна середнього і дрібного дроблення; г - валкова; д - вальцева зубчаста; е - молоткова; ж - роторна

# КОНСТРУКЦІЇ МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК

10



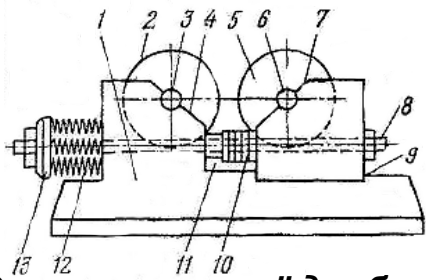
## **Технологічна схема роботи дробарки ДБ-5**

1 - рама; 2 - корпус; 3 - камера дробильна;  
4 - вивантажний шнек; 5 - електродвигуни шнеків; 6 - корпус шнека; 7 - кормопровод; 8 - заслінка;  
9 - козирок; 10 - шнек розділової камери;  
11 - розділова камера; 12 - бункер для зерна;  
13 - завантажувальний шнек; 14 - датчики рівня; 15 - заслінка бункера; 16 - постійний магніт;  
17 - дробильний барабан; 18 - кришка дробильної камери; 19 - деки; 20 - допоміжний

## **Технологічна схема роботи дробарки КДУ-2А**

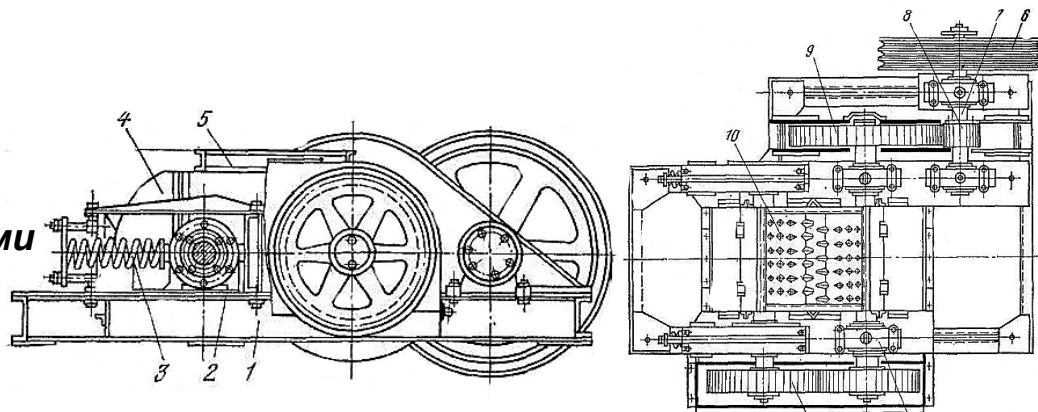
1 - приймальний бункер; 2 - барабан ножовий;  
3 - молоток; 4 - вентилятор; 5 - решето;  
6 - магнітний сепаратор; 7 - заслінка; 8 - розтруб;  
9 - шлюзовий затвор; 10 - циклон; 11 - фільтруючий рукав;  
12, 13 - пресуючий і подаючий транспортери;  
14 - протиризальна пластина

# КОНСТРУКЦІЇ ВАЛЬЦЕВИХ ЗЕРНОДРОБАРОК



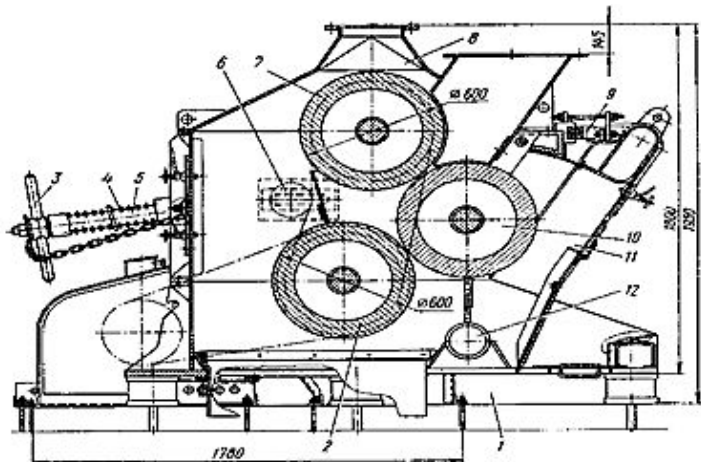
**Схема вальцевої дробарки з гладкими валками**

1 – станина, 2 – валок, 3 – вал, 4 – підшипники, 5 – валок, 6 – вал, 7 – підшипники, 8 – тяги, 9 – напрямні, 10 – прокладки, 11 – кільця, 12 – пружини, 13 – затяжні гайки.



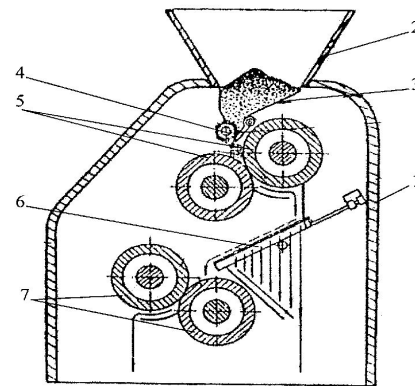
**Двухвальцева дробарка зубчаста ДДЗ-4**

1 – рама, 2 – електродвигун, 3 – клинопасова передачі, 4 – кожух, 5 – лійка, 6 – шків, 7 – вал, 8, 9 – мала і велика шестерні, 10 – лівий валок, 11 – зубчасті колеса, 12 – під



**Трьохвальцева дробарка СМД-130**

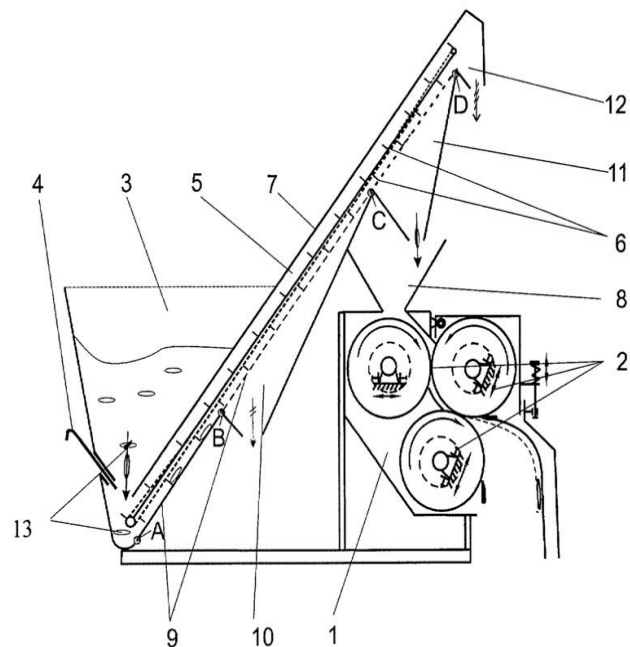
1 – підстава, 2 – нижній валок, 3 – маховики, 4 – пружини, 5 – тяги, 6 – ролик, 7 – валок, 8 – кожух, 9 – механізм регулювання, 10 – валок, 12 – шарнір



**Чотиривальцева дробарка**

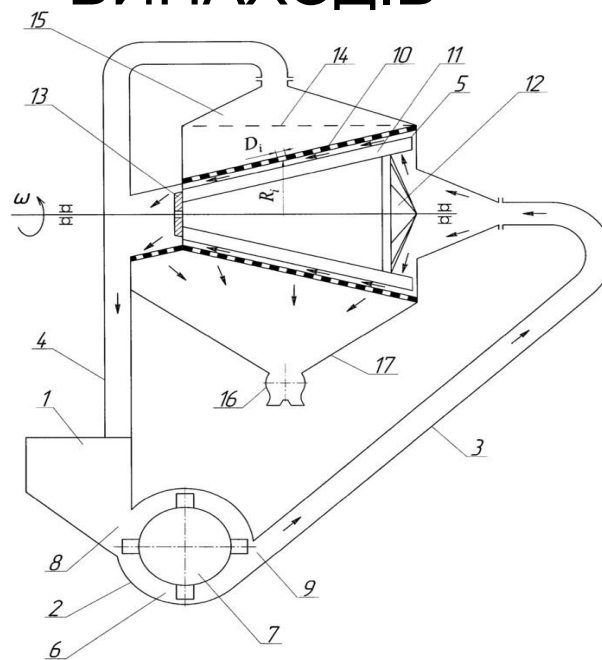
1 – корпус; 2 – бункер; 3 – розподільний жолоб; 4 – живильний валик; 5 – верхня пара вальців; 6 – вібросито; 7 – нижня пара вальців.

# КОНСТРУКЦІЇ ДРОБАРОК ВИКОНАНІ НА РІВНІ ВИНАХОДІВ



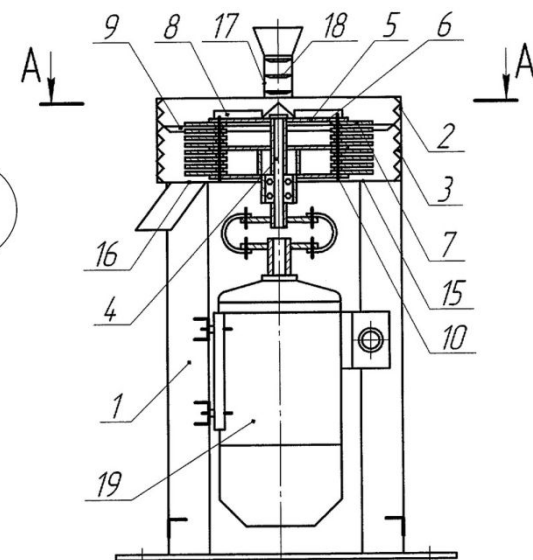
**Вальцова плющилка для зерна  
патент РФ 2399421.**

- 1 - камера для плющення, 2 - вальці,
- 3 - завантажувальний бункер,
- 4 - регульовальна заслонка, 5 -
- скребковий транспортер, 6 – скребки, 7
- корпус,
- 8 - живильний бункер,
- 9 - корпус транспортера, 10, 11, 12 -
- приймачі фракцій



**Молоткова дробарка для  
фуражного зерна, патент РФ №  
2380159.**

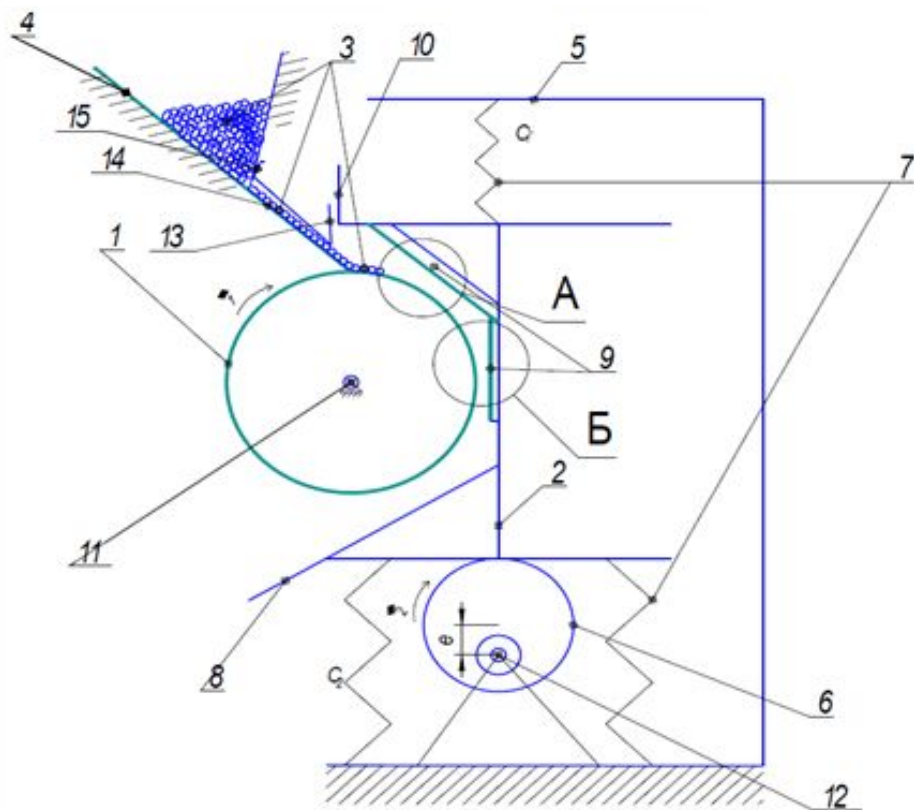
- 1- бункер , 2 - корпус, 3,4 -
- трубопроводи,
- 5 - розділова камера, 6 - камера
- подрібнення, 7 - ротор,
- 8,9 – завантажувальне і
- розвантажувальне вікна,
- 10 -перфорована поверхня, 11 -
- бичевий барабан , 12 – конус, 13 – диск,
- 14 –фільтр, 15 – патрубок, 16 –
- шлюзовий затвор, 17 - збірник
- готового продукту



**Молоткова дробарка,  
патент РФ 2415715.**

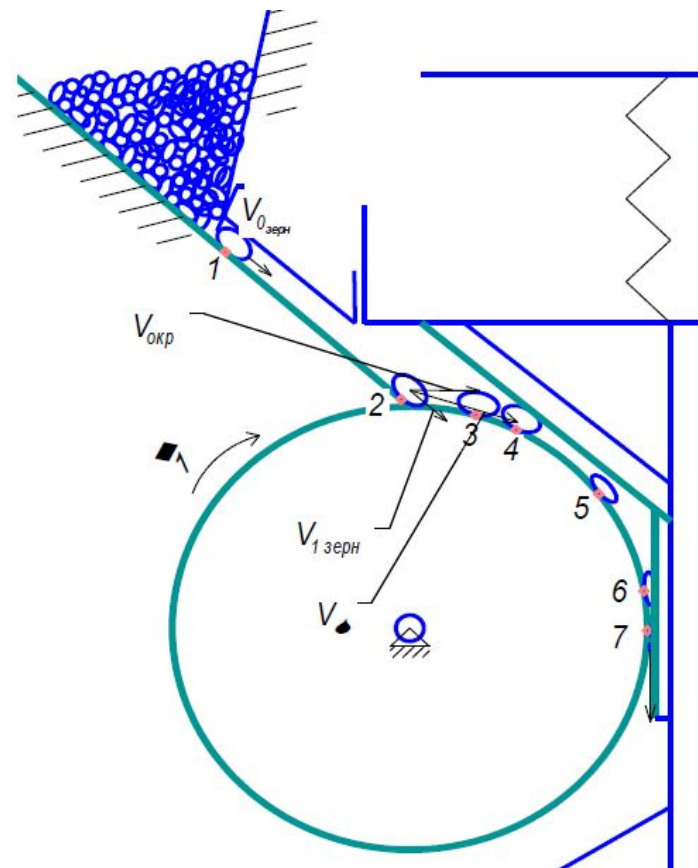
- 1 - рама, 2 – корпус, 3 – дека,
- 4 - вертикальний вал, 5 –
- ротор,
- 6 – пластини, 7 – молотки,
- 8 - розгінні пластини, 9 -
- кільце,
- 10 – пальці, 11, 12 – пази,
- 13 – фіксатор, 14 – пружина,
- 15 – днище,
- 16 -вивантажувальне вікно,
- 17 - завантажувальна
- горловина, 18 - конічні кільця,
- 19 - корпус транспортера

# ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗЕРНОВОЇ ДРОБАРКИ



**Структурно-кінематична схема  
одновальцево-декової дробарки**

1 - обертвий валець, 2 - декотримач, 3 – заглушка,  
4 – бункер, 5 - корпус декового вузла, 6 - ексцентриковий вал,  
7 - пружні опори, 8 – дека, 9 – пластини деки,  
10 – екран, 11,12 - підшипникові опори, 13 – живильник,  
14 – гравітаційний живильник, 15 - заслонка.



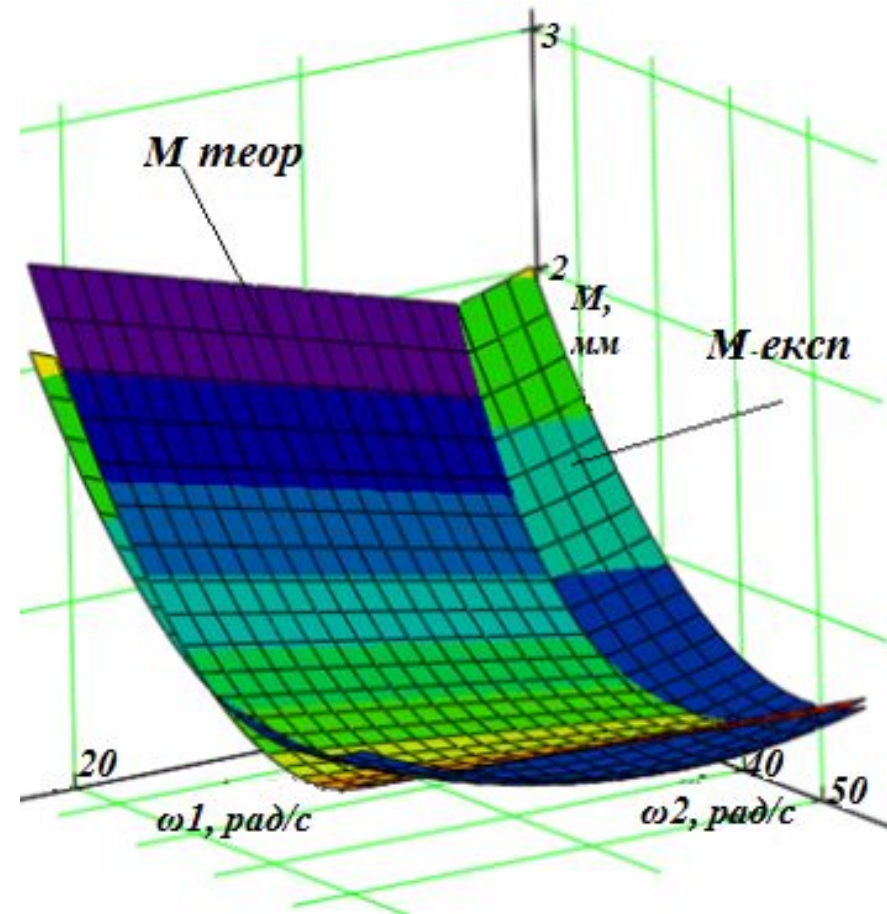
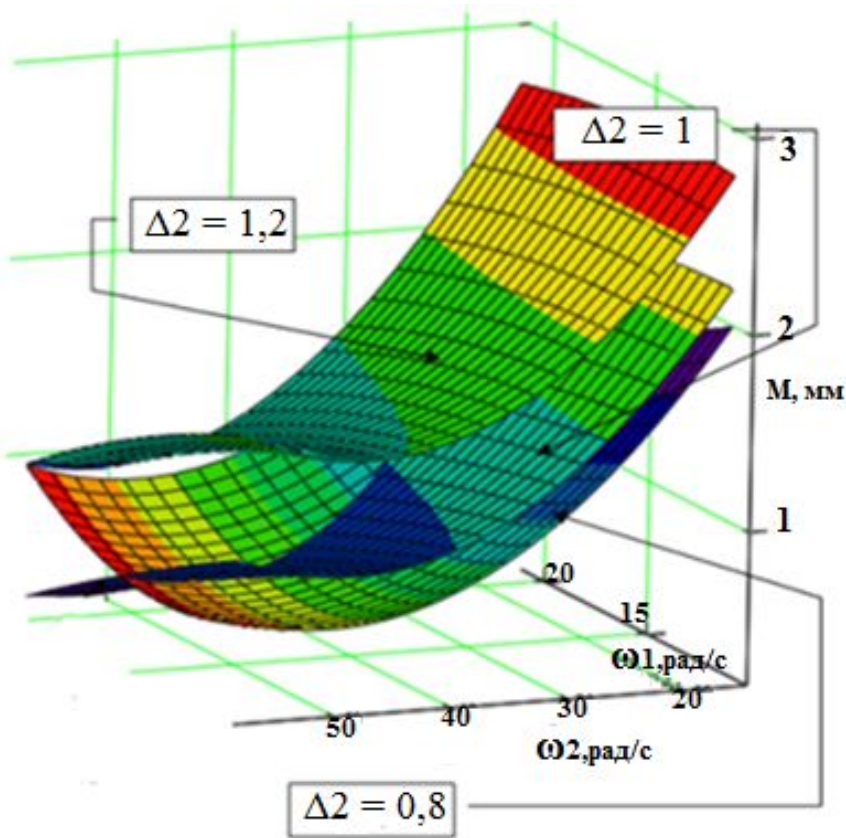
**Основні перехідні точки руху  
подрібнюваного продукту  
в дробарці**

# ЗАГАЛЬНИЙ ВИД ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРНОЇ ДРОБАРКИ



1 - лабораторний вібраційний класифікатор АСВ-300; 2 - набір сталевих оцинкованих перфорованих сит з круглими отворами ТУ 14-4-507 діаметрами  $d=0,2; 1; 2; 3$  мм; 3 - ваги електронні ВЛ - 3 134 ТУ 64-1-3849-84; 4 – гиря тарувальна; ; 5 - тахометр оптоелектронний безконтактний DT-2234 В; 6 - частотні перетворювачі PI8100a 1R5G3 (Т) і PI8100a 2R2G3 (Т) потужністю 1,5 і 2,2 кВт; 7 - лічильник електричної енергії трифазний, активно / реактивний, багатофункціональний Меркурій 230; 8 – секундомір механічний типу СОПрр; 9 - модуль робочих органів; 10 - модуль електронного управління приводами; 11 - рама; 12 - модуль

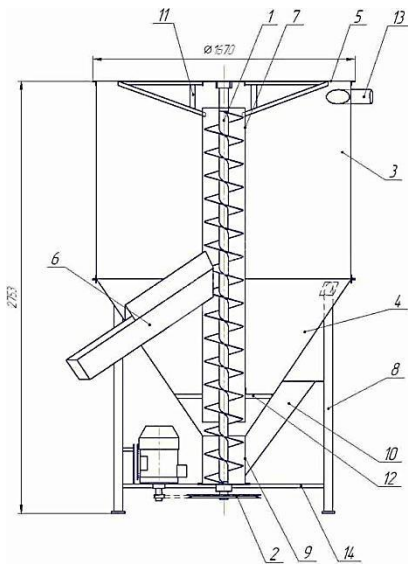
# РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА



Загальний експериментальний графік зміни модуля помелу  $M$  у другій зоні подрібнення при  $\Delta 2 = 0,8-1,2$  залежно від кутових швидкостей,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  рад/с

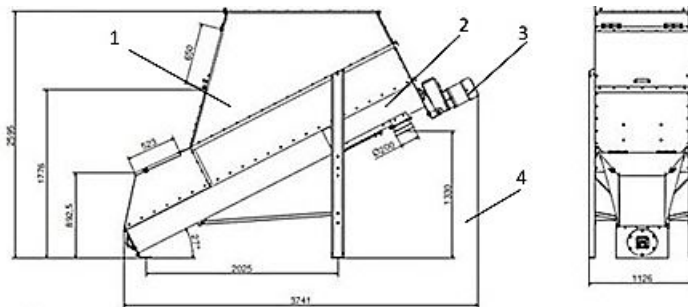
Теоретичний і експериментальний графіки зміни модуля помелу від режимів роботи дробарки

# АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗМІШУВАЧІВ



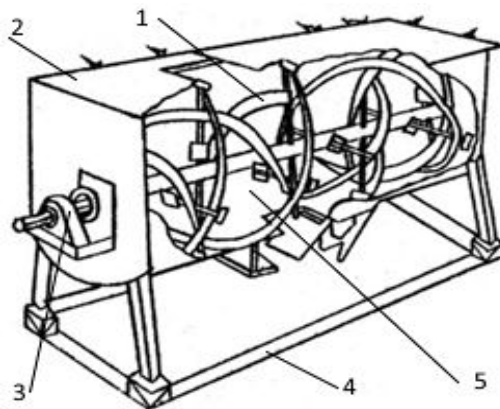
**Вертикальний змішувач кормів ССК-0,6**

1 – вертикальний шнек, 2 – привід, 3 – циліндрична частина резервуара, 4 – конічна частина резервуара, 5 – завантажувальний орган, 6 – вивантажувальний орган, 7 - вузол змішування, 8, 14 – несуча конструкція, 9 – електричне обладнання, 10 - завантажувальний ящик, 12 - запобіжна сітка, 13 – патрубок.



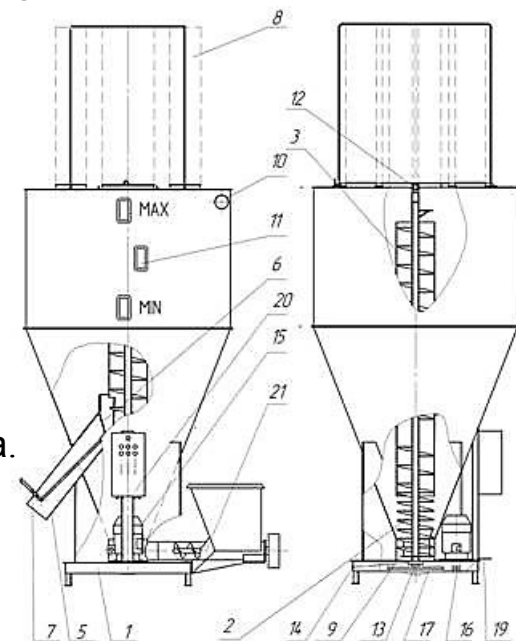
**Діагональний змішувач NDM 1000**

1 – корпус, 2 – барабан, 3 – редуктор, 4 – рама.



**Горизонтальний змішувач компонентів СК 3,0.**

1 – лопасті, 2 – корпус, 3 – привід, 4 – рама, 5 - барабан

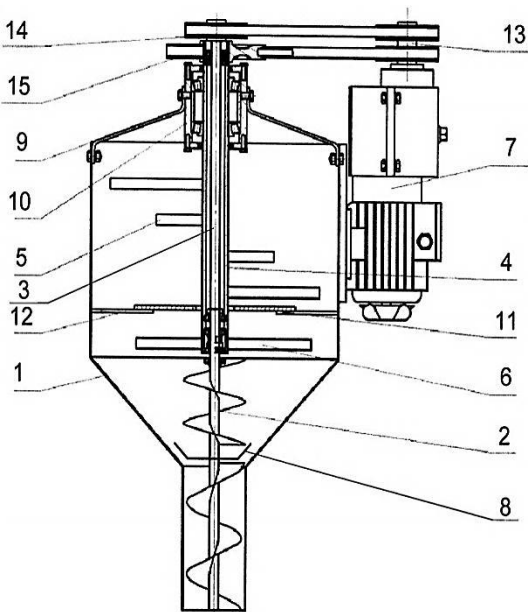


**Шнековий вертикальний змішувач кормів з бічною аспірацією.**

1-бункер з основою, 2-шнек змішувача, 3-елеваторна труба, 4-завантажувальний лоток, 5-вивантажувальна труба, 6-клапан вивантажувальної труби, 7-важіль управління клапаном, 8- система аспірації, 9-люк технологічного отвору, 10-патрубок пневмозавантажування, 11- оглядове вікно, 12-опора верхня, 13-опора нижня, 14-система мастила опори нижньої, 15- електричний двигун, 16-шків ведучий, 17- шків ведений, 18-приводний ремінь, 19- пристрій натягнення приводного ремня; 20-керуючий пристрій; 21- бічний шнек завантажувальний (як варіант

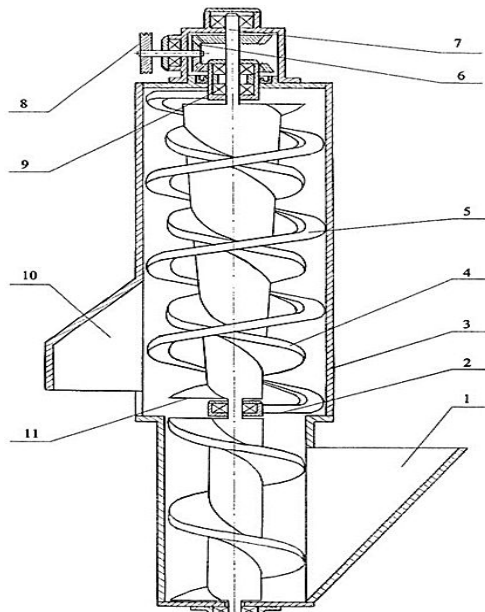


# АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗМІШУВАЧІВ ВИКОНАНИХ НА РІВНІ ВИНАХОДУ



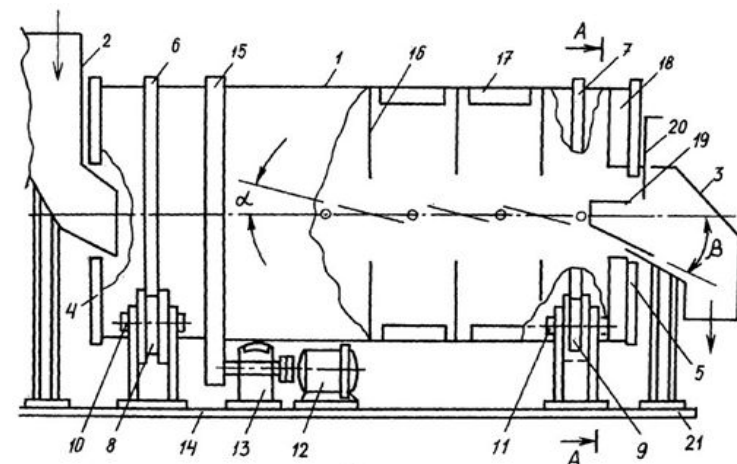
**Змішувач-дозатор,  
патент РФ № 2435461.**

1 - бункер, 2 - шнек, 3 - вал шнека, 4 - порожнистий привідний вал, 5 - лопатки, 6 - спіраль, 7 - привід, 8 - лопаті, 9 - тяги, 10 - підшипниковий вузол, 11 - диск, 12 - тяги, 13 - блок, 14 - шків, 15 - привід порожнього вала



**Подрібнювач-змішувач  
кормів,  
патент РФ № 2465764.**

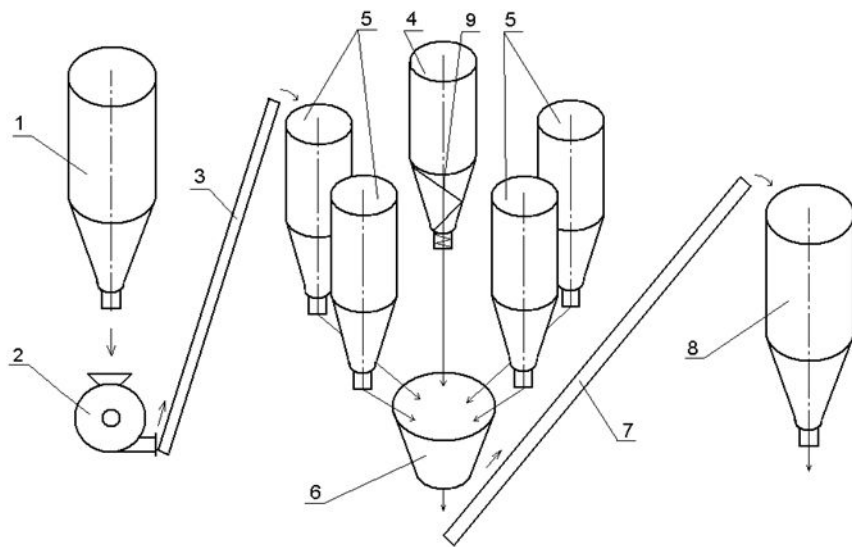
1 - завантажувальний пристрій, 2, 11 - загострені відігнуті витки, 3 - корпус, 4 - гвинт, 5 - стрічковий робочий орган, 6 - конічний редуктор, 7 - робочий орган, 8 - ремінна передача, 9 - приводний вал, 10 - вивантажне вікно.



**Барабанний змішувач,  
патент РФ 2287969.**

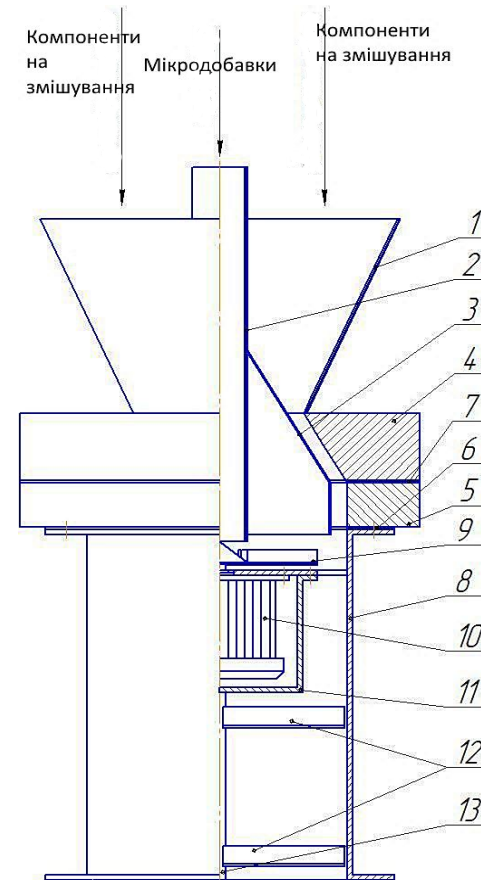
1 - циліндричний корпус, 2, 3 - завантажувальний і розвантажувальний бункери, 4, 5 - бічні стінки, 6, 7 - бандажі, 8, 9 - ролики, 10, 11 - опорні підшипники, 12 - електродвигун, 13 - редуктор, 14, 15 - циліндрична зубчаста передача, 16, 17 - консольні лопаті, 18 - ковші, 19 - конічна тічка, 20 - засувки, 21 - станина.

# ЗАПРОПОНОВАНЕ КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ ЗМІШУВАЧА КОМБІКОРМОВОЇ СИРОВИНИ



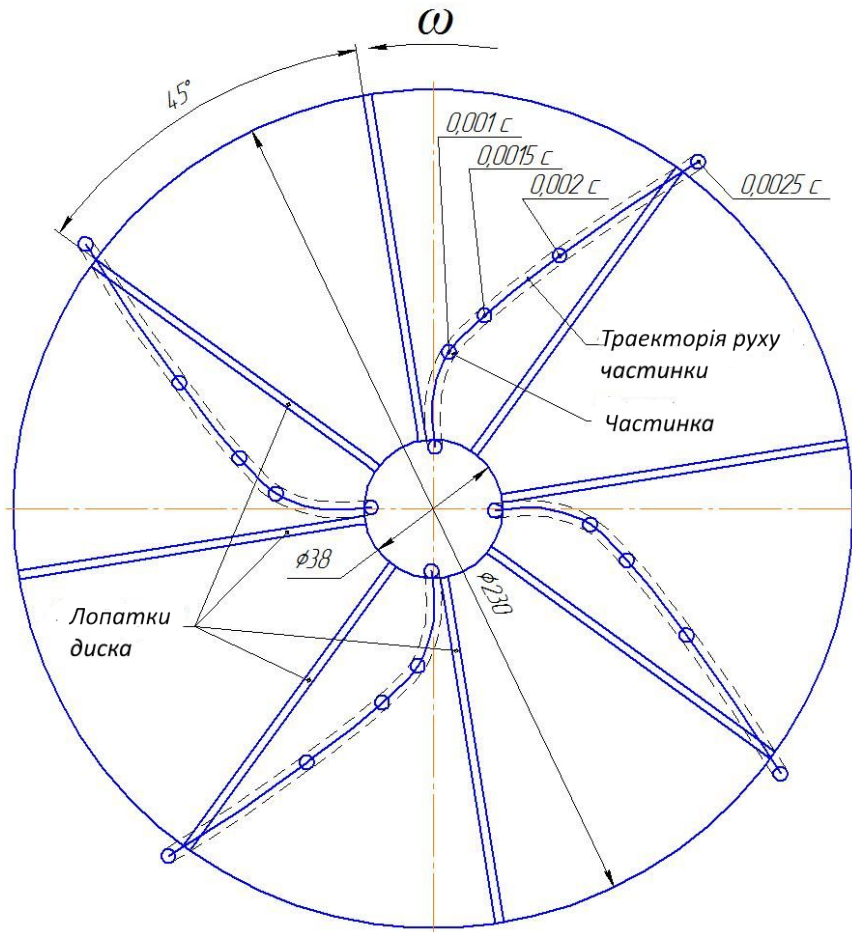
## **Установка для приготування комбікормів**

- 1 - завантажувальний бункер, 2 - подрібнювач,  
3 - транспортер, 4 - центральний бункер-дозатор,  
5 - бункери-дозатори, 6 - конусний змішувач,  
7 - транспортер, 8 - бункер-накопичувач,  
9 - вертикальний шнек.

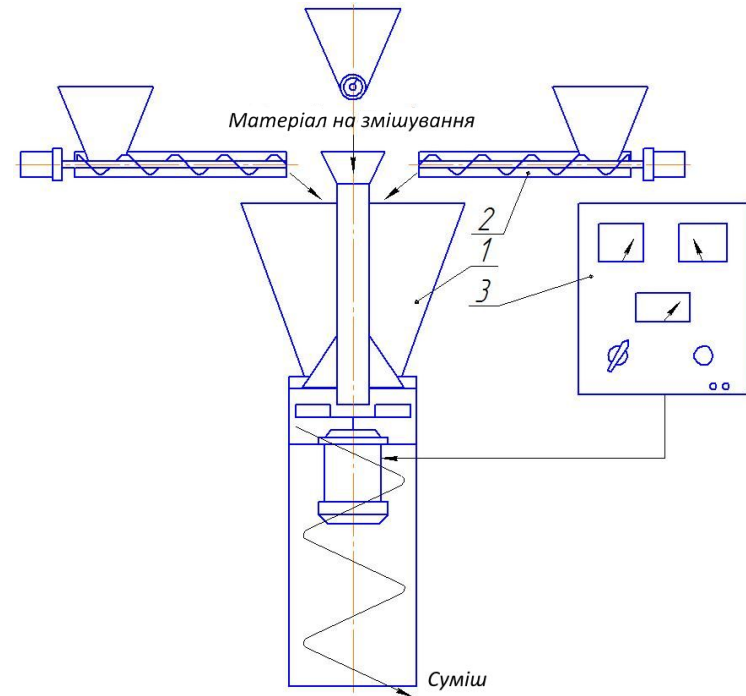


## **Змішувач безперервної дії**

- 1-конус завантажувальний; 2 - патрубок завантажувальний; 3 - конус спрямовуючий; 4 - кришка;  
5 - корпус;  
6, 7 - прокладка; 8 - корпус змішувача; 9 - диск з лопатками, 10 - електродвигун; 11 - кожух захисний; 12 - попатки напрямні; 13 - вісь



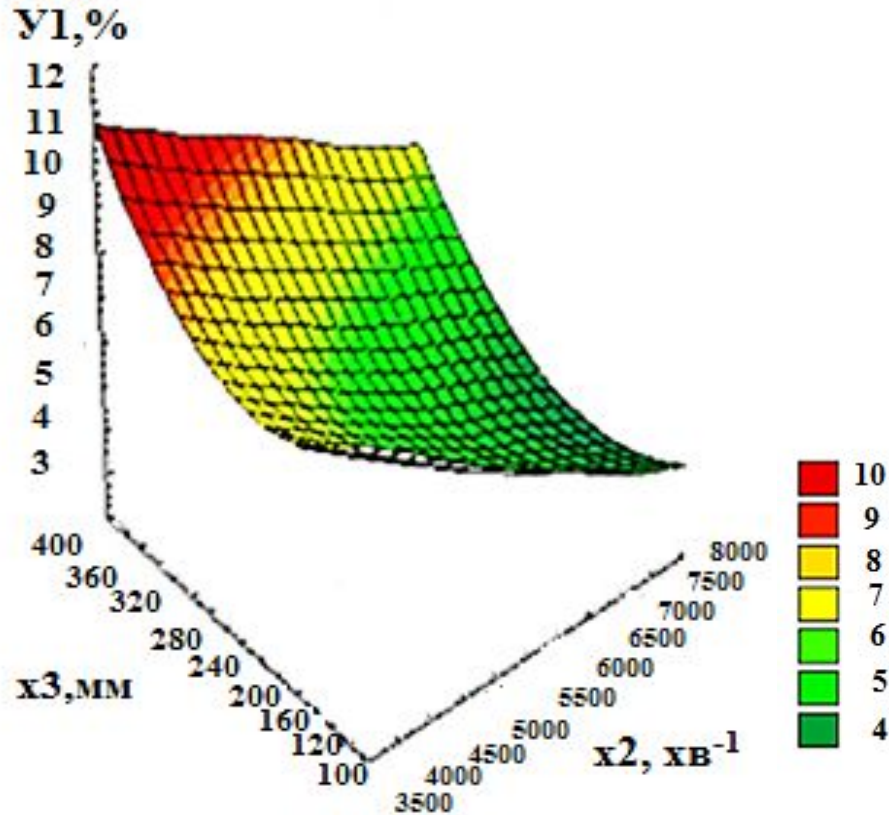
**Траекторія руху частки матеріалу по поверхні диска**



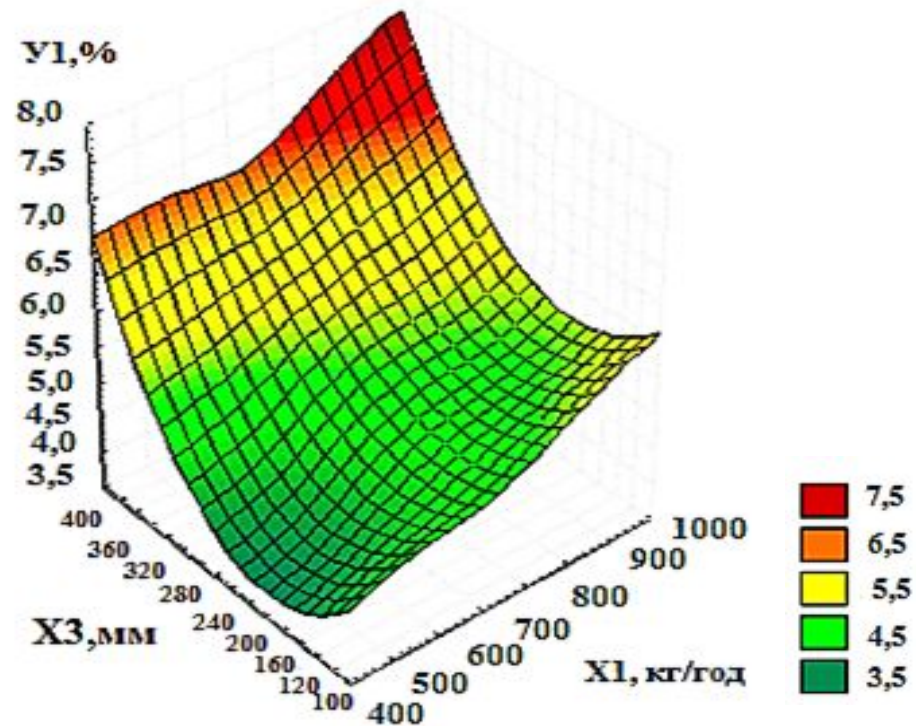
**Схема лабораторної установки по змішуванню зернових компонентів комбікормів**

- 1 - змішувач; 2 - дозатор шнековий;
- 3 - блок живлення

# РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ



Залежність коефіцієнта неоднорідності ( $Y_1$ ) від частоти обертання диска ( $X_2$ ) і висоти вивантаження ( $X_3$ ) (при продуктивності змішувача  $X_1 = 500 \text{ кг / год}$ , зерно ціле).



Залежність коефіцієнта неоднорідності ( $Y_1$ ) від продуктивності змішувача ( $X_1$ ) і висоти вивантаження ( $X_3$ ) (при частоті обертання диска  $X_2 = 8000 \text{ хв}^{-1}$ , зерно подрібнене)

# БІЗНЕС-ПЛАН

21

## Вартість виробничого обладнання

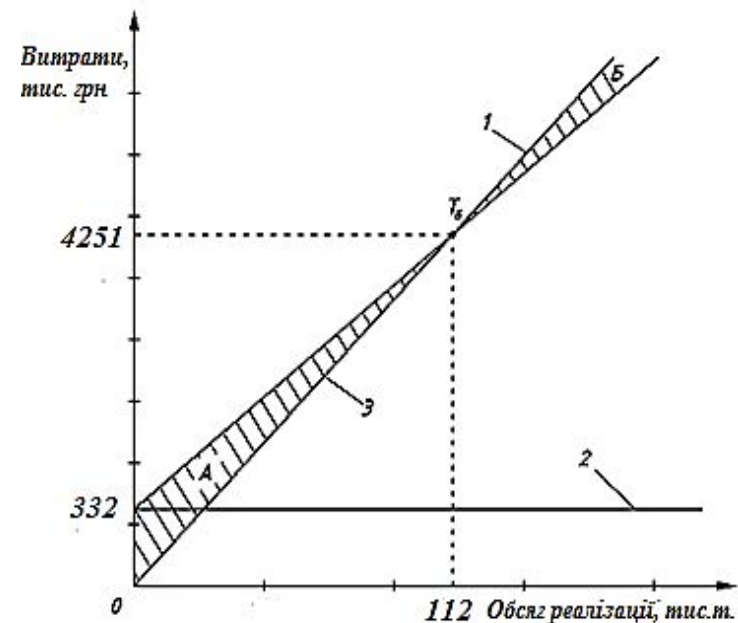
№	Перелік обладнання	Ціна, тис. грн.	Кільк.	Сума, тис. грн.
1.	Зернова дробарка	1000	1	100
2.	Змішувач	43.8	1	43.8
3.	Монтажне обладнання	1.5	1	1.5
Разом				145,3
Вартість				169

## Сукупні економічні показники

Показники	Значення
Виручка від реалізації комбікормів з ПДВ, тис. грн.	6496
Валові витрати з ПДВ, тис. грн.	4230
Прибуток що оподатковується, тис. грн.	2266
Податок на прибуток, 18%, тис. грн.	407,88
Чистий прибуток, тис. грн.	1858,12
Рівень рентабельності, %	38
Сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.	17,4
Вартість проекту, тис. грн.	169
Термін окупності, року	1,6

## Визначення точки безбитковості

Показники	Значення
Ціна реалізації 1т, грн.	8000
Постійні витрати, тис. грн.	332
Змінні витрати на 1т, грн.	5049
Точка безбитковості, тис. т	112



Графік точки безбитковості

1 – виручка від реалізації; 2 – умовно постійні витрати;  
3 – умовно змінні витрати; А – зона збитків; Б – зона безбитковості.

Проведений аналіз господарської діяльності ФГ «Росток» показав, що основним напрямком господарювання є вирощування зернових та технічних культур, а також є можливість подальшого розвитку свинарства, та більша частина коштів витрачається на забезпечення кормами тварин.

Аналіз літературних джерел з питання стану приготування комбікорма та обладнання, яке для цього застосовується, дозволив обрати доцільний варіант технологічної схеми. Грунтовний аналіз конструкцій обладнання для подрібнення зерна та машин виконаних на рівні винаходу в комбікормовому виробництві дозволив запропонувати найбільш придатні для застосування у виробничих умовах конструкції зернової дробарки та змішувача компонентів. Виявлено, що вальцьові дробарки є найбільш доцільним варіантом для впровадження в технологічну лінію в умовах ФГ «Росток». Було досліджено теоретичні аспекти процесу подрібнення зерна.

Для опису процесу подрібнення зерна в одновальцево-дековій дробарці була досліджена математична модель, що відображає закономірність зв'язку технологічних критеріїв оцінки якості подрібненого матеріалу з конструктивно-режимними параметрами дробарки. Оптимальні розміри технологічних зазорів між вальцем і декою в першій і другій зоні подрібнення рівні:  $\Delta_1=1$  мм,  $\Delta_2 = 0,8$  мм - для модуля помелу  $M=0,3-0,8$  мм;  $\Delta_2=1$  мм - для модуля помелу  $M=0,8-2,3$  мм, при амплітуді коливань деки  $A=3$  мм. Встановлено, що при збільшенні частот обертання енергоємність процесу подрібнення збільшується, так само як і продуктивність. Оптимальними, з точки зору енергоємності процесу подрібнення і продуктивності подрібнювача, є величини кутових швидкостей вальца і ексцентрикового віброзбудника  $\omega_1=18,3$  рад/с,  $\omega_2=57,5$  рад/с.

Досліджено теоретичні положення по обґрунтуванню конструктивно-технологічних параметрів змішувача безперервної дії гравітаційного типу. Отримано конструктивні параметри машини: діаметр основи направляючого конуса - 250 мм, довжина похилої поверхні направляючого конуса - 206 мм, діаметр основи завантажувального конуса - 145 мм, довжина похилій поверхні направляючого конуса - 273 мм, кути нахилу конічних поверхонь змішувача -  $60^\circ$ , діаметр диска - 230 мм, кількість лопаток на диску змішувача - 8. Отримана розрахункова потужність на процес змішування в розробленому змішувачі - 189,74 Вт. Розглянуті математичні моделі процесу змішування зернових компонентів комбікормів для цілого і подрібненого зерна в змішувачі безперервної дії, що дозволяють визначити оптимальні режими його роботи. Аналіз отриманих моделей і поверхонь відгуків дозволяє рекомендувати наступні оптимальні параметри змішування зернових культур: продуктивність змішувача 500 кг/год, частота обертання диска  $8000 \text{ хв}^{-1}$ , висота вивантаження 255 мм (коефіцієнт неоднорідності не перевищує 4%).

Виконана оцінка економічної ефективності запропонованих рішень та розроблені елементи бізнес-плану на впровадження технологічного процесу виробництва комбікорму із застосуванням запропонованих

ДЯКУЄМО ЗА УВАГУ!

