

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання практичних робіт
із навчальної дисципліни

«ВСТУП ДО ФАХУ»

(Частина 1)

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Вступ до фаху» (Частина 1) (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. А. І. Аніщенко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 51 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. А. І. Аніщенко

Рецензент

М. М. Нестеренко, кандидат технічних наук, доцент кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Рекомендовано кафедрою автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих технологій, протокол № 7 від 20.12.2024

Методичні рекомендації призначені для здобувачів спеціальності 133 – Галузеве машинобудування. Зазначено вимоги щодо оформлення завдань, засоби та послідовність їх виконання, список рекомендованих джерел, наведено приклади оформлення робіт.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практична вправа № 1 Типові деталі та вузли машин.....	5
Практична вправа № 2 Механічні передачі.....	8
Практична вправа № 3 Електромеханічний привод.....	14
Практична вправа № 4 Таль.....	16
Практична вправа № 5 Обладнання для дозування матеріалів. Вагові дозатори.....	21
Практична вправа № 6 Змішувач.....	26
Практична вправа № 7 Шнековий стрічковий прес.....	30
Практична вправа № 8 Прес механічний коліноважільний.....	32
Практична вправа № 9 Обладнання для випалу матеріалу.....	35
Список рекомендованих джерел.....	50

ВСТУП

Мета практичних завдань – ознайомлення та розширення теоретичних знань, отриманих під час вивчення навчальної дисципліни «Вступ до фаху» на лекційних заняттях; придбання практичних навичок у сфері проєктування та розрахунків основних параметрів обладнання будівельної індустрії; розвиток творчих здібностей студентів під час розв’язання різних інженерних завдань.

В методичних рекомендаціях подано конструкції машин і принципи їх дії, вихідні параметри обладнання основних технологічних процесів: подрібнення, помелу, класифікації, дозування, змішування та випалу матеріалів; наведено методи розрахунку механічних передач. Під час опису конструкції та принципу дії агрегатів звертається увага на їхнє місце в технологічному процесі виробництва, на обґрунтованість вибору того чи іншого типу обладнання залежно від фізико-механічних характеристик матеріалу, що обробляється.

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 1

Типові деталі та вузли машин

Мета вправи: ознайомлення з типовими деталями та вузлами машин.

Деталь – це виріб, виготовлений з однорідного матеріалу без складальних операцій.

Складальна одиниця – це виріб, що складається з декількох деталей, з'єднаних і зібраних у єдине ціле.

Усі технічні вироби, зокрема й машини, створюються з одних і тих самих частин – деталей. У машині їх може налічуватися сотні, тисячі і навіть десятки тисяч одиниць. Але це тільки загальна кількість. Самих видів деталей відносно небагато. І в кожній машині вони повторюються.

Деталь – невелика частина машини, кожна з яких являє собою одне ціле і не може бути розібрана без руйнування на більш прості частини.

Деталь зазвичай виготовляють з однорідного матеріалу.

Виконання машин з деталей забезпечує рух частин машини між собою, а також дає змогу складати з окремих невеликих деталей великі машини, які неможливо виготовити як цілісну конструкцію. Також нерухомі та взаємно нерухомі частини машин виготовляють із окремих, з'єднаних між собою деталей. Це дає можливість застосовувати найбільш доцільні матеріали, відновлювати працездатність спрацьованих машин, замінюючи тільки прості й спрацьовані деталі, полегшує їх виготовлення, забезпечує можливість і зручність процесу складання машин.

Деталі поділяються на два основні види – **типові** і **спеціальні** деталі. На рисунках 1.1 та 1.2 наведено ескізи та схематичне зображення деталей та вузлів, що вивчаються.

До **типових** належать однакові деталі, які використовують в усіх чи в багатьох машинах, наприклад: гвинти, гайки, шайби тощо. Зазвичай їх виготовляють за стандартними розмірами. Також до типових належать деталі загального призначення, які відрізняються за конструкцією та розміром, але мають однакове призначення: вали, зубчасті колеса тощо.

До **спеціальних деталей** належать лише такі, що призначені тільки окремому виду обладнання, машині чи виробам конкретної моделі, марки або фірми. Наприклад, лапка до швейної машини – це спеціальна деталь.

Несучі та напрямні деталі, тобто такі, що підтримують інші частини машин та спрямовують їх рух у потрібному напрямку – станини, плити, рами тощо.

Деталі для передачі рухів – осі годинників і автомобілів, вали верстатів, зубчасті колеса редукторів і коробок передач, «зірочки» велосипедів.

Деталі для підтримання частин, що обертаються – зовнішні корпуси різноманітних машин: насосів, електродвигунів, коробок передач.

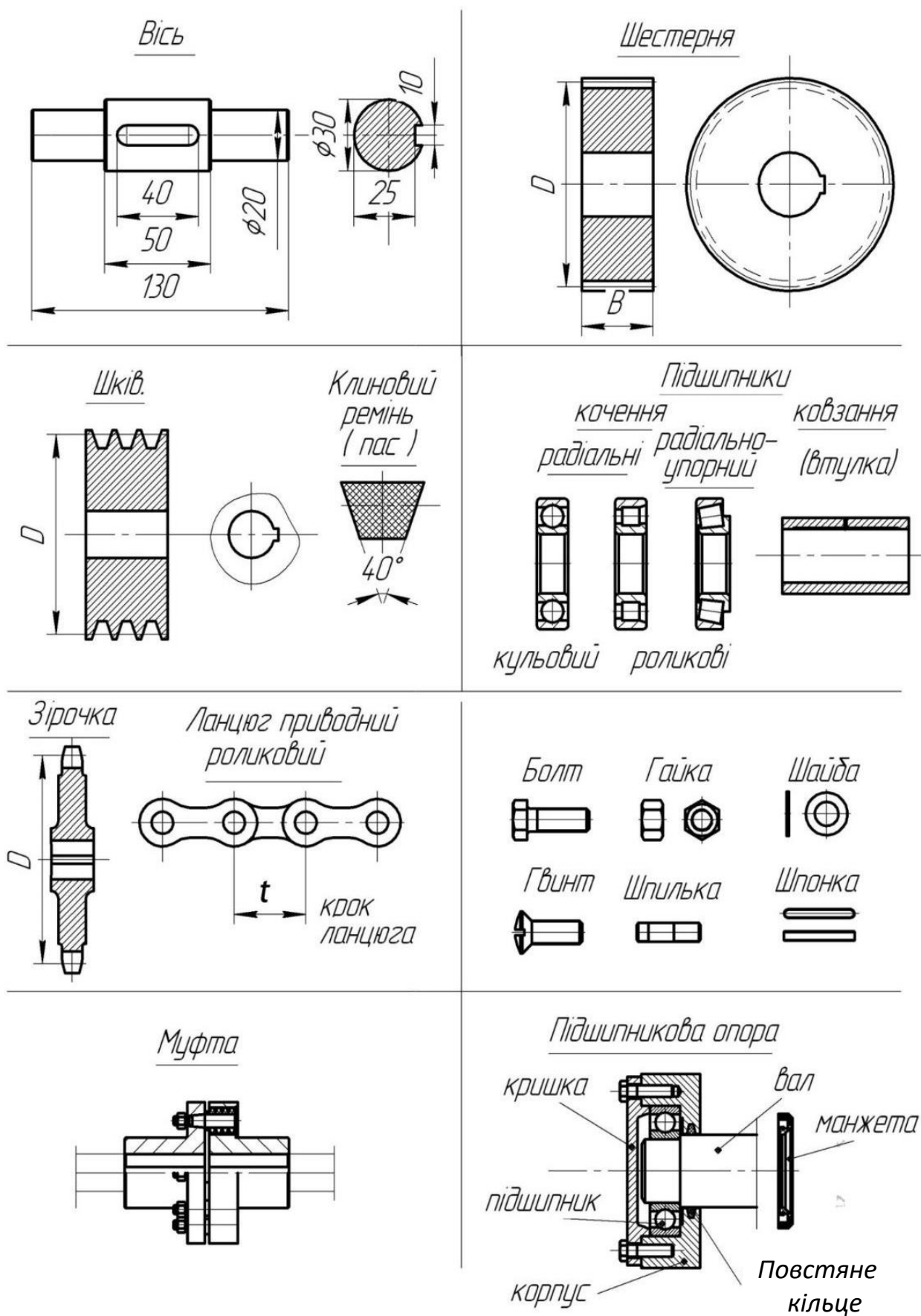


Рисунок 1.1 – Креслення типових деталей та вузлів машин



Рисунок 1.2 – Типові деталі та вузли машин

Деталі для забезпечення обертання оброблюваного матеріалу – вали дробарок, змішувачів тощо.

Пружні елементи – амортизатори велосипедів, мотоциклів, автомобілів, пружини в меблях, гумові пружні підставки в побутовій техніці.

Кріпильні елементи, що забезпечують з'єднання окремих деталей – гвинти, гайки тощо.

Колесо і вальниця – обов'язкові елементи механіки – в тому чи іншому вигляді відомі ще з давніх часів.

Контрольні запитання

1. Що таке деталь?
2. Скільки деталей може бути в сучасних машинах?
3. Яке призначення деталей?
4. Які деталі належать до типових, а які – до спеціальних?
5. Наведіть приклади основних груп типових деталей.

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 2

Механічні передачі

Мета вправи: ознайомлення з типовими механічними передачами.

Передача – це пристрій, що призначений для передавання механічної енергії на відстань, зазвичай з перетворенням швидкостей і моментів, а іноді із перетворенням видів закону руху. У автомашинах, тракторах та інших самохідних машинах такі пристрої чи їх сукупність називаються трансмісією.

У практиці машинобудування застосовуються такі різновиди передач: механічні, гідравлічні, пневматичні, електричні та комбіновані. Найширше використовуються в будівельних машинах механічні передачі. За принципом дії їх можна поділити на три групи: передачі тертям (фрикційні, пасові); передачі зачепленням (зубчасті, черв'ячні, ланцюгові) та канатні передачі. Ланки, що передають енергію, називаються провідними, а ті, що сприймають її – веденими (рис. 2.1). Основні параметри передач: коефіцієнт корисної дії (ККД) η , передавальне відношення (число) u , потужність на валах P і крутний момент M .

Під час передавання потужності від провідної ланки до веденої відбуваються її витрати на тертя в рухомих частинах, тобто $P_1 > P_2$. Ці витрати характеризуються ККД, який визначається за допомогою виразу:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}.$$

Для багатоступеневої передачі, яка складається з кількох окремих, послідовно з'єднаних передач, загальний ККД визначається як добуток ККД окремих передач:

$$\eta_K = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n.$$

Відношення кутової швидкості ω_1 , або частоти обертання n провідної ланки до кутової швидкості ω_2 або частоти обертання n_2 веденої ланки називається передавальним відношенням:

$$u_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}.$$

Якщо передача багатоступенева, то її загальне передавальне відношення дорівнює добутку передавальних відношень окремих ступенів, тобто:

$$u_K = u_1 \cdot u_2 \cdot \dots \cdot u_n.$$

У техніці часто використовується термін «передавальне число» – це відношення кількості зубців великого колеса z_2 до кількості зубців меншого колеса z_1 . Його позначають тією ж буквою u , але без індексу:

$$u = \frac{z_2}{z_1}.$$

Фрикційні передачі – це передачі тертям, де обертальний момент від одного вала до іншого передається за допомогою двох притиснутих один до одного котків. Застосовуються переважно для передач потужністю до 20 кВт.

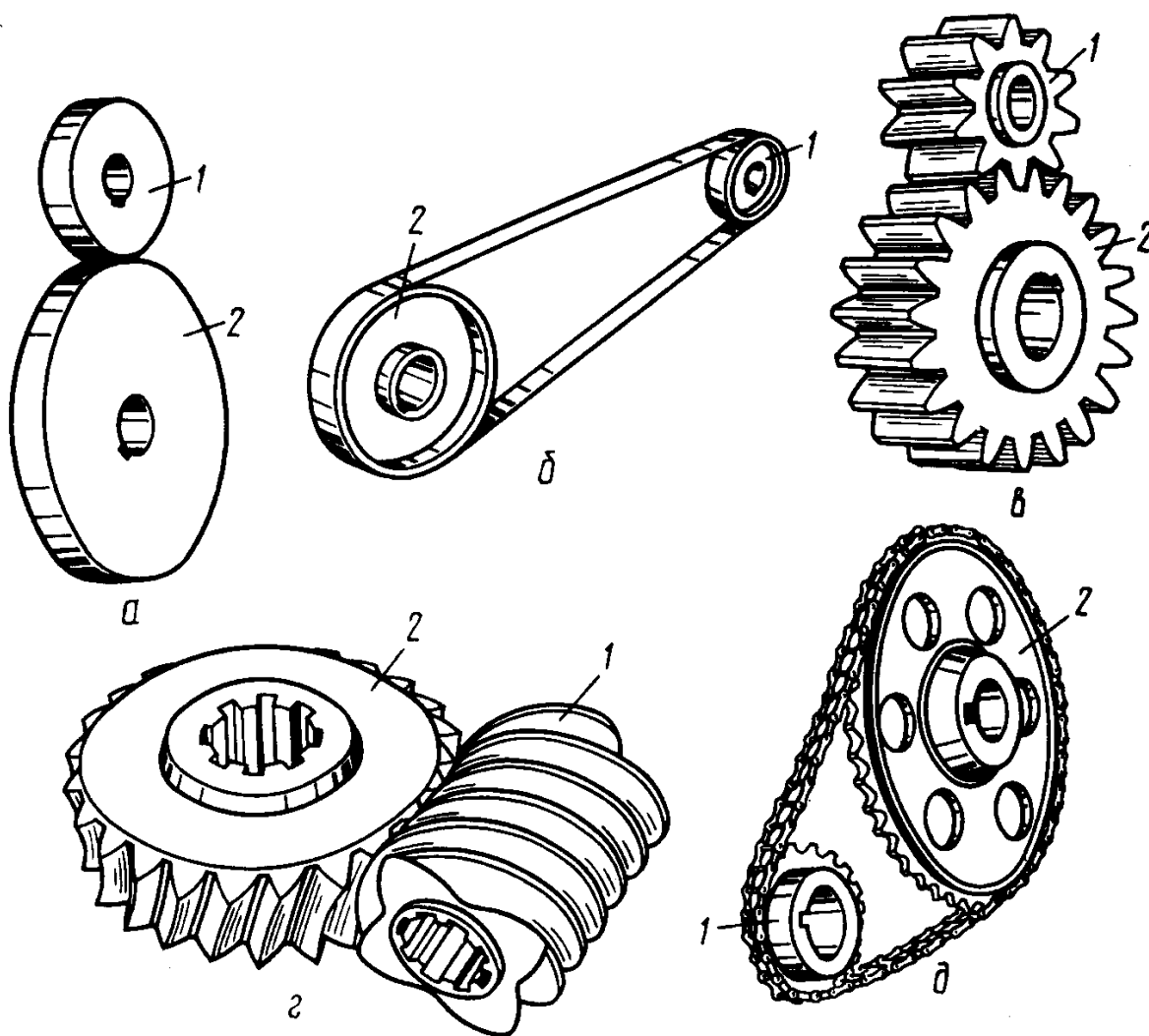


Рисунок 2.1 – Механічні передачі:
а – фрикційна; б – пасова; в – зубчаста; г – черв'ячна; д – ланцюгова;
1, 2 – ведуча та ведена ланки

Передавальне відношення фрикційної передачі з урахуванням ковзання:

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{d_2}{[d_1 \cdot (1-e)]}$$

де ω_1 і d_1 – кутова швидкість (рад/с) та діаметр ведучого котка (мм); ω_2 і d_2 – кутова швидкість (рад/с) та діаметр веденого котка (мм); e – коефіцієнт, що враховує ковзання, береться у межах 0,01–0,03.

Переваги фрикційних передач: простота виготовлення котків порівняно з зубчастими колесами, можливість плавного регулювання кутових швидкостей у заданих межах, безшумність роботи.

Основні недоліки: необхідність пристрою для притискання котків, великі навантаження на вали і вальниці, непостійність передавального відношення, порівняно невисокий ККД (0,80–0,92). Фрикційні передачі застосовуються у зубчастих фрикційних лебідках, бульдозерах, скреперах, екскаваторах із канатно-блоковою системою керування.

Пасові передачі – це передачі із гнучким зв'язком і застосовуються за необхідності передачі руху на значну відстань (до 12–15 м). Їх використовують за потужності до кількох кіловат. У них обертальний момент (рис. 2.2, а) від ведучого валу передається за допомогою гнучкої стрічки 3 (паса), який охоплює шківів 1 і 2, що знаходяться на цих валах. В залежності від форми поперечного перерізу паса розрізняються: плоскостричкові (рис. 2.2, б), клинострічкові (рис. 2.2, в) та круглостричкові (рис. 2.2, г) передачі. Передавальне відношення пасових передач:

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{d_2}{[d_1 \cdot (1-e)]},$$

а без врахування ковзання:

$$u \approx \frac{d_2}{d_1},$$

де d_1 і d_2 – діаметри шківів, мм; e – коефіцієнт, що враховує ковзання, $e = 0,01–0,02$.

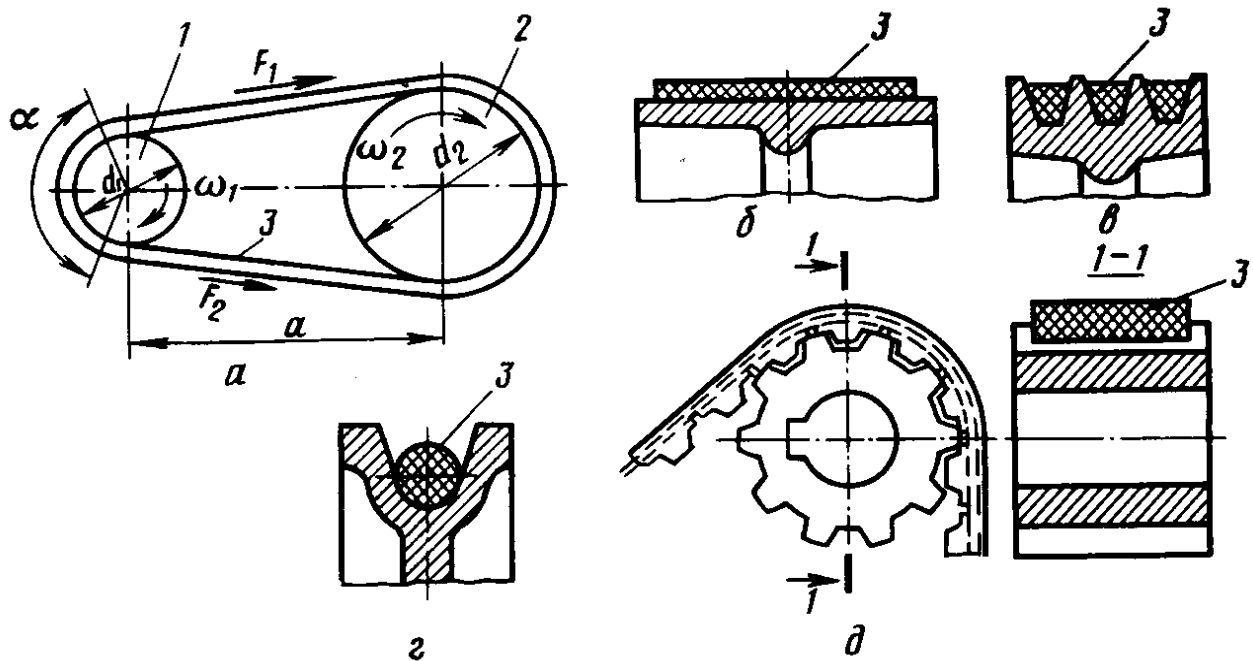


Рисунок 2.2 – Пасові передачі:

1, 2 – ведучий та ведений шківів; 3 – пас; а – міжосьова відстань;
 F_1, F_2 – зусилля у ведучих та ведених гілках; α – кут охоплення шківів

Переваги пасових передач: простота конструкції; порівняно невисока ціна; можливість передавати оберти на значні відстані та працювати з великими швидкостями; плавність роботи й невеликий шум; незначна чутливість до поштовхів, ударів, вібрацій, перевантажень.

Головні недоліки: невелика довговічність паса; непостійність передавального відношення; великі радіальні габарити під час передачі значних потужностей, підвищені навантаження на вали й опори внаслідок попереднього натягування пасів; чутливість до потрапляння на них мінеральних мастил;

неможливість застосування у вибухонебезпечних приміщеннях внаслідок електризації пасів.

Ланцюгові передачі використовують для передачі руху між паралельними валами, які розміщені на значній відстані один від одного (до 8 м). Їх використовують для потужності до 100 кВт. Обертальний момент у них від ведучого вала (рис. 2.3, а) до веденого передається за допомогою нескінченного ланцюга (2), який проходить повз ведучу (1) і ведену (3) зірочки, які розміщені на цих валах. Крім цих основних елементів більшість конструкцій ланцюгових передач мають натяжні та мастильні пристрої.

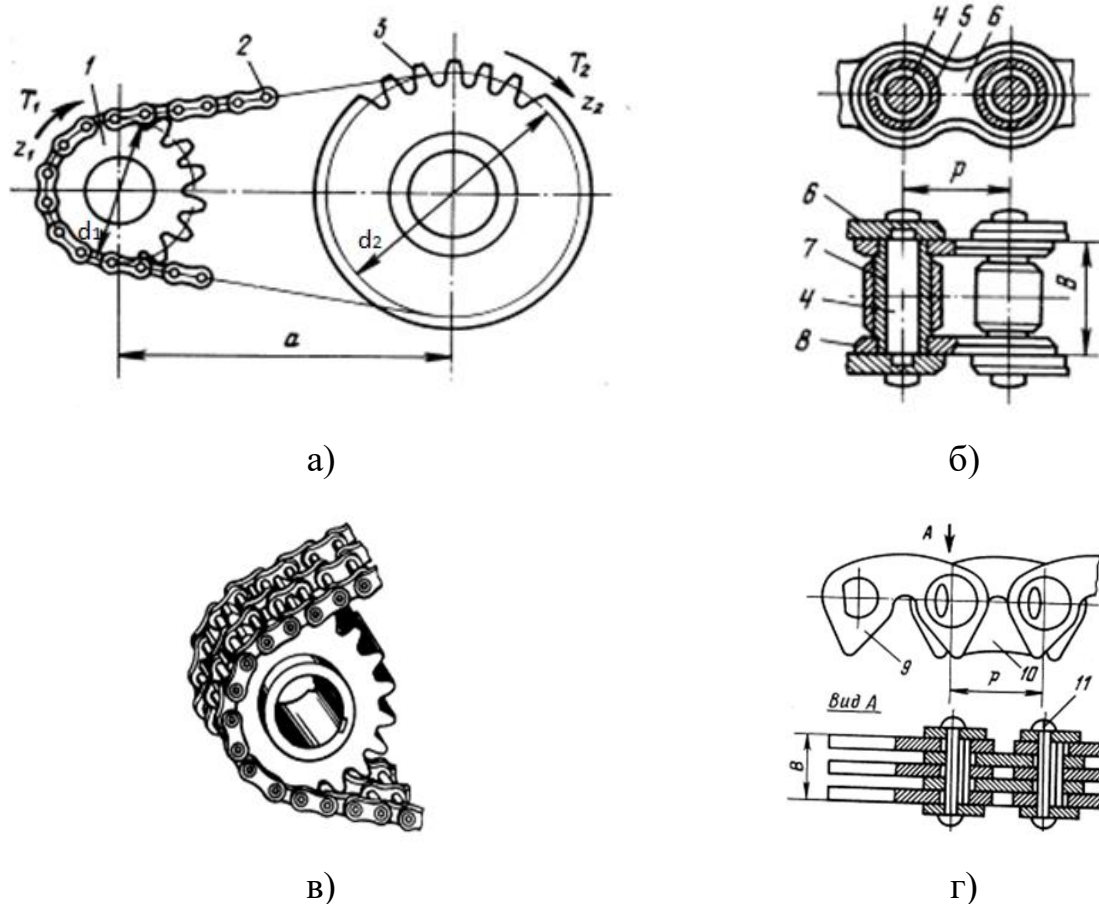


Рисунок 2.3 – Ланцюгові передачі:

1, 3 – ведуча та ведена зірочки; 2 – ланцюг; 4 – валик; 5 – ролик;
6, 8 – внутрішні і зовнішні ланки; 7 – втулка; 9 – пластина; 10 – напрямна
пластина; 11 – валик; T_1 , T_2 – обертальні моменти; d_1 , d_2 – середні діаметри;
 a – міжосьова відстань; B – ширина ланцюга

За конструкцією ланцюги бувають трьох видів: роликові, втулкові та зубчасті.

Передавальне відношення ланцюгових передач:

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1},$$

де z_2 і z_1 – кількість зубців веденої і провідної зірочок. Передавальне відношення ланцюгової передачі зазвичай не перевищує 5.

Переваги ланцюгових передач: порівняно з пасовими мають значно менші габарити й навантаження на вали; значно більший ККД (0,96–0,98); постійність передавального відношення; можливість передачі руху одним ланцюгом декільком зірочкам.

Головні **недоліки**: порівняно висока вартість ланцюгів; «витягування» ланцюгів (збільшення кроку ланцюга внаслідок спрацювання шарнірів) і, як наслідок, застосування натяжних пристроїв; підвищений шум під час роботи; необхідність високоякісного монтажу передачі та складність догляду за нею (змащування, регулювання); нерівномірність ходу.

Зубчасті передачі застосовуються для передачі руху з відповідною зміною його кутової швидкості та обертового моменту за значенням і напрямом. У сучасному машинобудуванні вони є найпоширенішими типами механічних передач. Їх використовують для передачі руху та обертового моменту в широкому діапазоні потужностей (до 300 МВт), колових швидкостей (до 300 м/с) та передавальних відношень (від десяти до декількох тисяч).

У зубчастих передачах рух передається за допомогою поєднання пари зубчастих коліс (рис. 2.4). Менше з зубчастих коліс (ведуче) називається шестернею, а більше (ведене) – зубчастим колесом. Термін «зубчасте колесо» належить як до шестерні, так і до колеса.

Головні **переваги**: постійність передавального відношення; компактність; довговічність, надійність у роботі; висока навантажувальна здатність; високий ККД (до 0,97–0,99 для однієї пари коліс); простота обслуговування; порівняно невеликі навантаження на вали і осі.

Основні **недоліки**: неможливість безступеневої зміни передавального відношення; високі вимоги до точності виготовлення і монтажу; можливість появи шуму, особливо за великих швидкостей; невеликі амортизаційні властивості; завалистість при значних відстанях між осями коліс; не вберігають машину від можливих небезпечних перевантажень.

Зубчасті колеса та передачі класифікуються за такими ознаками:

1. За взаємним розміщенням геометричних осей валів – осі валів паралельні (циліндричні: рис. 2.4, а, д); осі валів перетинаються (конічні: рис. 2.4, ж, л); осі валів перехрещуються (гіперболоїдні, гвинтові: рис. 2.4, е; гіпоїдні: рис. 2.4, л; черв'ячні, рис. 2.4, м).

2. За розміщенням зубів відносно твірної коліс – прямозубі (рис. 2.4, а, г, д, ж), косозубі (рис. 2.4, б, и), шевронні (рис. 2.4, в) та з криволінійним зубом (рис. 2.4, е, к, л).

3. За відносним розміщенням поверхонь вершин і впадин зубів коліс – із зовнішнім (рис. 2.4, окрім д) та внутрішнім (рис. 2.4, д) зачепленням.

4. За конструктивним виконанням – відкриті і закриті (редуктори і коробка передач) передачі. У перших зуби коліс працюють «всуху», або ж періодично змащуються. Другі розташовуються у спеціальному корпусі з постійним змащенням місць зачеплення зубів.

$$\text{Передавальне відношення: } u_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1}.$$

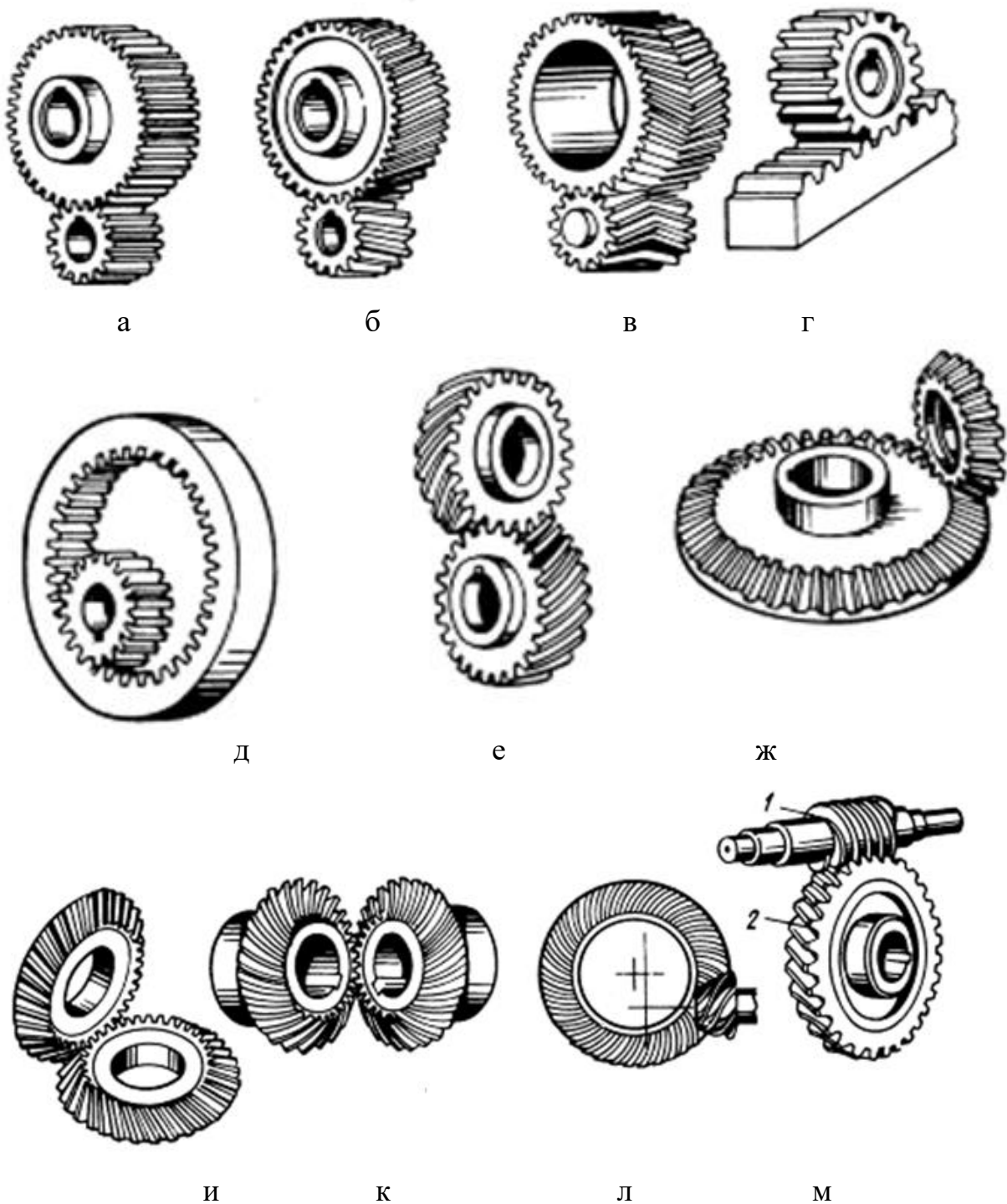


Рисунок 2.4 – Зубчасті передачі:
1 – черв'як; 2 – черв'ячне колесо

Контрольні запитання

1. Які механічні передачі ви знаєте?
2. Що таке клинопасова передача? Назвіть переваги та недоліки.
3. Що таке зубчаста передача? Назвіть переваги та недоліки.
4. Що таке ланцюгова передача? Назвіть переваги та недоліки.
5. Передавальне число та передавальне відношення: як знайти різницю?

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 3

Електромеханічний привод

Мета вправи: ознайомлення з електромеханічним приводом та його елементами.

Привод або силовий привод – пристрій для приведення в дію: від двигуна, стисненого повітря, рідини або пружин, різних технологічних машин.

В електротехніці **привод** – пристрій для приведення в дію будь-якої машини, механізму або комутаційних апаратів.

Гальмівний привод – сукупність пристроїв гальмівної системи, які забезпечують передачу енергії від її джерела до гальмівних механізмів.

Привод машини – система, що складається з двигуна та пов'язаних з ним пристроїв, для пересування одного чи кількох твердих тіл.

За використовуваною енергією розрізняють приводи:

- механічний (зубчаста, фрикційна, ланцюгова, пасова передача);
- гідравлічний;
- пневматичний;
- електричний.

За характером розподілу енергії механічний привод буває:

- трансмісійний;
- груповий;
- одиничний (індивідуальний).

За кількістю двигунів привод можна поділити на однодвигунний та багатодвигунний. Однодвигунний привод є найпоширенішим. Його використовують в приводі машини з одним робочим органом одного двигуна. Багатодвигунний привод застосовується у тих машинах, що використовують значну потужність або мають декілька робочих органів. У багатьох випадках кожен із робочих органів, залежно від виконуваної роботи, може приводитися у дію різними за видом двигунами.

Додатково можна виділити такий вид приводу, як взаємопов'язаний, що складається з двох або більше двигунів, які забезпечують виконання одного механічного руху виконавчим механізмом окремими робочими органами машини (наприклад, привод конвеєрної стрічки, ескалатор тощо). Для синхронізації руху двигунів взаємозв'язаних приводів потрібно використовувати спеціальні схеми зв'язку за потоками первинної енергії. Якщо це електричні приводи, то подібні схеми зв'язку будують за системою електричного валу.

За способом передачі руху від двигуна до виконавчого механізму розрізняють приводи прямої дії (безредукторні) і приводи з передавальними механізмами, які призначені для узгодження параметрів руху вала двигуна з параметрами руху ведучої ланки виконавчого механізму.

На рисунку 3.1 наведено схему приводу з визначенням передавальних відношень та частоти обертів робочого органу, яка складається із

електродвигуна, клинопасової передачі, редуктора, ланцюгової передачі та робочого органу.

Приклади приводів машин наведено на рисунку 3.2.

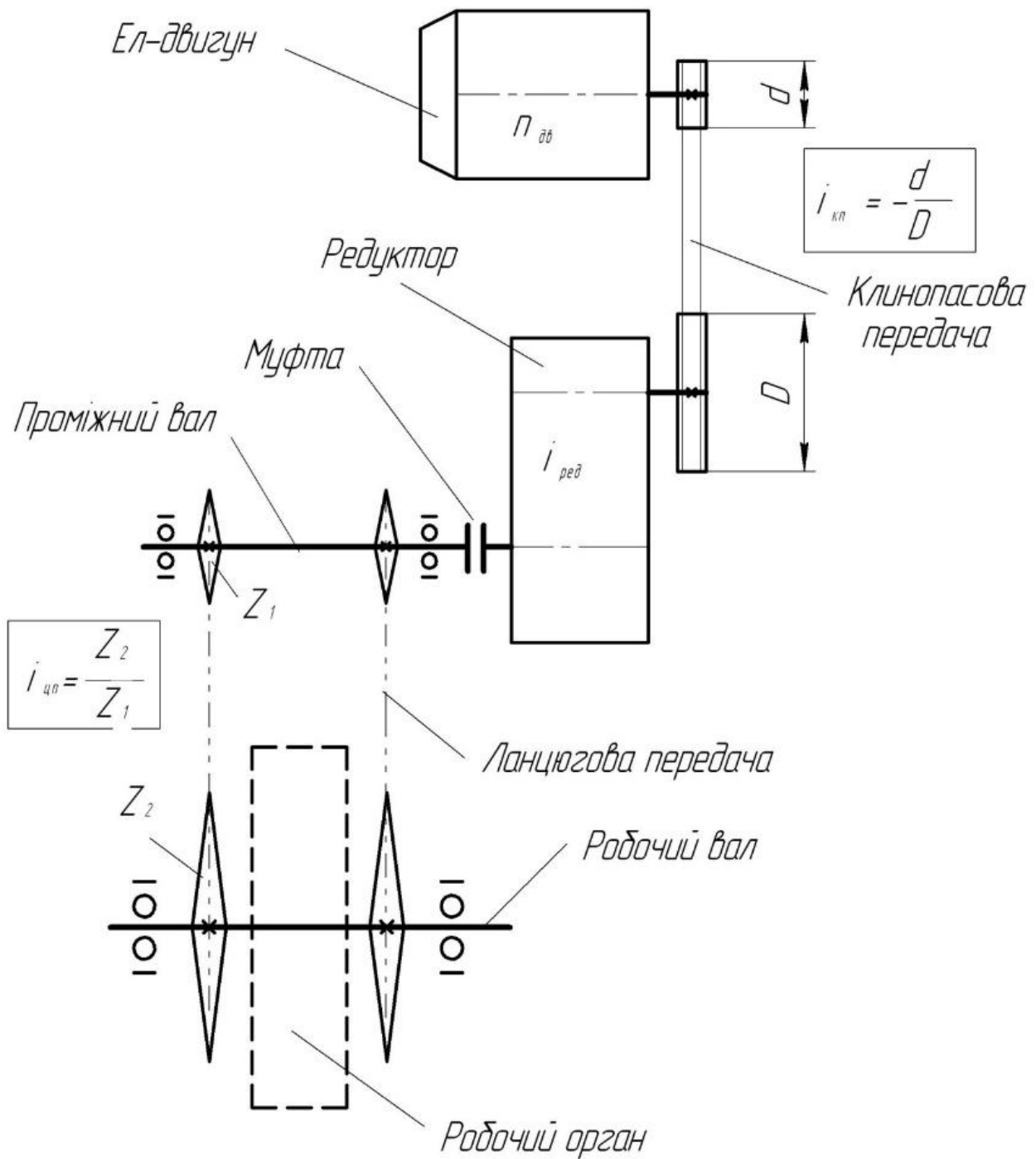


Рисунок 3.1 – Електромеханічний привод

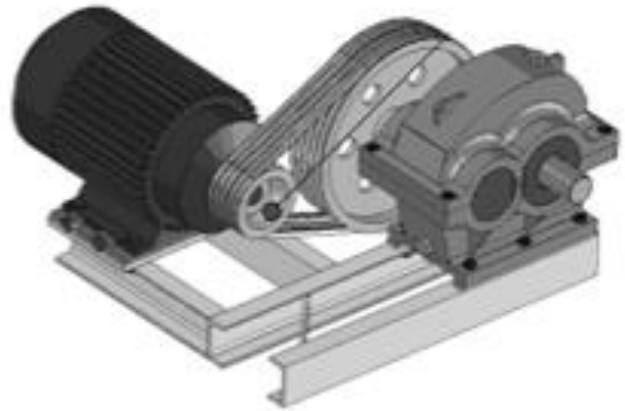
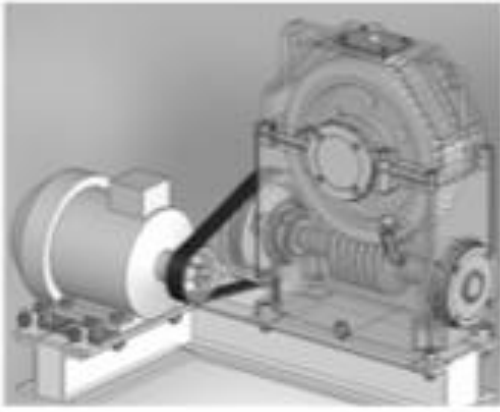


Рисунок 3.2 – Приклади приводів машин

Контрольні запитання

1. Що таке привод?
2. Привод машини. Які розрізняють приводи за використовуваною енергією?
3. Які бувають механічні приводи?

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 4

Таль

Мета вправи: ознайомлення з принципом дії та конструкцією талю.

Загальні відомості

Таль – підіймальний механізм, компактний підвісний рухомий і нерухомий пристрій (лебідка) для піднімання вантажів на порівняно невелику висоту (рис. 4.1). Привод талю (на відміну від тельфера) переважно ручний, іноді – електричний або пневматичний. Вантажопідіймальність ручного талю 0,25–8 т, з електричним приводом – 1–2,5 т.

Застосовують як самостійний механізм і як компонент підіймальних кранів. Використовується для складських операцій, у промисловому виробництві, на монтажних та інших роботах.

Маючи невелику власну масу, таль витримує чималі навантаження. Обладнання здатне забезпечити досить велику швидкість переміщення вантажів, завдяки чому значно прискорюються монтажні роботи на складах та у виробничих цехах. Має високу продуктивність, відмінно працює за умов постійної експлуатації.



Рисунок 4.1 – Види талей

Універсальне вантажопідіймальне обладнання, яке можна використовувати для переміщення та розвантажувальних робіт. Головними **перевагами** цього обладнання є компактна конструкція, невелика вага, зручність в експлуатації.

Таль – унікальне підвісне вантажопідіймне обладнання, за допомогою якого можна легко підняти, перемістити і опустити різні важкі об'єкти. Він використовується в різних сферах діяльності і робить життя людей краще і простіше.

За **типом приводу** всі талі поділяються на ручні та електричні (рис. 4.2).

Ручні талі – це найпростіші і найдоступніші вантажопідіймні механізми, які відрізняються від інших компактними розмірами і легкістю в керуванні. Їхня ціна є досить оптимальною, оскільки в будові талей немає електричного приводу.

Ручні талі дуже міцні і можуть працювати за різних температур.

Електричні талі – підвісний вантажопідіймний механізм, обладнаний електричним приводом. Його частинами є металевий ланцюг або трос і два види блоків – нерухомий та рухомий.



а



б

Рисунок 4.2 – Типи талей за приводом:
а – ручний таль; б – електричний таль

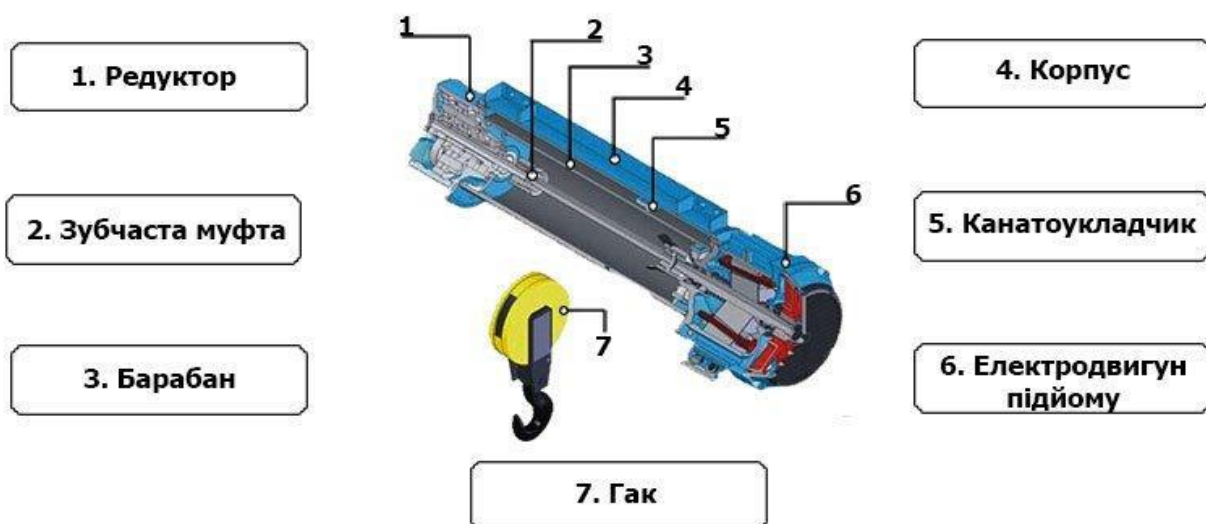


Рисунок 4.3 – Структурні компоненти електричного талю

За допомогою електричного привода значно збільшується висота і швидкість підйому вантажу вертикальною балкою.

Основними структурними компонентами електричного талю є: редуктор, барабан, двигун, трос, навивки для троса, гак (рис. 4.3).

Завдяки великій вантажопідйомності і швидкості навивки троса, електроталь відрізняється більш високою продуктивністю, ніж ручний.

Ручні талі, зі свого боку, поділяються на важільні та ланцюгові (рис. 4.4).

Важільні талі – обладнання, яке піднімає вантаж різної ваги за допомогою важеля. Його обертання сприяє підняттю і опусканню вантажу.

Ланцюгові талі – обладнання, яке використовується для підйому важкого вантажу, різних предметів і механізмів.



а



б

Рисунок 4.4 –Типи ручних талей:
а – важільний таль; б – ланцюговий таль

Конструктивна схема талю наведена на рисунку 4.5. Таль складається з візка (2), який спирається чотирма котками на полиці двотаврової балки (1). Візок має привод (3) для переміщення талю уздовж балки. До візка кріпиться механізм підйому талю, що містить барабан (4), привод його обертання (7), канат (5) та крюкову підвіску (6). На талю використовується поліспаст, який дозволяє збільшити вдвічі його вантажопідйомність. Водночас, відповідно, швидкість підйому вантажу вдвічі зменшується.

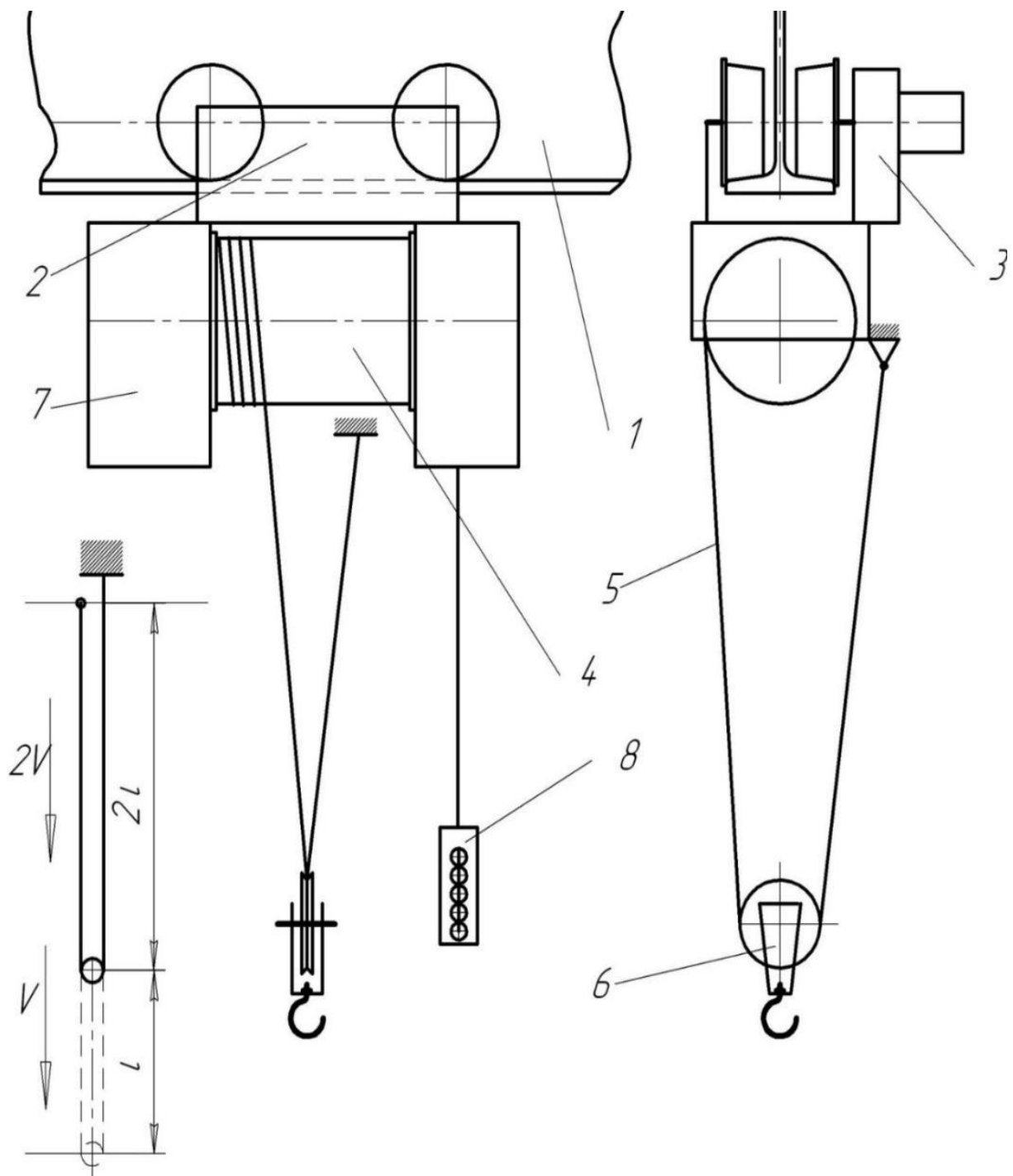


Рисунок 4.5 – Конструктивна схема електричного талю:
 1 – балка; 2 – візок; 3 – привод візка; 4 – барабан; 5 – канат; 6 – крюкова підвіска; 7 – привод барабана; 8 – пульт керування

Контрольні запитання

1. Що таке таль?
2. З яких елементів складається таль?
3. Які типи телей ви знаєте?
4. Де використовуються талі і для яких цілей?

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 5

Обладнання для дозування матеріалів. Вагові дозатори

Мета вправи: ознайомлення з обладнанням для дозування; вивчення конструкції, принципу дії вагових дозаторів, циклу зважування та точності дозування під час зважування матеріалів.

Обладнання для дозування матеріалів

В технологічних лініях з виробництва різних будівельних матеріалів є машини, що працюють як у періодичному, так і в безперервному циклах.

Для забезпечення високої продуктивності таких ліній необхідно мати певний запас накопиченого матеріалу у ємностях.

Так, під час подавання породи автосамоскидами або вагонетками у дробильні машини вивантаження породи здійснюється в бункери (приймачі) відповідної ємності.

Бетонозмішувачі періодичної дії (у комплекті з дозаторами) і засоби безперервної подачі компонентів бетонної суміші працюють спільно завдяки наявності проміжних бункерів.

Бункери зазвичай призначені для короткочасного зберігання матеріалів, і тому мають порівняно невеликі розміри на відміну від силосів, в яких довгостроково зберігається велика кількість матеріалу. Бункери залежно від їхнього призначення виготовляються різної форми (круглі, прямокутні, квадратні) із центральним або бічним розвантаженням.

Рівномірне витікання матеріалів з бункерів можливо із досить великими кутами нахилу стінок бункерів, однак із дуже великими кутами нахилу виникає небезпека появи зводів і припинення виходу матеріалу. Для забезпечення гарного витікання матеріалу з бункера кути нахилу стінок звичайно беруть на 5–10 % більше за кут природнього укосу матеріалу, водночас передбачають розміщення на стінках бункера збудників руху у вигляді вібраторів. У деяких випадках застосовують днища з пористими плитками, через які подається повітря для насичення порошкоподібного матеріалу капілярно розподіленим повітрям, внаслідок чого матеріал набуває плинності.

Для попередження вільного виходу матеріалу з бункера застосовуються так звані «**затвори**» різної конструкції (рис. 5.1). **Бункерні затвори** виконуються у вигляді засувів, секторів, лотків, клапанів.

Для рівномірного подавання матеріалів у машини, на транспортуючі установки, у дозувальні апарати та інші є пристрої, що одержали назву «**живильники**». **Живильники** забезпечують можливість досягнення високої продуктивності машин, що обслуговуються, а внаслідок безперервної подачі сировини дозволяють (разом з дозаторами) механізувати та автоматизувати процеси виробництва.

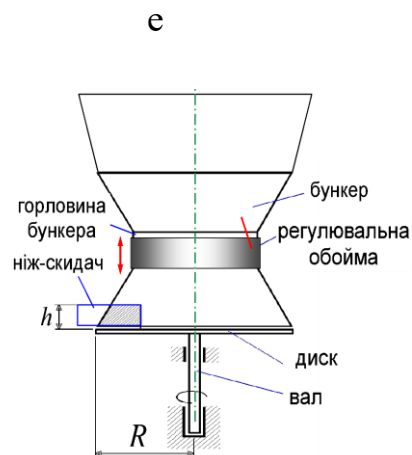
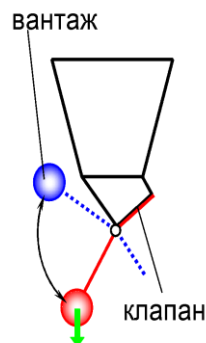
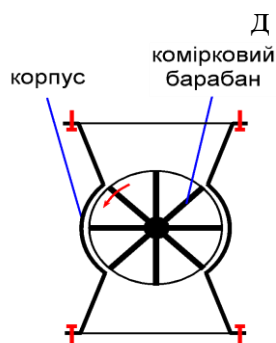
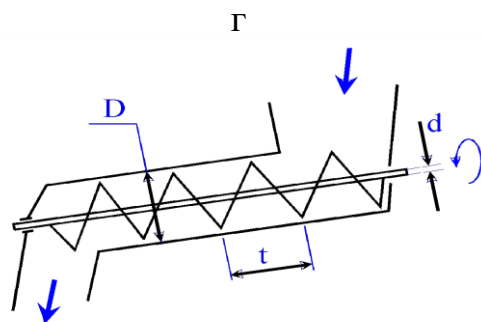
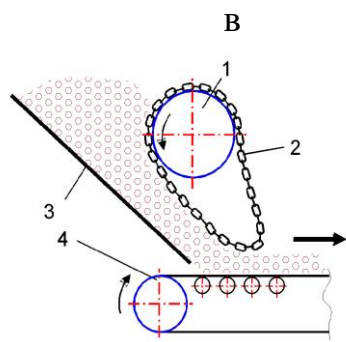
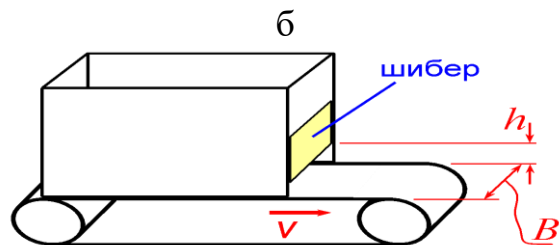
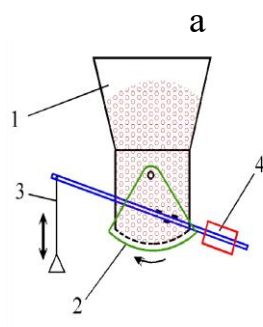
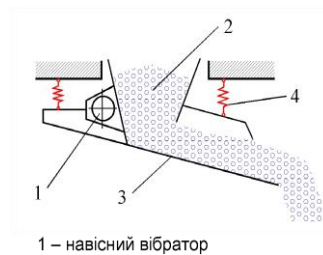
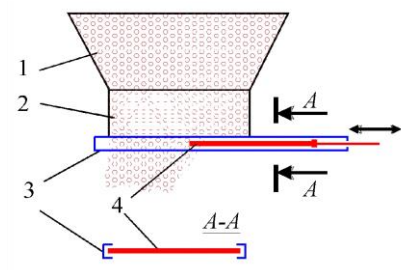


Рисунок 5.1 – Конструктивні схеми затворів та живильників:
а) шиберний затвор: 1 – бункер; 2 – розтруб; 3 – напрямні шибера; 4 – шибер; б) вібрототковий живильник: 1 – навісний вібратор; в) секторний затвор: 1 – бункер; 2 – сектор; 3 – пристрій для відкривання; 4 – противага; г) стрічковий живильник; д) ланцюговий живильник: 1 – барабан; 2 – ланцюги; 3 – лоток; 4 – конвеєр; е) шнековий живильник; ж) комірковий живильник; к) клапанний затвор; л) тарілчастий живильник

Засуви призначені перекривати випускні отвори і регулювати подачу матеріалів з бункерів. Можуть бути різні як за принципом пристрою, так і за конструкцією.

Секторними затворами для дрібнозернистих матеріалів та пластичних середовищ (бетони, розчини) можна регулювати переріз вихідного потоку матеріалу. Засувами керують вручну та за допомогою пневмоциліндрів або інших видів приладів.

Пальцевий та ланцюговий затвори застосовують для великих шматків матеріалів. Кожен палець може вільно обертатися і, під час перекриття отвору бункера, лягає на матеріал.

Шибєрні затвори застосовують для порошкових матеріалів. Вони можуть бути встановлені в горизонтальному, вертикальному або в нахиленому положенні.

Живильники застосовують для рівномірної подачі матеріалів із бункерів у дозатори, транспортуючі машини та інше технологічне обладнання. За характером руху робочих органів живильники розподіляють на такі: з безперервним рухом робочого органа (стрічкові, ланцюгові, пластинчасті); з коливальним рухом (вібраційні, секторні, лоткові, чашкові); з обертальним рухом (гвинтові, барабанні, тарілчасті).

Живильники також виконують функцію засувів.

Дозатори застосовують у процесі виробництва бетонних сумішей та будівельних розчинів, шихти, на скляних та керамічних заводах та в інших галузях. Точність дозування впливає на якість продукції. У виробництві бетонних сумішей помилка дозування, наприклад, не повинна перевищувати для цементу більше 2 %, для заповнювачів – 3 %.

Дозування можна виконувати за **об'ємом або масою**. Обладнання за об'ємом просте в налаштуванні, але точність його роботи менша, ніж у вагових дозаторах, тому що в цьому разі має значення вплив густини матеріалу, яка залежить від низки факторів, що викликають зміну об'ємної ваги – вологість вихідного матеріалу, зерновий склад, щільність укладання матеріалу тощо. Об'ємні дозатори в деяких випадках застосовують для дозування рідин. За режимом роботи розрізняють дозатори безперервної та циклічної дії.

Конструкція та принцип дії вагових дозаторів

У промисловості залізобетонних виробів та інших будівельних матеріалів якість готової продукції та раціональна витрата сировини залежить від точності дозування. Дозування відбувається за масою та об'ємом матеріалу. Об'ємне дозування використовують для рідини та для живлення різних технологічних і транспортувальних машин.

Машини і апарати для точного дозування за об'ємом називаються об'ємними, для дозування за масою – ваговими. Існують комбіновані, об'ємно-вагові дозатори, в яких один матеріал дозується за об'ємом, інший – за масою.

Розрізняють дозатори з автоматичним та ручним (дистанційним) керуванням, циклічні та безперервні.

Дозатор для цементу (рис. 5.2) складається з рами, вагового бункера, завантажувального та розвантажувального затворів, пневмоциліндрів, вагових важелів, вагової головки з циферблатним вказівником, демпфера, засувки, брезентової тічки. Затворами керують пневмоциліндри через систему важелів та тяг.

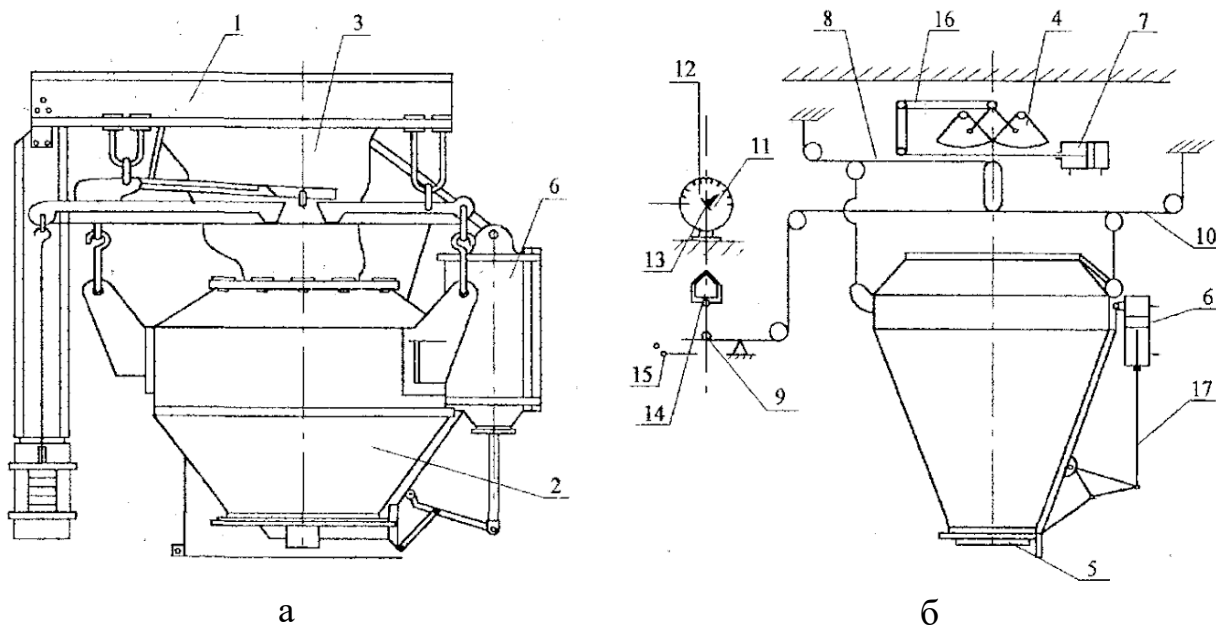


Рисунок 5.2 – Циліндричний ваговий дозатор для цементу:

а – загальний вигляд; б – принципова схема: 1 – рама; 2 – ваговий дозатор; 3 – завантажувальна тічка; 4, 5 – завантажувальний та розвантажувальний затвор; 6, 7 – пневмоциліндри; 8, 9, 10 – вагові важелі; 11 – вагонна рейка; 12 – стрілка із ртутним контактом; 13 – стрілка з магнітом; 14 – демпфер; 15 – засув; 16, 17 – важелі завантажувальних та розвантажувальних отворів

Для швидкого припинення коливань вагових важелів та закриття їх після закінчення процесу завантаження застосовуються демпфер (14) та затвори (15). На циферблаті встановлені стрілки з ртутним (12) і магнітним (13) контактами. Завантажувальний затвор (4) має ртутний контакт, що керує ланцюгами та періодично відчиняє або зачиняє затвор.

Під час роботи дозатора стрілку-вказівник з ртутним контактом (12) встановлюють в положення, що співвідноситься з необхідною масою матеріалу. Пневмоциліндр (7) періодично відчиняє та зачиняє завантажувальний затвор. Цемент порціями надходить до вагового бункера (2). Маса вантажу через систему важелів, тяги, траверсу, сталі стрічки з важелями і паралельним містком діють на рейку, яка повертає шестерню і стрілку (13) з магнітом. Стрілка обертається доти, поки вся система важелів та противаги не врівноважиться. У разі співпадіння стрілок магніт, що розташований на другій стрілці, діє на

ртутний контакт першої стрілки. Система керування завантажувальним затвором вимикається і цемент більше не надходить. Потім відчиняється розвантажувальний затвор (5), і цемент під дією сили тяжіння розвантажується у бетонозмішувач.

Дозатор для послідовного зважування двох фракцій заповнювачів з фотоелектронною системою автоматики показано на рисунку 5.3.

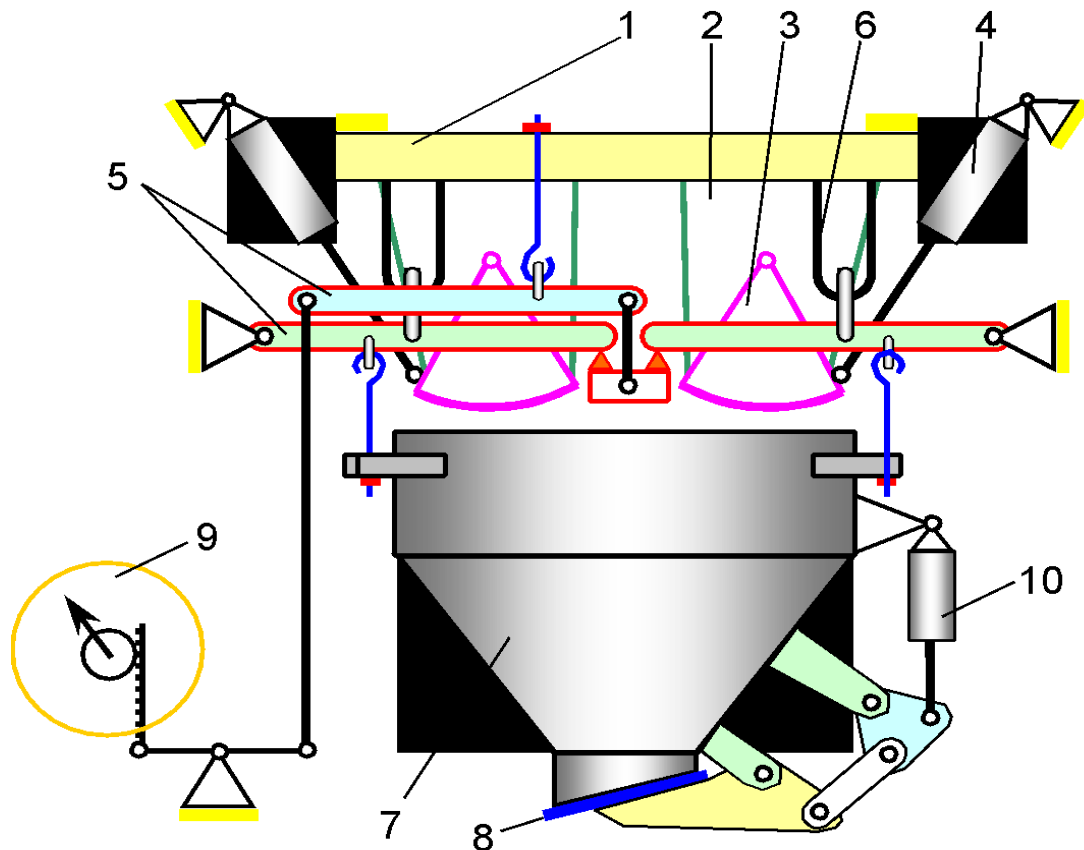


Рисунок 5.3 – Спрощена схема автоматичного вагового дозатора інертних матеріалів із ртутно-магнітними контактами:

- 1 – рама; 2 – бункери (два однакових); 3 – секторний затвор; 4 – пневмоциліндр;
5 – важільна система; 6 – обмежувач нижнього положення важільної системи;
7 – ваговий бункер; 8 – клапанний затвор; 9 – циферблат з системою автоматики з шістьма ртутно-магнітними контактами (є сьомий, він відповідає вазі порожнього бункера); 10 – система відкривання клапанного затвор

Він складається з рами, двох завантажувальних бункерів із засувами, розвантажувального затвора, циферблатного показчика, вагового бункера, який підвішений до важелів, пневмоциліндрів керування завантажувальним і розвантажувальним затворами.

Циферблатний показчик має освітлення для лампи. Патрон з лампами для освітлення можна встановити в будь-яке положення по колу. На кінці стрілки циферблатного показчика вмонтовано фотоелемент.

Під час роботи дозатора вмикається одна або дві лампи, які встановлені в місцях, відповідно заданим порціям матеріалу. Відкривається затвор, і у ваговий

бункер надходить матеріал. Під час накопичення матеріалу стрілка відхиляється. Коли вона дійде до пучка світла, подається сигнал, і затвор зачиняється.

Потім відчиняється другий затвор, подається друга фракція матеріалу. Стрілка з фотоелементом потрапляє під пучок світла другої лампи, і другий затвор зачиняється.

Контрольні запитання

1. Призначення бункерів, їх різноманітність.
2. Швидкість течії суміші з бункера.
3. Конструкції затворів.
4. Призначення живильників, їх конструкції.
5. Призначення дозаторів, принцип дії.
6. Конструкція вагового дозатора.

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 6

Змішувач

Мета вправи: ознайомлення з принципом дії та конструкцією гравітаційного змішувача.

Загальні відомості

Бетонозмішувачі використовують для приготування бетонних сумішей, до складу яких входять щебінь (гравій або керамзит), пісок, цемент і вода.

Бетонозмішувачі класифікують за такими ознаками: за мобільністю (стаціонарні та пересувні), за режимом роботи (циклічної та безперервної дії), за способом перемішування (гравітаційного та примусового перемішування) (рис. 6.1–рис. 6.4).

Бетонозмішувачі з невеликим обсягом робіт використовують на будівельних майданчиках.

Головним параметром циклічних бетонозмішувачів є обсяг готового замісу.

Гравітаційні бетонозмішувачі (рис. 6.5, а) слугують для приготування рухливих сумішей.

Змішувачі примусової дії (рис. 6.5, б, в, г) призначені для приготування як рухливих, так і малорухливих, а також жорстких бетонних сумішей.

У змішувачах безперервної дії (рис. 6.5, б) надходження складових компонентів і вихід готової суміші сполучаються в часі, у результаті чого їхня продуктивність перевищує продуктивність змішувачів циклічної дії. Головний параметр змішувачів безперервної дії – продуктивність.



а

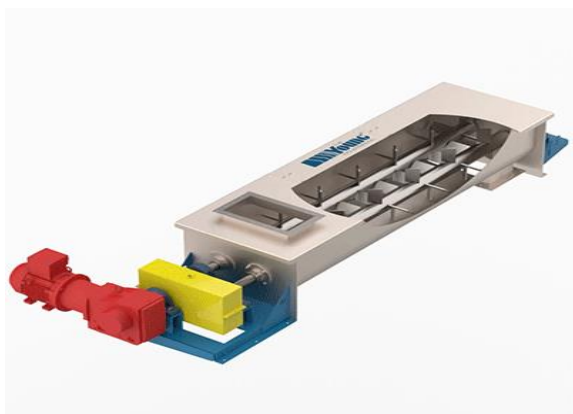


б

Рисунок 6.1 – Гравітаційні бетонозмішувачі циклічної дії:
а – стаціонарний; б – пересувний



Рисунок 6.2 – Роторний бетонозмішувач



а



б

Рисунок 6.3 – Лопатеві двовальні бетонозмішувачі:
а – безперервної дії; б – циклічної дії



Рисунок 6.4 – Лопатеві одновальні бетонозмішувачі

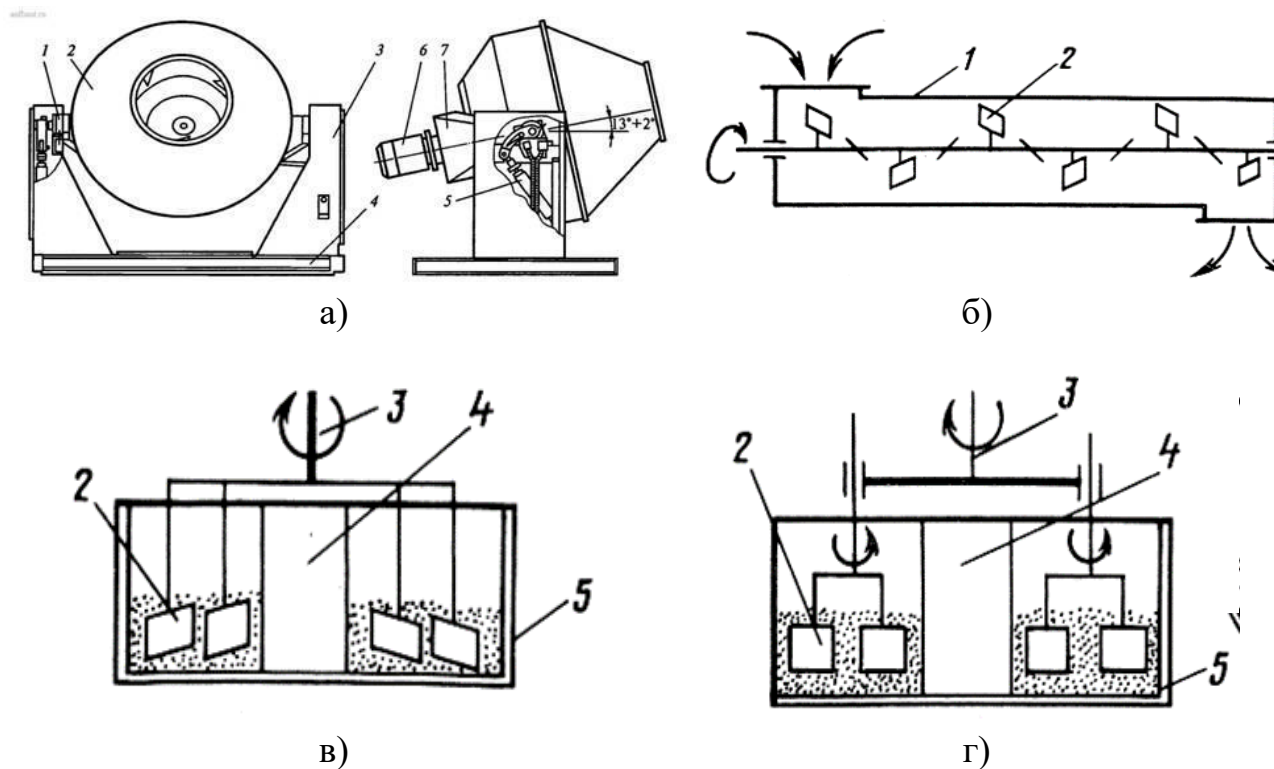


Рисунок 6.5 – Принципова схема змішувачів:

а – гравітаційний змішувач циклічної дії; 1 – опорні стійки; 2 – барабан; 3, 7 – траверси; 4 – рама; 5 – механізм перекидання; 6 – привод обертання;
 б – лопатевий змішувач примусової дії, що працює безперервно; в – роторний змішувач примусової дії; г – планетарно-роторний змішувач примусової дії;
 1 – барабан; 2 – лопаті; 3 – ротор, 4 – стакан; 5 – чаша

У гравітаційних бетонозмішувачах вихідні компоненти за допомогою лопатей, які жорстко прикріплені до корпусу, піднімаються вгору, а потім, під час обертання барабана, під дією гравітаційних сил падають вниз. Цей процес повторюється кілька разів, завдяки чому здійснюється приготування бетонної суміші.

Гравітаційний змішувач (рис. 6.6) складається з рами (1), на якій на стойках (2) закріплена траверса (3), яка може повертатися відносно стойки на осях (4). На траверсі встановлені опорні ролики (5), на які спирається змішувальний барабан (6), котрий утримується на них завдяки роликам для підтримування (7). На барабані закріплений зубчастий вінець, через який привод (9) здійснює обертальний рух барабана під час змішування бетонної суміші. Для її розвантаження траверса з барабаном нахиляється за допомогою пневмоциліндра (10).

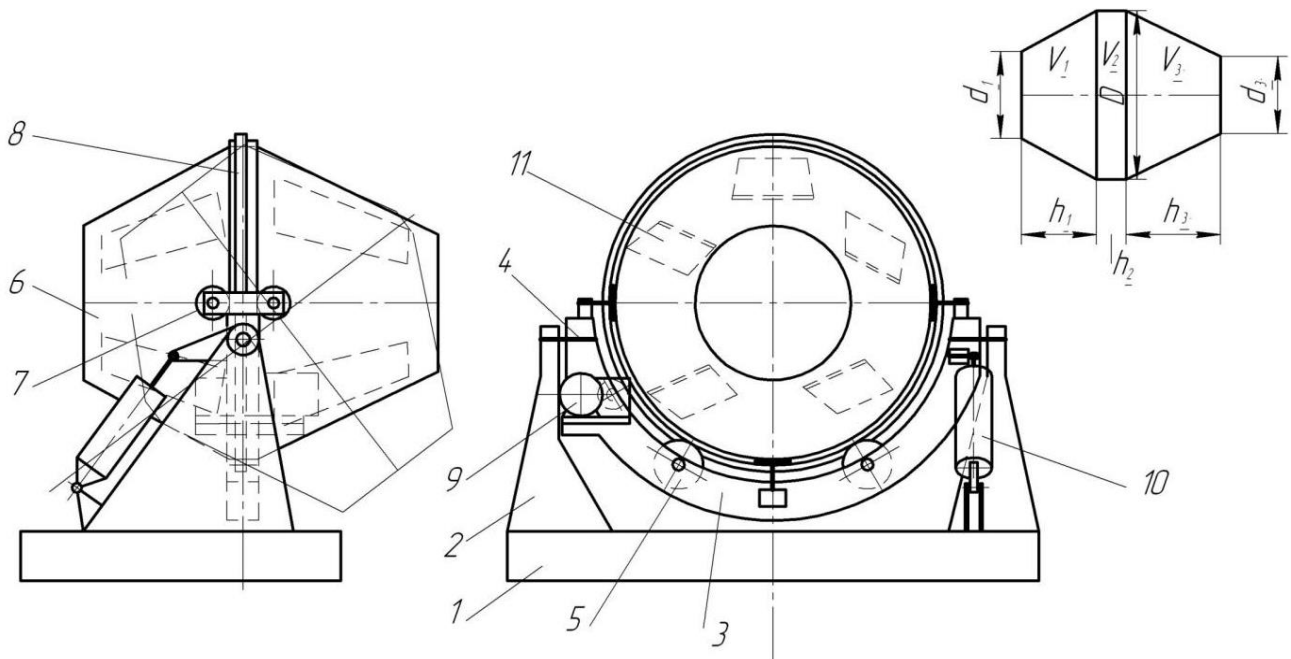


Рисунок 6.6 – Схема гравітаційного змішувача:

1 – рама; 2 – стойка; 3 – траверса; 4 – вісь повороту траверси; 5 – опорний ролик; 6 – змішувальний барабан; 7 – ролик для підтримання; 8 – зубчастий вінець; 9 – привод обертання змішувального барабану; 10 – пневмоциліндр повороту траверси; 11 – лопаті змішувального барабану

Змішування компонентів бетонної суміші здійснюється підйомом їх на деяку висоту і скиданням за допомогою лопатей (11), закріплених всередині барабана.

Контрольні запитання

1. Для яких сумішей призначено гравітаційний бетонозмішувач?
2. З яких частин складається гравітаційний бетонозмішувач?
3. Які змішувачі належать до змішувачів примусової дії?
4. Чим відрізняються змішувачі примусової та гравітаційної дії?
5. За якими ознаками розрізняють змішувачі примусової дії?
6. Який вигляд має робочий орган у змішувачах примусової дії?

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 7

Шнековий стрічковий прес

Мета вправи: ознайомлення з принципом дії та конструкцією шнекового стрічкового преса.

Загальні відомості

Шнековий прес призначений для **пластичного пресування сипких, вологих або пастоподібних матеріалів** з метою отримання виробів заданої форми та розмірів. Основним елементом преса є шнек (гвинт), який обертається всередині циліндричного корпусу та поступово переміщує, ущільнює і вичавлює матеріал через спеціальну формуючу матрицю.

До основних функцій шнекового преса належать:

- перемішування і ущільнення матеріалу під впливом шнека;
- видавлювання матеріалу через отвори матриці для отримання продукції необхідної форми (гранули, брикети, фільтри, трубки тощо);
- дозоване подання матеріалу для забезпечення рівномірного процесу формування.

Конструктивна схема шнекового стрічкового преса наведена на рисунку 7.1. На рамі (1) преса розміщені приймальна (завантажувальна) частина (2) з циліндром (3) і шнеком (5). В зоні завантажувальної частини знаходиться нагнітаючий валок (4), вал якого з'єднується з валом шнека за допомогою зубчастой передачі (7). Всередині циліндра знаходяться поздовжні ребра (6). Шнековий вал спирається на два вузли вальниць (8) та (9). До циліндра прикріплюється пресова головка (10) та мундштук (11). Обертання шнекового вала забезпечується мотор-редуктором (13) через муфту (12).

Під час завантаження преса пластичною глиною і обертання шнека глина за його допомогою переміщується вздовж циліндра і надходить до пресової головки, де ущільнюється та переформовується у брус прямокутного перерізу, який надалі вирівнюється мундштуком. Нагнітаючий валок забезпечує краще заповнення шнека глиною, а поздовжні ребра в циліндрі перешкоджають глині обертатися разом зі шнеком.

У процесі виготовлення керамічної цегли брус, який видавлюється з преса, розрізається струнним різакон на окремі заготовки, які далі висушуються в сушарках та опалюються в печах.

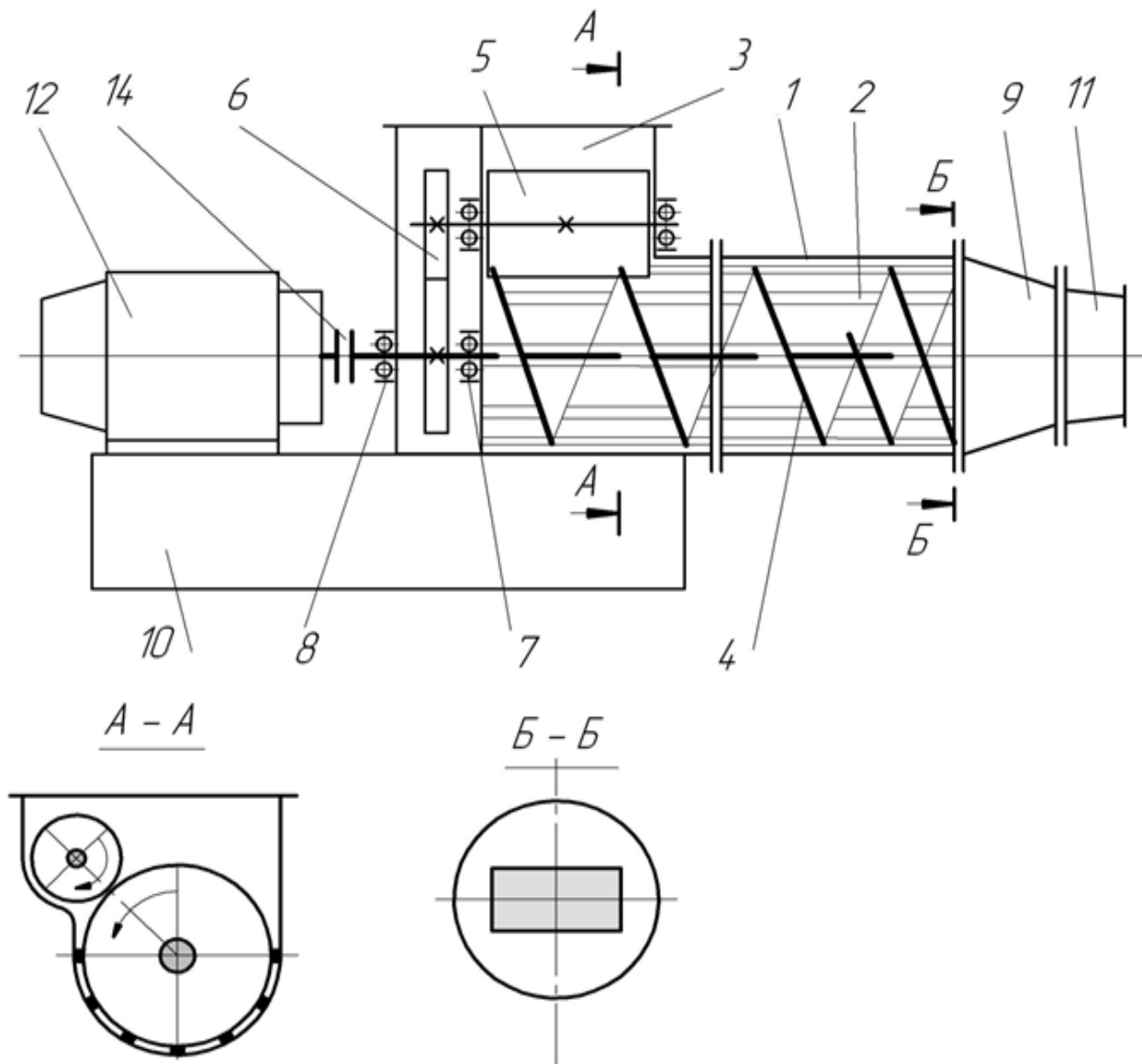


Рисунок 7.1 – Конструктивна схема шнекового стрічкового преса:

- 1 – циліндр преса; 2 – ребра; 3 – завантажувальний отвір; 4 – шнековий вал;
 5 – нагнітальний валок; 6 – зубчаста передача; 7, 8 – вузли вальниць;
 9 – пресова головка; 10 – рама; 11 – мунштук; 12 – мотор-редуктор

Контрольні запитання

1. Для виробництва яких будівельних матеріалів використовують шнековий прес?
2. З яких елементів складається шнековий прес?
3. Опишіть принцип роботи пресу.

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 8

Прес механічний коліноважільний

Мета вправи: ознайомлення з принципом дії та конструкцією коліноважільного преса.

Загальні відомості

Механічний прес напівсухого формування призначений для виготовлення виробів із мінеральних, керамічних, глиняних та інших пластичних мас із вологістю, яка забезпечує пластичність без надмірної рідини (зазвичай 6–12 %). Пресування напівсухим методом дозволяє отримати вироби високої міцності та правильної геометричної форми.

Механічний прес здійснює ущільнення та формування заготовки за допомогою механічного зусилля, яке створюється за рахунок енергетичних елементів – ексцентриків, кривошипно-шатунних механізмів або гідравлічних систем (у комбінованих варіантах).

Основний принцип полягає у розміщенні напівсухої маси у формувальній камері, після чого виконується одноразове або багаторазове стиснення для надання виробу необхідної форми та щільності.

Механічний прес напівсухого формування (вологість суміші, яка формується 10–14 %) має кривошипно-важільний механізм пресування, який забезпечує двоступінчасте прикладання навантаження до виробу, що пресується.

Схему преса та фото лабораторної моделі наведено на рисунку 8.1.

Прес здійснює такі операції:

- дозування і засипку маси в пресформи;
- пресування виробів (цегли);
- виштовхування відпресованих виробів із пресформи та зіштовхування їх на рольганг.

Схема коліноважільного преса наведена на рисунку 8.2. Прес складається з корпусу та механізмів пресування, засипки та виштовхування.

Механізм пресування містить кривошип (1) (колінчастий вал), шатун (2), який шарнірно з'єднаний з двома важелями (3), та повзун (4) з верхніми штемпелями (5). Кінець верхнього важеля упирається в нерухомий шарнір (вісь), а кінець нижнього – з'єднаний з повзуном, який рухається в напрямних. Під верхніми штемпелями розташований стіл з пресформами (7), де знизу входять нижні штемпелі (6), які закріплено на нижньому повзуні (8).

Завантаження пресформ порошком виконується засипною кареткою (8), яка рухається за допомогою механізму засипки (МЗ). Виштовхування цегли із пресформ виконується нижніми штемпелями за допомогою механізму виштовхування (МВ). Виштовхнута цегла переміщується по столу передньої стінкою засипної каретки.

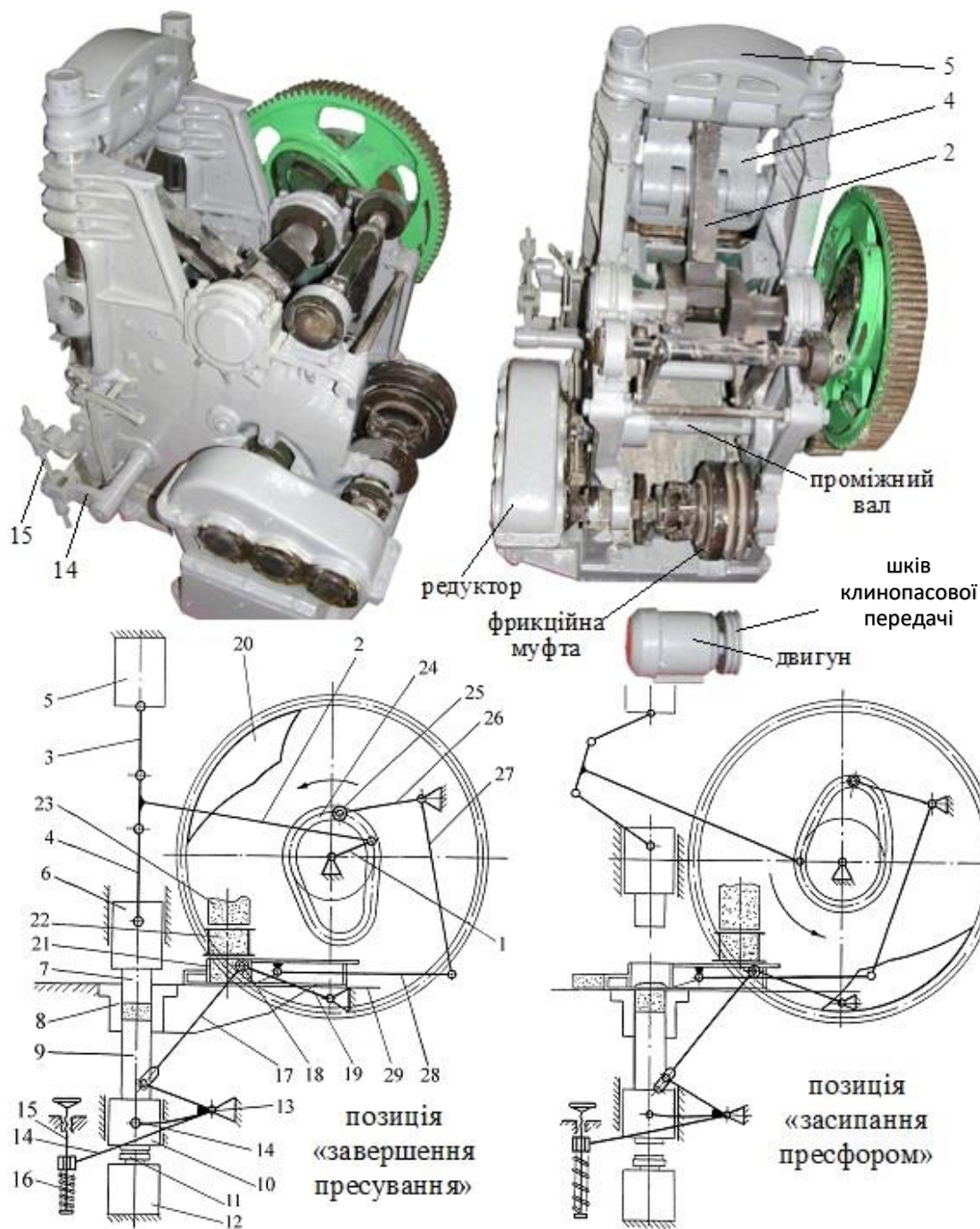


Рисунок 8.1 – Прес напівсухого пресування СМ-457:

1 – колінчастий вал; 2 – шатун; 3 – верхня серга; 4 – нижня серга; 5 – верхня траверса; 6 – повзун верхній; 7 – верхні пуансони; 8 – пресформа; 9 – штампи нижні; 10 – повзун нижній; 11 – опора; 12 – нижня траверса; 13, 14 – вал і важелі механізму виштовхування; 14, 15 – гвинт і важіль механізму регулювання глибини засипки; 16 – пружина; 17, 18, 19 – тяга, ролик і важіль механізму виштовхування; 20 – кулак (копір) механізму виштовхування; 21 – каретка механізму засипки; 22 – засипний ящик; 23 – бункер суміші, яка формується; 24, 25, 26, 27, 28 – копір, ролик, важелі та тяга механізму засипки; 29 – рама стола

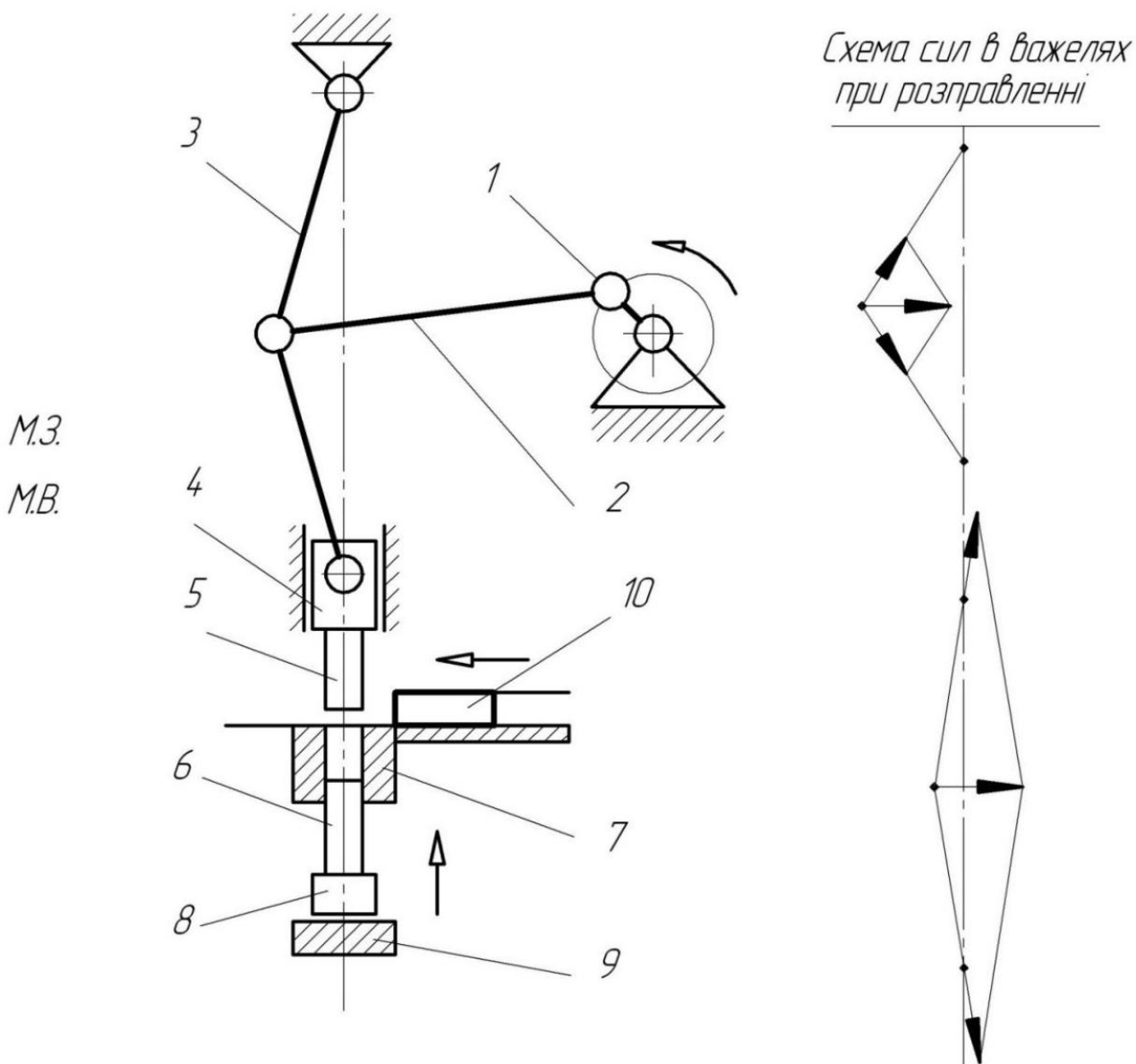


Рисунок 8.2 – Схема коліноважільного преса:

1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – двоважільний механізм; 4 – повзун; 5 – верхній штемпель; 6 – нижній штемпель; 7 – пресформа; 8 – нижній повзун; 9 – опорна балка; 10 – засипна каретка

Контрольні запитання

1. Для виробництва яких будівельних матеріалів використовують коліноважільний прес?
2. З яких елементів складається коліноважільний прес?
3. Опишіть принцип роботи преса.

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 9

Обладнання для випалу матеріалу

Мета вправи: ознайомлення з обладнанням для випалу матеріалів, видами та способами випалу.

Барабанні сушарки

Барабанні сушарки належать до установок безперервної дії (рис. 9.1). Ці сушарки широко розповсюджені для висушування кускових та сипучих матеріалів – глини, піску, шлаку тощо. Головним елементом установки є сушильний барабан, що встановлений на опорах під кутом 30–60 °С до горизонту. Він обертається від спеціального приводу.

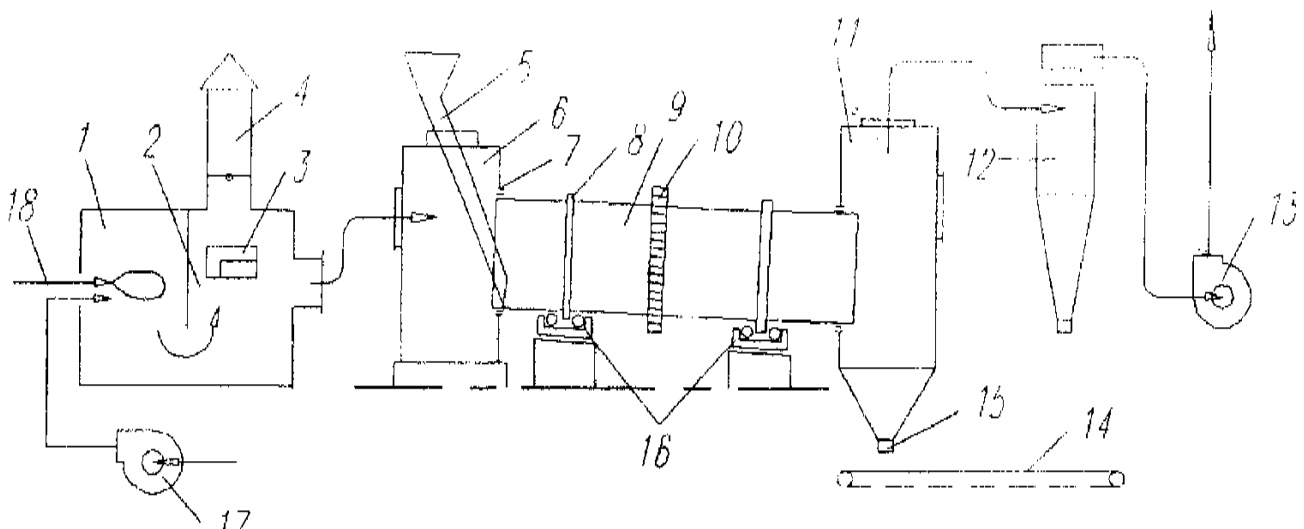


Рисунок 9.1 – Барабанна сушарка:

- 1 – топка; 2 – змішувальна камера; 3 – вікно для подачі холодного повітря;
4 – аварійна труба; 5 – подача матеріалу; 6, 11 – кінцеві камери сушарки;
7 – ущільнююче кільце; 8 – опорні бандажі; 9 – барабан; 10 – вінцева шестерня;
12 – циклон; 13 – відсмоктуючий вентилятор; 14 – конвеєр; 15 – щелепний затвор;
16 – ролик вальниці; 17 – вентилятор подачі повітря для горіння;
18 – подача палива

Для інтенсифікації процесу висушування, рівномірного розподілу газів та матеріалу в сушильному просторі всередині барабана розташовані різні системи, схеми яких зображені на рисунку 9.2:

а) підйомно-лопатева система використовується для великошматкових матеріалів, схильних до злипання; недолік її – розшарування газів, яке збільшується зі збільшенням діаметра барабана, а також значна висота падіння матеріалу, що сприяє запиленню та занесенню сухого матеріалу;

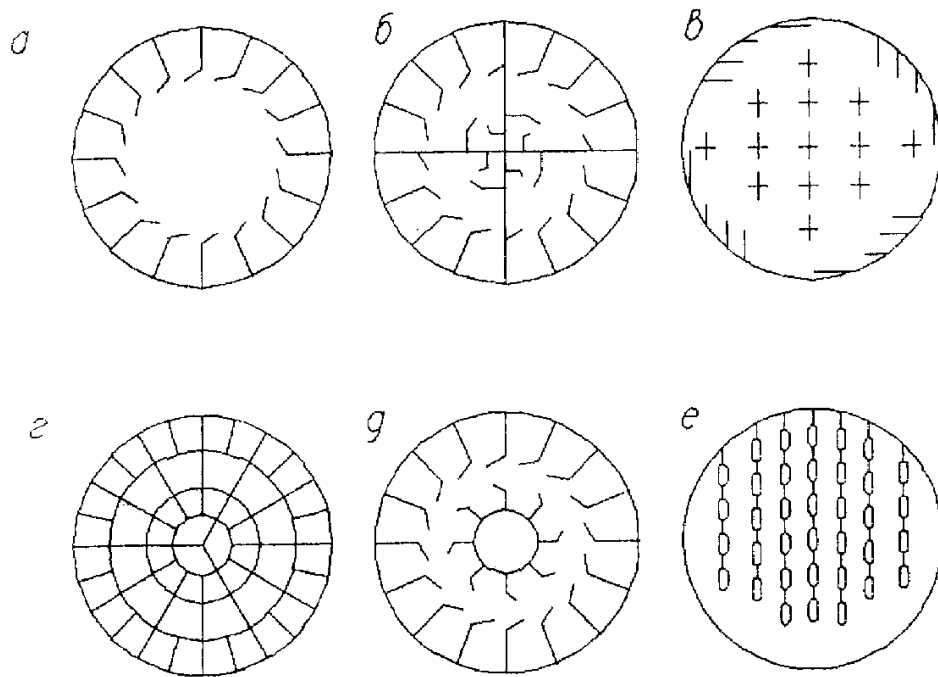


Рисунок 9.2 – Схеми внутрішніх теплообмінних пристроїв сушильних барабанів:

а – підйомно-лопатева; б – секторна; в – розподільча; г – перевалочна закрита; д – підйомно-лопатева з центральними лопатями; е – ланцюгова

б) секторна система являє собою підйомно-лопатеву систему, яка розподілена на несполучені сектори; використовується для великих шматків, малосипких матеріалів, які мають велику щільність;

в) розподільчу систему використовують для дрібношматкових матеріалів, які добре пересипаються; вона забезпечує гарне перемішування;

г) перевалочна закрита система: матеріал лише перевалюється під час обертання барабана, що зручно для дуже дрібного матеріалу, схильного до запилення;

д) підйомно-лопатева з центральними лопатками – аналогічна системі а), але з меншою висотою падіння матеріалу;

е) ланцюгова система дозволяє поєднати в одному агрегаті висушування та помел; за допомогою навішування ланцюгів розбивають куски матеріалу, що інтенсифікує теплообмін та прискорює висушування; така реконструкція барабана дозволяє підвищити продуктивність майже в два рази, знизити витрати палива на 25 %, зменшити нерівномірність висушування.

Із вхідної сторони барабана встановлюють лопаті або ковші, які піднімають матеріал і одночасно рівномірно його завантажують.

Під час обертання барабана матеріал рухається самопливом від верхнього завантажувального кінця до нижнього розвантажувального.

За час його руху закінчується процес висушування. Один кінець барабана через змішувальну камеру з'єднаний з джерелом теплоти – топкою, протилежний

входить до розвантажувальної камери, яка приєднана своєю верхньою частиною до пилоосаджувальних та витяжних пристроїв – циклонів та димососу. Продуктивність барабана зазвичай характеризують за двома показниками: продуктивністю його як конвеєра за кількістю пропущеного за одну годину матеріалу та за кількістю вологи, яка випаровується за одну годину в 1 м^3 барабана. Ці два показники повинні бути взаємно пов'язаними.

Барабанні сушарки мають велику продуктивність, надійність, працюють на будь-якому паливі, легко обслуговуються під час застосування автоматичного керування.

Недоліки – велика потреба у виробничих площах та недостатня рівномірність висушування кускових матеріалів.

Пневматичні сушарки

Пневматичні сушарки призначені для висушування як шматкових, так і сипучих матеріалів: глини, вугілля, піску тощо у завислому стані. Пневматичні сушарки бувають власне пневматичними, в яких відбувається лише висушування, та пневмомлинними, де висушування поєднане з подрібненням матеріалу. В останніх висушування матеріалів починається у процесі їх розмелювання в млині, який має пневматичне розвантаження і вентилується гарячими газами або гарячим повітрям, що надходить з повітронагрівача, і закінчується в трубі-сушарці у потоці гарячих газів або повітря.

Схема установки для помелу зображена на рисунку 9.3. Топка є джерелом теплоти і з'єднана з млином через змішувальну камеру, в якій газів розведені повітрям. Висушений матеріал відокремлюється від газів у пилоосаджувальних пристроях – циклонах, батарейних циклонах. Відпрацьовані газів вентилятором викидаються в атмосферу або частково повертаються до змішувальної камери на рециркуляцію. Матеріал безперервно подається до млина живильником разом з потоком газоповітряної суміші, яка надходить зі змішувальної камери. Частки подрібненого та підсушеного матеріалу підхоплюються потоком газів і через сепаратор надходять до шахти. В сепараторі неподрібнені великі частини матеріалу відокремлюються від газів і повертаються до млина на доподрібнення, а дрібні остаточно висушуються у шахті і, відокремившись від газів в циклоні, надходять до бункера сухого продукту.

Продуктивність цих установок визначається продуктивністю помельно-дробильних машин і може бути найрізноманітнішою.

Пневматичні сушарки не потребують великих виробничих площ. Вони автоматизовані, виправдали себе в експлуатації. **Недоліки:** велике зношення газопроводів, великі витрати електроенергії на вентилятори та громіздкість пристроїв для очищення газів перед видаленням їх у атмосферу.

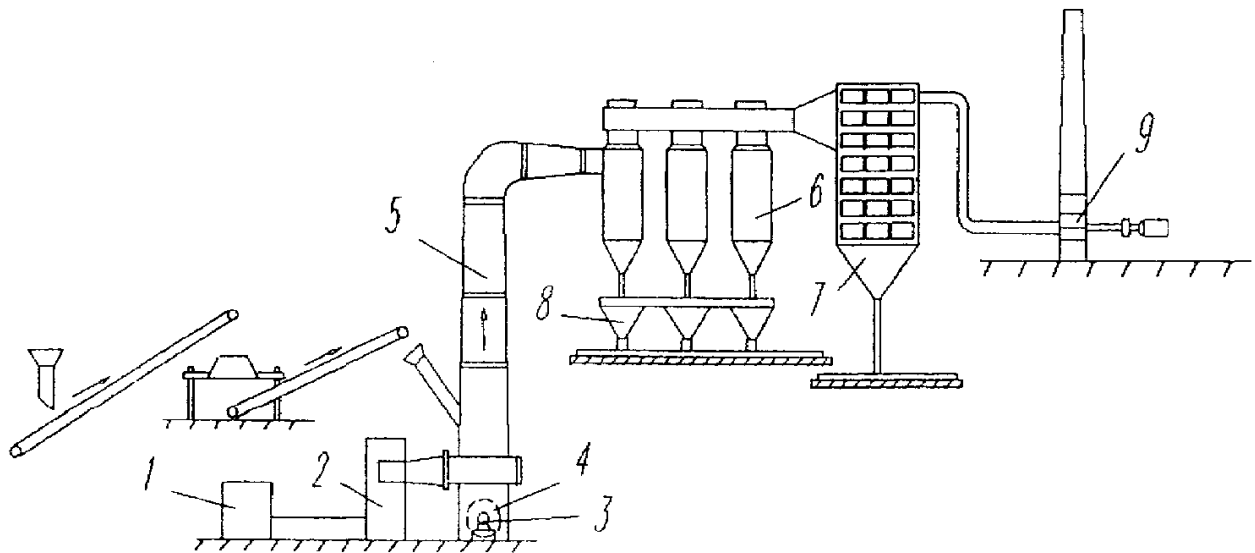


Рисунок 9.3 – Схема установки для сумісного висушування та подрібнення матеріалів:

1 – топка; 2 – змішувальна камера; 3 – ротор млина; 4 – шахтний млин; 5 – шахта-сушарка; 6 – циклон; 7 – батарейний циклон; 8 – бункер з висушеним матеріалом (порошком); 9 – вентилятор

Розпилювальні сушарки

Ці сушарки в промисловості будівельних матеріалів використовують для висушування шлікеру під час виготовлення керамічних плиток з метою одержання формувального преспорошку певного гранулометричного складу.

Принцип дії розпилювальної сушарки (рис. 9.4) полягає в тонкому розпилюванні суспензії в середовищі гарячих газів, швидкому випаруванні її та отриманні готового порошку. Розпилюють суспензію механічними форсунками або подають її на диски, що обертаються з великою швидкістю. Використовується рідке та газоподібне паливо.

Переваги розпилювальних сушарок: недовгий час процесу висушування, стабільність якості готового продукту. **Недоліки**: значна частина висушеного матеріалу виноситься газами, що потребує потужних пиловловлюючих пристроїв, габарити яких близькі до габаритів самої установки.

Сушарки «киплячого шару»

Ці установки висушують частинки матеріалу, який знаходиться в псевдозрідженому стані на решітці в потоці теплоносія, що рухається.

Вони бувають однокамерні, дво- та трикамерні, періодичної та безперервної дії. Сушарки періодичної дії застосовують для одержання невеликої кількості матеріалу з постійною вологістю.

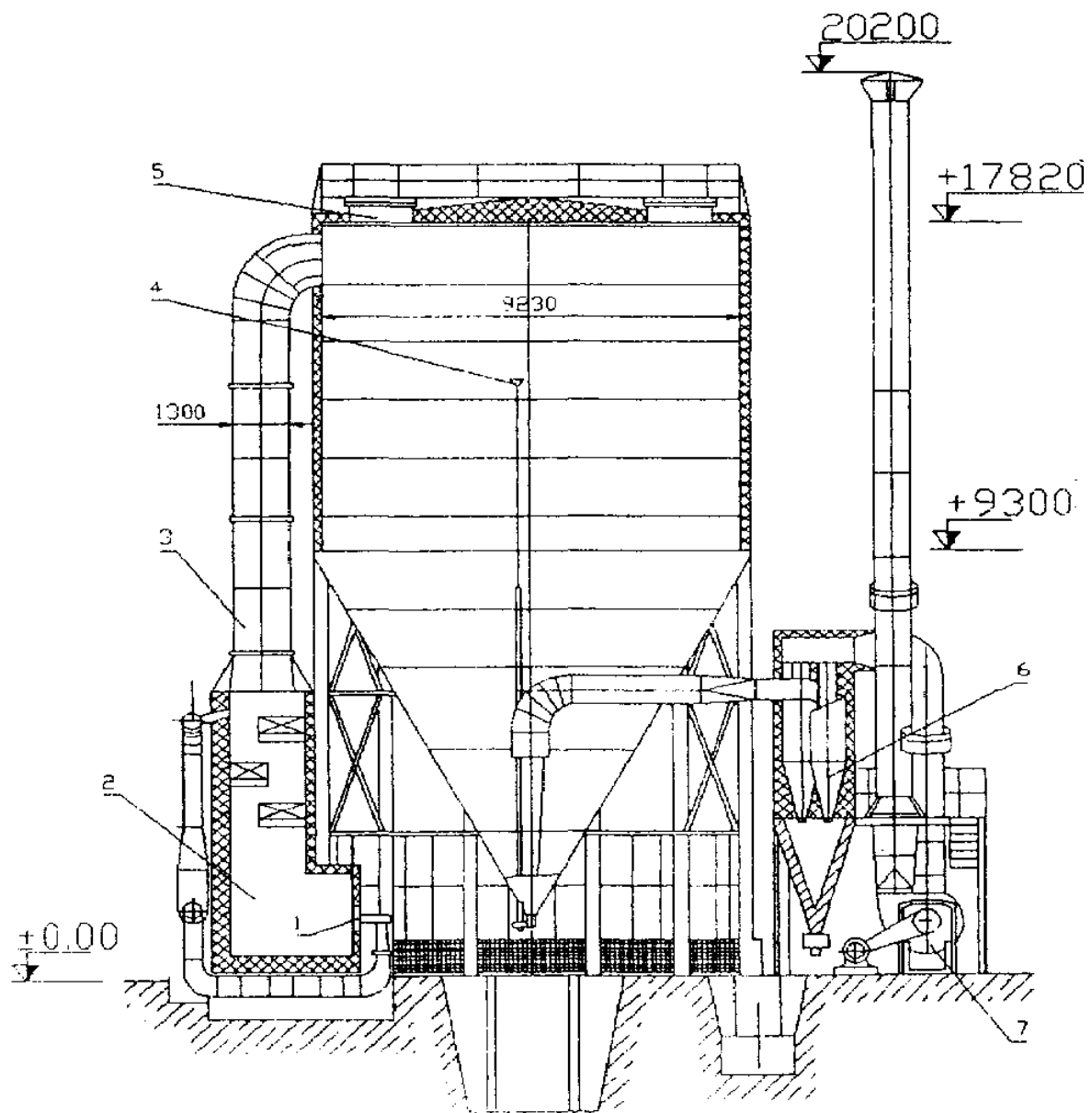


Рисунок 9.4 – Розпилювальна сушарка з розпилювальною форсункою:
 1 – газомазутний запальник; 2 – топка; 3 – газохід; 4 – форсунка; 5 – вибуховий клапан; 6 – циклони; 7 – відсмоктуючий вентилятор

Сушарки «киплячого шару» діють за принципом протитоку: матеріал рухається зверху вниз назустріч гарячим газам, проходячи послідовно через низку камер.

На рисунку 9.5 наведена схема триступеневої сушарки «киплячого шару». Теплоносії подають або під кожну решітку окремо, або він проходить послідовно через усі решітки. Решітки мають округлі отвори, діаметр яких менший за мінімальний діаметр зерен матеріалу, який висушується. Живий перетин решітки складає 1,5–3 %. Матеріал переміщується з верхньої решітки на середню, а потім і на нижню завдяки боковим вертикальним каналам.

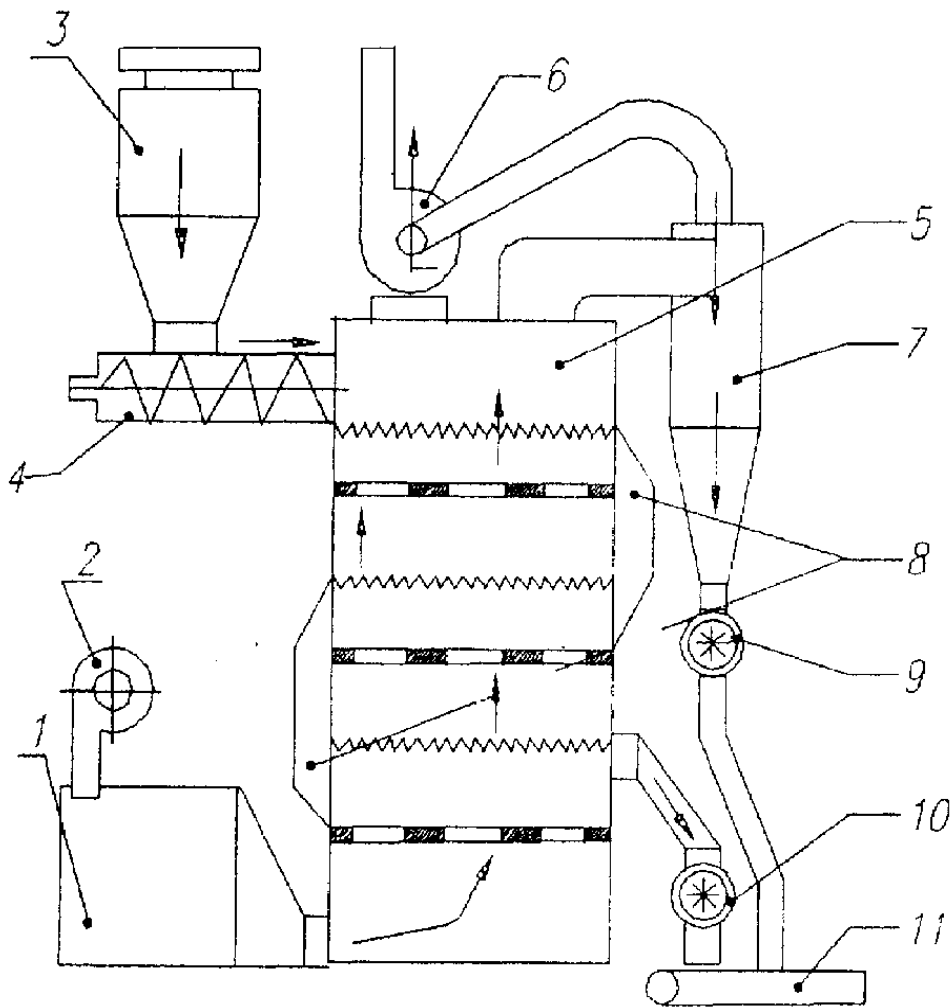


Рисунок 9.5 – Сушарка «киплячого шару»:

- 1 – топка; 2 – вентилятор дмухання; 3 – бункер вологого матеріалу;
 4 – живильник; 5 – сушильна камера; 6 – димосос; 7 – пилоосаджувач;
 8 – перехресні потоки киплячого шару; 9 – розвантажувач-ущільнювач
 пилоосаджувача; 10 – розвантажувач-ущільнювач камери висушування;
 11 – конвеєр

Сушарки «киплячого шару» працюють під тиском. Тому для запобігання виходу сушильного агента через нещільності, корпус сушарок повинен бути герметичним.

Висота киплячого шару зазвичай складає 0,7–0,75 м, час висушування в цих установках не перевищує десяти хвилин.

Тунельні сушарки

Тунельні сушарки являють собою закритий коридор, в який з одного боку через певні проміжки часу подаються вагонетки з сирцем, а з другого боку виходять вагонетки з висушеними виробами. Напрям руху сушильного агента може бути прямоточним, протиточним та складним (з використанням прямоходу

та протитоку комбіновано). Ці установки безперервної дії. Їх застосовують для висушування цегли, керамічних, теплоізоляційних, гіпсових та інших виробів.

На рисунку 9.6 зображена схема руху сушильного агента в тунельній сушарці для підсушування цегли.

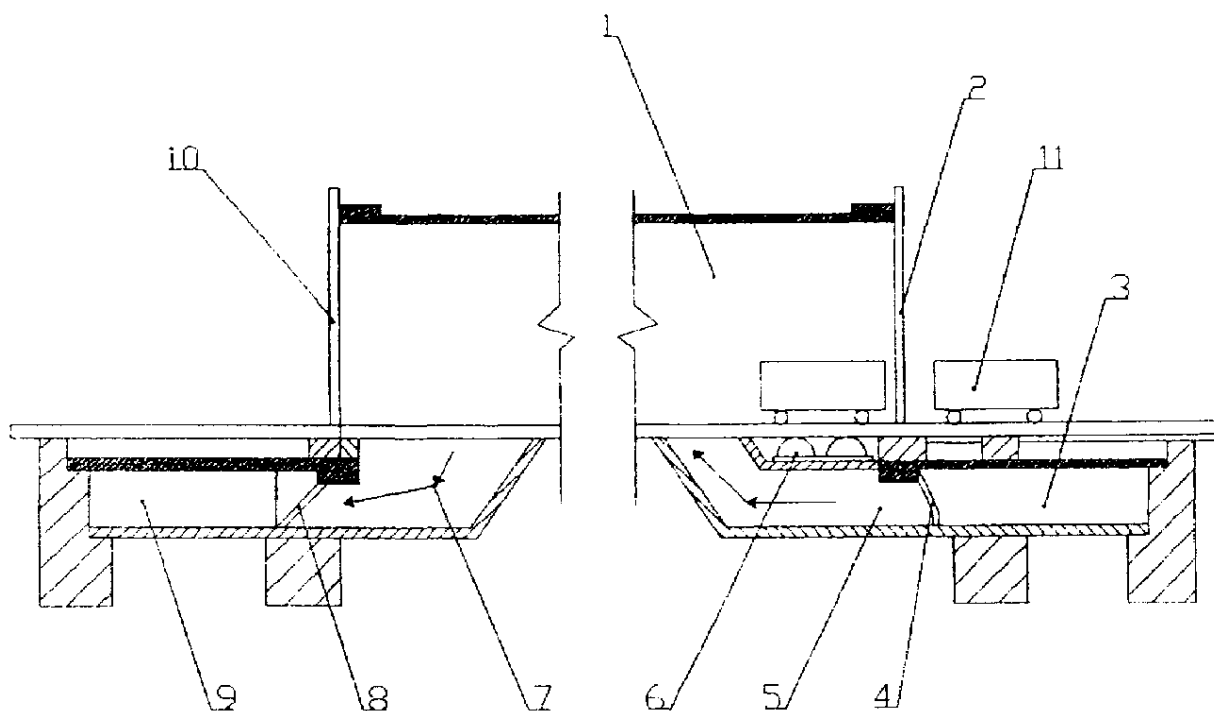


Рисунок 9.6 – Схема подачі сушильного агента в тунельну сушарку:
1 – тунель; 2, 10 – підйомні двері; 3 – канал для підведення сушильного агента;
4, 8 – підйомна заслінка вмикання подачі та відбору сушильного агента в тунель;
5 – підвідний канал до тунелю; 6 – штовхач; 7 – відвідний канал;
9 – збірний канал відпрацьованого сушильного агента; 11 – вагонетка

Цегла-сирець, яка укладена на вагонетки, подається в тунель довжиною приблизно 30 м. Штовхач забирає вагонетку і проштовхує нею весь поїзд з вагонеток на одну позицію, причому остання вагонетка виходить з тунелю. Сушильний агент із загального на весь блок тунелів підвідного каналу за відкритої заслонки поступає до тунелю знизу прямою током і асимілює вологу від матеріалу.

Відпрацьований теплоносії через відвідний канал поступає до загального збірного каналу відпрацьованого сушильного агента і вентилятором викидається в атмосферу. Витрата теплоти в тунельних сушарках складає 4200–5000 кДж/кг випареної вологи.

Ямові пропарювальні камери

Ямові пропарювальні камери набули широкого застосування, що пояснюється простотою їх конструкції. Близько 90 % бетонних та

залізобетонних виробів в процесі виготовлення підлягають тепловологісній обробці (ТВО) в пропарювальних камерах періодичної дії за температур до 100 °С та атмосферного тиску.

В ямових пропарювальних камерах (рис. 9.7) існує можливість проведення ТВО в умовах інтенсивної циркуляції гріючого пароповітряного середовища з активним і повним обмиванням ним усіх поверхонь виробів, які пропарюються. Циркуляція забезпечується енергією струменів пари, що витікає з великорозмірних сопел під тиском 0,25–0,3 МПа. Завдяки ежекції, тепловий носій затягується в циркуляцію з необхідною швидкістю по всьому об'єму камери.

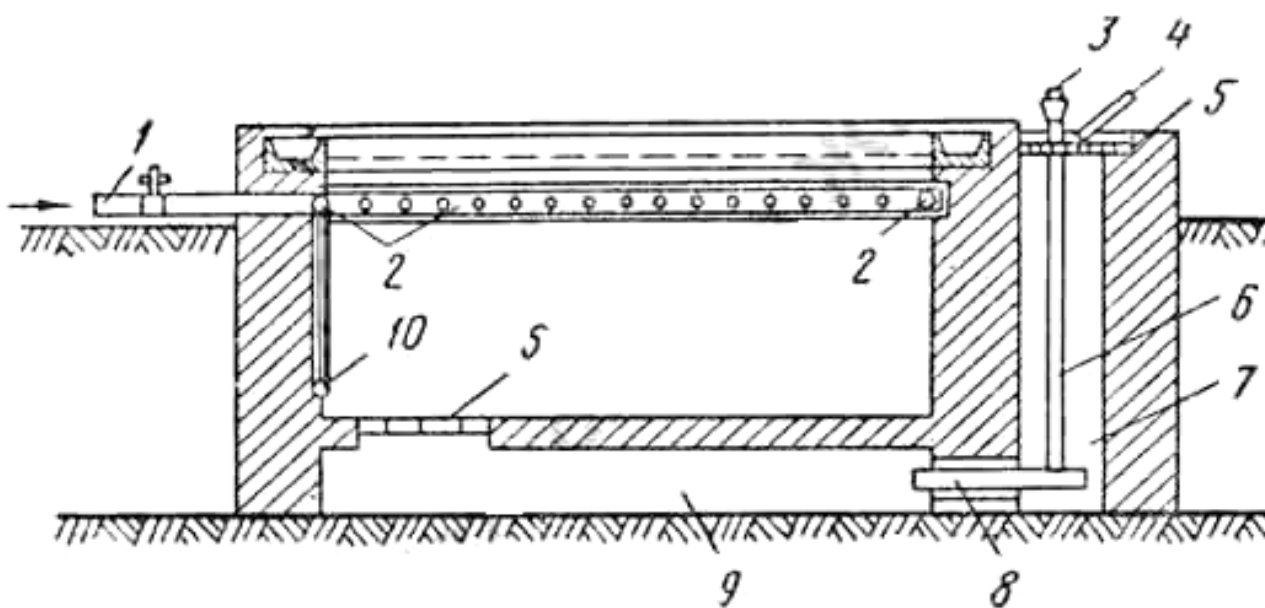


Рисунок 9.7 – Ямова пропарювальна камера:

- 1 – труба для подачі в камеру; 2 – верхні перфоровані труби;
3 – клапан; 4 – кришка колодязя; 5 – металева решітка; 6 – труба для випуску пароповітряної суміші; 7 – колодезь; 8 – зворотна вихідна труба; 9 – піддонний простір; 10 – нижня перфорована труба

У процесі організованого струменевого подавання пари велике значення має спеціалізація теплових установок для виготовлення певної продукції. Для попередження потрапляння конденсату в струмені пари на паропроводі є спеціальний стояк, у нижній частині якого встановлена дросельна шайба. У разі складного контура циркуляції та великих аеродинамічних опорів паропроводи доцільно розташовувати з двох боків. Робота обох паропроводів здійснюється одночасно і керуються вони одним регулюючим клапаном.

Осі сопел не рекомендується спрямовувати безпосередньо на бетон. Для посилення ежектуючого ефекту струму пари поряд із соплами рекомендується встановлювати щити зі сталевих листів, що вигнуті за формою дифузорів. Перетин паропроводу для забезпечення рівномірного розподілу пари по соплах доцільно брати у 2–3 рази більше за сумарний перетин усіх сопел, встановлених на паропроводі.

На трубопроводі подавання пари необхідно встановлювати додатковий механізм програмного регулятора для забезпечення постійного тиску пари на рівні 0,3–0,4 МПа. До його встановлення тимчасово допускається підведення пари по двох патрубках з двома дросельними витратними шайбами. Одна з них розрахована на великі витрати пари, які відповідають періоду нагрівання, друга – на менші витрати, які відповідають витратам в період ізотермічної витримки. Патрубки обладнані вентилями для регулювання витрат пари.

Охолодження виробів після пропарювання проводиться витяжним вентилятором через повітряні клапани і віконця для підсосу охолоджуючого повітря. Швидкість руху газів у період охолодження не повинна перевищувати 5–8 м/с.

Касетні установки

Нагрівання виробів у касетних установках (рис. 9.8 – рис. 9.9) здійснюється контактним способом через металеві стінки парових відсіків. ТВО проводиться за температури близько 100 °С з відносно швидким підвищенням температури для одержання виробів з міцністю 70 % та тривалість ТВО складає 7–8 годин.

Пара потрапляє через перфоровану трубу до верхньої зони парових відсіків за допомогою пароструменевого ежектора, камера розріджування якого з'єднана з розташованою в нижній зоні відсіків перфорованою трубою для висмоктування.

Режим ТВО здійснюється за таким графіком: підвищення температури бетону до 80 °С – 2 години; екзотермічна витримка з поданням теплоносія – 3–3,5 години, та без подання теплоносія – 3,5–4 години (водночас температура бетону підвищується до 90–95 °С); розпалубка та охолодження виробів за умов цеху.

Тунельні камери

Особливістю конструкції тунельних камер (рис. 9.10) є їх профіль, що нагадує графік теплової обробки. Зони прогрівання, ізотермічної витримки та охолодження чітко виражені. Вигнутий профіль камери створює умови для виникнення в ній зони з чистим паровим середовищем. Камери полігонального обрису відрізняються за конструкцією вузлів завантаження та розвантаження виробів та розміщенням щодо формувального конвеєра і рівня підлоги.

Підземні камери з завантажувальними спусками та розвантажувальними підйомами розміщуються нижче рівня підлоги цеху на 2 м (рис. 9.10, а). Заглиблення дозволяє використовувати площу цеху над камерами. Однак водночас збільшується довжина камер за рахунок зон, які не беруть участі в ТВО.

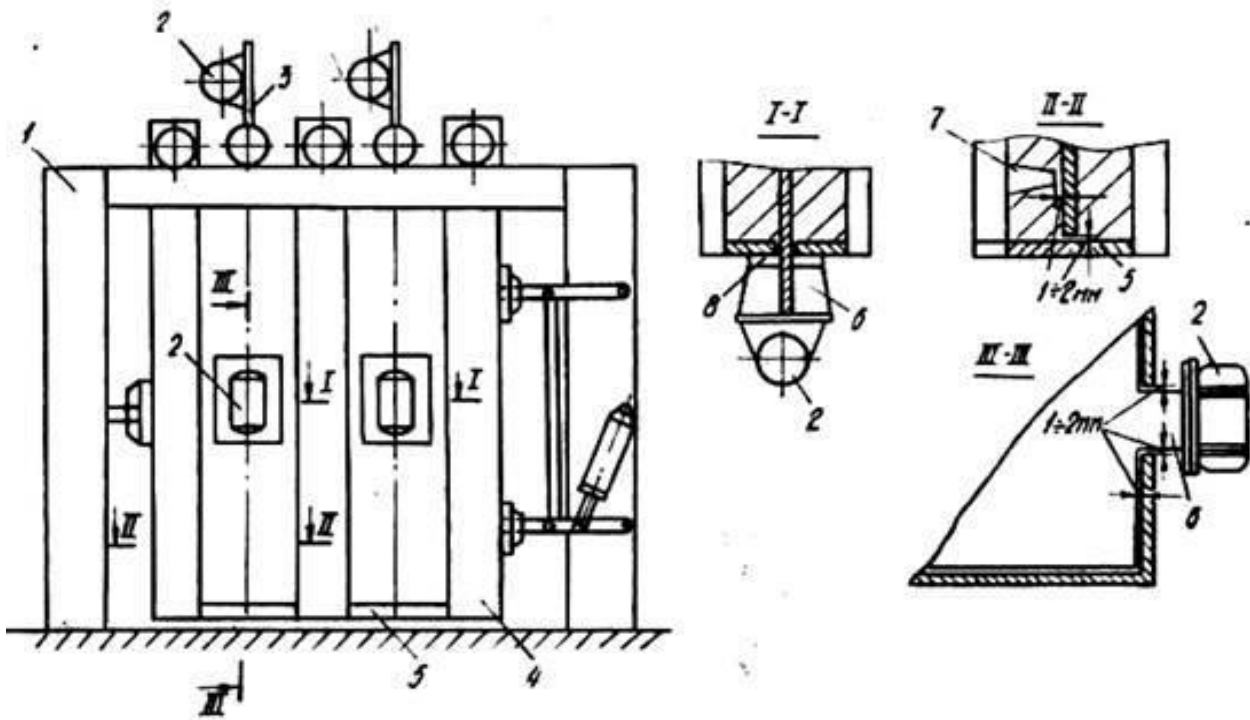


Рисунок 9.8 – Схема касетної установки із затисненими розподільчими листами:

1 – рама; 2 – вібратор; 3 – розділовий лист; 4 – паровий відсік;
5 – бортоснащення; 6 – консоль для кріплення вібраторів; 7 – технологічний конус; 8 – ущільнююча прокладка (у перетині III–III умовно не показана)

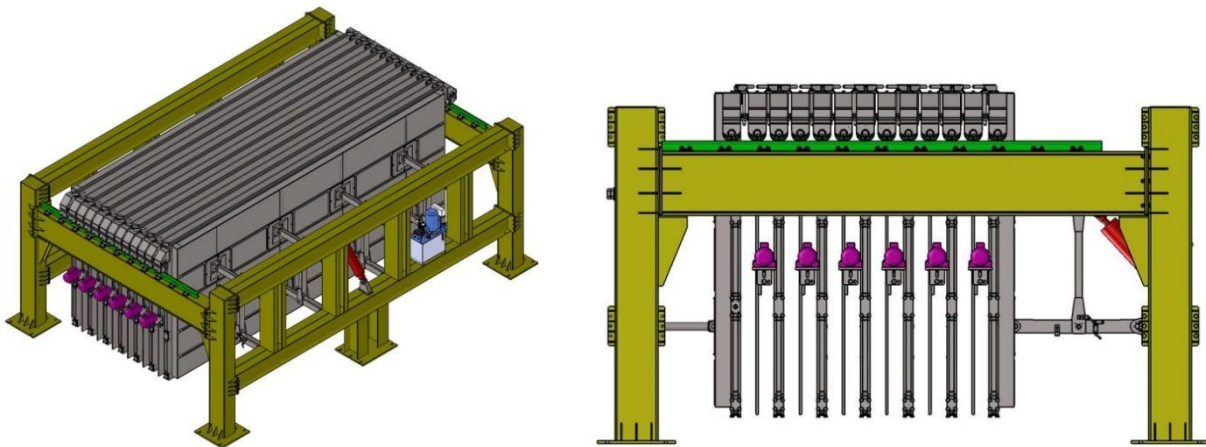


Рисунок 9.9 – Загальний вигляд касетної установки з незащемленими розподільчими листами

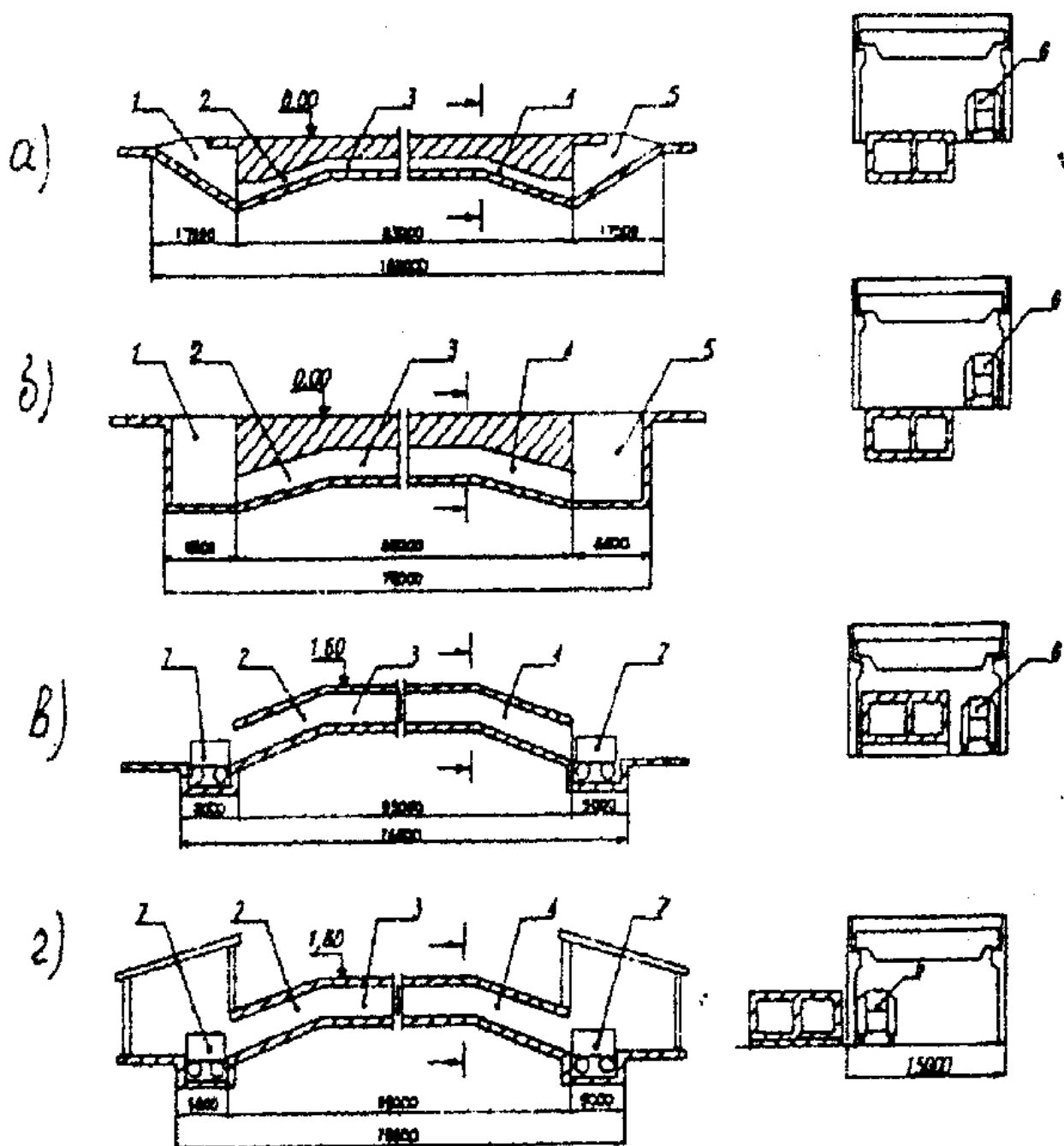


Рисунок 9.10 – Тунельні камери полігонального обрису:

- а – підземна із завантажувальним спуском та розвантажувальним підйомом;
 б – підземна із завантажувально-розвантажувальними прямками; в – підлогова
 всередині цеху; г – підлогова поза цехом; 1 – завантажувальний пристрій;
 2 – зона підігріву; 3 – зона ізотермічного прогрівання; 4 – зона охолодження;
 5 – розвантажувальний пристрій; 6 – формування виробів; 7 – форми-вагонетки

Підземні камери з завантажувальними та розвантажувальними прямками (рис. 9.10, б) мають значно меншу довжину допоміжних ділянок, але в цьому випадку для завантаження та розвантаження виробів з прямків необхідно використовувати мостовий кран. До того ж єдиний конвеєр виробництва поділяється на два технологічні процеси: виготовлення виробів та теплову

обробку.

Підлогові камери (рис. 9.10, в) розміщуються вище за позначки підлоги, на рівні якої знаходиться конвеєр формовки. Завдяки цьому завантаження та розвантаження виробів відбувається без участі мостового крана. Такі камери зменшують корисну площу цеху і виділяють в повітря багато тепла та пари.

Виносні підлогові камери розташовують за межами цеху (рис. 8.10, г), а формувальний конвеєр – в цеху. Форми з виробами з формувального конвеєра подаються до камери ТВО за допомогою передавальних візків. Ці камери не мають недоліків підлогових камер і звільняють крани від участі в технологічній схемі виробництва.

Вертикальні пропарювальні камери

Схема конвеєрної технологічної лінії з вертикальною пропарювальною камерою показана на рисунку 9.11.

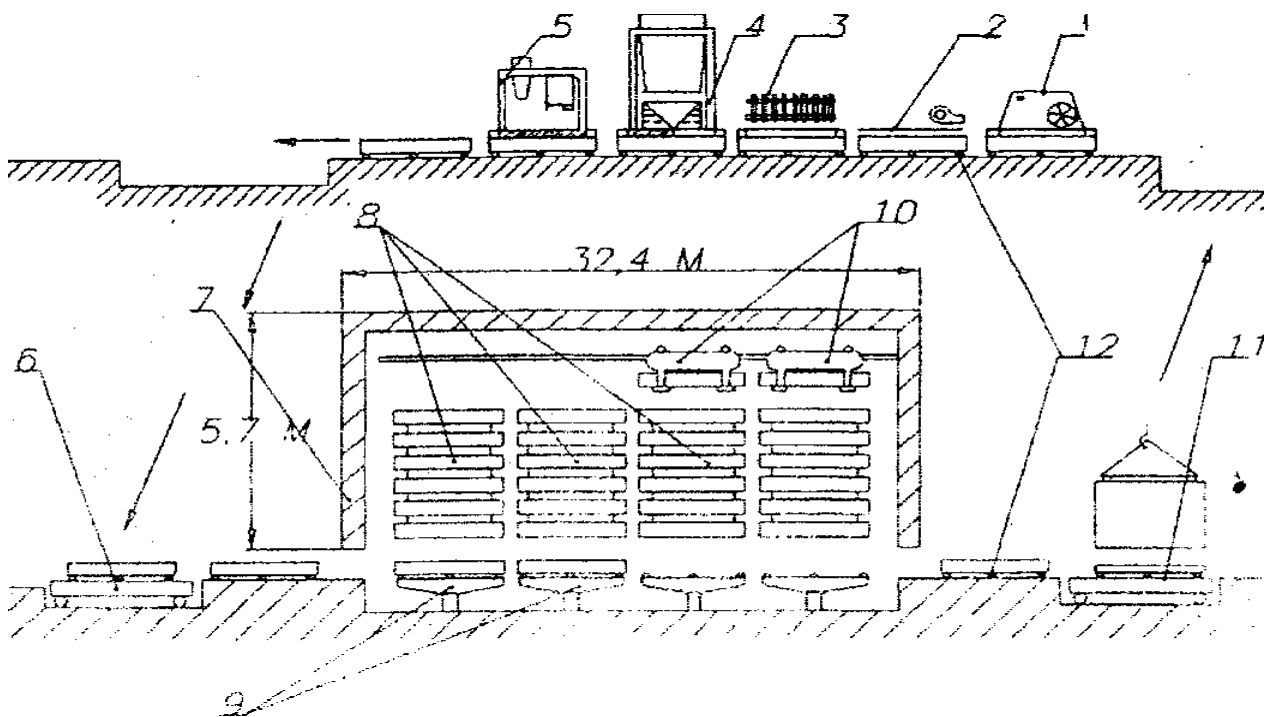


Рисунок 9.11 – Схема конвеєрної технологічної лінії із виробництва зовнішніх стінових панелей з вертикальною пропарювальною камерою:

- 1 – очищення та змащування форм; 2 – укладання керамічної плитки;
- 3 – закладання арматури; 4 – укладання та ущільнення бетону;
- 5 – вирівнювання; 6 – самохідний візок; 7 – вертикальна камера; 8 – форма з виробами;
- 9 – гідропідійомник; 10 – передавальний візок; 11 – розпалубка;
- 12 – рольганг

Камера являє собою шахту з глухими стінками та перекриттям. В нижній частині є проходи для завантаження та розвантаження форм-вагонеток. Вони поступово переміщуються спеціальними підійомниками під стелею камери, де

подаються горизонтально на довжину однієї форми-вагонетки на опускну гілку. Із досягненням формами-вагонетками розвантажувального проходу, вони транспортуються назовні. Оскільки пара надходить через перфоровані труби, які розташовані під стелею, то у верхній частині камери (в зоні ізотермічної витримки) на певній висоті відносна вологість пароповітряної суміші досягає 100 %, а температура 100 °С, тобто створюється середовище насиченої пари.

Температура пароповітряного середовища знижується від 100 °С вгорі до 25–30 °С в нижній частині камери.

До **недоліків** цих камер належать можливість виходу з ладу механізмів, що знаходяться в середовищі насиченої пари, низький коефіцієнт використання об'єму камери.

Головні **переваги** пропарювальних камер: стійкий тепловий режим, який спрощує її експлуатацію; можливість точного планування термінів теплової обробки та забезпечення можливості організації поточної технологічної лінії; висока ефективність, особливо зі збільшенням потужності; організація ТВО на вже існуючих заводах з використанням цих камер дозволяє знизити потребу в виробничих площах, бо вони займають в 2–3 рази меншу площу, ніж ямові, і в 10–12 разів меншу за тунельні камери такої ж продуктивності.

Автоклавна обробка виробів

Під автоклавною технологією розуміється така технологія, за якої виріб після формування розміщується в герметичній закритій ємності, де створюється можливість нагрівання до порівняно високих температур (174,5–203,35 °С) зі збереженням вологи в рідкій фазі в кількості, яка необхідна для протікання хімічних реакцій. Це забезпечується створенням в робочому об'ємі автоклава тиску від 0,8 до 2,5 МПа.

Автоклави – установки періодичної дії, призначені для тепловологісної обробки бетонних, залізобетонних, силікатних та інших виробів. Вони являють собою герметичні металеві зварні ємності циліндричної форми, в яких відбувається тепловологісна обробка під тиском 0,8–2,5 МПа (рис. 9.12 – рис. 9.13).

Корпус автоклава встановлюється на опори, одна з яких є нерухомою і фіксує положення автоклава в просторі, інші – рухомі, що дозволяє корпусу переміщуватися під час теплового розширення.

Уздовж корпусу на спеціальних опорах змонтовано залізничну колію (для завантажування та розвантажування вагонеток). Між рейками по всій довжині корпусу розміщена перфорована труба, яка з'єднана з патрубком, який подає пару в автоклав.

Переваги автоклавів:

- а) підвищена міцність виробів (або можливість переходу на малоактивні в'язучі, що знижує собівартість продукції, яка випускається);
- б) висока продуктивність.

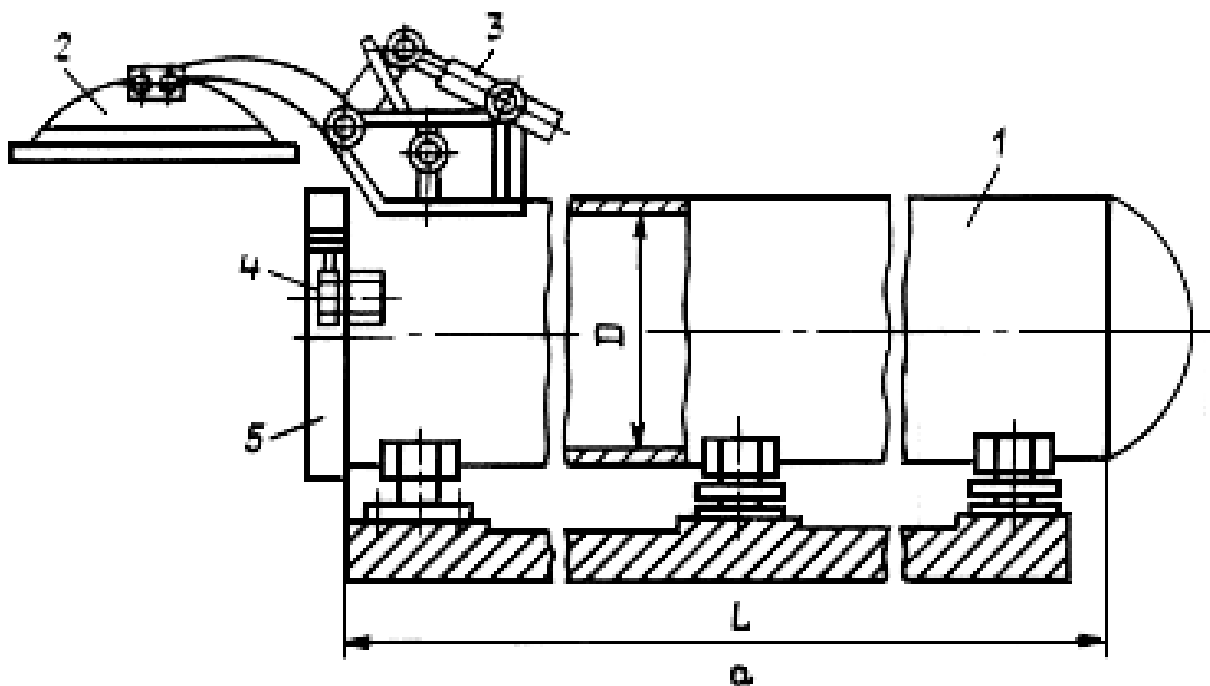


Рисунок 9.12 – Конструкція горизонтального глухого автоклава:
1 – корпус автоклава; 2 – кришка; 3 – гідропривід відкривання-закривання кришки; 4 – гідропривід повороту байонетного кільця; 5 – байонетне кільце



Рисунок 9.13 – Фото промислового автоклава

Недоліки:

- а) підвищені питомі витрати тепла, які пов'язані з періодичністю дії і високими параметрами теплоносія;
- б) велика металоємність (особливо прохідних автоклавів);
- в) великі габарити.

За конструкцією автоклави розподіляють на тупикові (АТ) та прохідні (АП). В тупикових автоклавах завантаження та розвантаження виробів відбувається з одного кінця установки, другий – глухий. Прокідні автоклави мають кришки з обох торців. Завантаження виробів в них відбувається через

один торець, а розвантаження – через інший. Прохідні автоклави зручніше пристосувати до технологічних ліній, однак вони дорожчі та більш металоемні, ніж тупикові.

Контрольні запитання

1. В якому випадку використовують сушарки: барабанні, пневматичні, тунельні та киплячого шару?
2. Для чого використовуються ямові та вертикальні пропарювальні камери?
3. Для чого використовуються тунельні камери?
4. У чому полягають особливості автоклавної обробки?
5. Які переваги та недоліки мають автоклави?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вольтерс О. Ю. Машини і механізми міського господарства : навч. посіб. / О. Ю. Вольтерс, Л. Є. Пелевін, М. О. Пристайло. – Київ : КНУБА, 2017. – 268 с.
2. Вступ до спеціальності : навч. посіб. / О. М. Артюх, О. В. Дударенко, В. В. Кузьмін [та ін.] ; Нац. ун-т «Запорізька політехніка». – Запоріжжя : Нац. ун-т «Запорізька політехніка», 2021. – 312 с.
3. Гуденко В. М. Технологія будівельного виробництва: навч. посіб. / В. М. Гуденко. – Київ : Аграрна освіта, 2010. – 481 с.
4. Хмара Л. А. Дробильно-сортувальні заводи і устаткування : навч. посіб. / Л. А. Хмара, О. С. Шипілов, О. Г. Онищенко. – Полтава : ПолтНТУ, 2009. – 209 с.
5. Щербина В. Ю. Механічні процеси і обладнання виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів. Підготовка сировинних матеріалів і устаткування для змішування та формування : навч. посіб. для підготовки студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» / уклад. : В. Ю. Щербина, В. І. Сівецький, О. В. Гондлях. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 131 с.
6. Балера М. Д. Конструкції та основи розрахунку обладнання для сушки та випалу керамічних виробів / М. Д. Балера, А. І. Аніщенко. – Харків : ХДТУБА, 2011 – 68 с.
7. Смирнов В. О. Підготовчі процеси збагачення корисних копалин : навчальний посібник / В. О. Смирнов, В. С. Білецький. – Донецьк : Східний видавничий дім, Донецьке відділення НТШ, 2012. – 286 с.
8. Сівко В. І. Механічне устаткування підприємств будівельних виробів / В. І. Сівко. – Київ : ІСДО, 1994. – 359 с.
9. Назаренко І. І. Машини для виробництва будівельних матеріалів : підручник / І. І. Назаренко. – Київ : КНУБА, 1999. – 488 с.
10. Савченко О. Г. Обладнання комплексів для виробництва будівельних дрібноштучних виробів : навч. посіб. / О. Г. Савченко. – Харків : Тимченко, 2006. – 416 с.
11. Сівко В. І. Механічне устаткування підприємств будівельних виробів : підручник / В. І. Сівко. – Київ : ІСДО, 1994. – 359 с.
12. Сівко В. І. Обладнання підприємств промисловості будівельних матеріалів і виробів : підручник / В. І. Сівко, В. А. Поляченко. – Київ : ТОВ «АВЕГА», 2004. – 280 с.

Електронне навчальне видання

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання практичних робіт
із навчальної дисципліни

«ВСТУП ДО ФАХУ»

(Частина 1)

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування)*

Укладач **АНИЩЕНКО** Анна Ігорівна

Відповідальний за випуск *А. О. Шевченко*

Редактор *Б. О. Хільська*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2025, поз. 313М

Підп. до друку 06.05.2025. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 3,3.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.