



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра технології будівельних виробів і матеріалознавства

03-09-48

Методичні вказівки

до курсового проекту з навчальної дисципліни
**«Процеси і апарати у виробництві будівельних конструкцій,
виробів і матеріалів»** для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та
цивільна інженерія» денної та заочної форми навчання

Рекомендовано науково-
методичною комісією
зі спеціальності 192
«Будівництво та цивільна
інженерія»
Протокол № 6 від 25.06.2019 р.

Рівне – 2019



Національний університет

водного господарства
та природокористування

Методичні вказівки до курсового проекту з навчальної дисципліни «Процеси і апарати в технології виробництва будівельних матеріалів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форми навчання /Житковський В.В., Степасюк Ю.О., – Рівне: НУВГП, 2019. – 26 с.

Укладачі: Житковський В. В., к.т.н., доцент кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства; Степасюк Ю. О., к.т.н., ст. викладач кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства.

Відповідальний за випуск: Дворкін Л. Й., д.т.н., професор, завідувач кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

© Житковський В. В.,
Степасюк Ю. О., 2019
© НУВГП, 2019



ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ВИХІДНІ ДАНІ І ЗМІСТ ПРОЕКТУ	4
2. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	5
2.1. Характеристика сировини та кінцевого продукту.....	5
2.2. Технологічна схема виробництва заповнювачів.....	7
2.3. Вибір і параметричний розрахунок технологічного обладнання	8
2.3.1. Параметричний розрахунок грохотів.....	8
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	22
ДОДАТОК.....	23





ВСТУП

Метою виконання курсового проекту є закріплення теоретичних знань, отриманих при вивченні курсу, а також набуття практичних навичок виконання розрахунків механічних та гідромеханічних процесів виготовлення будівельних матеріалів і апаратів для їх здійснення на прикладі технологічного проектування виробничого комплексу по виготовленню заповнювачів для важкого бетону.

Проект передбачає: вибір технологічної схеми виробництва заповнювачів; розрахунок параметрів процесів подрібнення, просіювання, гідравлічної класифікації, миття і зневоднення; вибір і параметричний розрахунок апаратів, у яких проходять вказані процеси; вибір і розрахунок допоміжного обладнання (конвеєри, живильники, бункери); компоновання апаратів цеху подрібнення; визначення ТЕП запроектованої лінії.

1. ВИХІДНІ ДАНІ І ЗМІСТ ПРОЕКТУ

Вихідними даними, необхідними для проектування технологічного комплексу по виробництву заповнювачів важкого бетону є: продуктивність комплексу; характеристики гірської породи, яка служить вихідною сировиною для виробництва заповнювачів (назва породи, її твердість та міцність, вміст домішок, розмір кусків); вимоги до фракційного складу продукції. Для студентів денної форми навчання вихідні дані вказуються у завданні, яке видається викладачем. Студенти заочної форми навчання вибирають вихідні дані для виконання проекту за табл.1 згідно шифру, яким є три останні цифри номера залікової книжки.

Проект складається з розрахунково-пояснювальної записки обсягом 25-30 сторінок та графічної частини на 1 листі формату А1. Записка повинна містити необхідні обґрунтування і розрахунки, ілюстровані схемами чи графіками, а також креслення тих апаратів, які не наводяться у графічній частині. При виконанні розрахунків слід обов'язково наводити формули у загальному вигляді та з підстановкою числових даних, а не тільки кінцеві результати. Якщо розраховується кілька аналогічних апаратів (наприклад, вібраційних грохотів чи стрічкових конвеєрів), то допускається детальні обчислення наводити для одного з них, а проміжні та остаточні



результати для інших апаратів подавати у табличній формі без математичних викладок. Креслення виконуються простим олівцем згідно вимог ЄСКД. У пояснювальній записці допускається виконувати складні креслення на міліметровому папері.

Рекомендований зміст пояснювальної записки:

- вступ;
- характеристика сировини та кінцевого продукту;
- технологічна схема виробництва заповнювачів (з матеріальним балансом виробництва та розрахунком зернового складу продукції на всіх технологічних етапах);
- вибір і параметричний розрахунок технологічного обладнання;
- обчислення техніко-економічних показників виробництва;
- заходи безпеки життєдіяльності.

Графічна частина включає креслення технологічної схеми, робочих просторів дробарок, компоновальний план і розріз цеху подрібнення, детальні креслення 1...2 апаратів згідно завдання, специфікацію обладнання і таблицю зведених ТЕП виробництва.

Виконаний у повному обсязі проект здається викладачеві на перевірку і захищається публічно після виправлення виявлених недоліків.

2. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

У *вступі* до проекту наводять мету його розробки, склад, стислу характеристику прийнятих проектних рішень та головні техніко-економічні показники.

2.1. Характеристика сировини та кінцевого продукту

В даному розділі слід коротко описати фізико-механічні властивості породи, яку застосовують для виготовлення щебеню, зокрема її міцність на стиск і розтяг, твердість, здатність до подрібнення, вказати орієнтовні дійсну густину та пористість, природну вологість, а також особливості природного залягання, можливі способи розробки в кар'єрі, придатність для виробництва заповнювачів. Наводяться також основні вимоги до готового щебеню (фракційний склад, допустимий вміст домішок та зерен пластинчастої та голчатої форми, вологість), особливості та можлива сфера застосування відсівів подрібнення.

Таблиця 1. Вихідні дані до виконання проекту студентами заочної форми навчання

Вихідні дані				Остання цифра шифру (Ц ₃)*			Приклад вибору даних для варіанту 537			
				0...2	3...6	7...9				
Найбільший діаметр вихідного куска, D _{max} , мм				D _{max} = 600 + 60 Ц ₃			600 + 60 · 7 = 1020			
Найбільша крупність щебеню, d _{max} , мм				10	20	40	40			
Продуктивність, т/год				Q = 200+50Ц ₁ +5Ц ₂			200 + 50 · 5 + 5 · 3 = 465			
Вміст відмулюваних домішок, %				Ц ₃ +1	Ц ₃	Ц ₃ -3	7 – 3 = 4			
Порода				Граніт	Вапняк	Базальт	Базальт			
Міцність породи на стиск, МПа				120+70Ц ₁	30+10Ц ₁	140+20Ц ₁	140 + 20 · 5 = 240			
Насипна густина щебеню, т/м ³				1,60-0,01(Ц ₂ +Ц ₃)			1,60 – 0,01(3 + 7) = 1,50			
Остання цифра шифру (Ц ₃)										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
Обов'язкове креслення у графічній частині										
Грохіт нерухомий	Грохіт гіраційний	Грохіт Інерційний	Грохіт самобалансний	Дробарка 1-ї стадії	Дробарка 2-ї стадії	Дробарка 3-ї стадії	Коритна мийка	Спіральний класифікатор	Гідрокласифікатор ГКД-2	

* - під Ц₁; Ц₂ і Ц₃ слід відповідно розуміти першу, другу та третю цифри шифру



2.2. Технологічна схема виробництва заповнювачів

Технологічна схема виробництва будується з урахуванням наступних міркувань:

– необхідний ступінь подрібнення технологічної лінії виготовлення заповнювачів визначається за формулою $i = D_{max} / d_{max}$;

– кількість стадій подрібнення знаходять з умови, що рекомендований ступінь подрібнення щокрихких і конусних дробарок дорівнює 3...5, дробарок ударної дії - 5...7, при цьому $i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3$;

– технологічні лінії з відкритим циклом подрібнення простіші за компоновкою і тому більш доцільні. Замкнений цикл застосовують у випадках, коли слід підвищити ступінь подрібнення на окремій стадії;

– на першій стадії подрібнення, як правило, встановлюють щокрихку дробарку, окрім випадку подрібнення вапняку середньої і малої міцності, коли приймають дробарку ударної дії;

– на останній стадії подрібнення доцільно застосувати конусну дробарку мілкого подрібнення з регульованою вихідною щілиною або дробарку ударної дії з колосниковою решіткою для забезпечення заданої найбільшої крупності щебеню d_{max} ;

– розмір вихідної щілини дробарок визначають за формулою:

$$e = d_{max} / \varphi, \quad (2.1)$$

де d_{max} - максимальний розмір зерен подрібненого продукту на виході із дробарок; φ - коефіцієнт який відповідає перетину типової кривої зернового складу дробарки з віссю абсцис (відношення максимального і мінімального розміру вихідних щілин);

– для уникнення переподрібнення матеріалу на кожній стадії рекомендується проводити попередню класифікацію, встановлюючи грохоти необхідних типів;

– слід обов'язково передбачити миття щебеню крупністю до 20 мм;

– відсіву подрібнення бажано розділити на дві фракції за крупністю, відмити від мулистих та пилюватих частинок і частково зневоднити у спіральному класифікаторі.

Приклади технологічних схем виробництва заповнювачів важкого бетону можна знайти в [1, 2], а також на рис. 1.

Для розрахунку матеріального балансу визначають гранулометричний склад вихідної гірської маси та продуктів подрібнення



кожної з дробарок за їх типовими характеристиками, а також гранулометричний склад матеріалу, який подається на грохоти (додаток). При визначенні необхідної продуктивності апаратів слід врахувати втрати матеріалу при їх роботі, а також при транспортуванні. Приклади визначення гранулометричного складу можна знайти в [1].

2.3. Вибір і параметричний розрахунок технологічного обладнання

Метою виконання параметричного розрахунку апаратів є побудова їх робочого простору відповідно до особливостей оброблюваного матеріалу та заданої продуктивності, а також визначення необхідної потужності двигуна та енергоємності виробництва. Слід розрізняти машинну (максимально можливу при неперервній роботі) та організаційну (фактичну) продуктивність апаратів, яка на 10...15% менша через зупинки та неритмічність подачі матеріалу. Тому при визначенні кількості апаратів враховують коефіцієнт організації їх роботи $k_0 = 0,85 \dots 0,9$, тобто необхідна кількість паралельно працюючих апаратів дорівнює:

$$M = \left[\frac{R}{\Pi_o} \right] = \left[\frac{R}{k_0 \Pi_m} \right], \quad (2.2)$$

де R - планова продуктивність за годину; k_0 - коефіцієнт організації роботи апарату; Π_m - машинна продуктивність при безперервній роботі, яка розраховується в проєкті, або взята з технічної літератури.

2.3.1. Параметричний розрахунок грохотів

Щоб запобігти переподібненню вихідного матеріалу на всіх стадіях бажано виконувати попереднє його просіювання за допомогою грохотів. На першій стадії застосовується нерухомий, на другій інерційний колосникові грохоти, на третій стадії для попереднього і перевірного просіювання застосовуються гіраційні похилі решітчасті грохоти. Після миття подрібнений матеріал розділяється на щєбінь і пісок за допомогою горизонтальних самобалансних грохотів, оснащених дротяними ситами.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

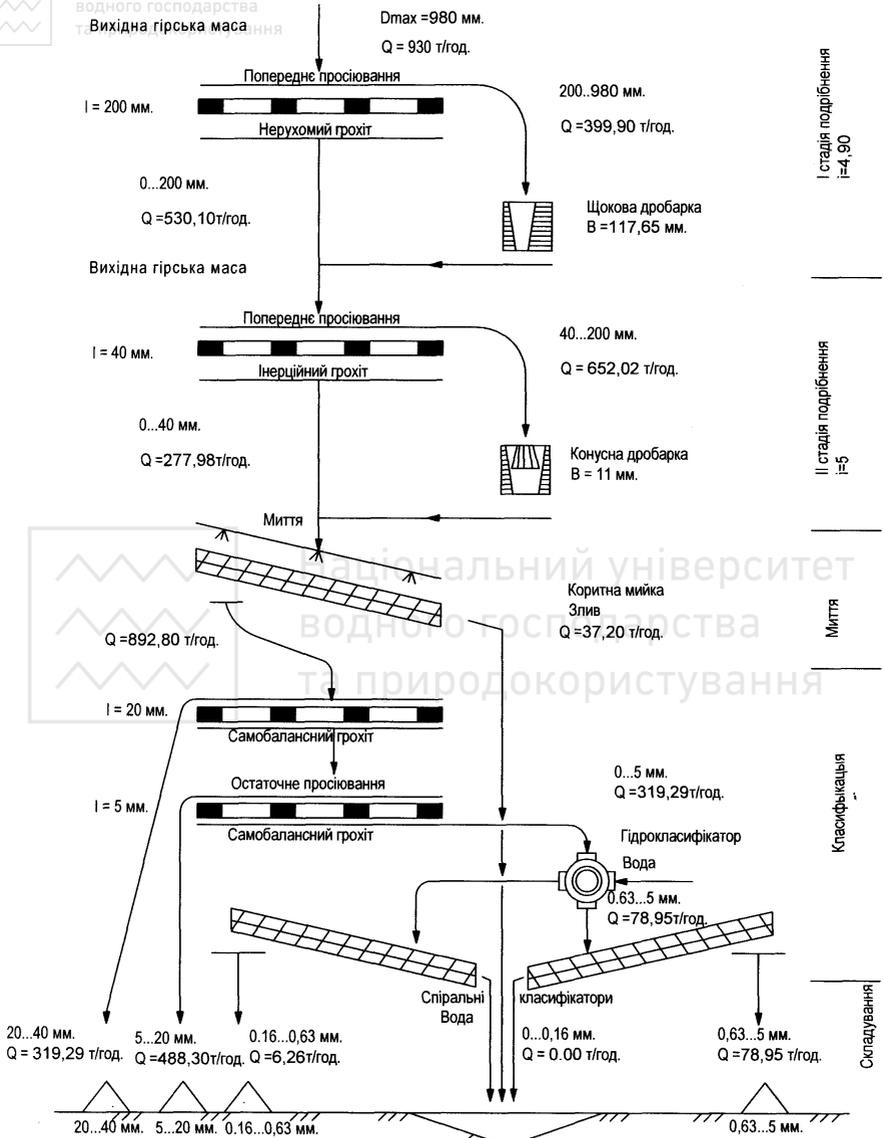


Рис. 1. Технологічна схема дробильно-сортувального заводу



Всі різновиди грохотів поділяють на три типи: легкий, середній та важкий, які призначені для класифікації матеріалів з насипною густиною 1,0; 1,6 та 2,5 т/м³ відповідно. Позначення грохота включає букву Г (грохот), його різновид (Н – нерухомий, І – інерційний, Г – гіраційний, С – самобалансний, Р – резонансний) та тип (Л – легкий, С – середній, В – важкий). Перша цифра за буквами вказує на ширину грохота (3 – 1250 мм; 4 – 1500 мм; 5 – 1750 мм; 6 – 2000 мм; 7 – 2500 мм), а друга – кількість сит. При виробництві щебеню на першій та другій стадії подрібнення застосовують, наприклад, грохоти важкого типу ГНВ-51 та ГІВ-51, на третій стадії та після миття – грохоти середнього типу ГГС-51 та ГСС-52.

При розрахунку спочатку визначають зерновий склад підрешітного та надрешітного продуктів, використовуючи дані матеріального балансу. Типорозміри грохотів вибираються по максимальному розміру вихідного куска і плановій продуктивності апарату. Нерухомі колосникові грохоти виготовляють як нестандартне обладнання і виконують роль живильника дробарки. Рекомендовані технічні параметри нерухомих грохотів наведені в табл. 2, вібраційних – в табл. 4 та довідковій літературі [3].

Поверхня просіювання нерухомого грохота збираються із колосників виготовлених з шириною біля основи $a=0,5l$ і висотою $\delta=1,15a$ (де l – відстань між колосниками) у вигляді віяла з розширенням 10...20 мм на 1 м довжини в бік нахилу грохота. В місці падіння вихідного матеріалу встановлюється броньована плита товщиною 10...20 мм довжиною 800...1000 мм. Площа поверхні просіювання $S = B(L - 1)$, м², де B і L – відповідно ширина і довжина грохота, м.

Таблиця 2. Рекомендовані технічні параметри нерухомих грохотів

Показники	ГНВ3.1	ГНВ4.1	ГНВ5.1	ГНВ6.1
Допустимий максимальний діаметр куска, мм	750	1000	1150	1300
Параметри поверхні просіювання				
B, мм	1250	1500	1750	2000
L, мм	2500	3000	3500	4000
S, м ²	3,125	4,5	6,125	8



Поверхня просіювання грохота на другій стадії подрібнення зазвичай збирається із колосників, які виготовлені з прокату трапецієподібної форми, з шириною верхньої основи $a = 0,5 l$, нижньої основи $a_n = 0,25 l$ та висотою $\delta=3a$. Решето грохота на третій стадії штампується із металевого листа товщиною $\delta = 0,3 l$, відстань між квадратними отворами $a = 0,5 l$. Сита грохотів при проміжному та остаточному просіюваннях виготовляються з дроту діаметром $a=0,5 l$. Поверхня просіювання всіх вібраційних грохотів приймається однаковою і становить $S = B \times L, m^2$.

Рекомендований кут нахилу α поверхні просіювання нерухомого грохота складає $40...45^\circ$ і підбирається дослідним шляхом з умови безперебійної подачі матеріалу, без завалу надрешітного продукту в дробарку. Для інерційного $\alpha = 20...22^\circ$, для гіраційного $\alpha = 15...18^\circ$, самобалансний грохот має горизонтальне сито, кут нахилу напрямку коливань до 35° .

Необхідну площу поверхні просіювання (m^2) знаходять за формулами:

- для нерухомого грохота

$$F = \Pi / (2,4 l) , \quad (2.3)$$

- для вібраційних грохотів

$$F = \Pi / (\rho_n k_0 m q k_1 k_2 k_3) , \quad (2.4)$$

де Π – планова продуктивність грохотів на певній стадії, т/год; l – відстань між колосниками або розмір отвору сита, мм; ρ_n - насипна густина щебеню, т/м³; k_0 - коефіцієнт організації роботи апарату; m – коефіцієнт, який враховує нерівномірність живлення, форму зерен матеріалу і тип грохота (табл. 3); q - питома продуктивність сита, (м³/год) / м²; k_1 - коефіцієнт, який враховує кут нахилу грохота; k_2 - коефіцієнт, який залежить від вмісту зерен нижнього класу у вихідному матеріалі; k_3 - коефіцієнт, який залежить від вмісту у нижньому класі зерен, розмір яких менший за половину розміру отвору сита.

Коефіцієнти $k_1... k_3$ знаходять за табл. 5.



Таблиця 3. Числові значення коефіцієнта m
для розрахунку віброгрохотів

Віброгрохот	Гравій	Щебінь
Горизонтальний	0,80	0,65
Похилий	0,60	0,5

Слід пам'ятати, що площа поверхні просіювання грохота не повинна перевищувати 10...12 м², у протилежному випадку слід передбачити кілька однотипних апаратів. При цьому для вібраційних грохотів раціональне співвідношення довжини сита до його ширини $\approx 2,5 : 1$, для нерухомих $2 : 1$. Для нерухомого грохота спочатку вибирають його тип за табл.2, а потім перевіряють розміри поверхні просіювання за формулою (2.3).

Ефективність грохочення (%) визначають за емпіричною залежністю

$$E = e k_1 k_2 k_3, \quad (2.5)$$

де e – еталонна ефективність грохочення для середніх умов (при просіюванні щебеню на похилих грохотах становить близько 86%, на горизонтальних - 89%); k_1 - коефіцієнт, який враховує кут нахилу грохота; k_2 - коефіцієнт, який залежить від вмісту зерен нижнього класу у вихідному матеріалі; k_3 - коефіцієнт, який залежить від вмісту у нижньому класі зерен, розмір яких менший за половину розміру отвору сита.

Коефіцієнти $k_1... k_3$ знаходять за табл. 6.

Кінематичні параметри роботи грохота (рис. 2) обчислюють з умови його самоочищення за наступними формулами:

- лінійна швидкість коливань короба похилого грохота, м/с

$$v_0 = \sqrt{0,8gl \cos \alpha} = 2,8\sqrt{l \cos \alpha}; \quad (2.6)$$

- те ж, для горизонтального (самобалансного) грохота, м/с

$$v_0 = \sqrt{0,8gl} / \sin \alpha = 2,8\sqrt{l} / \sin \alpha; \quad (2.7)$$

- швидкість переміщення матеріалу по нерухомому колосниковому грохоті, м/с

Таблиця 4 .Технічні характеристики вібраційних грохотів

Розміри сит, мм		Кількість сит	Найбільший розмір куска на грохоті, мм	Кут нахилу короба, град	Параметри коливань: амплітуда, мм / частота, с ⁻¹	Габаритні розміри (довжина × ширина × висота), мм	Потужність двигуна, кВт	Маса, кг
Довжина	Ширина							
Грохоти з коловими коливаннями								
3750	1500	2	150	10...25	4,5 / 83,73	4500 × 2810 × 1300	10	3500
4500	1750	2	150	10...25	3,7 / 83,73	5050 × 2660 × 1300	10	3950
5000	2000	2	150	10...25	4,5 / 83,73	5870 × 3380 × 2770	13	6250
3750	1500	2	150	10...25	3; 3,5 / 94,2	4500 × 2233 × 2730	10	3640
	1500	3	200	10...25	2,5...3 / 94,2	5050 × 3045 × 2910	10	4030
5400	1750	2	300	10...25	2,5...3 / 94,2	5050 × 3045 × 2910	10	4030
6000	2500	2	300	15...25	6...8 / 94,2	6690 × 4015 × 3880	30	9900
Грохоти з напрямленими коливаннями (самобалансні)								
5000	2000	2	120	5	5...6 / 76,93	6000 × 3625 × 2250	22	10000
6000	2500	2	120	5	4...6 / 76,93	7200 × 4260 × 2580	22,2	11100
2500	1000	2	100	0	9,5 / 77,45	3160 × 1965 × 1535	5,5	1910
3000	1250	2	100	0	9 / 79,54	3870 × 1940 × 1423	5,5	2200



Таблиця 5. Числові значення коефіцієнтів $k_1... k_3$
для розрахунку віброгрозотів

Клас, який відсівається, мм	Розмір квадратного отвору сита на світлі, мм	q	Кут нахилу сита, град	k_1	Вміст зерен нижнього класу, %	k_2	Вміст у нижньому класі зерен, розміри яких менші за половину розмір отвору, %	k_3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	5	12	9	0,45	10	0,58	10	0,63
5	7*	16	10	0,5	20	0,66	20	0,72
10	10	23	11	0,56	30	0,76	30	0,82
15	14	32	12	0,61	40	0,84	40	0,91
15	16	37	13	0,67	50	0,92	50	1,0
20	18	40	14	0,73	60	1,0	60	1,09
20	20	43	15	0,8	70	1,08	70	1,18
25	25	46	16	0,86	80	1,17	80	1,28
40	37	60	17	0,92	90	1,25	90	1,37
40	40	62	18	1,0				
40	42	64	19	1,08				
60	60	80	20	1,18				
70	70	82	21	1,28				
			22	1,37				

* - розмір отворів сит для одного розміру фракції може збільшуватись із ростом вмісту зерен нижнього класу у вихідному матеріалі та з ростом кута нахилу грохота.



Таблиця 6. Числові значення коефіцієнтів $k'_1 \dots k'_3$
для розрахунку віброгροхотів

Кут нахилу сита, град	k_1	Вміст зерен нижнього класу, %	k_2	Вміст у нижньому класі зерен, розміри яких менші за половину розмір отвору, %	k_3
0	1,0	20	0,86	20	0,90
9	1,07	30	0,90	30	0,95
12	1,05	40	0,95	40	0,98
15	1,03	50	0,97	50	1,0
18	1,0	60	1,0	60	1,01
21	0,96	70	1,02	70	1,03
24	0,88	80	1,03	80	1,04

$$v_x = \frac{Q_{\text{вп}}}{3600 \rho_n B D_{\text{max}}}, \quad (2.8)$$

де $Q_{\text{вп}}$ – продуктивність грохота по верхньому (надрешітному) продукту, т/год;

- те ж, по вібраційному похилому грохоті, м/с

$$v_x = v_o \operatorname{tg} \alpha; \quad (2.9)$$

- те ж, по горизонтальному самобалансному грохоті, м/с

$$v_x = v_o \cos \alpha. \quad (2.10)$$

- амплітуда коливань короба для похилих вібраційних грохотів $A=3 \dots 5$ мм, для горизонтальних самобалансних $A=5 \dots 9$ мм;

- частота коливань короба, об/хв

$$n = \frac{30}{\pi A} v_o \leq 1500 \left(\frac{\text{об/хв}}{\text{с}} \right). \quad (2.11)$$

Висоту короба грохота визначають з наступних міркувань.

- товщина шару матеріалу на ситі на початку короба, м

$$h_1 = \frac{Q_M}{3600 \rho_n B v_x} \geq D_{\text{max}}; \quad (2.12)$$

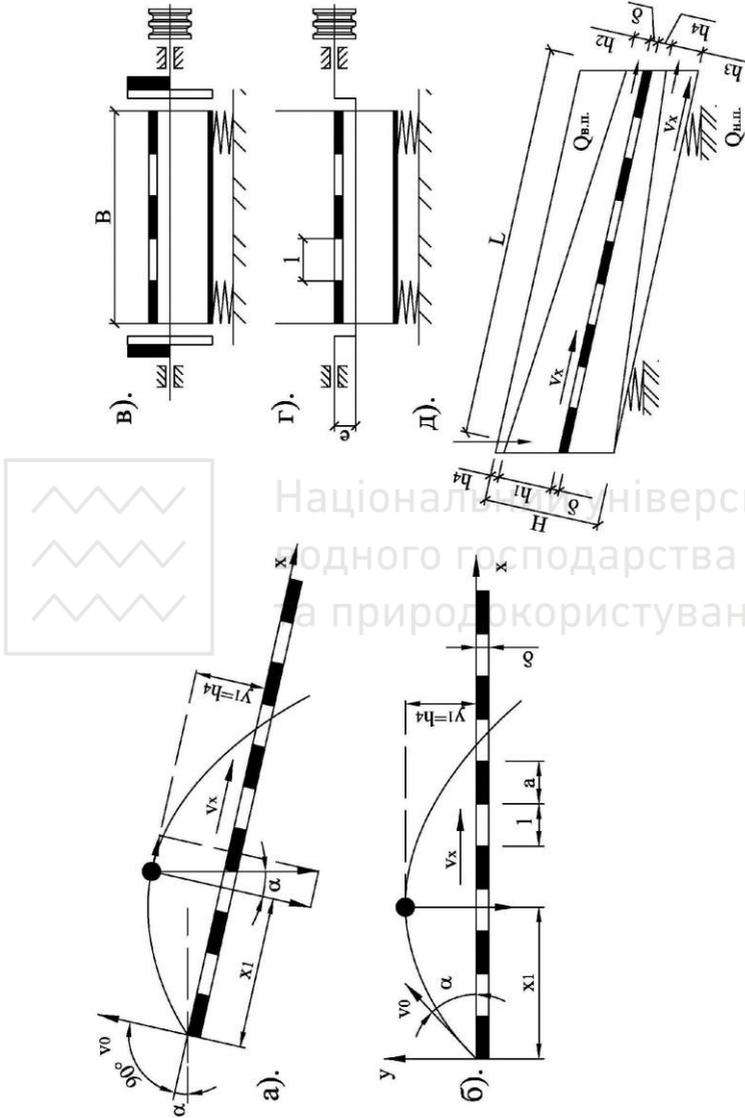


Рис. 2. Схеми до розрахунку грохотів



- товщина шару матеріалу на ситі в кінці короба, м

$$h_2 = \frac{Q_{\text{вп}}}{3600\rho_{\text{н}} Bv_x} \geq D_{\text{max}}; \quad (2.13)$$

- товщина шару підрешітного продукту в кінці короба, м

$$h_3 = \frac{Q_{\text{нп}}}{3600\rho_{\text{н}} Bv_x} \geq D_{\text{max}}; \quad (2.14)$$

- запас висоти бортів короба з урахуванням процесу просіювання, м

$$h_4 = 0,41 + 0,05, \quad (2.15)$$

- висота короба:

$$H = h_1 + h_3 + 2h_4 + \delta. \quad (2.16)$$

В формулах (2.12)...(2.14) під $Q_{\text{м}}$, $Q_{\text{вп}}$ та $Q_{\text{нп}}$ розуміють машинну продуктивність грохота відповідно повну, по верхньому продукту та по нижньому продукту. Приклади креслень нерухомого та вібраційних грохотів наведені на рис. 3...6.

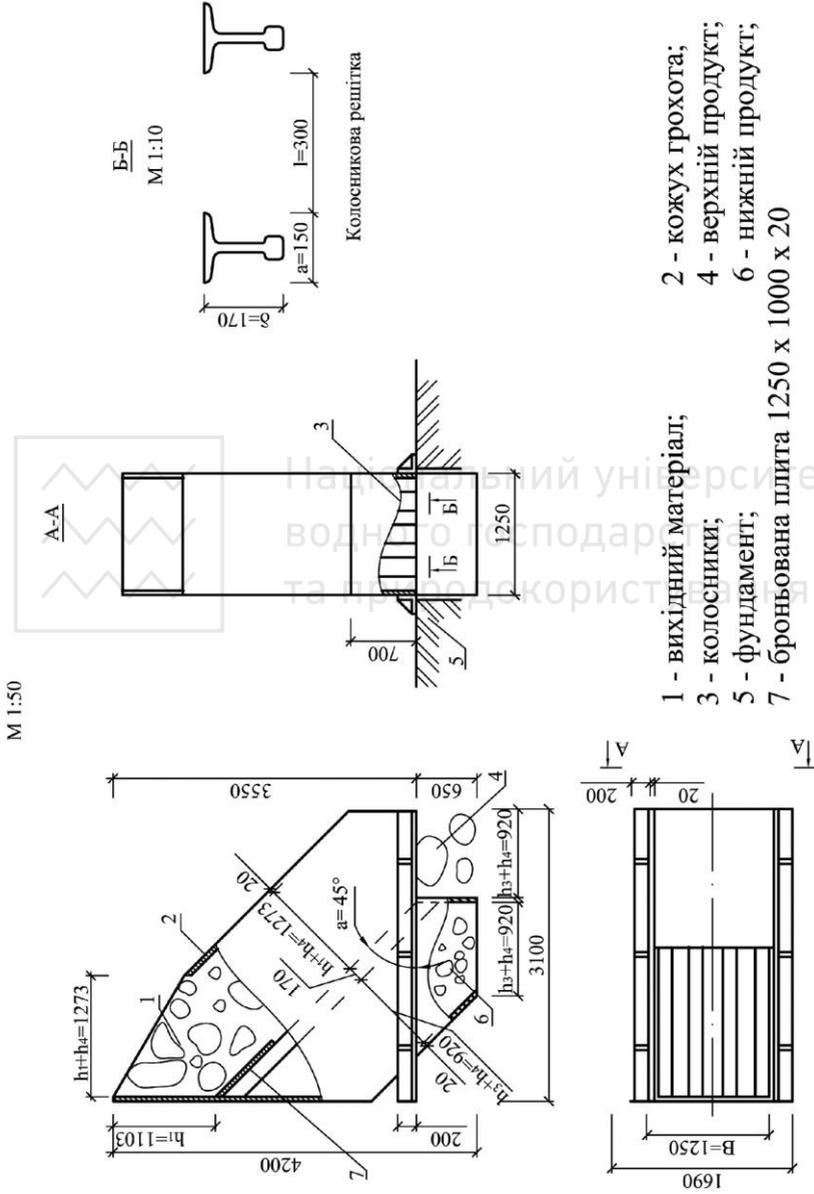
Потужність двигуна вібраційних грохотів (кВт) визначають за формулою

$$N = 2,3LQ_{\text{м}} \left[1 - \left(100 - \gamma_1 \right) \sqrt[2]{\frac{1}{600v_x E}} \right], \quad (2.17)$$

де γ_1 – процентний вміст верхнього класу у вихідному матеріалі.

Питома ефективність роботи окремого апарата (кВт·год / т).

$$E_{\text{пит}} = N/Q_{\text{м}}. \quad (2.18)$$





Національний університет
водного господарства
та природокористування

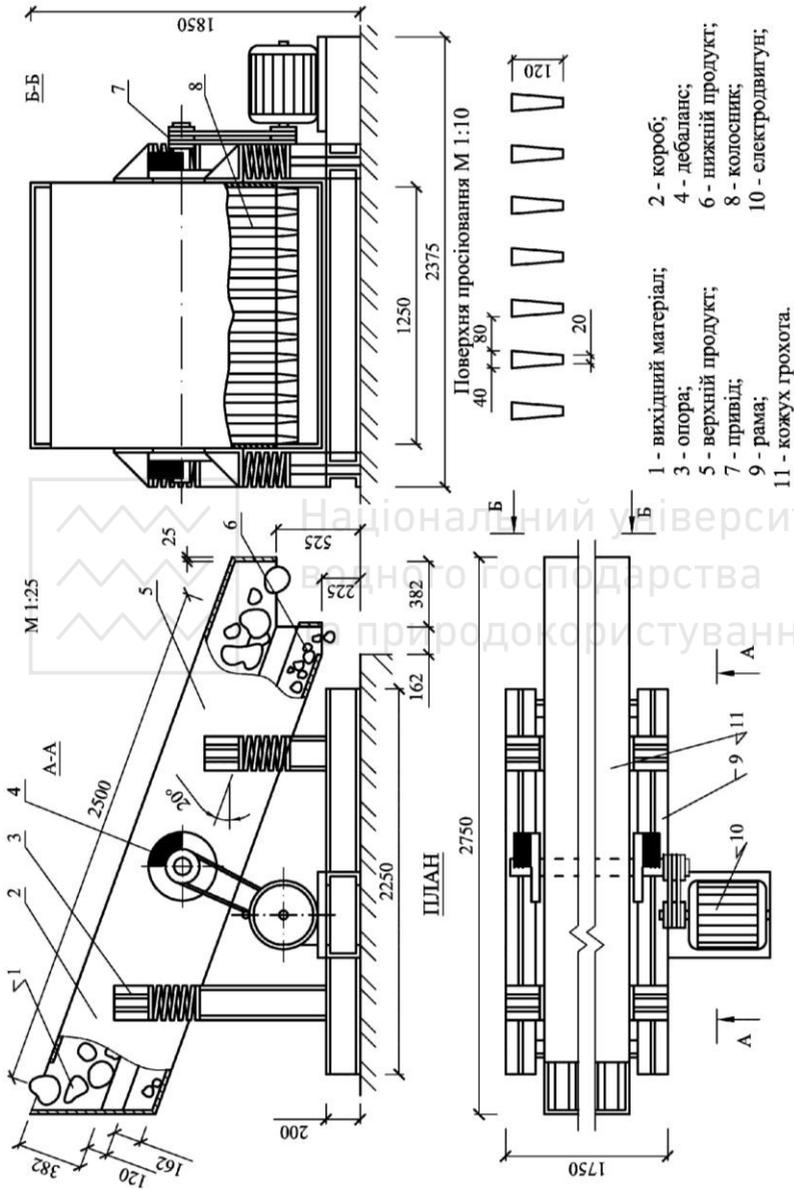


Рис. 4. Інерційний грохіт

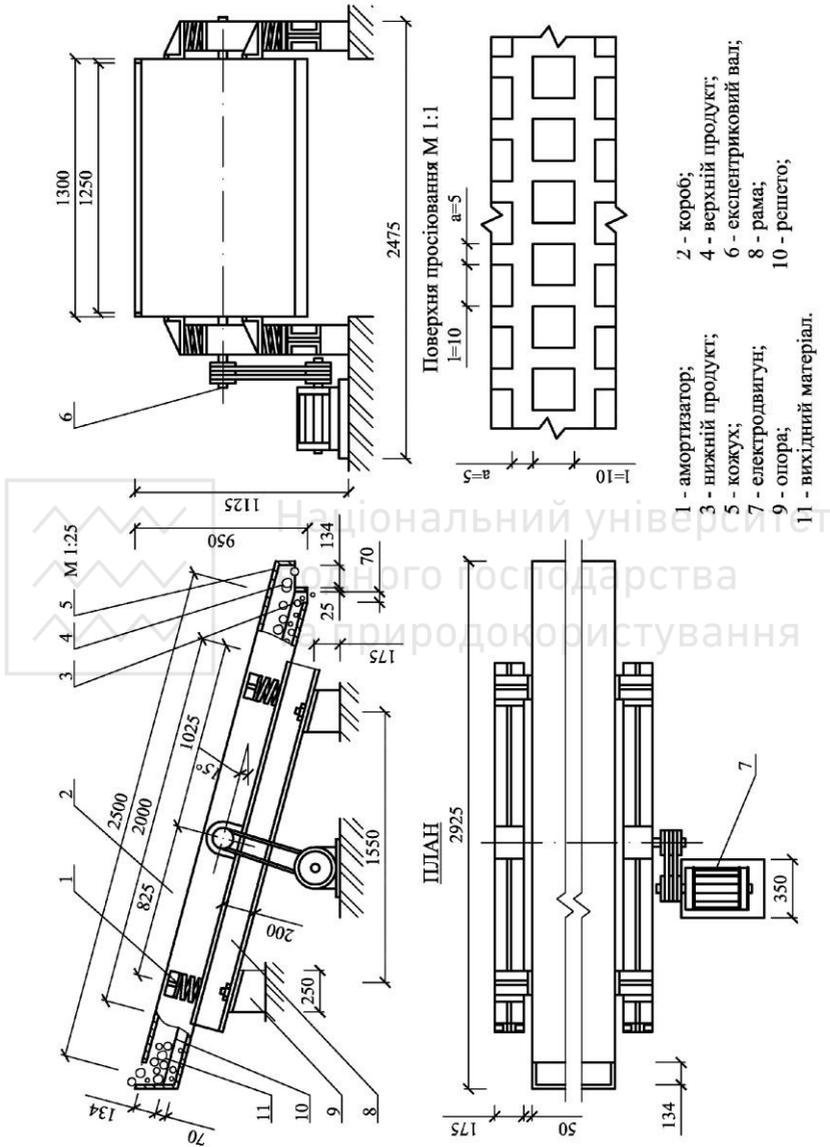


Рис. 5. Гіраційний грохіт

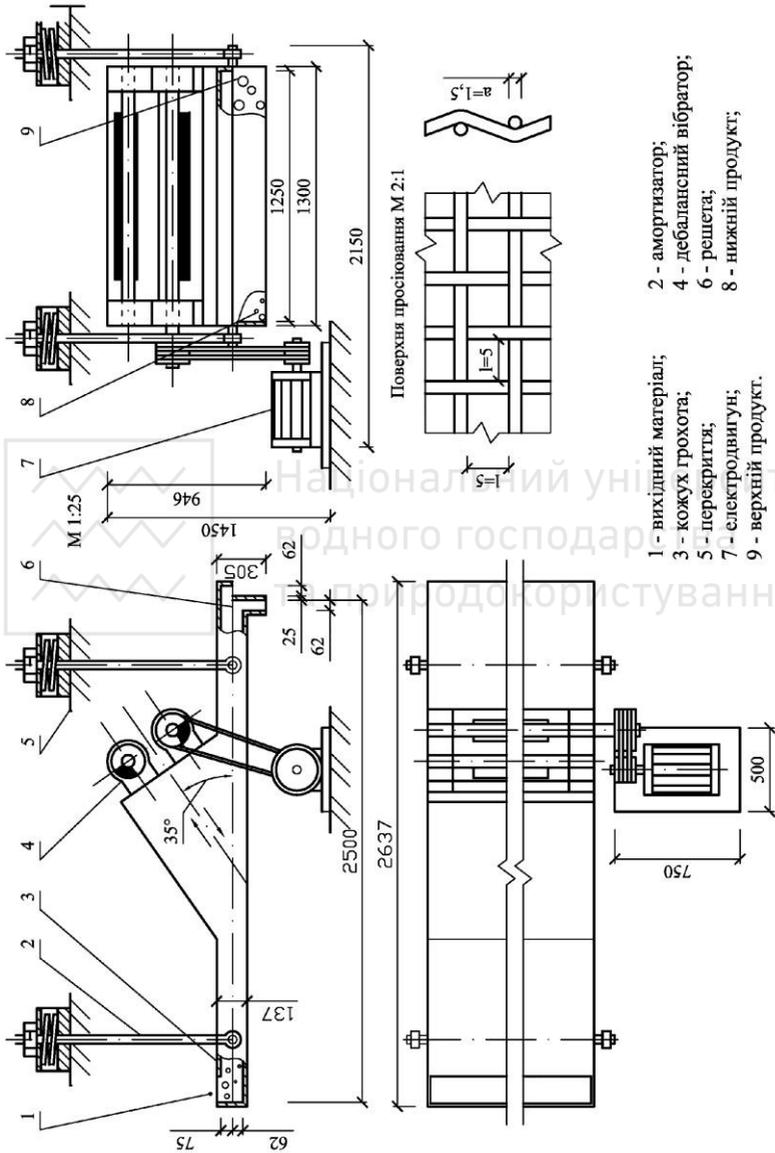


Рис. 6. Самобалансний грохот



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреев С. Е. Дробление, измельчение, грохочение полезных ископаемых / Андреев С. Е., Петров В. А. Москва : Недра, 1980. 415 с.
2. Бауман В. А. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций, 2-е изд. перераб. / Бауман В. А., Клушанцев В. В., Мартынов В. Д. Москва : Машиностроение, 1981. 326 с.
3. Лешенко В. Г. Справочник по оборудованию предприятий нерудных материалов, 2-е изд. доп. / Лешенко В. Г. Київ : Будівельник, 1992. 120 с.





ДОДАТОК

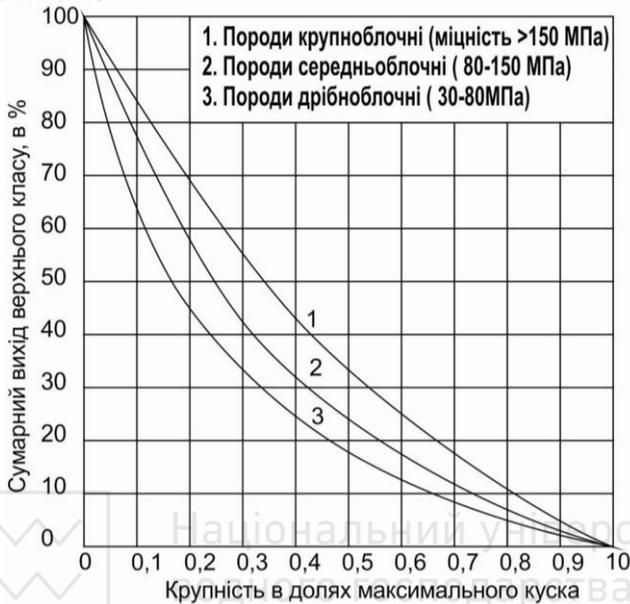


Рис.1. Типові характеристики крупності початкової гірської маси

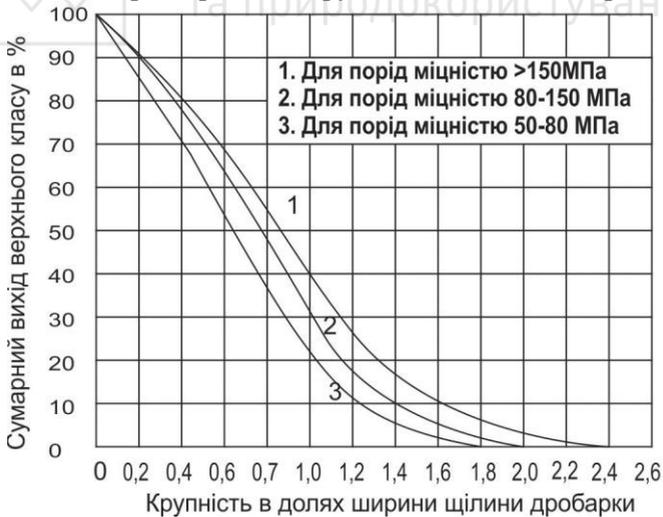


Рис.2. Типові характеристики крупності подрібненого продукту
щокочових дробарок

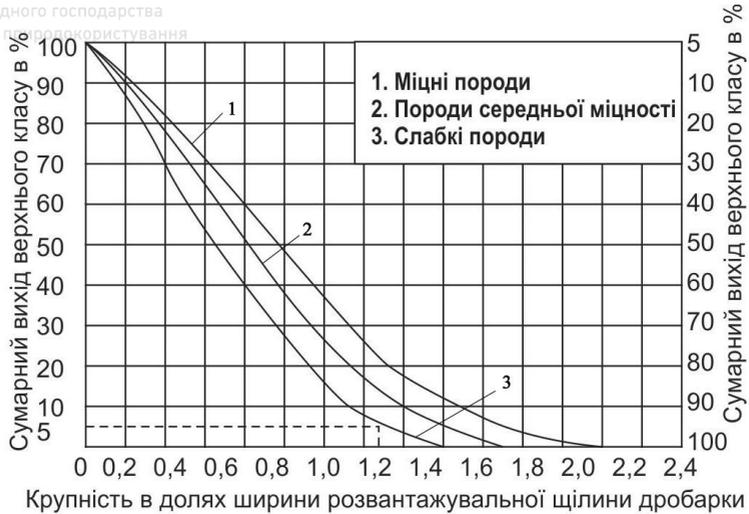


Рис.3. Типові характеристики крупності подрібненого продукту конусних дробарок крупного подрібнення

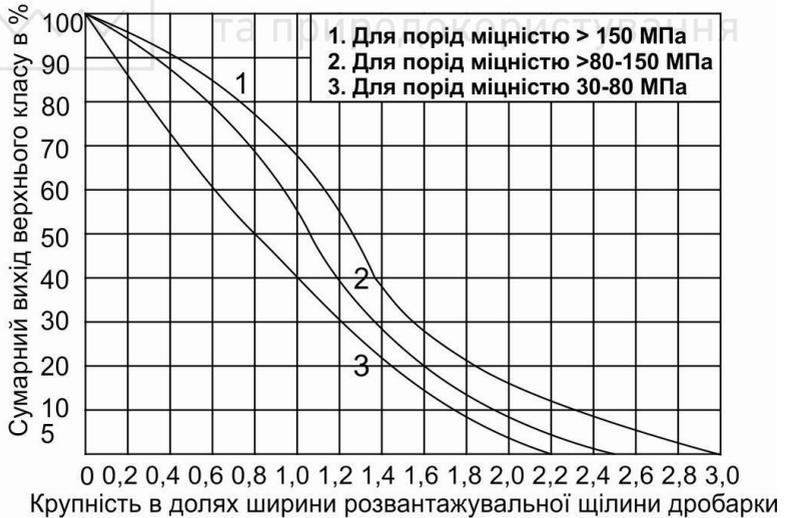


Рис.4. Типові характеристики крупності подрібненого продукту нормально-конусних дробарок середнього подрібнення

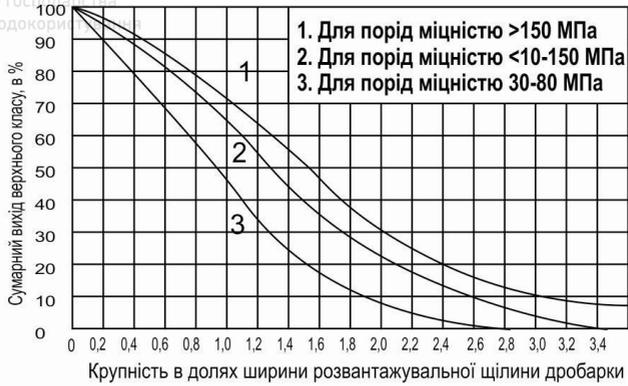


Рис.5. Типові характеристики крупності подрібненого продукту коротко-конусних дробарок дрібного подрібнення

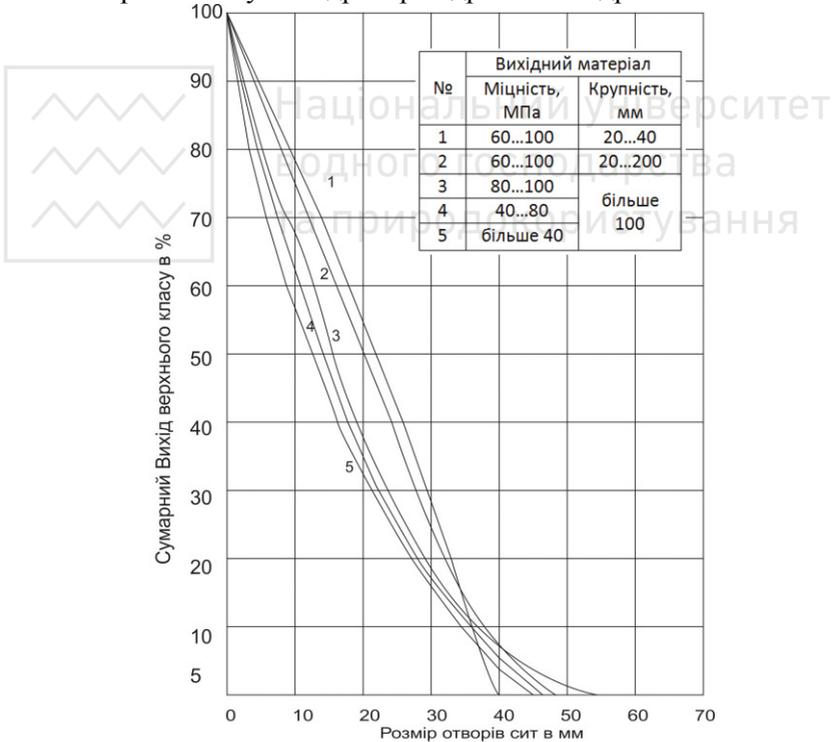


Рис.6. Типові характеристики крупності подрібненого продукту відбійно-відцентрової дробарки ($V_p=20$ м/с)

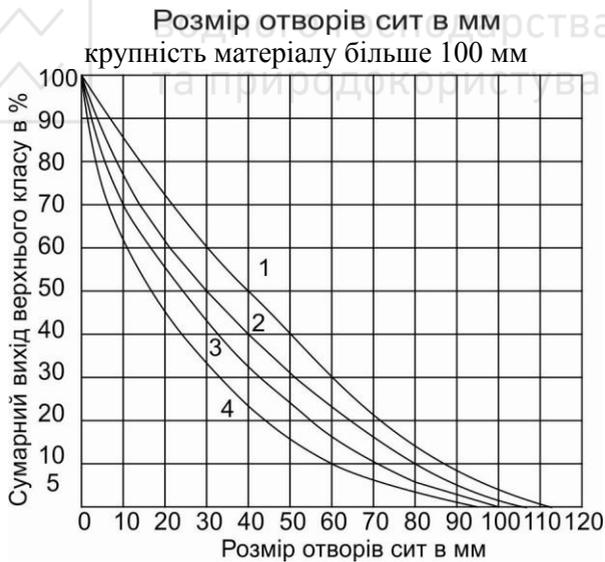
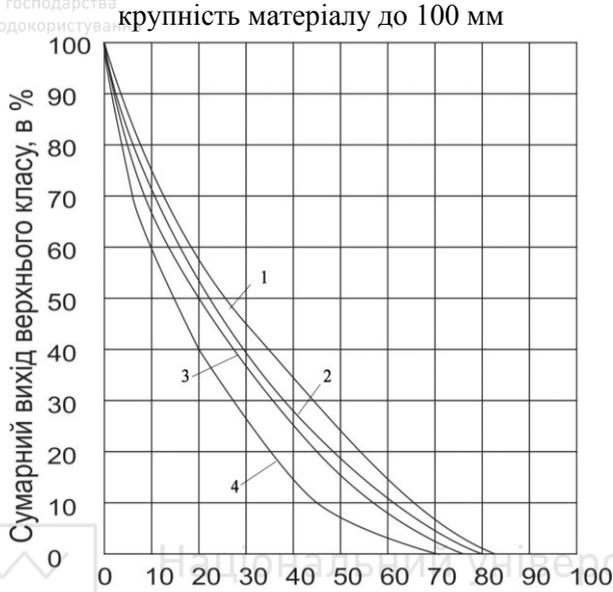


Рис.6. Типові характеристики крупності подрібненого продукту дробарок ударної дії

1, 2 – міцність породи 60...100 МПа, при коловій швидкості 30 і 40 м/с, відповідно; 3, 4 – міцність породи 30...60 МПа