

ЛЕКЦІЯ З ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ УДАРОМ

1. Класифікація систем та їх стисла характеристика
2. Загальні схеми механізмів для подрібнення сировини.
3. Основні технологічні вимоги до конструкції обладнання.

1. Класифікація машин та їх стисла характеристика

Роздрібнювання зерна є завершальною операцією технологічного процесу виробництва борошна. Розрізняють два види роздрібнювання зерна: просте роздрібнювання – одержують сипучий матеріал для подальшої обробки; вибіркове роздрібнювання окремих твердих тіл неоднакових за своїм складом для одержання часток якогось одного елемента, що входить до складу даного тіла. У даному випадку процес здійснюється послідовно з метою відділення однієї частини від іншої.

Для одержання відбивного борошна користуються простим роздрібнюванням. Для виробництва сортового борошна застосовують вибірковий спосіб роздрібнювання.

Класифікація машин для подрібнення.

У залежності від принципу впливу робочих органів на матеріал, що руйнує, розрізняють шість типів подрібнюючих машин (рис .1).

У плющильному верстаті зерно попадає в зазор, що менше його розмірів, між двома вальцями, що обертаються з однаковою швидкістю. Руйнування зерна відбувається за рахунок стиску зерна вальцями.

У вальцевому верстаті зерно подрібнюється між двома циліндричними вальцями, що обертаються назустріч один одному з різною швидкістю. Руйнування зерна здійснюється в результаті дії на нього зусиль стиску і зрушення.

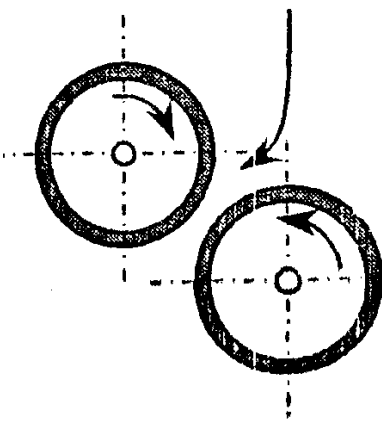
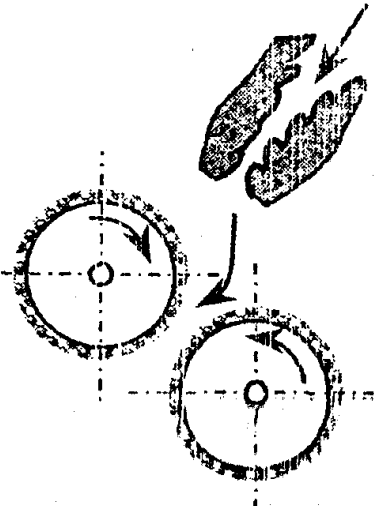
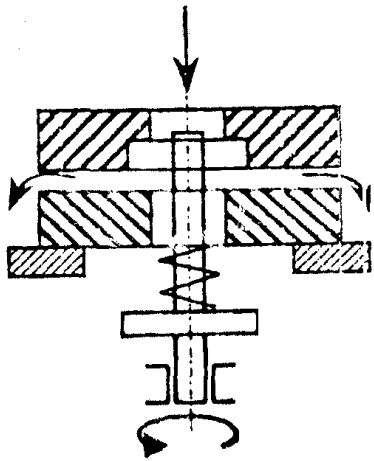
У жорновому поставі зерно подрібнюється між двома абразивними каменями – обертовим і нерухомим. Під дією нерухомої сили і сили тертя зерно переміщується від центра до периферії по спіралі. Оскільки зазор між каменями поступово зменшується від центра до периферії, зерно при переміщенні багаторазово піддається стиску і зрушенню, що приводить до його руйнування.

У дисковому подрібнювачі зерно подається на диск з перегородками. Диск обертається з великою швидкістю, внаслідок чого, зерно руйнується одноразовим ударом об перегородки і виводиться з машини.

У молотковій дробарці зерно під час вільного падіння під дією удару сталевих молотків розділяється на дрібні часточки. Подальше руйнування часточок здійснюється головним чином за рахунок перетирання їх об поверхню сталевих штампів.

У бичевій машині зерно піддається інтенсивній дії бил і ситового барабана, а також тертю часточок між собою, внаслідок чого здійснюється перетирання і руйнування зерна.

У борошномельному виробництві найчастіше використовуються борошномельні верстати і значно менше молоткові дробарки і дискові подрібнювачі. Жорновий посад, у даний час, практично не використовується.

Види впливу робочих органів машин на продукт, що подрібнюється		
Стиск	Стиск і зрушення	Стиск і зрушення
Типи машин за робочим органом		
Плющильний верстат	Вальцевий верстат	Жорновий постав
		
Види впливу робочих органів машин на продукт, що подрібнюється		
Удар	Удар і перетирання	Перетирання й удар
Тип машини за робочим органом		
Дисковий подрібнювач	Молоткова дробарка	Бичева машина

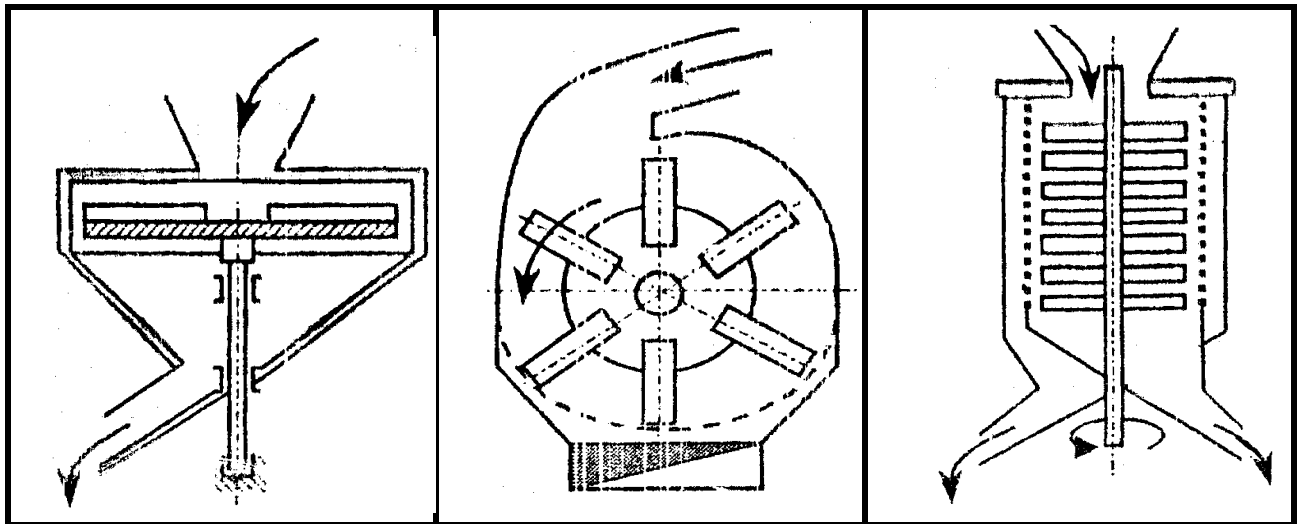


Рис. 1 – Класифікація машин для подрібнення зерна

Подрібнення характеризується зменшенням розмірів шматків матеріалу під дією зовнішньої сили. При цьому забезпечується збільшення поверхні фазового контакту, що інтенсифікує процеси горіння, розчинення, екстрагування та ін. Процес подрібнення характеризується ступенем подрібнення — це відношення величини шматків до і після подрібнення:

$$i = \frac{D}{d}.$$

При виборі обладнання необхідно враховувати міцність матеріалу, що обмежується міцністю при стисканні (δ_{cm}) і при руйнуванні (δ_p).

Залежно від міцності матеріали ділять на:

м'які — $\delta_{cm} < 10$ МПа;

середні — $\delta_{cm} = (10...50)$ МПа;

тверді — $\delta_{cm} > 50$ МПа.

Цей поділ досить умовний, бо всі матеріали анізотропні (різні властивості в різних напрямках), що обумовлюється їх суцільністю, вологістю, розміром, кількістю тріщин і т. п. Подрібнення матеріалу за рахунок удару відбувається в дробарках внаслідок дії робочих органів на продукт, зіткнення шматків матеріалу між собою і зіткненням з корпусом дробарки. До дробарок ударної дії відносять: *щоківі; конусні; вальцеві; молоткові; дискові; кулькові; барабанні.*

Щокова дробарка (рис. IV.4) працює за принципом роздавлювання. Матеріал завантажують між щокви. За рахунок зусиль, що здійснює рухома щоква, матеріал роздавлюється.

Щоківі дробарки призначені для грубого і середнього подрібнення матеріалу зі ступенем подрібнення (3....5). Подрібнення матеріалу в щоківих дробарках відбувається між нерухомою і рухомою щоквами. За характером дії рухомої щокви поділяються на дробарки з простим і складним рухом. Ширина

завантажувальної щілини дробарки вибирається з умови розміщення шматка максимального розміру у верхній частині дробильної камери:

$$B = (1,2 \dots 1,5) D_{max}$$

Ширина вихідної щілини залежить від розмірів шматків подрібненого матеріалу і приймається $b = 0,8 d_{max}$.

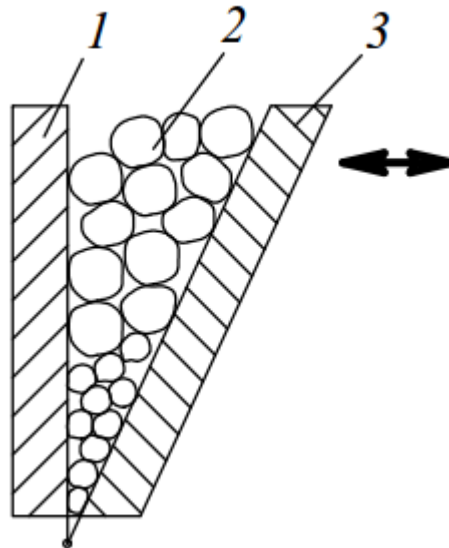


Рис. IV.4 Схема щоквої дробарки:

1 – нерухома щока; 2 – подрібнюваний матеріал; 3 – рухома щока

Важливим параметром при розрахунку щоквих дробарок є кут захвату шматків матеріалу – це кут між рухомими і нерухомими щоками, що визначається за умови не виштовхування матеріалу з дробильної камери під дією зусиль щік. Захват шматків матеріалу буде відбуватися при умові, що сила захвату буде більше сили виштовхування.

Число коливань рухомої щоки відповідає частоті обертання ексцентрикового валу. При довжині розвантажувальної щілини до 1 м для розрахунку використовується наступне рівняння:

$$n = 0,85 \sqrt{\frac{tg \alpha}{\Delta b}}, \text{ об/с.}$$

При довжині розвантажувальної щілини > 1 м:

$$n = \frac{0,85}{l^{2/3}} \sqrt{\frac{tg \alpha}{\Delta b}}, \text{ об/с.}$$

Продуктивність щоквої дробарки:

$$G = n \cdot l \cdot \frac{(2b + \Delta b) \Delta b}{2tg \alpha}, \text{ м}^3/\text{с. (об'ємна).}$$

$$G_m = G \cdot \rho \cdot \psi, \text{ кг/с. (масова).}$$

ψ - коефіцієнт подрібнення; (0,3...0,5) – для великих дробарок і твердого матеріалу; (0,5...0,7) – для нетвердих і малих. Для дробарок зі складним рухом ψ збільшується на 20-25%.

$$N = \frac{A \cdot n}{10^3 \cdot \eta}, \text{ кВт.}$$

В **конусних дробарках** (рис. IV.5) подрібнення здійснюється за рахунок роздавлювання і стирання. Матеріал завантажується в простір, утворений між зовнішнім нерухомим і внутрішнім обертовим конусами. Останній розміщений ексцентрично по відношенню до зовнішнього конуса. В багатьох конусних дробарках внутрішній конус має змінну вісь обертання, тобто привідний вал, обертаючись, описує конусоподібну поверхню.

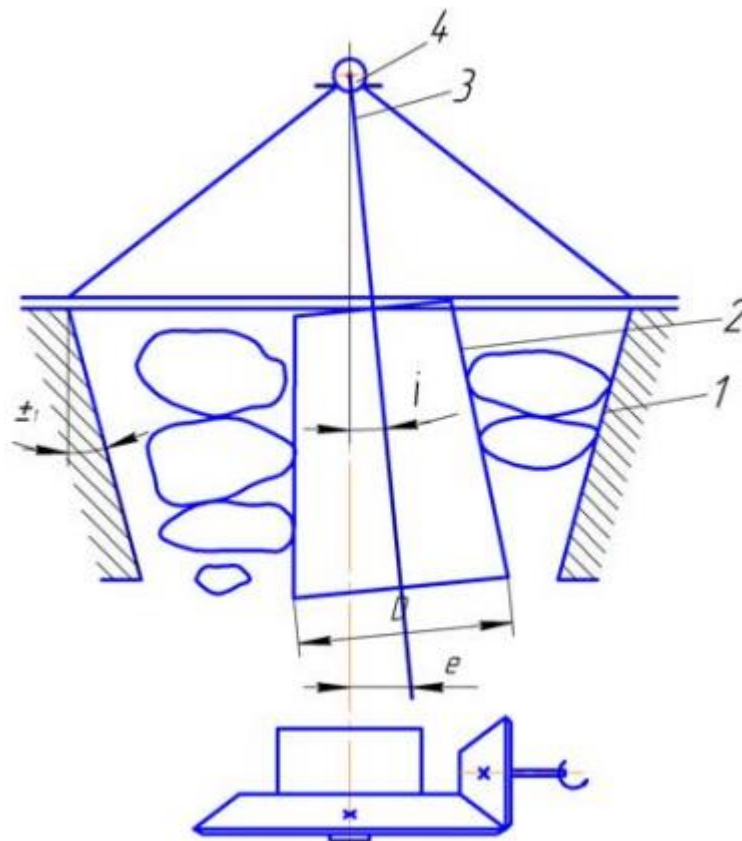


Рис. IV.5 Схема конусної дробарки:

1 – зовнішній нерухомий конус; 2 – рухомий внутрішній конус; 3 – вал; 4 – кульова опора

Конусні дробарки за технічними ознаками діляться на дробарки грубого подрібнення ($i = 5...8$), середнього ($i=20...50$). Конусні дробарки мілкового подрібнення призначені для подрібнення матеріалів з тимчасовим опором розлому до 300 МПа.

Частота обертання ексцентрикового вала (об/хв.) при умові вільного випадання матеріалу з камери за пів оберта ексцентрика:

$$n = 0,78 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2}{l}}.$$

Продуктивність (мз/с):

$$G = \pi \cdot D \cdot b \cdot l \cdot n \cdot \psi,$$

де n – частота обертання;

ψ – коефіцієнт розпушення (0,4...0,5)

Потужність на валу подрібнювача (кВт):

$$N = 12,6 D^2 \cdot n.$$

По принципу подрібнення за рахунок стисненого удару працюють **молоткові дробарки** (рис. IV.7). Через завантажувальний бункер матеріал надходить в робочу камеру, де під дією молотків, прикріплених до стержнів, які обертаються навколо центральної осі, подрібнюється і виходить з камери через перфороване днище.

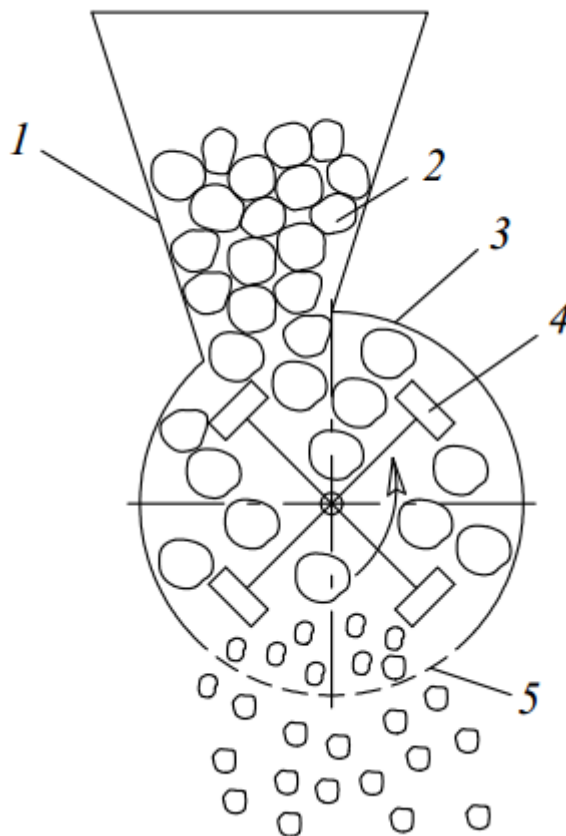


Рис. IV.7 Схема молоткової дробарки:

1 – завантажувальний бункер; 2 – подрібнюваний матеріал; 3 – робоча камера; 4 – молотки; 5 – перфороване днище

Кулькові подрібнювачі. Принцип їх роботи оснований на використанні удару і стирання. Кульковий млин являє собою циліндр, заповнений всередині кульками, що обертається навколо своєї осі (рис. IV.8). Кульки

виготовлені з твердих матеріалів таких як загартована сталь чи чавун. При обертанні корпусу

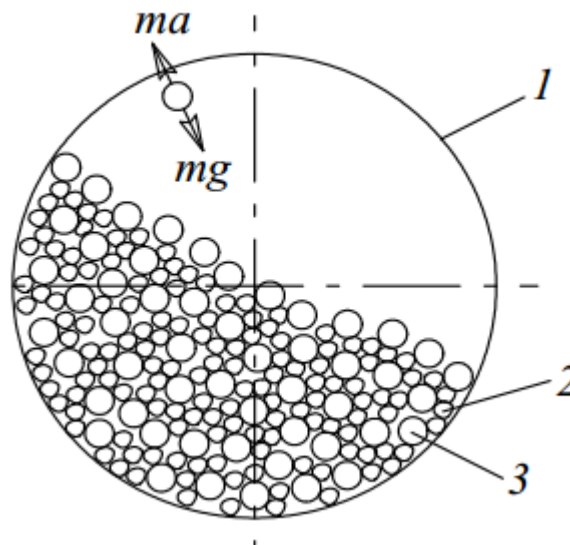


Рис. IV.8 Схема переміщення кульок в кульковому млині:

1 – корпус; 2 – подрібнюваний матеріал; 3 – кульки

На таких машинах здійснюється грубе і середнє подрібнення. За принципом стисненого удару і стирання працюють **дискові дробарки**, які часто називають дезінтеграторами та дисмембраторами (рис. IV.9). Їх застосовуються для розмелювання зерна, плодів, овочів, м'яса.

Із завантажувального бункера матеріал для подрібнення надходить в камеру дисмембратора і потрапляє між пальцями рухомого і не рухомого дисків.

Пальцеві робочі органи в цих машинах розміщуються на дисках перпендикулярно їх торцевим поверхням. При роботі пальці одного диску заходять між пальцями другого. Матеріал подрібнюється за рахунок ударів пальців по ньому. Частота обертання дисків приймається 500...900 об/хв. Подрібнений продукт вивантажується через розвантажувальний патрубок. В дезінтеграторах обертаються обидва диска з пальцями. Їх обертання здійснюється в різні сторони.

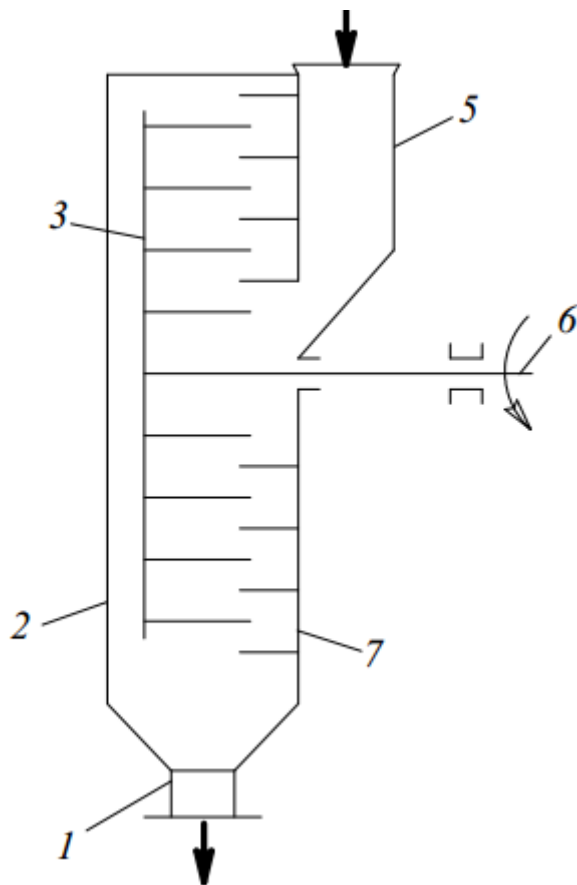


Рис. IV.9 Схема дискової дробарки (дисковий дисмембратор):

1 – розвантажувальний патрубок; 2 – камера; 3 – диск, що обертається; 4 – пальці; 5 – завантажувальний бункер; 6 – приводний вал; 7 – нерухомий диск

Барабанні подрібнювачі. Використовуються в великотоннажних виробництвах. В цих тихохідних машинах (рис. IV.10) подрібнення продукту відбувається всередині футерованого барабану за допомогою елементів, якими є кулі, або стержні. При обертанні барабана ці елементи рухаються разом з корпусом, піднімаються на деяку висоту, а потім падають на шматки матеріалу, що знаходиться всередині барабану. Матеріал подрібнюється від ударів, перетирання і роздавлювання. Збільшуючи час перебування матеріалу у барабані можна досягти високу ступінь подрібнення, але при цьому занадто зростають енерговитрати.

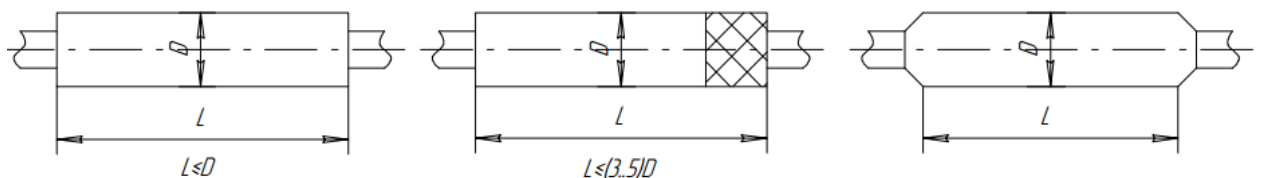


Рис. IV.10 Барабанні подрібнювачі

Розвантаження може відбуватися через перфоровану поверхню або пустотілі цапфи. Матеріалом для кульок може служити сталь $\varnothing 30..100\text{мм}$.

Подрібнювачі ударно-відцентрової дії

Ударно-відцентрові подрібнювачі знайшли досить широке застосування в роздрібленому процесі сортових помелів пшениці на вітчизняних підприємствах і за кордоном.

Ентолейтор. Робочий орган ентолейтора РЗ-БЭР (рис. 5) - ротор, що складається з двох плоских горизонтальних дисків 2, з'єднаних між собою циліндричними втулками 3. Ротор встановлений у корпусі, виконаному у формі равлика. Продукт після здрібнювання у вальцьовому верстаті надходить у прийомний патрубок ентолейтора і попадає через отвір у верхньому диску ротора в його робочу камеру. Під дією відцентрових сил інерції і повітряного потоку продукти розмелу зерна рухаються від центра до периферії ротора. Унаслідок багаторазових ударів по втулці і корпусу зернові продукти додатково подрібнюються, а спресовані грудки руйнуються. Здрібнений продукт виводиться через випускний патрубок 6 і надходить у продуктопровід. По даним іспитів ентолейтора, після вальцьового верстата отримані наступні технологічні показники: витяг борошна склало $26,5 \pm 0,6\%$. При зольності вихідного продукту 0,53% зольність борошна $0,41 \pm 0,01\%$.

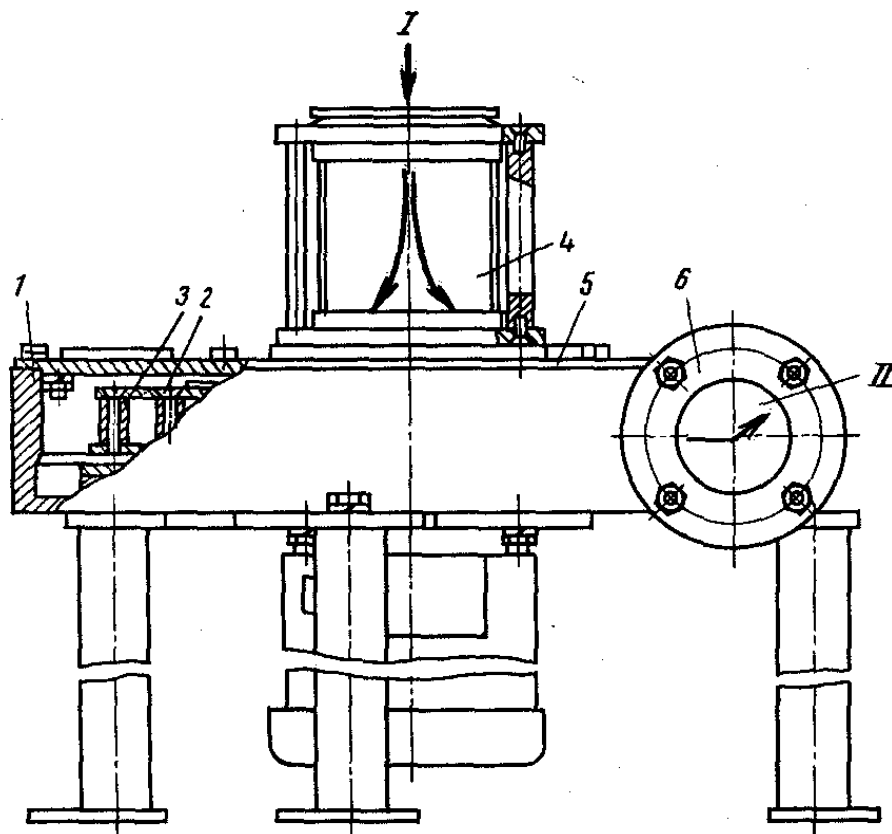


Рис. .5 Схема энтолейтора РЗ-БЭР:

1 - корпус; 2 - диски; 3 - втулка; 4 - прийомний патрубок; 5 - кришка; 6 - випускний патрубок; I - вихідний продукт; II - роздрібнений продукт.

До ударно-відцентрових подрібнювачів відносяться і дискові дробарки. Їх застосовують в основному для дрібного дроблення зерна на борошно і крупи. У дисковій дробарці (рис. 6) продукт падає між двома рифленими

дисками. Один з цих дисків, диск 1, нерухомий, інший, диск 2, обертається на горизонтальному валу 3. Обертовий диск 2 за допомогою регулюючого пристрою (на малюнку не показане) може переміщатися в горизонтальному напрямку, чим змінюється ступінь дроблення. Швидкість на окружності диска при дробленні зерна 7 – 8 м/с.

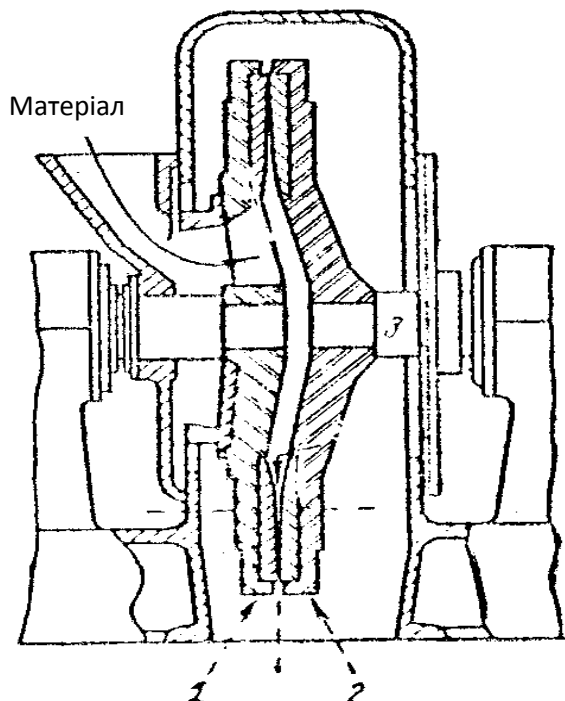


Рис. .6 – Дискова дробарка: 1 і 2 – диски; 3 – горизонтальний вал.

2.4 Подрібнювачі ударно-розтираючої дії.

До цього класу машин відносяться молоткові дробарки. Фізична сутність процесу подрібнення зерна в молоткових дробарках полягає в поділі зерна на окремі частини внаслідок удару, зламу і стирання між робочими органами машини. Молоткові дробарки для подрібнювання зерна застосовуються на комбікормовому виробництві.

До подрібнювачів ударно-перетираючої дії відносяться кульові млини. Вони застосовуються в основному для тонкого роздрібнювання зерна в борошно, що відбувається внаслідок удару і стирання продукту між кулями, що наповняють корпус млина. жні цапфи, 3 – куля.

Вимольна машина А1-БВГ сполучає ударно-трусій вплив бичів різної інтенсивності з процесом просівання. Ударний вплив бичів у сукупності з тертям між частками об ситову поверхню порушує зв'язок між оболонками й ендоспермом, сприяє здрібнюванню часток ендосперму. При просіванні через ситовий циліндр під дією відцентрових сил інерції, що виникають від обертання ротора, продукти здрібнювання розділяються на дві фракції: східну, що містить відносно великі частки висівки, і прохідну з великим вмістом ендосперму.)

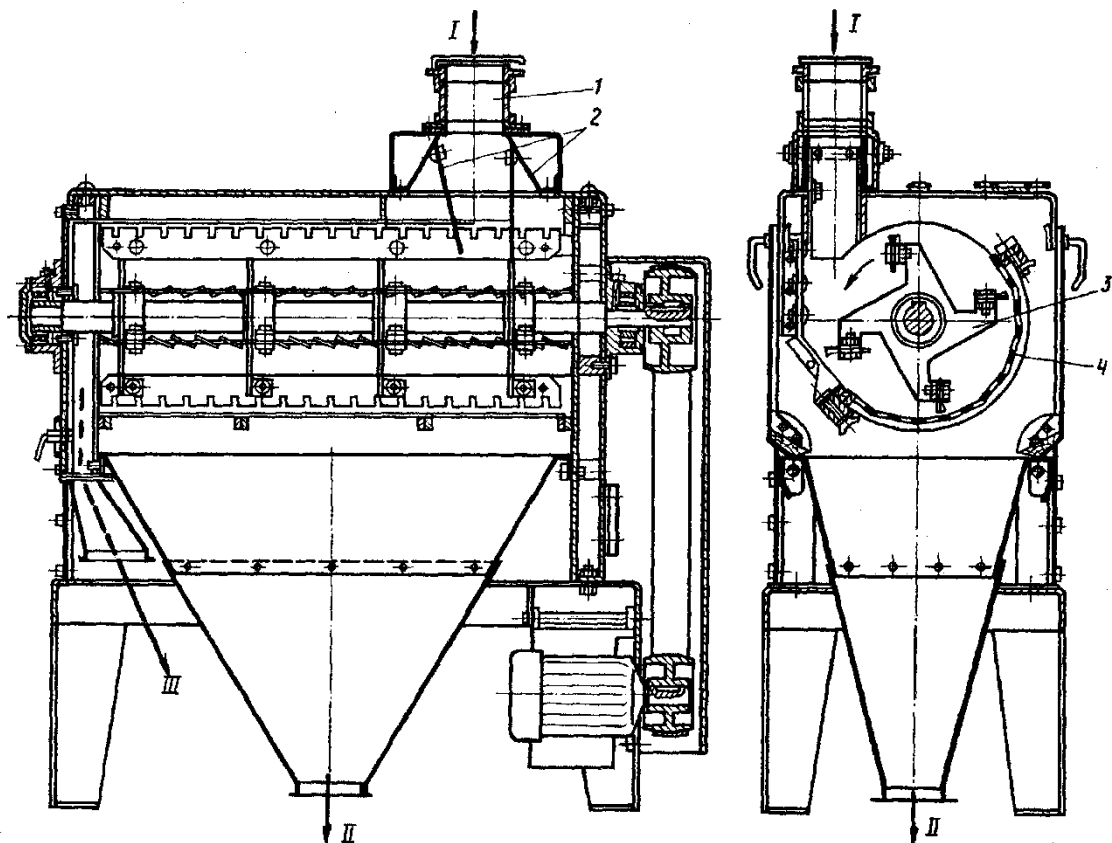


Рис. 5.8 - Технологічна схема вимольної машини А1-БВГ:
1 - прийомний патрубок; 2 - клапани; 3 - бичевий ротор; 4 - ситовий напівциліндр; I - вихідна суміш; II - борошніста суміш; III – частки висівок.

Основними робочими органами вимольної машини А1-БВГ (рис. 8) служать обертовий бичевой ротор і ситовий напівциліндр. Вихідна суміш I через прийомний патрубок 1 надходить у прийомну камеру з регульованими спареними клапанами 2, що направляють суміш у робочу зону. Обертові бичі ротора 3 підхоплюють продукт і відкидають його до поверхні ситового напівциліндра 4. Борошніста суміш II відокремлюється від висівок, просівається через сито і виводиться з машини через конус. Завдяки відігнутим кінцям края бичів і їхньому нахилу щодо осі вала східна фракція – частки висівок III - просуваються в осьовому напрямку і виводяться через випускний патрубок. За даними іспитів вимольної машини, при зольності вихідного продукту 6,09% зольність східної фракції склала 6,72%, а прохідної - 1,9%. Додатковий витяг борошна в межах 6...9%. Продуктивність вимольної машини 0,9...1.6 т/год.

Деташер А1-БДГ (рис. 5.9) призначений для подрібнювання проміжних продуктів після вальцових верстатів, де на вальцях з мікрошорсткуватою робочою поверхнею подрібнюють дрібні продукти з відносно великим вмістом оболонок.

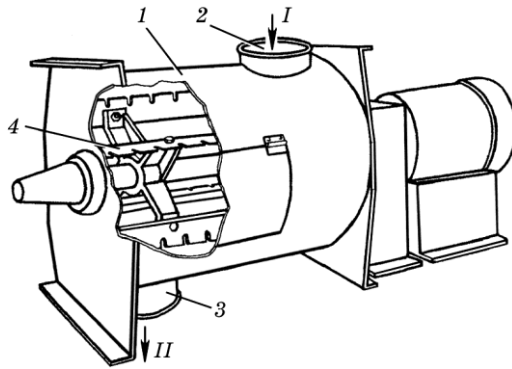


Рис. 5.9. Схема деташера А1-БДГ:

1 — корпус; 2 — приймальний патрубок; 3 — випускний патрубок; 4 — бильний ротор; I — вихідний продукт; II — подрібнений продукт

Основним робочим органом деташера є бильний ротор 4, що обертається у середині циліндричного корпусу. Технологічний процес оброблення продукту в деташері здійснюється так. Після вальцювого верстата продукт самопливом чи через систему пневмотранспорту спрямовується в приймальний патрубок і надходить у робочу зону. Тут він підхоплюється білами обертового ротора, відкидається на стінку корпусу і поступово переміщується до вивідного патрубка. Шість приварених до корпусу по всій його довжині пластинок забезпечують гальмування продукту, підсилюють його розпушування і додаткове подрібнювання. Під впливом похилих ділянок косозубих бил продукт переміщується до виходу. На цьому шляху в результаті багаторазових ударів, тертя часточок об біла й обичайку відбувається подрібнювання, руйнування часточок. Таким чином, витяг борошна, отриманого у деташері А1-БДГ, становить 14,0...14,5 %, зольність борошна — близько 0,44 %.

Технічна характеристика деташера А1-БДГ

Продуктивність, т/год	0,4...0,6
Діаметр циліндра корпусу, мм	300
Частота обертання бильного ротора, хв ⁻¹ .	695
Діаметр бильного ротора, мм	290
Потужність електродвигуна, кВт	1,5
Габаритні розміри, мм	
довжина	1040
висота	338
ширина	376
Маса, кг	70

Основні вимоги, пропоновані до машин.

Крім загальних вимог (міцність, твердість і вібраційна стійкість), пропонованих до машин для переробки зерна при проектуванні, виготовленні й експлуатації, вони повинні відповідати наступним вимогам:

- машини і апарати при повній їхній продуктивності повинні технологічно оптимально впливати на оброблюючий продукт із мінімальними втратами;
- мати високу техніко-економічну ефективність(при максимальній продуктивності мати мінімум: розміру займаної площі, витрата енергії, води, пари, вартості виготовлення, монтажу і ремонту);
- мати високу зносостійкість робочих органів(влучення металу в продукт виключається);
- мати надійну герметизацію і аспірацію машин(пил не повинний попадати у виробниче приміщення, це вибухонебезпечно);
- відповідати вимогам охорони праці і виробничої санітарії;
- мати автоматизацію контролю робочих процесів (відключати машину, якщо немає продукту, відключати лінію, якщо одна з машин лінії виключилася);
- мати надійне статистичне і динамічне зрівноважування обертових частин і мас, що поступально рухаються, виключаючи шум і надмірний знос підшипників і ін. частин машини;
- відповідати вимогам технологічності(кожна машина повинна з мінімальними витратами і максимальною продуктивністю та надійністю вписуватися в технологічну лінію обробки продукту).