

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

**МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ
ХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Методичні вказівки
до виконання курсової роботи
для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти спеціальності
G1 «Хімічні технології та інженерія»

Київ 2026

УДК 66.022.5

M55

Укладачі: М. О. Клименко, канд. техн. наук, доцент;
О. С. Дьяченко, канд. техн. наук, доцент

Рецензент С.В. Орищенко, канд. техн. наук, доцент.

Відповідальний за випуск М.О. Клименко, канд. техн. наук, доцент

*Затверджено на засіданні кафедри машин і обладнання
технологічних процесів, протокол № 6 від 10 березня 2026 року.*

В авторській редакції.

Механічне обладнання хімічних підприємств [електронне видання]:
M55 методичні вказівки до виконання курсової роботи / уклад.:
М. О. Клименко, О.С. Дьяченко. – Київ : КНУБА, 2026. – 54 с.

Містить опис технологічного процесу виготовлення будівельного матеріалу, розглянуто конструкції задіяного у процесі механічного обладнання. Наведено послідовність виконання курсової роботи та вимоги до її оформлення.

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G1 «Хімічні технології та інженерія» галузі знань G «Інженерія, виробництво і будівництво».

© КНУБА, 2026

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
1. ТЕМАТИКА КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	5
2. ОБСЯГ І ЗМІСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	6
3. СТИСЛІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	7
4. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ	9
4.1. Опис технологічного процесу виготовлення будівельного матеріалу відповідно до теми завдання.....	9
4.2. Огляд конструкцій основного механічного обладнання і його параметрів.....	10
4.3. Розробка основних процесів при виробництві будівельного матеріалу і розрахунок та підбір обладнання, яке при цьому здіяє.....	11
4.4. Розрахунок і вибір транспортуючого обладнання, яке здійснює у обслуговуючих процесах.....	12
5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ І РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДАЧІ, ПОДРІБНЕННЯ І СОРТУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ.....	13
5.1. Вибір обладнання подрібнювально-сортувальних установок.....	13
5.2. Вибір машин для подрібнення матеріалу.....	13
5.3. Вибір машин для сортування матеріалу.....	16
6. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗМІЩУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ НАКОПИЧЕННЯ, ДОЗУВАННЯ І ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ.....	18
6.1. Підбір складу бетону, розрахунок потреби у матеріалах.....	18
6.2. Розрахунок параметрів бетонозмішувальної установки і вибір механічного обладнання для змішування компонентів бетонної суміші.....	20
7. РОЗРАХУНОК І ВИБІР ТРАНСПОРТУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ.....	24
Список літератури.....	32
Додаток А.....	33
Додаток Б.....	34
Додаток В.....	35

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Вивчення дисципліни і виконання курсової роботи передбачає підготовку майбутніх фахівців за виробничо-технологічними, організаційно управлінськими та проектними напрямками, які мають виконувати або приймати участь в розробці і організації технологічного процесу виготовлення будівельних матеріалів з використанням відповідного механічного обладнання.

Курсова робота має сприяти закріпленню знань, одержаних здобувачами на лекціях і практичних заняттях з дисципліни «Механічне обладнання хімічних підприємств» і застосування цих знань до комплексного вирішення конкретної технологічної задачі, засвоєння принципів і послідовності розрахунку параметрів технологічного процесу і вибору відповідного механічного обладнання. У процесі вирішення завдань здобувач має активно користуватися довідковою літературою (каталогами, довідниками), міжнародними (ISO) та державними (ДСТУ) стандартами та іншими нормативними документами (НД), а також втілювати і оформлювати виконані технічні і технологічні розрахунки у формі розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини роботи.

Завдання курсової роботи

- навчити майбутнього фахівця теоретичним основам роботи механічного обладнання хімічних підприємств, що використовуються для основних і обслуговуючих процесів;
- отримати знання про технологічні параметри механічного обладнання, характеристики матеріалів, що підлягають обробці і транспортуванню та їх вплив на параметри і роботу обладнання;
- засвоїти знання про розрахунок і вибір основного і обслуговуючого механічного обладнання;
- навчитися проводити аналіз та оцінку отриманих комплектів обладнання та визначати найбільш економічно доцільну схему виробництва будівельних матеріалів.

Загалом завдання роботи – навчити майбутнього фахівця приймати завжди осмислені, технічно грамотні та економічно доцільні рішення під час розробки технологічного процесу виготовлення будівельних матеріалів.

1. ТЕМАТИКА КУРСОВОЇ РОБОТИ

Тематика курсової роботи має відповідати з одного боку навчальним завданням курсу, а з іншого боку бути пов'язаною з практичними вимогами до знання конструкцій механічного обладнання хімічних підприємств, навичками розрахунку і підбору подібного обладнання під задані параметри і вимоги виконання окремих операцій обробки сировини задля забезпечення стабільності і ефективності технологічного процесу виготовлення будівельних матеріалів. Основною вимогою до курсової роботи є її комплексність, тобто вирішення ряду взаємопов'язаних між собою завдань.

Виконання курсової роботи забезпечує опанування здобувачами навичок самостійної творчої роботи, що поруч із отриманими знаннями є важливим для майбутнього фахівця спеціальності хімічних технологій та інженерії.

У теоретичному курсі розглядається достатньо широкий перелік різних за конструкцією і принципом дії обладнання. Тому пропонується на вибір тематика, яка розглядається на практичних роботах, тобто розрахунок і вибір механічного обладнання для виконання основних і обслуговуючих процесів при виготовленні будівельних матеріалів в межах:

- подрібнення і сортування сипучих матеріалів;
- змішування компонентів при виготовленні розчинів і сумішей.

Кожне завдання продумано в науковому і методичному відношенні та відповідає рівню підготовки здобувачів та часу, який відведений на виконання курсової роботи.

2. ОБСЯГ І ЗМІСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота складається з розрахунково-пояснювальної записки і графічної(креслярської) частини. Розрахунково пояснювальна записка виконується на аркушах формату А4 і має обсяг, орієнтовно 30-35 сторінок. Записка повинна мати титульний аркуш (див. дод. А), завдання на курсову роботу (див. дод. Б), зміст, основну частину і в кінці – список використаних джерел.

Склад основної частини пояснювальної записки:

Вступ

- 1 Опис технологічного процесу виготовлення будівельного матеріалу відповідно до теми завдання
- 2 Огляд конструкцій основного механічного обладнання і його параметрів
- 3 Розробка технологічного процесу виробництва будівельного матеріалу і розрахунок та підбір обладнання, яке задіяне у основних процесах
- 4 Розрахунок і вибір транспортуючого обладнання, яке задіяне у обслуговуючих процесах

Графічна (креслярська частина) складається з 1 аркуша формату А1. У графічній частині курсової роботи наводять:

- блок-схему технологічного процесу виготовлення будівельного матеріалу (загальну);
- деталізовану схему етапу технологічного процесу виробництва будівельного матеріалу з нанесенням матеріалопотоків між основним механічним обладнанням;
- схему конструкції основного механічного обладнання, що підлягає огляду і використовується у технологічному процесі;
- схему траси похилого стрічкового конвеєра і діаграму натягу у стрічці конвеєра.

Курсову роботу (записку і креслення) оформляють згідно з вимогами ГОСТів ЄСКД, ЄСДП і ДСТУ 3008:2015 та ДСТУ 8302:2015.

3. СТИСЛІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Розрахунково-пояснювальну записку друкують з використанням комп'ютера та принтера на одному боці аркуша формату А4 (210×297).

Порядок оформлення записки:

- Титульний аркуш;
- Завдання на курсову роботу;
- Зміст;
- Основна частина;
- Список використаних джерел.

Титульний аркуш та завдання складають за формою, наведеною в дод. А, дод. Б.

Розміщуючи текст на аркушах А4, залишають поля: зверху, нижнє і ліве – не менше ніж 20 мм; праве – не менше ніж 10 мм.

Нумерація розділів та підрозділів пояснювальної записки має відповідати її структурі, яка наведена у 3 розділі цих методичних вказівок. Нумерацію сторінок проставляють арабськими цифрами у відповідній графі рамки основного напису. На титульному аркуші і на завданні на курсову роботу номери сторінок не проставляються. Нумерація починається з третьої сторінки.

Кожний розділ пояснювальної записки починається з нового аркушу. Розділи, підрозділи, пункти та підпункти записки нумеруються арабськими цифрами і записуються з абзацного відступу (15...17 мм).

Після номеру розділу, підрозділу, пункту, підпункту крапку не ставлять. Заголовки розділів (та заголовки структурних елементів записки, як «ЗМІСТ», «ВСТУП», «СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ» і інші) пишуть великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи. Перенесення слів в заголовок розділу не допускається.

Відстань між заголовками і наступним текстом, у тому числі і заголовками підрозділу, має бути не менше як 15 мм (або один пустий рядок). Підрозділи разом з їх порядковими номерами пишуть з абзацу малими літерами, крім першої великою, без крапки в кінці, не підкреслювати.

Текст записки має бути стислим і чітким, без можливості різного тлумачення. Скорочення слів у тексті не дозволяється. За необхідності скорочення слів треба користуватися ДСТУ 3582-97.

Кількість ілюстрацій, розміщених в записці, визначається її змістом і має бути достатнім для розуміння наведеного тексту. Всі ілюстрації іменують рисунками і нумерують арабськими цифрами в межах розділу, за виключенням ілюстрацій, наведених у додатках. Номер ілюстрації складається із номера розділу і порядкового номера ілюстрації, розділених крапкою, наприклад, Рисунок 3.6 – шостий рисунок, третього розділу. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підрисунковий текст). Порядковий номер ілюстрації разом з її назвою розміщують після пояснювальних даних, наприклад, «Рисунок 2.4 – Схема валкової дробарки».

Цифрові та інші дані, які приводяться у записці, рекомендовано оформлювати у вигляді таблиць. Таблицю розміщують після першого посилання на неї у тексті і розміщують так, щоб її можна було читати без повороту книжки. Якщо таке розміщення неможливе, таблицю розміщують вертикально, щоб під час читання записку можна було повернути за годинниковою стрілкою. Таблиці нумерують арабськими цифрами в межах розділу. Номер таблиці складається із номера розділу і порядкового номера таблиці, розділених крапкою. Наприклад, Таблиця 2.5 – п'ята таблиця другого розділу. Слово «Таблиця ____» з її порядковим номером вказують один раз, ліворуч над таблицею. Далі дають назву таблиці малими літерами (крім першої великої). Назва має бути короткою і відображати зміст таблиці. Якщо частина таблиці переноситься на другу сторінку, то в кожній частині таблиці повторюють її шапку і боковик. Над другими частинами пишуть: «Продовження таблиці ____» з вказівкою номера таблиці.

Посилання на раніше згадані таблиці подають з скороченим словом «дивись» в дужках, наприклад, (див. табл. 2.5), або просто «в таблиці 2.5».

У разі посилання в тексті на літературні джерела або нормативні документи їх порядковий номер відповідно зі списком використаних джерел наводять в квадратних дужках, наприклад [6].

Зміст пояснювальної записки повинен мати перелік всіх розділів, підрозділів і пунктів із зазначенням сторінок, з яких вони починаються.

4. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

4.1. Опис технологічного процесу виготовлення будівельного матеріалу відповідно до теми завдання

Таблиця 4.1

Технологічний процес виготовлення будівельного матеріалу і продуктивність

Номер варіанта	Технологічний процес	Продуктивність Π , м ³ /год
1, 11	подрібнення і сортування граніту, $D_{\max}=1000$ мм, $d_{\max}=70$ мм	160000
2, 12	виготовлення бетонної суміші з ОК=3,5...5 см, схема компоновання обладнання партерна	140000
3, 13	подрібнення і сортування вапняку, $D_{\max}=500$ мм, $d_{\max}=10$ мм	180000
4, 14	виготовлення бетонної суміші з ОК=5...6,5 см, схема компоновання обладнання баштова	160000
5, 15	подрібнення і сортування доломіту, $D_{\max}=700$ мм, $d_{\max}=40$ мм	200000
6, 16	виготовлення бетонної суміші з ОК=4,5...6 см, схема компоновання обладнання партерна	240000
7, 17	подрібнення і сортування базальту, $D_{\max}=1000$ мм, $d_{\max}=40$ мм	250000
8, 18	виготовлення бетонної суміші з ОК=6...7,5 см, , схема компоновання обладнання баштова	200000
9, 19	подрібнення і сортування граніту, $D_{\max}=500$ мм, $d_{\max}=50$ мм	300000
10, 20	виготовлення бетонної суміші з ОК=7,5...9 см, схема компоновання обладнання партерна	90000

4.2.Огляд конструкцій основного механічного обладнання і його параметрів

Таблиця 4.2

Механічне обладнання, конструкції і параметри якого підлягають огляду

Номер варіанта	Механічне обладнання	Номер варіанта	Механічне обладнання
1	Щоківі дробарки	11	Конусні дробарки крупного подрібнення
2	Змішувачі примусової дії	12	Бункери сипких компонентів
3	Валкові дробарки	13	Конусні дробарки середнього і мілкового подрібнення
4	Бункери сипких компонентів	14	Змішувачі примусової дії
5	Пристрої для подачі матеріалів(живильники)	15	Похилені грохоти
6	Гравітаційні змішувачі	16	Пристрої для дозування компонентів(дозатори)
7	Дробарки ударної дії	17	Барабанні грохоти
8	Затворні пристрої бункерів сипких компонентів	18	Гравітаційні змішувачі
9	Горизонтальні грохоти	19	Конусні дробарки мілкового подрібнення
10	Гравітаційні змішувачі	20	Пристрої для дозування компонентів(дозатори)

4.3. Розробка основних процесів при виробництві будівельного матеріалу і розрахунок та підбір обладнання, яке при цьому задіяне

Таблиця 4.3

**Механічне обладнання основних процесів,
що підлягає розрахунку і підбору**

Номер варіанта	Обладнання
1,11	Обладнання для подачі, подрібнення і сортування сипких матеріалів
2,12	Обладнання для накопичення, дозування і змішування компонентів
3,13	Обладнання для подачі, подрібнення і сортування сипких матеріалів
4,14	Обладнання для накопичення, дозування і змішування компонентів
5,15	Обладнання для подачі, подрібнення і сортування сипких матеріалів
6,16	Обладнання для накопичення, дозування і змішування компонентів
7,17	Обладнання для подачі, подрібнення і сортування сипких матеріалів
8,18	Обладнання для накопичення, дозування і змішування компонентів
9,19	Обладнання для подачі, подрібнення і сортування сипких матеріалів
10,20	Обладнання для накопичення, дозування і змішування компонентів

4.4. Розрахунок і вибір транспортуючого обладнання, яке задіяне у обслуговуючих процесах

Таблиця 4.4

Вихідні дані для розрахунку і вибору транспортуючого обладнання обслуговуючих процесів

Номер варіанта	Обладнання, яке вимагає розрахунку і вибору	Висота підйому, м	Довжина похилої ділянки конвеєра, м
1,11	Похилий конвеєр для подачі сипких матеріалів у дробарку другої стадії	5	20
2,12	Похилий конвеєр для завантаження інертних компонентів бетонної суміші у проміжні бункери	10	100
3,13	Похилий конвеєр для подачі сипких матеріалів у дробарку першої стадії	7	35
4,14	Похилий конвеєр для завантаження інертних компонентів бетонної суміші у бункери	30	300
5,15	Похилий конвеєр для подачі сипких матеріалів у грохот першої стадії	7	30
6,16	Похилий конвеєр для завантаження інертних компонентів бетонної суміші у проміжні бункери	12	100
7,17	Похилий конвеєр для подачі сипких матеріалів у грохот другої стадії	5	25
8,18	Похилий конвеєр для завантаження інертних компонентів бетонної суміші у бункери	30	275
9,19	Похилий конвеєр для подачі сипких матеріалів у дробарку першої стадії	7	40
10,20	Похилий конвеєр для завантаження інертних компонентів бетонної суміші у проміжні бункери	15	100

5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ І РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДАЧІ, ПОДРІБНЕННЯ І СОРТУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

5.1. Вибір обладнання подрібнювально-сортувальних установок

Обладнання буває досить різним залежно від технології подрібнення, ступеня подрібнення, крупності вихідного продукту і його характеристик тощо. Однією із найважливіших задач під час побудови технологічних схем є вміння раціонально підбирати комплекс необхідного обладнання. При цьому вибір того чи іншого технологічного обладнання у системі подрібнювально-сортувальної установки (ПСУ) має відповідати таким принципам:

- принцип пропорційності – збалансованість пропускної здатності всіх послідовних виробничих підрозділів (стадій) ПСУ. Порушення цього принципу призводить до виникнення вузьких місць у виробничому процесі і неповного завантаження робочих ділянок;
- принцип неперервності – передбачає зменшення до мінімуму перерв і простоїв у виробничому процесі виготовлення;
- принцип гнучкості і адаптивності – можливість мобільної перебудови всієї виробничої системи або її частини на випуск продукту з іншими характеристиками, що дозволяє реагувати на зміни умов зовнішнього і внутрішнього середовища, оптимально і ефективно підлаштовуватися під умови ринку;
- принцип оптимальності – виконання всіх процесів по випуску продукту в заданій кількості з найменшими економічними витратами матеріальних ресурсів.

Вихідні дані для розробки технологічного процесу подрібнення беруть із табл. 4.1 відповідно до номеру варіанта за завданням, а перелік обладнання, що підлягає розрахунку і підбору із табл. 4.3.

5.2. Вибір машин для подрібнення матеріалу

Показником, що характеризує роботу як окремої машини для подрібнення, так і всієї системи для подрібнення і сортування матеріалу є ступінь подрібнення i . Під ступенем подрібнення мається на увазі відношення максимального розміру кусків вихідного матеріалу D_{max} до

максимального розміру кусків матеріалу d_{max} після проходження через дробильну машину або комплект машин[2]:

$$i = D_{max} / d_{max} . \quad (5.1)$$

Залежно від типів дробарок та млинів ступінь подрібнення може варіюватися від 3 до 30, а при помелі сягатиме значень 1000.

Число стадій ПСУ призначають виходячи із загального ступеня подрібнення.

Основними показниками при виборі машин для подрібнення є найбільший розмір кусків вихідного матеріалу D_{max} , який надходить на подрібнення і технічні характеристики машин, такі як продуктивність дробарки, необхідна ширина розвантажувального отвору дробарки.

Визначають розрахункову продуктивність подрібнювально-сортувальної установки Π_p , яка має бути на 10...30 відсотків вище за задану Π , враховуючи нерівномірність подачі матеріалу:

$$\Pi_p = \Pi \cdot K_n, \quad (5.2)$$

де K_n – коефіцієнт нерівномірності подачі матеріалу, $K_n = 1,1 \dots 1,3$.

Для конусних та щоккових дробарок граничні розміри кусків, що завантажуються в дробарки, не повинні перевищувати 0,85 ширини завантажувального отвору[1]:

$$B \geq D_{max} / 0,85. \quad (5.3)$$

За отриманими значеннями необхідної мінімальної ширини завантажувального отвору B і розрахункової продуктивності ПСУ Π_p попередньо обирають дробарки.

Вибираючи подрібнювальне обладнання, додатково необхідно враховувати умови роботи дробарки та ступінь складності подрібнення, які визначаються із відповідних довідників (див. дод. В, табл. 3) на основі міцності матеріалу, що надходить на подрібнення(див. дод. В, табл.2) [3] та з врахуванням коефіцієнту a :

$$a = D_{max} / B_m, \quad (5.4)$$

де B_m – ширина приймального отвору обраної дробарки; D_{max} – розмір вихідного матеріалу.

На основі визначених показників ступеня складності подрібнення та умов роботи відповідно визначається продуктивність дробарки:

$$\Pi_{dp} = \Pi_m K_{ск}, \quad (5.5)$$

де Π_m – табличне значення продуктивності; $K_{ск}$ – коефіцієнт ступеня складності подрібнення.

Максимальний розмір матеріалу на виході з камери дроблення визначається з наступної залежності:

$$d_{max}=D_{max}/i_i, \quad (5.6)$$

де d_{max} – максимальний розмір матеріалу після проходження камери дроблення мм; D_{max} – максимальний розмір матеріалу, який надходить до дробарки, мм; i_i – ступінь подрібнення матеріалу на i -й стадії.

Визначаючи розвантажувальний отвір дробарки S , слід враховувати, що максимальний розмір матеріалу d_{max} після подрібнення на деякий відсоток більший за ширину розвантажувального отвору. Цей відсоток відображає коефіцієнт укрупнення матеріалу K_M (див. дод. В, табл. 4).

Тобто залежність максимального розміру матеріалу від ширини розвантажувального отвору можна виразити рівнянням:

$$d_{max}= S \cdot K_M, \quad (5.7)$$

звідси необхідна ширина розвантажувального отвору:

$$S= d_{max}/K_M. \quad (5.8)$$

На основі зазначеного будують графіки залежності продуктивності попередньо обраних дробарок від ширини розвантажувального отвору з врахуванням коефіцієнта складності подрібнення на основі табличних значень параметрів дробарок (див. дод. В, табл. 5-7). Визначають за цими графіками продуктивність дробарок Π_S під час роботи за необхідної ширини розвантажувального отвору S .

Приймають ті дробарки, які відповідають умові:

$$\Pi_S \geq \Pi_p. \quad (5.9)$$

В результаті розрахунків обирають найбільш оптимальний комплект подрібнювального обладнання, який забезпечує розрахункову продуктивність заводу з виготовлення 1 м³ продукту.

На останньому етапі розрахунків подрібнювального обладнання визначають гранулометричний склад продукту подрібнення в частинах ширини розвантажувального отвору:

$$\frac{d_1}{S}, \frac{d_2}{S}, \dots, \frac{d_n}{S}, \quad (5.10)$$

де $d_1, d_2, \dots, d_n$ – межі необхідних фракцій готового продукту.

За графіками типових характеристик (див. дод. В, рис. 1-3) визначається склад фракцій у відсотках [3]. Отримані дані заносяться в таблицю гранулометричного складу продуктів подрібнення.

6.3 Вибір машин для сортування матеріалу

Вихідний продукт, що надходить на подрібнювально-сортувальні установки та продукти подрібнення мають деякий гранулометричний склад і складаються з різних за розміром частинок – від пилоподібних до шматків розміром понад 1000 мм. Гранулометричний склад вихідного продукту, що надходить на подрібнення визначають на основі ситового аналізу або за довідковими даними (див. дод. В, табл. 1), а продуктів подрібнення з таблиць гранулометричного складу продуктів подрібнення.

У якості живильників дробарок першої стадії, якщо не існує потреби виконувати попереднє сортування матеріалів, використовують лоткові живильники, які підбирають з умови:

$$P_{жив} \geq P_p. \quad (5.11)$$

Продуктивність лоткових живильників та інші параметри беруть з каталогів виробників (див. дод. В, табл. 10).

В інших випадках у якості живильників використовують колосникові грохоти. Такі грохоти не тільки подають матеріал на подрібнення, а й виконують його розділення на фракції за крупністю частинок.

Колосникові грохоти використовують для попереднього або крупного міжстадійного грохочення [4]. Їх конструкції дають змогу приймати матеріал з максимальними розмірами кусків більшими за 750 мм. Розрахунок грохотів виконується по верхньому сити.

Мінімальну ширину колосникового грохота, що забезпечує необхідну продуктивність, знаходить за формулою [1]:

$$B_{гр} = \frac{P_{гр}}{3600 \cdot h \cdot v \cdot K_k}, \quad (5.12)$$

де $P_{гр}$ – продуктивність грохота, м³/год; $h=0,25$ м – умовна висота шару матеріалу на колосниковому грохоті; v – середня швидкість переміщення матеріалу по грохоту, м/с, визначається по графіку (див. дод. В, рис. 4) залежно від кута нахилу сита; $K_k=0,85$ – коефіцієнт, що враховує тип поверхні просіювання грохота.

Ширину колосникових грохотів та інші параметри беруть з каталогів виробників (див. дод. В, табл. 11).

Для міжстадійного грохочення і фінального сортування, коли максимальний розмір кусків матеріалу не перевищує 400 мм використовують ситові грохоти.

Вибір ситового грохота виконують ґрунтуючись на необхідній продуктивності грохочення, розмірах матеріалу, що надходить на грохот та фракційному складові готового продукту.

Розрахунок грохотів у технологічній схемі ПСУ зводиться до розрахунку необхідної площі поверхні просіювання.

Ефективність грохочення залежить від часу перебування матеріалу на ситі (який визначається в основному швидкістю руху суміші по сити та кутом нахилу останнього), від співвідношення довжини та ширини сита, його конструкції.

Найпоширенішим типом поверхні просіювання є плетені дротяні сита з «живим» перерізом до 80 % і ефективністю грохочення до 95 %. У листових ситах «живий» переріз не перевищує 55 %, що зумовлює ефективність грохочення до 80 %. В цілому для горизонтальних грохотів з прямолінійними коливаннями ефективність грохочення щєбню і гравію складає 89 та 91 %. Для похилих грохотів – 86 та 87 %.

Необхідна площа поверхні сита, за необхідної продуктивності грохота $\Pi_{гр}$, визначається за формулою, м^2 [6]:

$$S_{гр} = \frac{\Pi_{гр}}{m \cdot q \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}, \quad (5.13)$$

де m – коефіцієнт, що враховує форму зерен матеріалу і тип поверхні грохота; q – питома продуктивність сита з отворами квадратного перерізу, $\text{м}^3/\text{м}^2\text{год}$; k_1 – коефіцієнт, що враховує кут нахилу сита; k_2 – коефіцієнт, що залежить від вмісту зерен нижнього класу у вихідному матеріалі; k_3 – коефіцієнт, що залежить від вмісту у нижньому класі зерен, розмір яких менший за половину розміру отвору сита.

Для похилих грохотів кут нахилу сита α приймають враховуючи допустимі межі нахилу сита, які наведені в каталогах виробників цих грохотів (див. дод. В, табл. 12).

Для горизонтальних грохотів кут нахилу сита α приймають таким, що дорівнює нулю.

Числові значення коефіцієнтів q , k_1 , k_2 , k_3 наведені в табл. 8 дод. В, а значення коефіцієнта m – у табл. 9, дод. В.

За отриманим значенням необхідної площі сита S і максимальному діаметру вихідного матеріалу D_{max} обирають похилий або горизонтальний грохот. Характеристики похилих грохотів наведені в табл. 12 дод. В, а характеристики горизонтальних в табл. 13 дод. В.

6. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ НАКОПИЧЕННЯ, ДОЗУВАННЯ І ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ

Вихідні дані для розробки технологічного процесу змішування беруть із табл. 4.1 відповідно до номеру варіанта за завданням, а перелік обладнання, що підлягає розрахунку і підбору, із табл. 4.3.

6.1.Підбір складу бетону, розрахунок потреби у матеріалах

Підбір складу бетону зводиться до визначення складників бетонної суміші на кожен 1 м³ готових виробів за умови витримки заданих реологічних параметрів бетонної суміші і фізико механічних характеристик готових виробів.

Необхідно підібрати склад важкого бетону М400 з необхідною міцністю $R_b=40$ МПа для виготовлення залізобетонних плит, рухомість бетонної суміші ОК(за варіантом), з найбільшою крупністю наповнювача 20 мм.

Характеристики матеріалів бетонної суміші:

- портландцемент з активністю $R_u=43$ МПа;
- насипна щільність цементу $\rho_{нц}=1100$ кг/м³;
- абсолютна щільність цементу $\rho_{ац}=3000$ кг/м³;
- насипна щільність щебню $\rho_{нщ}=1400$ кг/м³;
- абсолютна щільність щебню $\rho_{ащ}=2700$ кг/м³;
- найбільша крупність зерен щебню – 20 мм;
- вологість щебню $W_{щ}=2\%$;
- насипна щільність піску $\rho_{нп}=1550$ кг/м³;
- абсолютна щільність піску $\rho_{ап}=2630$ кг/м³;
- вологість піску $W_{п}=4\%$.

Визначення водоцементного відношення за формулою Скрамтаєва-Боломея:

$$\frac{B}{Ц} = \frac{AR_u}{R_b + 0,5AR_u}, \quad (6.1)$$

де А – коефіцієнт, який залежить від якості наповнювачів (0.65 – для високоякісних; 0,6 – для звичайних; 0,55 для низькоякісних).

Витрата води на 1 м³ бетонної суміші визначаємо з рис. 5 (див. дод. В) залежно від заданої рухомості ОК і крупності наповнювача 20 мм.

Витрата цементу на 1 м³ суміші, кг:

$$Ц = \frac{B}{B/Ц}. \quad (6.2)$$

Витрата щебню в сухому стані на 1 м³ бетону, кг:

$$Щ = \frac{1}{(\alpha \cdot P_{пщ} / \rho_{пщ}) + 1 / \rho_{ашц}}, \quad (6.3)$$

де $P_{пщ}$ - коефіцієнт пустотності гранітного щебню (визначається за формулою 6.4); $\alpha = 1,43$ – коефіцієнт розсування зерен (обираємо за табл. 14 (див. дод. В)).

$$P_{пщ} = \left(1 - \frac{\rho_{пщ}}{\rho_{ашц}}\right). \quad (6.4)$$

Витрата піску в сухому стані на 1 м³ бетону, кг:

$$П = \left[1 - \left(Ц / \rho_{ашц} + B / 1000 + Щ / \rho_{ашц}\right)\right] \cdot \rho_{ап}. \quad (6.5)$$

Звідси з вище наведених формул отримують орієнтовний номінальний склад бетонної суміші і її щільність.

Виробничий склад бетону визначаємо враховуючи вологість піску (4%) і щебню (2%). Вміст води у заповнювачах визначаємо за формулами, кг:

$$B_{п} = П W_{п}, \quad (6.6)$$

$$B_{щ} = Щ W_{щ}.$$

Витрату заповнювачів на 1 м³ бетонної суміші збільшуємо на кількість води, що в них знаходиться, кг:

$$П_{в} = П + B_{п}, \quad (6.7)$$

$$Щ_{в} = Щ + B_{щ}.$$

Витрату води на 1 м³ бетонної суміші зменшуємо на визначений у формулі (6.6) вміст води у наповнювачах, л:

$$B_{в} = B - (B_{п} + B_{щ}). \quad (6.8)$$

Отримані дані заносимо до табл. 6.1. Дані річної витрати матеріалів – до табл. 6.2.

Таблиця 6.1

Витрата матеріалів на 1 м³ бетонної суміші

Вид суміші	Марка бетону	Матеріал			
		Цемент М 400, кг	Пісок, кг	Щебінь, кг	Вода, л
Бетонна суміш	М 400				

Таблиця 6.2

Річна витрата бетонної суміші і сировини

Характеристика бетону		Об'єм суміші, м³		Витрата матеріалів (по видам) на річну програму (з врахуванням 2% витрат)									
				цемент			заповнювач						вода, м³
							дрібний			крупний			
вид	марка	номенклатура	з врахуванням 2%	вид	марка	кількість, т	вид	марка	кількість, т	вид	марка	кількість, т	
Важкий бетон	M 400			Портланд цемент	M 400		Пісок	M300		Щебінь	M600		

6.2. Розрахунок параметрів бетонозмішувальної установки і вибір механічного обладнання для змішування компонентів бетонної суміші

Для забезпечення необхідного ритму виробництва, обладнання бетонозмішувального цеху обирається залежно від годинної потреби у бетонній суміші (м³/год) на підприємстві або заводі.

Кількість бетонозмішувачів визначається за їхньою середньою продуктивністю, водночас забезпечується резерв продуктивності змішувачів у розмірі 25 %, для забезпечення необхідної кількості суміші у випадках змін у програмі виробництва виробів, позаштатних ситуацій тощо. Враховуючи одночасний випуск різних складів бетонної суміші і необхідність приготування суміші у разі виходу з ладу або обслуговування одного зі змішувачів на заводі необхідно передбачити не менше ніж два бетонозмішувача.

Однак варто враховувати, що вибираючи основне обладнання доцільно встановлювати меншу кількість змішувачів більшої ємності. Це знижує капітальні витрати на зведення установки і скорочує експлуатаційні витрати.

Визначають годинну продуктивність бетонозмішувального цеху з урахуванням резерву продуктивності, м³/год:

$$П_{БЦ} = V_p^{\delta} \cdot k_H \cdot k_3 / d \cdot h, \quad (6.9)$$

де V_p^6 – річна потреба у бетонній суміші, м³/рік; $k_3=1,25$ – коефіцієнт резерву (запасу) продуктивності; $k_H=1,4$ – коефіцієнт нерівномірності роботи; d і h відповідні кількість робочих днів на рік і число робочих годин на добу. Кількість робочих діб – 253, кількість робочих змін на добу – 2.

Розраховують масу кожного із компонентів, необхідну для безперервної роботи бетонозмішувальної установки протягом двох годин ($t_6 = 2$ год). Таким чином, навіть у разі перебоїв у постачанні будь-якого з компонентів бетонозмішувальна установка не припиняє своєї роботи, кг:

$$M_{ц} = Ц \cdot П_{БЦ} \cdot t_6; \quad (6.10)$$

$$M_{п} = П_{в} \cdot П_{БЦ} \cdot t_6;$$

$$M_{щ} = Щ_{в} \cdot П_{БЦ} \cdot t_6;$$

$$M_{в} = B_{в} \cdot П_{БЦ} \cdot t_6.$$

Сумарний об'єм бункерів по кожному із компонентів визначається, виходячи з отриманої у пункті кількості (маси) кожного компонента та його насипної щільності, м³:

$$V_{ц} = M_{ц} / \rho_{нц}; \quad (6.11)$$

$$V_{п} = M_{п} / \rho_{нп};$$

$$V_{щ} = M_{щ} / \rho_{нщ}.$$

Визначають об'єм і кількість бункерів таким чином, щоб об'єм одного бункера для щебню та піску не перевищував 50 м³, а об'єм силосу цементу – 20 м³. За необхідності приймають два або більше бункерів (силосів), шт:

$$Z_{ц}^c = V_{ц} / V_{ц}^c; \quad (6.12)$$

$$Z_{п}^6 = V_{п} / V_{п}^6;$$

$$Z_{щ}^6 = V_{щ} / V_{щ}^6.$$

Запас води зберігають в одному баку, тому його об'єм дорівнює необхідному об'єму води на 2 год безперервного функціонування бетонозмішувальної установки.

У процесі виготовлення суміші необхідно виконувати дозування необхідної кількості компонентів із необхідною інтенсивністю(швидкістю). Для цього використовують спеціальні пристрої, а саме дозатори. Основним параметром дозатора є його вагова продуктивність. Визначають необхідну вагову продуктивність дозаторів, які мають забезпечити дозування кожного компонента із необхідною інтенсивністю(швидкістю), кг/год:

- для цементу $Q_{\text{ц}} = \text{Ц} \cdot \text{П}_{\text{БЦ}};$ (6.13)
- для піску $Q_{\text{п}} = \text{П}_{\text{в}} \cdot \text{П}_{\text{БЦ}};$
- для щебню $Q_{\text{щ}} = \text{Щ}_{\text{в}} \cdot \text{П}_{\text{БЦ}};$
- для води $Q_{\text{в}} = \text{В}_{\text{в}} \cdot \text{П}_{\text{БЦ}}.$

На підставі розрахованих за формулами (6.13) значень за табл. 15 (див. дод. В) підбирають дозатори для всіх компонентів (цемент, пісок, щебінь, вода) та визначають їх кількість. При цьому кількість бункерів і кількість дозаторів по кожному компоненту має бути узгоджена. Таким чином приймають, що під кожним бункером встановлюється свій дозатор.

Розраховують максимальну продуктивність обраних дозаторів, кг/год:

$$Q^{\text{доз}} = \frac{M^{\text{доз}}}{t} \cdot 3600, \quad (6.14)$$

де $M^{\text{доз}}$ - максимальна маса матеріалу, яка може бути віддозована за один цикл дозування, кг; t – тривалість циклу дозування, с.

Визначають кількість дозаторів для кожного компоненту, шт:

$$Z^{\text{доз}} = \frac{Q}{Q^{\text{доз}}}, \quad (6.15)$$

де Q – вагова продуктивність дозатора по кожному з компонентів суміші, кг/год.

Якщо кількість бункерів більша, за необхідну розрахункову кількість дозаторів, то їх число приймають рівним кількості бункерів.

Розрахунок кількості бетонозмішувальних машин, які використовуються у процесі приготування бетонної суміші, виконують за формулою визначення годинної продуктивності машин, м³/год:

$$\text{П}_B = V_B \cdot k_B \cdot n_B \cdot 0,001 \quad (6.16)$$

де $k_B=0,67$ – коефіцієнт виходу бетонної суміші; V_B – об'єм по завантаженню бетонозмішувальної машини, л; n_B – максимальна кількість циклів по завантаженню на годину, цикл/год:

$$n_B = 3600/t_{\text{ц}}, \quad (6.17)$$

де $t_{\text{ц}}$ – час одного циклу змішування, с.

Час одного циклу замішування визначають за формулою, с:

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (6.18)$$

де $t_1=10...15$ – тривалість завантажування, с; t_2 – тривалість змішування, с (див. табл. 16, дод. В); $t_3=15...25$ – тривалість розвантажування, с; $t_4=10...20$ – тривалість повернення механізмів у вихідне положення, с;

Серед існуючих на ринку циклічних бетонозмішувальних машин найбільшого поширення отримали гравітаційні (див. табл. 17, дод. В) та роторні (див. табл. 18, дод. В). Розраховані значення годинної продуктивності Π_B машин вносимо у відповідні графи таблиць.

Необхідна кількість бетонозмішувальних машин визначається за формулою, шт:

$$N_B = \Pi_{БЦ} / \Pi_B \quad (6.19)$$

Кількість бетонозмішувальних машин заносять до відповідних граф табл. 17 та 18 (див. дод. В).

У результаті проведених розрахунків обирають модель бетонозмішувачів, їх кількість і виписують їх характеристики.

7. РОЗРАХУНОК І ВИБІР ТРАНСПОРТУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Стрічкові конвеєри отримали поширення під час транспортування сипких матеріалів завдяки високій продуктивності, надійності і простоті конструкції.

На подрібнювально-сортувальних установках стрічкові конвеєри використовуються для переміщення породи між основним технологічним обладнанням (дробарки, грохоти, живильники), а також для переміщення матеріалу у складські комплекси на зберігання у штабелях.

У складі бетонозмішувальних установок конвеєри використовуються для транспортування щебню і піску з підштабельної галереї, у якій відбувається зберігання сипких матеріалів, а також для подачі матеріалів у витратні бункери змішувального відділення.

Для виконання розрахунку задаються висотою підйому матеріалу – H , м; довжиною горизонтальної ділянки конвеєра – L_z , м; довжиною похилої ділянки конвеєра – L_n , м. Вихідні дані для розрахунку і вибору транспортуючого обладнання беруть із табл. 4.4 відповідно до номеру варіанта за завданням.

Довжину горизонтальної ділянки конвеєра приймають рівною 5 % від довжини похилої ділянки конвеєра, м:

$$L_z = 0,05 \cdot L_n. \quad (7.1)$$

Розрахунок надалі ведуть для похилого конвеєра.

Кут нахилу конвеєра визначається за формулою:

$$A = \sin \alpha = \frac{H}{L_n}, \quad (7.2)$$

звідси кут визначається $\arcsin(A) = \alpha$. Максимальне обмеження кута підйому у разі використання гладкої стрічки – від 16 до 18 градусів. У інших випадках використовуються пластинчасті конвеєри.

Об'єми транспортування визначаються згідно з технологічною схемою і на основі цього приймається мінімальна продуктивність конвеєра $Q_{\min}$ у т/с.

Для транспортування сипких матеріалів (порода, пісок, щебінь) використовують стрічки у формі жолоба (рис. 7.1). Площа поперечного перерізу вантажу визначається як сума площ трапеції F_2 та трикутника F_1 , м²:

$$S_{\text{пп}} = F_1 + F_2. \quad (7.3)$$

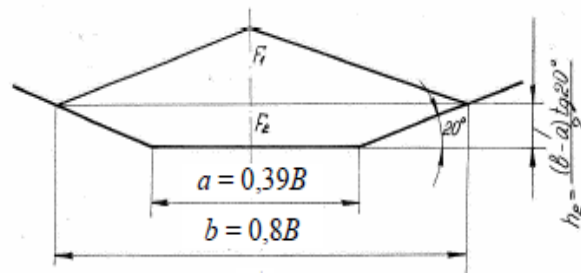


Рис. 7.1. Схема до визначення площі поперечного перерізу матеріалу, що транспортується по ширині жолобчастої стрічки

Ширина стрічки у формі жолоба, м:

$$B_{min} = \sqrt{\frac{Q_{kmin}}{0,045 \cdot V_c \cdot \rho_n (3,6 \cdot C \cdot tg\psi + 1)}} \quad (7.4)$$

де ρ_n – щільність вантажу (приймаємо менше з значень щільності матеріалів, які транспортуються на одному конвеєрі по чергово), т/м³; φ – кут природного укосу матеріалу, °; ψ – кут при основі матеріалу, який дорівнює 35 % від кута природного укосу матеріалу φ у стані спокою ($\psi = 0,35 \cdot \varphi$); V_c – швидкість руху стрічки, м/с. Приймається згідно зі значень з ряду стандартних величин (див. табл. 19, дод. В). У випадку недостатньої продуктивності обираємо наступне значення з ряду [2]; C – поправковий коефіцієнт, що враховує зміну кута при основі матеріалу залежно від кута нахилу конвеєра (див. табл.20, дод. В).

Параметри вантажів отримують з табл. 21 і 22 (див. дод. В).

Відповідно до отриманого значення мінімальної ширини B_{min} приймають найближчу у більшу сторону ширину стрічки B згідно зі стандартом [5] (див. табл. 23, дод. В).

Максимальна продуктивність конвеєра при ширині стрічки у формі жолоба визначається за формулою, т/с:

$$Q_{kmax} = (F_1 + F_2) \cdot V_c \cdot \rho_v = 0,045 \cdot B^2 \cdot V_c \cdot \rho_v (3,6 \cdot C \cdot tg\psi + 1). \quad (7.5)$$

Резервна продуктивність конвеєра, т/с:

$$Q_{kрез} = Q_{kmax} - Q_{kmin}. \quad (7.6)$$

Уточнюємо ширину стрічки і відповідну швидкість руху стрічки з врахуванням типу вантажу, що нею транспортується (див. табл. 24, дод. В).

Для тягового розрахунку графічно необхідно виконати побудову траси похилого конвеєра і контур тягового органу, який розбивають на робочу і холосту гілки (рис.7.2).

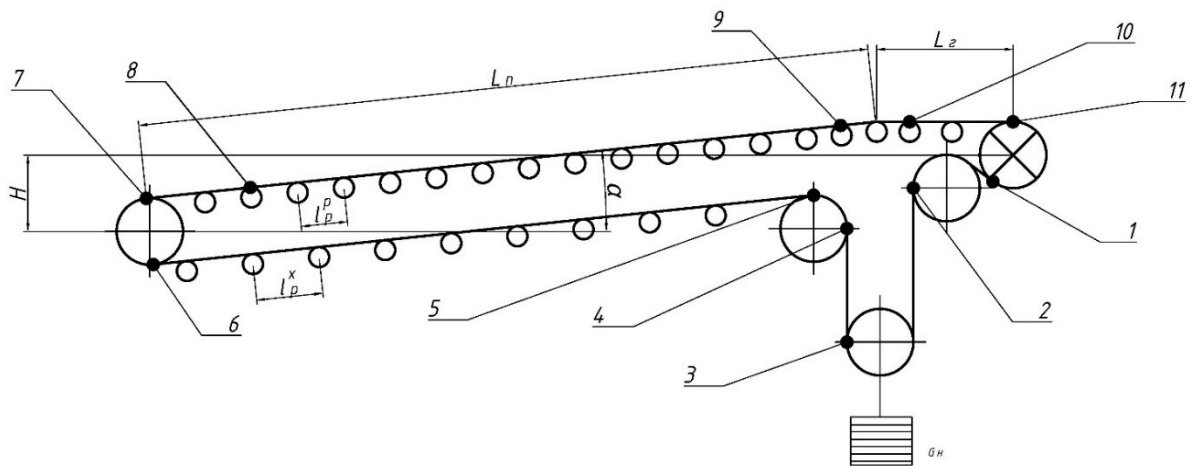


Рис. 7.2. Схема траси похилого стрічкового конвеєра з ключовими точками:

1 – сходу стрічки з ведучого барабану; 2 – сходу стрічки з відхильного барабану; 3 – сходу стрічки з натяжного барабану; 4 – набігу стрічки на відхильний барабан; 5 – сходу стрічки з відхильного барабану; 6 – набігу стрічки на обвідний барабан; 7 – сходу стрічки з обвідного барабану; 8 – завантаження матеріалу; 9 – початку дуги зміни кута нахилу стрічки; 10 – початку горизонтальної ділянки стрічки; 11 – розвантаження матеріалу

Привід конвеєра обираємо з одним ведучим барабаном, футерований гумою. Кут обхвату привідного барабана α приймаємо – 240° . Натяг у набіжній гілці стрічки (точка 11) згідно з формулою Ейлера [1]:

$$S_{11} \leq S_1 e^{fa} = 5,34 S_1, \quad (7.7)$$

де e^{fa} – тяговий фактор; $e = 2,71$ – основа натурального логарифма; f – коефіцієнт тертя між стрічкою і барабаном; S_1 – натяг у збіжній гілці стрічки (точка 1), Н.

До прикладу $e^{fa} = 5,34$ при куті обхвату $\alpha = 240^\circ$ і коефіцієнті тертя між стрічкою і гумовим футеруванням барабану $f = 0,4$ (див. табл. 25, дод. В).

Для знаходження натягу у набіжній S_{11} і збіжній S_1 гілці стрічки визначають лінійні(погонні) навантаження від транспортованого вантажу, ваги стрічки та ваги обертових роликів робочої і холостої гілок конвеєра.

1. Лінійні (погонні) навантаження від транспортованого вантажу, Н/м:

$$q_v = 1000 \frac{Q_{kmax} \cdot g}{V_c}. \quad (7.8)$$

2. Лінійні(погонні) навантаження від ваги обертових роликів відповідно робочої і холостої гілок конвеєра, Н/м:

$$q_p^p = \frac{G_p^p}{l_p^p}; \quad (7.9)$$

$$q_p^x = \frac{G_p^x}{l_p^x}, \quad (7.10)$$

де G_p^p і G_p^x – ваги обертових роликів роlikоопор для підтримання відповідно до робочої і холостої гілок стрічки конвеєра: $G_p^p = m_p^p g$, Н – для жолобчастої роlikоопори нормального виконання; $G_p^x = m_p^x g$ – для прямої роlikоопори нормального виконання; m_p^p і m_p^x – маси обертових частин роликів відповідно роlikоопор жолобчастої і прямої [1], кг; l_p^p – відстань між роlikоопорами робочої гілки стрічки [1], м; $l_p^x = (2 \dots 2,5) l_p^p$ – відстань між роlikоопорами холостої гілки стрічки, м.

Орієнтовні значення відстані між роlikоопорами конвеєра для робочої і холостої гілки беруть з табл. 26 (див. дод. В), а маси обертових частин роlikоопор жолобчастої і прямої з табл. 27 (див. дод. В).

Виписують геометричні розміри роlikоопор з довідників згідно з шириною стрічки, а саме (рис.7.3):

- для робочої гілки діаметр ролика d_p , мм;
- довжина ролика робочої гілки l , мм;
- довжина ролика холостої гілки l_k , мм;
- $a = 0,06B$, мм;
- $c = 0,02B$, мм;
- $\alpha = 30^\circ$;
- для холостої гілки діаметр ролика d_p , мм.

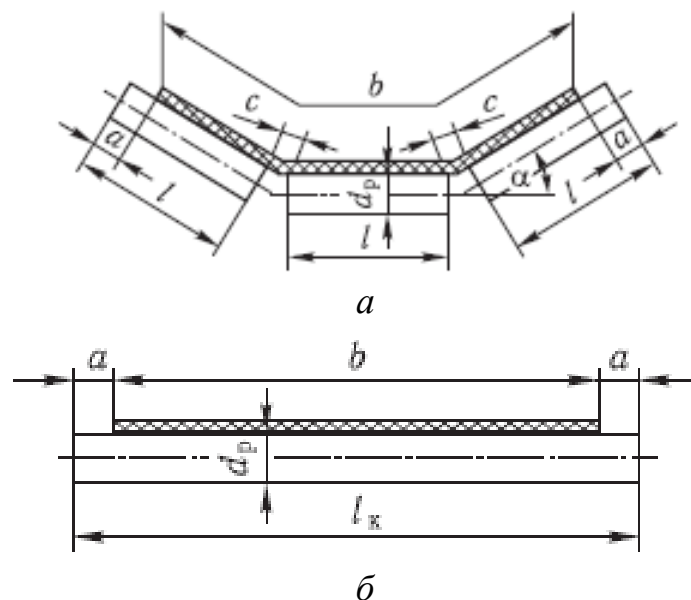


Рис. 7.3. Схеми роlikоопор робочої (а) та холостої (б) гілок

Орієнтовно довжину ролика робочої гілки можна визначити за формулою:

$$l = ((b + 2 \cdot a) - (n_{\text{рол}} - 1) \cdot c) / 3, \quad (7.11)$$

де $n_{\text{рол}}$ – кількість роликів у роликоопорі (див. табл. 28, дод. В).

Орієнтовно довжину ролика холостої гілки можна визначити за формулою:

$$l_k = b + 2 \cdot a. \quad (7.12)$$

3. Лінійні (погонні) навантаження від ваги стрічки:

Для визначення погонного навантаження від ваги стрічки, необхідно виконати вибір кількості шарів стрічки. Для цього визначаємо орієнтовне значення потужності двигуна приводу конвеєра, кВт:

$$P = \frac{9,8 \cdot k_1 \cdot Q_{\text{кmax}}}{\eta_m} (L \cdot w \pm H), \quad (7.13)$$

де L – довжина траси конвеєра (робочої гілки), м; k_1 – коефіцієнт, який враховує опір руху стрічки на барабанах та опорах ($k_1=1,15 \dots 1,5$); w – коефіцієнт опору рухові стрічки, який обирається залежно від умов роботи [1] (див. табл.29, дод. В); $\eta_m = 0,85$ – коефіцієнт корисної дії двигуна.

Тягове зусилля у стрічці конвеєра, Н:

$$F = \frac{1000 \cdot P \cdot \eta_m}{V_c}. \quad (7.14)$$

Зусилля у збіжній гілці конвеєра, Н:

$$S_{зб} = S_1 = \frac{F}{e^{f\alpha-1}}. \quad (7.15)$$

Зусилля у набіжній гілці конвеєра, Н

$$S_{нб} = S_{11} = \frac{F \cdot e^{f\alpha}}{e^{f\alpha-1}}. \quad (7.16)$$

Необхідна кількість шарів стрічки конвеєра [1], од:

$$i = \frac{S_{11} \cdot n_c}{\sigma_p \cdot B \cdot 10^3}, \quad (7.17)$$

де n_c – коефіцієнт запасу міцності стрічки конвеєра відповідно до типу каркаса стрічки (беруть з табл. 30, дод. В); σ_p – повздовжня міцність для стрічки конвеєра, що залежить від типу каркаса стрічки, Н/м (беруть з табл. 31, дод. В).

Лінійна вага стрічки, Н/м:

$$q_c = \rho_c B (\delta i + h_1 + h_2) g, \quad (7.18)$$

де $\rho_c = 1100 \text{ кг/м}^3$ – щільність стрічки; $\delta = 1,25 \text{ мм}$ – товщина одного шару стрічки; $h_1 = 4 \text{ мм}$, $h_2 = 2 \text{ мм}$ – товщини верхньої і нижньої обкладок стрічки відповідно.

Надалі виконуємо розрахунки натягів у характерних точках тягового контуру відповідно до рис. 7.2.

У точці 2 натяг визначається за формулою:

$$S_2 = S_1 k = S_1 \cdot 1,05, \quad (7.19)$$

де k – коефіцієнт, який залежить від кута обхвату стрічкою відхильного барабану (див. табл. 32, дод. В). Згідно зі схемою, кут охоплення – 180 градусів, отже $k = 1,05$.

За схемою розрахунок ведемо для інших ключових точок:

$$\begin{aligned} S_3 &= S_2 \cdot k = S_2 \cdot 1,05 = S_1 \cdot 1,05 \cdot 1,05 = S_1 \cdot 1,103; \\ S_4 &= S_3 \cdot k = S_1 \cdot 1,14; \\ S_5 &= S_4 \cdot k = S_1 \cdot 1,17. \\ S_6 &= S_5 + W_{5-6}, \end{aligned} \quad (7.20)$$

де W_{5-6} – опір руху стрічки на відрізку 5-6, Н:

$$W_{5-6} = q_c L_{5-6} (w \cos \beta - \sin \beta) + q_p^x L_{5-6} w_{\Pi}, \quad (7.21)$$

де w_{Π} – коефіцієнт опору руху стрічки по прямим роликоопорах (див. табл. 29, дод. В).

$$\begin{aligned} S_7 &= S_6 \cdot k = S_6 \cdot 1,05; \\ S_8 &= S_7 + W_{3.В.}, \end{aligned} \quad (7.22)$$

де $W_{3.В.}$ – опір руху стрічки на завантажувальному відрізку, Н:

$$W_{3.В.} = 1000 \cdot c \cdot Q_K (V_c - V_0 + f_1 \sqrt{2gh_{\Pi}}), \quad (7.23)$$

де $c = 1,5$ – коефіцієнт, який враховує опір рухові стрічки від тертя матеріалу об бокові стінки завантажувальної лійки та об стрічку, від руху стрічки в завантажувальній частині з насипним вантажем та гідростатичним тиском потоком матеріалу; $V_0 = 0$ м/с – складова швидкості вантажу вздовж стрічки; $h_{\Pi} = 1$ м – висота падіння матеріалу на стрічку; f_1 – коефіцієнт тертя вантажу об стрічку (див. табл. 21, дод. В).

$$S_9 = S_8 + W_{7-9},$$

де W_{7-9} – опір руху стрічки на відрізку 7-9, Н:

$$W_{7-9} = (q_{\text{в}} + q_c) L_{7-9} (w_{\text{ж}} \cos \beta + \sin \beta) + q_p^p L_{7-9} w_{\text{ж}}, \quad (7.24)$$

де $w_{\text{ж}}$ – коефіцієнт опору руху стрічки по жолобчастих роликоопорах (див. табл. 29, дод. В)..

Натяг у точці переходу з похилої у горизонтальну ділянки визначають за формулою:

$$S_{10} = S_9 \cdot e^{w_{\text{ж}} a'}; \quad (7.25)$$

a' – кут дуги переходу похилої ділянки у горизонтальну, рад.

$$S_{11} = S_{10} + W_{10-11}, \quad (7.26)$$

де W_{10-11} – опір руху стрічки на відрізку 10-11, яка є ділянкою розвантаження, Н:

$$W_{10-11} = (q_{\text{в}} + q_c + q_p^p) L_{7-9} w_{\text{ж}}, \quad (7.27)$$

де L_{7-9} – довжина горизонтальної ділянки конвеєра, м.

Ці значення є валідними в умовах відсутності ковзання барабана відносно стрічки. Отримані числові значення натягів у характерних точках стрічки $S_1, S_2, \dots, S_{11}$ і вносимо у табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Числові значення натягів у характерних точках

Характерна точка	Значення натягу S, H
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

Будуємо діаграму натягу стрічки конвеєра(рис.7.4)

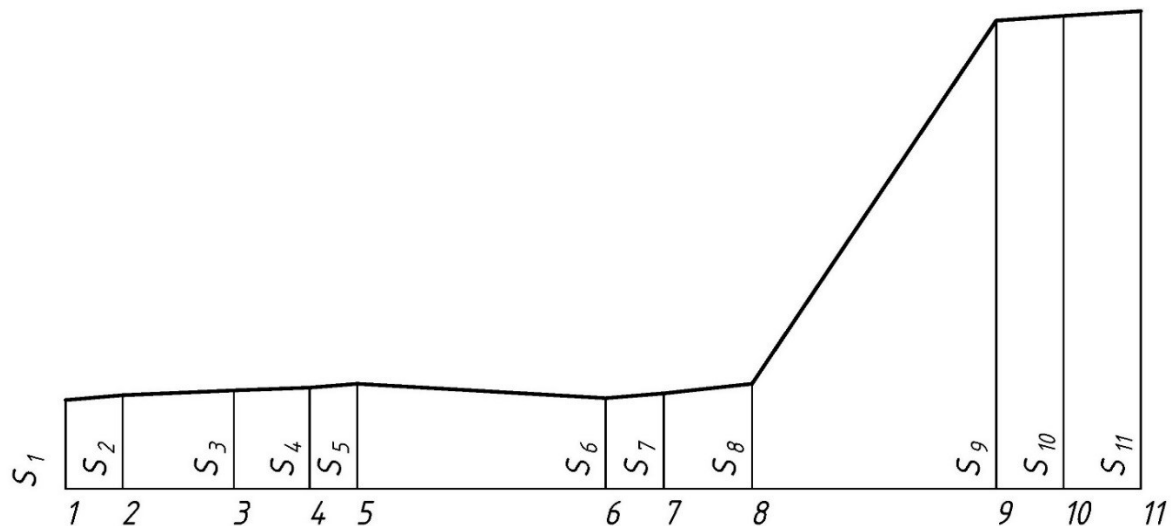


Рис.8.4. Діаграма натягу у стрічці конвеєра

Визначають чи відповідає обрана відстань між роликами максимально-допустимому значенню прогину стрічки:

- для робочої гілки l_p^p :

$$y_{max} = \frac{(q_b + q_c)(l_p^p)^2}{8 \cdot S_{пр}} \leq 0,025 l_p^p, \quad (7.28)$$

де $S_{пр}$ – найменший натяг стрічки у робочій гілці у місці її навантаження матеріалом, Н.

- для холостої гілки l_p^x :

$$y_{max} = \frac{(q_c)(l_p^x)^2}{8 \cdot S_{пх}} \leq 0,025 l_p^p, \quad (7.29)$$

де $S_{пх}$ – найменший натяг стрічки у холостій гілці у місці її сходу з натяжного пристрою, Н.

Якщо умови виконуються, це означає, що прогини стрічки за мінімального її натягу відповідають допустимій нормі, а отже зменшувати відстань між роликами стрічки не потрібно. Інакше необхідно зменшувати відстань між роликами.

Для розрахунку потужності двигуна конвеєра і його вибору необхідно визначити опір, який чинить стрічка під час її руху за формулою:

$$W_{оп} = S_{11} - S_1. \quad (7.30)$$

Розрахункова потужність двигуна приводу конвеєра отримується за формулою:

$$P_p = \frac{W_{оп} \cdot V_c}{10^3 \cdot \eta_m}, \quad (7.31)$$

де $\eta_m = 0,88$ – ККД приводу.

З двох розрахованих потужностей двигуна (орієнтовної потужності P і розрахункової P_p) обирають більше значення потужності.

Оскільки у момент пуску конвеєра, двигун отримує перевантаження, то його потужність збільшують на 10-20 %. Далі за отриманим значення потужності обирають асинхронний двигун з каталогу (див. табл. 34, дод. В). Виписують ключові технічні параметри двигуна, а саме потужність, кВт, момент інерції ротора двигуна I_p , $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Список літератури

1. *Назаренко І.І.* Машини для виробництва будівельних матеріалів: підручник. – Київ: КНУБА, 1999. – 488 с.
2. *Назаренко І.І.* Машини для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій: посібник до практичних занять та виконання курсового проєкту: для студ. за напр.. підг. 6.050502 "Інженерна механіка" та 6.010104 "Проф. навч. Вир-во, експлуат. та рем. підйомн.-трансп., будів., дор. і меліорат. маш. і обладн. – Київ: КНУБА, 2009. – 83 с.
3. *Хмара Л. А.* Дробильно-сортувальні заводи і устаткування: навч. посіб /Л.А. Хмара, О.С. Шипілов, О.Г. Онищенко. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – 209 с.
4. *Хмара Л.А.* Машини та обладнання промисловості виробництва будівельних матеріалів, виробів і конструкцій: Атлас конструкцій / Л.А. Хмара, С.В. Кравець, В.Г. Нікітін, Я.О. Бабич, А.С. Шипілов, В.П. Штепа, А.Ф. Горб. – Рівне: НУВГП, 2006. – 300 с.
5. *Keijo Vilho* Crushing and Screening Handbook. 6-th edition. – Finland: Metso. Mining and Construction, 2014. – 298 p.
6. *Назаренко І.І.* Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів. Конструкції та основи експлуатації: підручник / І.І. Назаренко, О.В. Туманська. – Київ: «Вища шк.», 2004. – 504 с.
7. *Raymond L. Lowrie* Mining Reference Handbook. – USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2009. – 448 p.
8. *Пересада С.М.* Керування електроприводами: Курсовий проєкт: навч. посіб. / С.М. Пересада, Є.О. Ніконенко. – Київ: КПІ, 2022. – 57 с.
9. *Бондарєв В.С.* Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: підручник / В.С. Бондарєв, О.І. Дубинець, М.П. Колісник та ін. – Київ: Вища шк., 2009. – 734 с.
10. ДСТУ ISO 251:2009 Стрічки конвеєрні з тканинним каркасом. Ширини та довжини (ISO 251:2003, IDT) – [Чинний від 2011.07.01].– Київ : Держспоживстандарт України, 2015.
11. *Русан І.В.* Механізми і устаткування транспортуючих машин: навч. посіб. / І.В. Русан, О.М. Гаркавенко, О.Ю. Вольтерс. – Київ: КНУБА, 2007. – 132 с.

Додаток А

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-6.01

Київський національний університет будівництва і архітектури

(повне найменування вищого навчального закладу)

Машин і обладнання технологічних процесів

(повна назва кафедри, циклової комісії)

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Механічне обладнання хімічних підприємств»

(назва дисципліни)

на тему: «Назва теми відповідно до завдання»

Студента (ки) _____ курсу _____ групи
напряму підготовки – «Інженерія, виробництво і
будівництво»
спеціальності – G1 «Хімічні технології та інженерія»

(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

Київ 20__

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

Машин і обладнання технологічних процесів

Керівник:

ЗАВДАННЯ

на індивідуальне завдання з дисципліни

«Механічне обладнання хімічних підприємств»

Вихідні дані:

1. Розрахунки виконати згідно варіанту: _____

2. Тема відповідно до варіанту: _____

3: Виконати огляд конструкцій _____

Студенту (ці) групи ХТІ - _____

Дата видачі _____

Дата захисту _____

Київ 20__

Таблиця 1

**Гранулометричний склад вихідного продукту який надходить на
подрібнювально-сортувальну установку**

Крупність класів вихідного матеріалу	Крупність класів продукту, мм											
	0-5	5-10	10-20	20-40	40-70	70-100	100-200	200-300	300-500	500-700	700-1000	1000-1200
Склад по класам у відсотках												
Міцні породи ($\sigma > 150$ МПа)												
0-500	6	3	4	3	4	6	25	24	25	-	-	-
0-700	5	2	3	2	3	5	23	20	21	16	-	-
0-1000	5	2	3	2	3	4	22	17	16	14	12	-
0-1200	5	2	3	2	3	4	22	16	15	13	12	3
Породи середньої міцності ($\sigma = 80 \dots 150$ МПа)												
0-500	8	6	5	6	7	8	22	16	22	-	-	-
0-700	7	5	4	5	6	7	20	13	19	14	-	-
0-1000	7	5	4	5	6	6	19	10	15	12	11	-
0-1200	7	5	4	5	6	6	19	9	13	10	11	5
Породи малої міцності ($\sigma = 30 \dots 80$ МПа)												
0-500	10	7	6	7	10	9	19	14	18	-	-	-
0-700	9	6	5	6	9	8	17	12	16	12	-	-
0-1000	9	6	5	6	8	7	15	10	14	11	9	-
0-1200	9	6	5	6	8	7	15	10	13	10	9	2

Таблиця 2

Фізико-механічні параметри гірських порід

Номер	Назва матеріалу	Насипна щільність матеріалу, т/м ³	Межа міцності матеріалу σ , МПа
1	Базальт	1,48	250
2	Доломіт	1,52	100
3	Габро	1,42	140
4	Граніт	1,65	200
5	Вапняк	1,28	70
6	Кварцит	1,37	145
7	Порфир	1,65	120

Таблиця 3

Значення коефіцієнта складності подрібнення $K_{ск}$ в залежності від умов

		Значення співвідношення a		
		0,7...0,85	0,5...0,7	<0.5
Межа міцності матеріалу σ , МПа	30...80	Легкі умови	Легкі умови	Легкі умови
	80...150	Середні умови	Легкі умови	Легкі умови
	>150	Важкі умови	Середні умови	Легкі умови
Ступінь складності подрібнення приймається: - для легких умов $K_{ск}=1,15$; - для середніх умов $K_{ск}=1,0$; - для важких умов $K_{ск}=0,85$.				

Таблиця 4

Коефіцієнт K_M максимального розміру продуктів дроблення для різних видів дробарок

Категорія твердості матеріалу	Вид дробарки			
	Щокові	Конусні крупного дроблення	Конусні середнього дроблення	Конусні мілкового дроблення
М'який($\sigma=30..80$ МПа)	1,3	1,1	1,3...1,5	1,7...2,0
Середній($\sigma=80...150$ МПа)	1,5	1,4	1,8...2,0	2,2...2,5
Міцний($\sigma>150$ МПа)	1,7	1,6	2,4...2,6	2,7...3,0

Таблиця 5

Технічні специфікації щокових дробарок зі складних рухом щоків серії Nordberg C Series від Metso

Модель дробарки	Параметри				
	Розмір приймального отвору (ШхД), мм	Продуктивність при середніх умовах дроблення, т/год	Діапазон налаштування ширини розвантажувального отвору, мм	Потужність двигуна, кВт	Маса машини, кг
C80	510x800	55-335	40-175	75	9340
C96	580x930	105-390	60-175	90	12260
C106	700x1060	150-500	70-200	110	18510
C117	760x1150	165-520	70-200	132	23600
C3054	760x1380	210-740	70-200	160	30140
C120	870x1200	175-540	70-175	160	31690
C130	1000x1300	270-831	100-250	185	46300
C150	1200x1400	340-880	125-250	200	59440
C160	1200x1600	430-1145	150-300	250	87260
C200	1500x2000	630-1435	175-300	400	147110

Таблиця 6

Технічні специфікації конусних дробарок середнього і мілкового дроблення
Nordberg GP Series від Metso

Модель дробарки	Параметри				
	Найбільший розмір матеріалу, що надходить на подрібнення, мм	Продуктивність при середніх умовах дроблення, т/год	Діапазон налаштування ширини розвантажувального отвору, мм	Потужність двигуна, кВт	Маса машини, кг
100S	236	80-250	20-45	75-90	7700
300S	320	180-480	25-50	132-250	17100
500S	392	250-860	35-65	200-355	34300
100	135	35-105	6-20	75-90	6200
220	204	70-310	8-35	132-220	11100
330	215	105-420	8-35	250-315	16600
550	235	160-575	15-45	250-400	28700

Таблиця 7

Технічні специфікації конусних дробарок середнього і мілкового дроблення
Nordberg MP Series від Metso

Модель дробарки	Параметри				
	Найбільший розмір матеріалу, що надходить на подрібнення, мм	Продуктивність при середніх умовах дроблення, т/год	Діапазон налаштування ширини розвантажувального отвору, мм	Потужність двигуна, кВт	Маса машини, кг
800	280	495-1935	13-63	600	120570
1000	315	615-2420	13-63	746	153124
1250	315	770-3025	13-63	933	153985

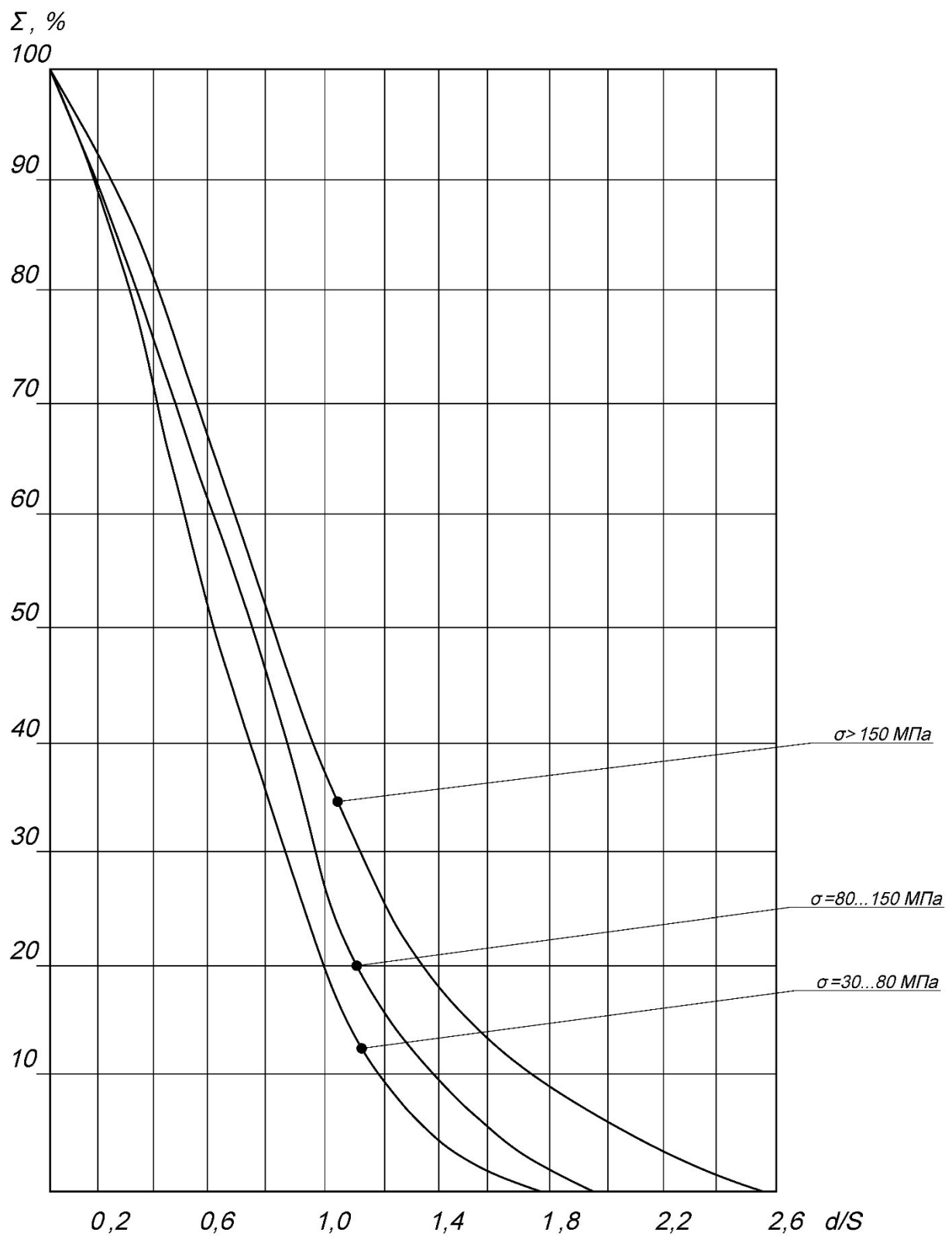


Рис.1. Графіки гранулометричного складу продуктів дроблення
щокрих дробарок

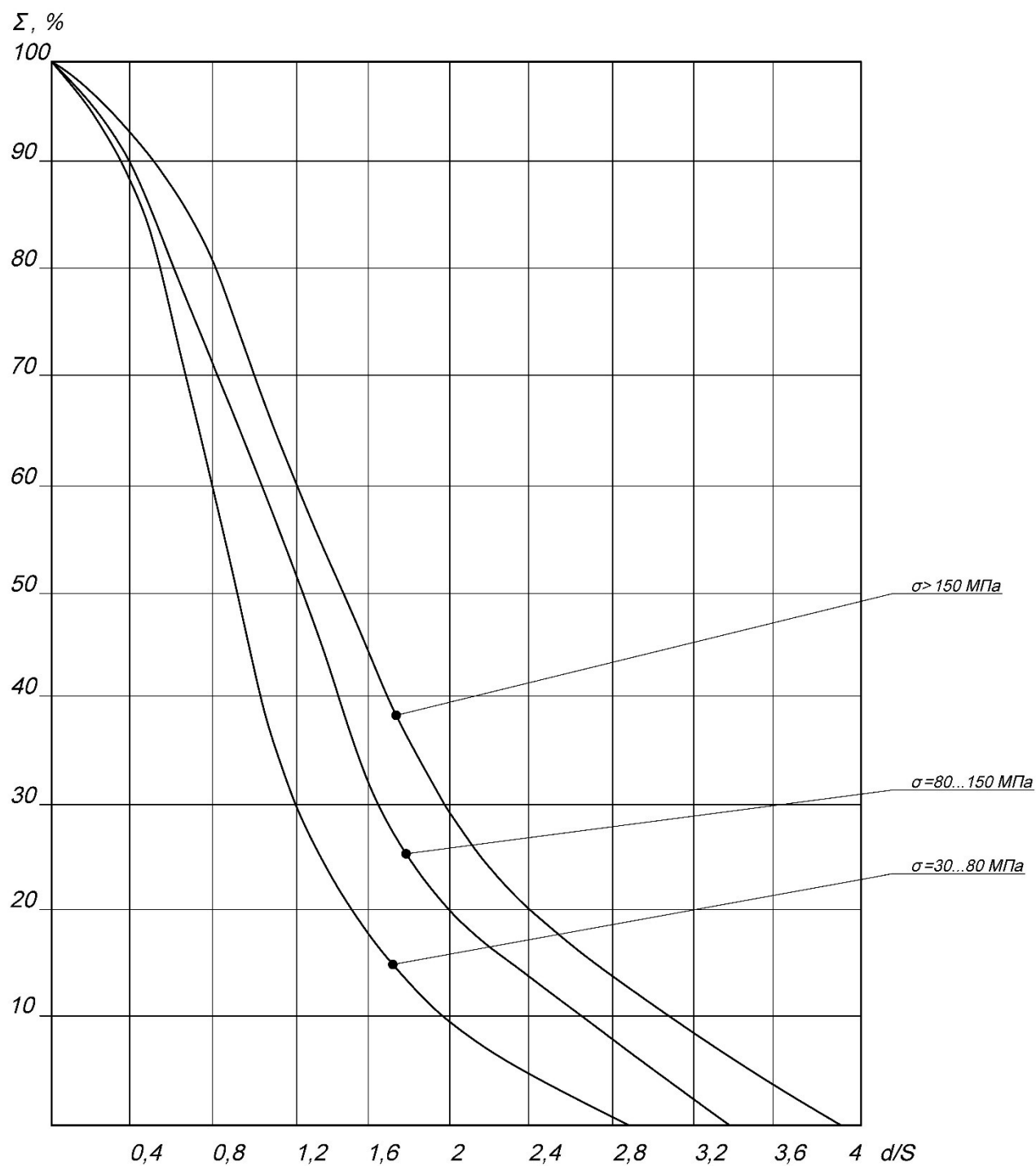


Рис. 2. Графіки гранулометричного складу продуктів дроблення конусних дробарок крупного і середнього дроблення

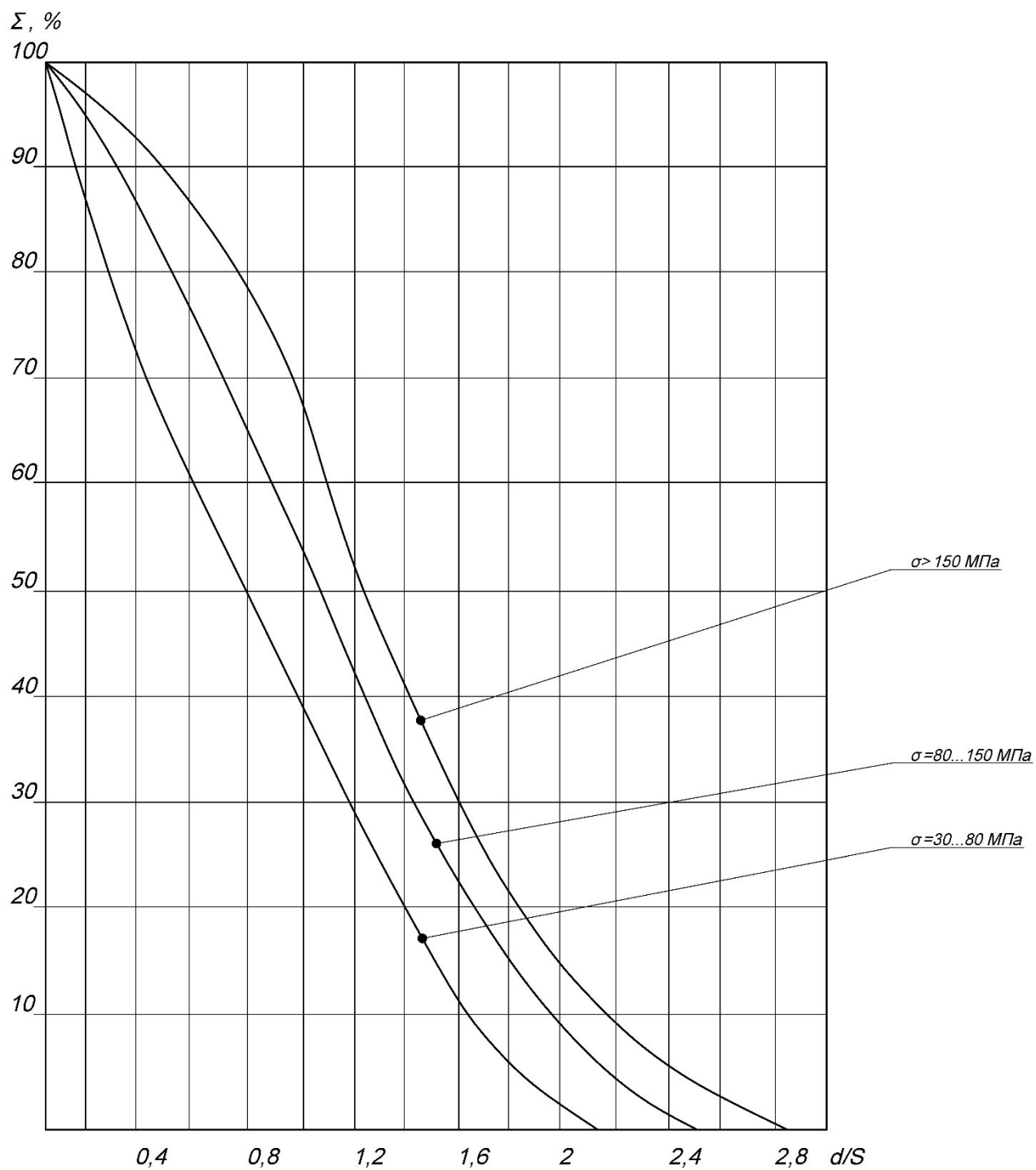


Рис. 3. Графіки гранулометричного складу продуктів дроблення конусних дробарок мілкого дроблення

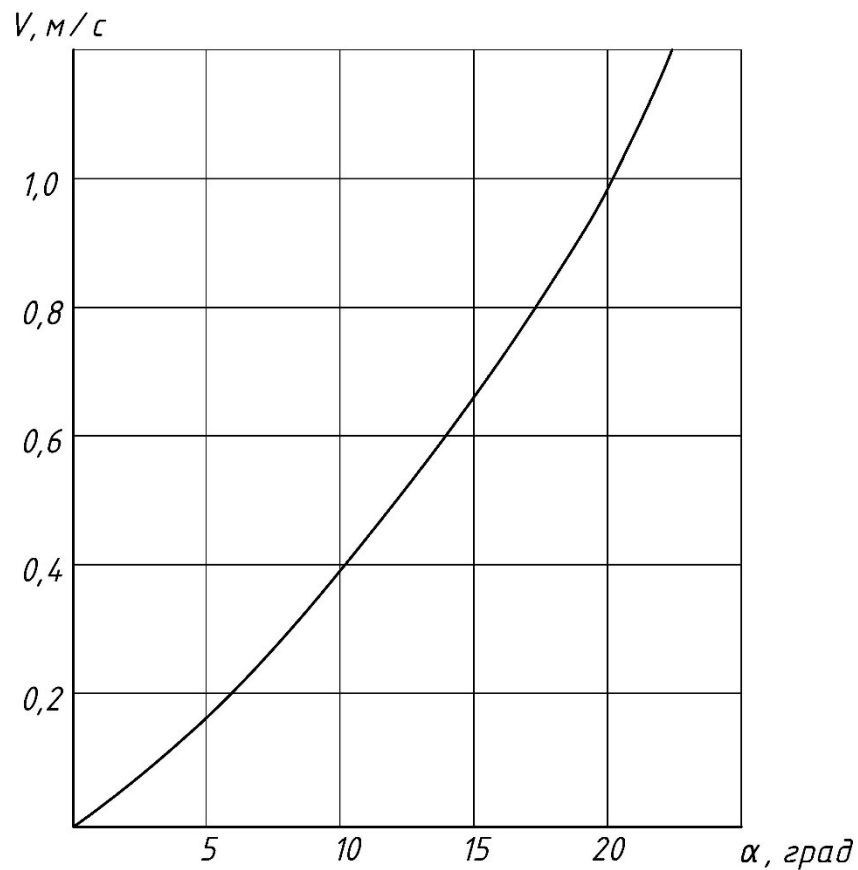


Рис.4. Залежність швидкості переміщення матеріалу по колосниковому грохоту від кута нахилу сита

Таблиця 8

Числові значення питомої продуктивності сита q і коефіцієнтів k_1, k_2, k_3

Розмір квадратного отвору сита, мм	$q, \text{м}^3/\text{м}^2\text{год}$	Кут нахилу сита, град	k_1	Вміст у вихідному матеріалі зерен нижнього класу, %	k_2	Вміст у нижньому класі зерен, розміри яких менші за половину отвору сита, %	k_3
5	12	0	1,0	10	0,58	10	0,63
7	16	9	0,45	20	0,66	20	0,72
10	23	10	0,5	30	0,76	30	0,82
14	32	11	0,56	40	0,84	40	0,91
16	37	12	0,61	50	0,92	50	1
18	40	13	0,67	60	1	60	1,09
20	43	14	0,73	70	1,08	70	1,18
25	46	15	0,8	80	1,17	80	1,28
35	56	16	0,86	90	1,25	90	1,37
37	60	17	0,92				
40	62	18	1,0				
42	64	19	1,08				
60	80	20	1,18				
70	82	21	1,28				
80	84	22	1,37				

Таблиця 9

Значення коефіцієнта m , який враховує форму зерен матеріалу і тип поверхні грохота

Віброгрохот	Гравій	Щебінь
Горизонтальний	0,8	0,65
Похилий	0,6	0,5

Таблиця 10

Технічні характеристики лоткових живильників METSO серії PF

Модель живильника	Параметри				
	Найбільший розмір матеріалу, що надходить на сортування, мм	Розміри сит(ШхД), мм	Площа поверхні подачі, м ²	Продуктивність, т/год	Потужність привідного двигуна, кВт
525	900	1300x2500	3,25	500	11
561	900	1300x6100	7,9	600	15
635	1000	1600x3500	5,6	750	15
661	1200	1600x6100	9,76	1000	30

Таблиця 11

Технічні характеристики колосникових грохотів-живильників METSO серії VF

Модель грохота	Параметри					
	Найбільший розмір матеріалу, що надходить на сортування, мм	Розміри сит(ШхД), мм	Площа поверхні просіювання, м ²	Продуктивність, т/год	Максимальна відстань між колосниками, мм	Потужність привідного двигуна, кВт
544-2V	700	1300x4900	3,12	600	130	15
561-2V	900	1300x6100	3,9	750	130	30
661-2V	1200	1600x6100	4,08	1000	150	30
866-2V	1500	2000x6600	5	1800	186	55

Таблиця 12

Технічні характеристики грохотів похилих METSO серії CVB з кутом
нахилу сит 12-22 градуси

Модель грохота	Параметри						
	Найбільший розмір матеріалу, що надходить на сортування, мм	Розміри сит (ШхД), мм	Площа поверхні просіювання, м ²	Кіль- кість сит	Максимальний розмір отвору верхнього сита, мм	Маса машини, кг	Потужність привідного двигуна, кВт
101	250	1565x3660	5,7	1	75	4800	15
101P	400	1565x3660	5,7	1	200	4800	15
201	250	1870x4880	9,1	1	75	7800	15
201P	400	1870x4880	9,1	1	200	7800	15
301	250	1870x6100	11,4	1	75	7800	15
301P	400	1870x6100	11,4	1	200	7800	15
401	250	2480x6100	15,1	1	75	11700	15
401P	400	2480x6100	15,1	1	200	11700	22
501	250	2480x7310	18,2	1	75	15000	30
501P	400	2480x7310	18,2	1	200	15000	30
601	250	3090x7310	22,6	1	75	19000	44
102	250	1565x3660	5,7	2	75	4800	15
102P	400	1565x3660	5,7	2	200	4800	15
202	250	1870x4880	9,1	2	75	7800	15
202P	400	1870x4880	9,1	2	200	7800	15
302	250	1870x6100	11,4	2	75	7800	22
302P	400	1870x6100	11,4	2	200	7800	22
402	250	2480x6100	15,1	2	75	11700	30
402P	400	2480x6100	15,1	2	200	11700	30
502	250	2480x7310	18,2	2	75	16000	30
502P	400	2480x7310	18,2	2	200	16000	30
602	250	3090x7310	22,6	2	75	21000	44
103	250	1565x3660	5,7	3	75	6000	15
103P	400	1565x3660	5,7	3	200	6000	15
203	250	1870x4880	9,1	3	75	10800	22
203P	400	1870x4880	9,1	3	200	10800	22
303	250	1870x6100	11,4	3	75	11900	22
303P	400	1870x6100	11,4	3	200	11900	22
403	250	2480x6100	15,1	3	75	17000	30
403P	400	2480x6100	15,1	3	200	17000	30
503	250	2480x7310	18,2	3	75	22500	44
503P	400	2480x7310	18,2	3	200	22500	44
603	250	3090x7310	22,6	3	75	23000	60
104	250	1565x3660	5,7	4	75	7000	15
204	250	1870x4880	9,1	4	75	12280	22
304	250	1870x6100	11,4	4	75	14000	30
404	250	2480x6100	15,1	4	75	21000	30

Таблиця 13

Технічні характеристики грохотів горизонтальних METSO серії ES

Модель грохота	Параметри						
	Найбільший розмір матеріалу, що надходить на сортування, мм	Розміри сит(ШхД), мм	Площа поверхні просіювання, м ²	Кількість сит	Максимальний розмір отвору верхнього сита, мм	Маса машини, кг	Потужність привідного двигуна, кВт
202	250	1870x4900	9,2	2	75	9500	30
302	250	1870x6100	11,4	2	75	9500	37
402	250	2480x6100	15,1	2	75	12360	52
502	250	2480x7320	18,2	2	75	15500	52
203	250	1870x4900	9,2	3	75	10500	37
303	250	1870x6100	11,4	3	75	11500	37
403	250	2480x6100	15,1	3	75	16500	52
503	250	2480x7320	18,2	3	75	22500	77

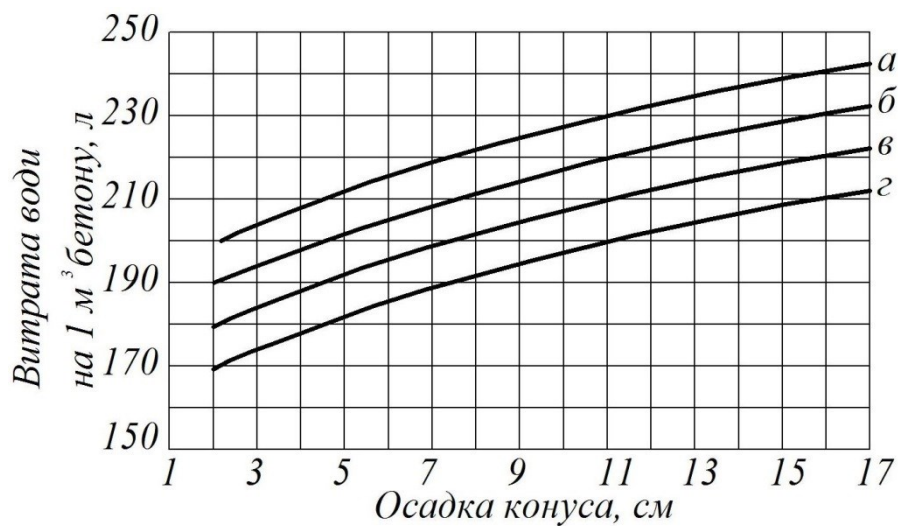


Рис. 5. Графік залежності рухливості бетонної суміші від витрати води:
а — для бетону на заповнювачі з найбільшою крупністю: а — 10 мм, б — 20 мм,
в — 40 мм, г — 80 мм

Таблиця 14

Коефіцієнт розсування зерен

Витрата цементу на 1 м ³ , кг	Водоцементне відношення, В/Ц				
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	1,26	1,32	1,38
300	-	1,3	1,36	1,42	-
350	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,4	1,46	-	-	-

Таблиця 15

Технічні характеристики дозаторів

Параметри	Для змішувачів з об'ємом готового замісу								
	500/750 л							800...1500 л	
	6.004. АД-500- БП	6.012. АД – 500 – 2БП	6.008.АД – 500 – БЩ	6.013. АД – 800 – 2 БЩ	6.027. АД – 800 – 2 БК	6.006. АД – 200 – 2БЖ	6.010.АД – 400 – 2 БЦ	6.000.АД-800-БП	6.003.АД-1600-2БП
Матеріал, що дозується									
I фракція:	Пісок	Пісок	Щебінь, гравій	Щебінь, гравій	Керамзит	Вода, рідкі добавки	Цемент	Пісок	Пісок
крупність, мм	0,14...5	0,14...5	до 120	до 120	до 40	-	-	0,14...5	0,14...5
вологість, %	4	4	-	-	-	-	-	4	4
щільність, кг/м³	1300...1600	1300...1600	1300...1600	1300...1600	350...800	1000	850...1350	1300...1600	1300...1600
II фракція:	-	Пісок	-	Щебінь	Пісок	Вода, рідкі добавки	Цемент	-	Пісок
крупність, мм	-	0,14...5	-	до 120	0,14...5	-	-	-	0,14...5
вологість, %	-	4	-	-	4	-	-	-	-
щільність, кг/м³	-	1300...1600	-	1300...1600	1300...1600	1000	850...1350	-	1300...1600
Межі дозування, кг:									
найбільша	500	500	500	800	800	200	400	800	1600
найменша	100	100	100	200	200	40	80	200	400
Тривалість дозування, не більше, с	30	45	30	45	45	30	45	30	45
Ціна поділки шкали циферблату, кг	1	1	1	2	2	0,5	1	2	5
Місткість вантажо-приймального пристрою, не менше, м³	0,58	0,81	0,58	0,81	0,81	0,3	0,75	0,78	1,27
Клас точності	2	2	2	2	2	1	1	2	2
Тиск у пневммережі, МПа	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Витрати повітря(по всмоктуванню) не більше, м³/год	6	7	6	7	6	1	4	6	7
Маса, кг	500	640	500	670	1045	475	1575	555	770

Таблиця 16

Найменша тривалість змішування для різних типів змішувачів, с

Об'єм готового замісу, л	У гравітаційних змішувачах при осаджуванні конуса, см		У змішувачах примусової дії
	3...8	більше 8	
500 і менше	75	60	50
Більше 500	120	90	50

Таблиця 17

Технічні характеристики гравітаційних змішувачів циклічної дії

Показники	Гравітаційні з грушовидним барабаном							Гравітаційні з двохконусним барабаном		
	СБ-101А	СБ-116А	СБ-30В	СБ-16В	СБ-91А	СБ-108	СБ-153А	СБ-10В	СБ-3	СБ-103
Об'єм готового замісу, л	65	65	165	330	500	800	1000	800	1600	2000
Об'єм по завантаженню, л	100	100	250	500	750	1200	1500	1200	2400	3000
Найбільша крупність наповнювачів, мм	40	40	70	70	120	120	120	120	120	120
Потужність двигуна, кВт	0,75	1,25	4,1	4	4	13	13	13	25	22
Маса, кг	160	180	750	1900	1220	2000	3000	2000	4500	6300
Годинна продуктивність P_B , м ³ /год										
Кількість машин цеху N_B , шт										

Таблиця 18

Технічні характеристики роторних змішувачів циклічної дії

Показники	СБ-142	СБ-133	СБ-80А	СБ-169А	СБ-35	СБ-146А	СБ-138	СБ-93
Об'єм готового замісу, л	33	65	165	250	330	500	1000	1000
Об'єм по завантаженню, л	50	100	250	375	500	750	1500	1500
Найбільша крупність наповнювачів, мм	40	40	40	70	70	70	70	70
Потужність двигуна, кВт	2,2	4	5,5	7	13	22	40	40
Маса, кг	265	380	1170	1970	2000	2750	4700	3900
Годинна продуктивність P_B , м ³ /год								
Кількість машин цеху N_B , шт								

Таблиця 19

Переважний ряд швидкостей стрічки конвеєрів

Швидкість руху стрічки, м/с										
0,25	0,315	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6	2,0	3,15

Таблиця 20

Поправковий коефіцієнт C , що враховує зміну кута при основі матеріалу в залежності від кута нахилу конвеєра

Кут нахилу конвеєра β , град	0...10°	10...15°	15...20°	>20°
Значення коефіцієнта C	1	0,95	0,9	0,85

Таблиця 21

Характеристика насипних вантажів

Вантаж	Орієнтовна насипна щільність ρ_n , т/м ³	Кут природного укосу, град	Середній коефіцієнт тертя у стані спокою	
			Об сталь	Об гуму
Антрацит сухий, дрібний, грудковий	0,8 ...0,95	45	0,84	-
Агломерат залізної руди	1,7...2,0	45	0,8...1,0	-
Глина суха, дрібногрудкова	1,0...1,5	50	0,75	-
Гравій	1,6...1,9	30...45	0,8	-
Земля ґрунтова суха	1,2	30...45	0,8	-
Вапняк дрібногрудковий	1,2...1,5	40...45	0,56	-
Пісок сухий	1,10...1,65	30...35	0,32...0,7	0,46
Цемент сухий	1,0...1,3	40	0,3...0,65	0,64
Щебінь сухий	1,8	35...45	0,47...0,53	0,60
Вугілля кам'яне	0,65...0,8	30...45	0,42	0,57
Пісок вологий	1,15...1,7	-	0,52...0,81	0,56
Глинозем	1,02...1,05	-	0,4...0,54	0,46...0,48

Таблиця 22

Шкала для оцінки абразивності насипного вантажу

Клас абразивності	Категорія абразивності	Показник абразивності, г/т	Матеріал
Неабразивні	0	1	Тальк, аргіліт, чисте кам'яне вугілля
Мало-абразивні	I	1-2	Вапняк, мармур, алевроліт, аргіліт, кам'яне вугілля, мілко зернистий піщаник
	II	2-4	
	III	4-8	
Середньо-абразивні	IV	8-16	Вапняк середньої абразивності, піщаник, сидерит
	V	16-32	
	VI	32-65	
Високо-абразивні	VII	65-130	Граніт, базальт, кварцит, гравій з вивержених порід, вапняк високої абразивності
	VIII	130-250	
	IX	250-500	
Дуже високо-абразивні	X	>500	Роговик, залізні руди, шлак з печей

Таблиця 23

Номінальні ширини і допуски конвеєрних стрічок з розімкненими кінцями

Номінальна ширина, мм	Допуск, мм
300	±5
400	±5
500	±5
600	±6
650	±6,5
800	±8
1000	±10
1200	±12
1400	±14
1600	±16
1800	±18
2000	±20
2200	±22
2400	±24
2600	±26
2800	±28
3000	±30
3200	±32

Таблиця 24

Орієнтовні значення швидкостей руху конвеєрних стрічок для різних видів насипного вантажу

Вид насипного вантажу	Швидкість стрічки, м/с, при її ширині, мм				
	400	500...650	800...1000	1200...1600	1800...2000 (2500)
Неабразивний або малоабразивний (вугілля, сіль, пісок, торф, тощо)	1,0...1,6	1,25...2,0	1,6...3,5	2,5...4,0	5,0...6,0
Абразивний дрібно- і середньокусковий розміром до 160 мм (гравій, руда, камінь, тощо)	1,0...1,25	1,0...1,6	1,6...2,0	2,0...3,15	3,15...4,0
Абразивний великокусовий розміром понад 160 мм (порода, руда, камінь, тощо)	-	1,0...1,6	1,0...1,6	1,6...2,0	2,0...3,15
Крихий (кокс, вугілля сортоване, деревне вугілля, тощо)	1,0...1,25	1,0...1,6	1,25...1,6	1,6...2,0	-
Пилоподібний (цемент, апатит, тощо)	-	0,8...1,25	0,8...1,25	-	-

Таблиця 25

Значення коефіцієнта зчеплення стрічки з ведучим барабаном f_i тягового фактора e^{fa}

Барабан	Вологість атмосфери	Коефіцієнт f	e^{fa} при куті обхвату, град/рад							
			180/3,14	210/3,66	240/4,19	300/5,24	360/6,28	400/7,0	450/7,85	480/8,38
Чавунний або сталевий	Дуже волога	0,10	1,37	1,44	1,52	1,69	1,87	2,02	2,19	2,32
З дерев'яною або гумовою футерівкою		0,15	1,6	1,75	1,87	2,19	2,57	2,87	3,25	3,51
Чавунний або сталевий	Волога	0,2	1,87	2,08	2,31	2,85	3,51	4,04	4,84	5,34
З дерев'яною або гумовою футерівкою		0,25	2,18	2,49	2,83	3,7	4,81	5,75	7,05	8,17
Чавунний або сталевий	Суха	0,3	2,56	3	3,51	4,81	6,58	8,17	10,5	12,35
З дерев'яною або гумовою футерівкою		0,35	3	3,61	4,33	6,27	9,02	11,62	15,6	18,78
З гумовою футерівкою		0,4	3,51	4,33	5,34	8,12	12,35	16,41	23	28,51

Таблиця 26

Орієнтовні значення відстані між роликоопорами робочої гілки конвеєра l_p

ρ_n , т/м ³	l_p , м, при ширині стрічки, мм							
	400	500	650	800	1000	1200	1400...1600	1800...2000
<1	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1
$1...2$	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1
>2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	0,9

Таблиця 27

Маса обертових частин конвеєрних роликоопор

Ширина стрічки, мм	Жолобчаста роликоопора				Пряма роликоопора	
	у нормальному виконанні		у важкому виконанні		Діаметр ролика, мм	m _{пр} , кг
	Діаметр ролика, мм	m _{жр} , кг	Діаметр ролика, мм	m _{жр} , кг		
400	102	10	-	-	102	6
500	102	11,5	-	-	102	7,5
650	102	12,5	-	-	102	10,5
800	127	22	159	45	127	19
1000	127	25	159	50	127	21,5
1200	127	29	159	57	127	26
1400	159	50	194	108	159	40
1600	-	-	194	116	-	-
2000	-	-	219	190	-	-

Таблиця 28

Рекомендована кількість роликів в роlikоопорах

Ширина стрічки, мм	В роlikоопорі гілки	
	робочої	неробочої
300...500	2 або 3	1
650	3	
800...1600	3	1 або 2
2000...3000	3 або 5	

Таблиця 29

Коефіцієнт опору руху стрічки w

Умови роботи конвеєра	Значення w для роlikоопор	
	прямих	жолобчастих
У чистому сухому приміщенні без пилу	0,018	0,02
В опалюваному приміщенні з нормальною вологістю повітря за наявності невеликої кількості абразивного пилу	0,022	0,025
Пересувні та переносні конвеєри при належних умовах роботи	0,03	0,035
У неопалюваних приміщеннях з підвищеною вологістю або на відкритому повітрі за наявності невеликої кількості абразивного пилу	0,035	0,04

Таблиця 30

Орієнтовне значення запасу міцності n_m стрічок конвеєрів

Основа стрічки	Значення n_m для конвеєрів:	
	горизонтального	похилого
Бавовняний бейлінг	10	11...12
Синтетична тканина	10	10
Сталевий трос	8	9

Таблиця 31

Характеристика основи стрічок із різних матеріалів

Характеристика прокладки	Границя міцності прокладки σ_p , Н/мм	a_1	Рекомендований діаметр привідного барабана D_b , мм
Бавовняний бейлінг			
Бейлінг марки Б-820	55	125-160	-
Бейлінг ОПБ	113	150...160	-
Уточно-шнурова тканина	115	170-180	-
Синтетичні тканини			
Стрічка з прокладками із синтетичної тканини №1	147	160...170	-
Стрічка з прокладками із синтетичної тканини №2	196	180...200	-
Стрічка з прокладками із синтетичної тканини №3	294	220...240	-
Сталевий трос			
	Границя міцності на ширину стрічки σ_p , Н/мм		
РТЛ-1500	1470	-	1000
РТЛ-2500	2452	-	1250
РТЛ-3150	3090	-	1250(1400)
РТЛ-3500	3433	-	1600(1400)

Таблиця 32

Значення коефіцієнта k у залежності від кута обхвату стрічкою
відхильного барабана конвеєра

Кут обхвату стрічкою відхильючого барабана, град	k
<90	1,03
90	1,04
180	1,05

Таблиця 33

Ширина стрічки і діаметри барабанів, мм

Ширина стрічки, мм	Діаметр привідних барабанів, мм	Діаметри непривідних барабанів, мм				Ширина стрічки, мм	Діаметр привідних барабанів, мм	Діаметри непривідних барабанів, мм			
		Натяжних	Кінцевих	Оборотних	Відхильних			Натяжних	Кінцевих	Оборотних	Відхильних
400	250	200	-	-	Ролик	1200	630	500	500	400	320
	400	320	-	250	250		800	630	630	500	400
500	250	200	-	-	Ролик		1000	800	800	630	500
	400	320	-	250	250		1250	1000	1000	800	630
	500	400	400	320	250		1600	1250	1250	1000	800
650	250	200	-	-	Ролик	1400	800	630	630	500	400
	400	320	-	250	250		1000	800	800	630	500
	500	400	400	320	250		1250	1000	1000	800	630
	630	500	500	400	320		1600	1250	1250	1000	800
800	400	320	-	250	Ролик	1600	630	500	500	400	320
	500	400	400	320	250		800	630	630	500	400
	630	500	500	400	320		1000	800	800	630	500
	800	630	630	500	400		1250	1000	1000	800	630
	1000	800	800	630	500		1600	1250	1250	1000	800
1000	500	400	400	320	Ролик	2000	630	500	500	400	320
	630	500	500	400	320		800	630	630	500	400
	800	630	630	500	400		1000	800	800	630	500
	1000	800	800	630	500		1250	1000	1000	800	630
	1250	1000	1000	800	630	-	-	-	-	-	-

Технічні дані електродвигунів серії 4А

Типорозмір двигуна	Момент інерції ротора двигуна, кг·м ²	Потужність, кВт	Типорозмір двигуна	Момент інерції ротора двигуна, кг·м ²	Потужність, кВт	Типорозмір двигуна	Момент інерції ротора двигуна, кг·м ²	Потужність, кВт
Синхронна частота обертання 3000 об/хв								
4AA50A2Y3	0,000025	0,09	4A90L2Y3	0,0035	3	4A200L2Y3	0,17	45
4AA50B2Y3	0,000028	0,12	4A100S2Y3	0,0059	4	4A225M2Y3	0,25	55
4AA56A2Y3	0,00042	0,18	4A100L2Y3	0,0075	5,5	4A250S2Y3	0,47	75
4AA56B2Y3	0,00047	0,25	4A112M2Y3	0,01	7,5	4A250M2Y3	0,52	90
4A63A2Y3	0,00076	0,37	4A132M2Y3	0,023	11	4A280S2Y3	1,1	110
4A63B2Y3	0,0009	0,55	4A160S2Y3	0,048	15	4A280M2Y3	1,2	132
4A71A2Y3	0,00097	0,75	4A160M2Y3	0,053	18,5	4A315S2Y3	1,4	160
4A71B2Y3	0,0011	1,1	4A180S2Y3	0,07	22	4A315M2Y3	1,6	200
4A80A2Y3	0,0018	1,5	4A180M2Y3	0,085	30	4A355S2Y3	2,9	250
4A80B2Y3	0,0021	2,2	4A200M2Y3	0,15	37	4A355M2Y3	3,2	315
Синхронна частота обертання 1500 об/хв								
4AA50A4Y3	0,000029	0,06	4A100S4Y3	0,0087	3	4A200L4Y3	0,45	45
4AA56A4Y3	0,0007	0,12	4A100L4Y3	0,011	4	4A225M4Y3	0,64	55
4AA56B4Y3	0,00079	0,18	4A112M4Y3	0,017	5,5	4A250S4Y3	1	75
4AA63A4Y3	0,0012	0,25	4A132S4Y3	0,028	7,5	4A250M4Y3	1,2	90
4AA63B4Y3	0,0014	0,37	4A132M4Y3	0,04	11	4A280S4Y3	2,3	110
4A71A4Y3	0,0023	0,55	4A160S4Y3	0,1	15	4A280M4Y3	2,5	132
4A71B4Y3	0,0024	0,75	4A160M4Y3	0,13	18,5	4A315S4Y3	3,1	160
4A80A4Y3	0,0032	1,1	4A180S4Y3	0,19	22	4A315M4Y3	3,6	200
4A80B4Y3	0,0033	1,5	4A180M4Y3	0,23	30	4A355S4Y3	6	250
4A90L4Y3	0,0056	2,2	4A200M4Y3	0,37	37	4A355M4Y3	7	315
Синхронна частота обертання 1000 об/хв								
4AA63A6Y3	0,0018	0,18	4A112MB6Y3	0,021	4	4A250S6Y3	1,2	45
4AA63B6Y3	0,0022	0,25	4A132S6Y3	0,04	5,5	4A250M6Y3	1,3	55
4A71A6Y3	0,0027	0,37	4A132M6Y3	0,058	7,5	4A280S6Y3	2,9	75

4A71B6Y3	0,003	0,55	4A160S6Y3	0,14	11	4A280M6Y3	3,4	90
4A80A6Y3	0,0031	0,75	4A160M6Y3	0,18	15	4A315S6Y3	4,0	110
4A80B6Y3	0,0046	1,1	4A180M6Y3	0,22	18,5	4A315M6Y3	4,5	132
4A90L6Y3	0,0073	1,5	4A200M6Y3	0,4	22	4A355S6Y3	7,3	160
4A100L6Y3	0,013	2,2	4A200L6Y3	0,45	30	4A355M6Y3	8,8	200
4A112MA6Y3	0,017	3	4A225M6Y3	0,74	37			
Синхронна частота обертання 750 об/хв								
4A71B8Y3	0,0019	0,25	4A132S8Y3	0,042	4	4A250S8Y3	1,2	37
4A80A8Y3	0,0034	0,37	4A132M8Y3	0,057	5,5	4A250M8Y3	1,4	45
4A80B8Y3	0,0041	0,55	4A160S8Y3	0,14	7,5	4A280S8Y3	3,2	55
4A90LA8Y3	0,0067	0,75	4A160M8Y3	0,18	11	4A280M8Y3	4,1	75
4A90LB8Y3	0,0086	1,1	4A180M8Y3	0,25	15	4A315S8Y3	4,9	90
4A100L8Y3	0,013	1,5	4A200M8Y3	0,4	18,5	4A315M8Y3	5,8	110
4A112MA8Y3	0,017	2,2	4A200L8Y3	0,45	22	4A355S8Y3	9	132
4A112MB8Y3	0,025	3	4A225M8Y3	0,74	30	4A355M8Y3	10	160

Навчально-методичне видання

МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Методичні вказівки

до виконання курсової роботи
для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти спеціальності
G1 «Хімічні технології та інженерія»

Укладачі: **Клименко** Микола Олександрович.
Дьяченко Олександр Сергійович

Комп'ютерне верстання *А. П. Селівестрової*

Ум. друк. арк. 3,02. Обл.-вид. арк. 3,25
Електронний документ. Вид № 59/V-26.

Виконавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури
Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002