

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

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до організації самостійної та контрольної робіт,  
проведення практичних занять  
із навчальної дисципліни

**«БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА І ВИРОБНИЧА БАЗА  
БУДІВНИЦТВА»**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізація (освітня програма) «Будівництво» («Промислове і цивільне будівництво»))*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2021**

Методичні рекомендації до організації самостійної та контрольної робіт, проведення практичних занять із навчальної дисципліни «Будівельна техніка і виробнича база будівництва» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізація (освітня програма) «Будівництво» «Промислове і цивільне будівництво» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : С. В. Шаповал. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 52 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. С. В. Шаповал

Рецензент

**О. В. Кондращенко**, доктор технічних наук, професор Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів, протокол № 1 від 30 серпня 2021.*

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Самостійна робота студентів.....	5
1.1 Теми для самостійної роботи.....	5
1.2 Порядок оцінювання результатів самостійної роботи.....	7
2 Практичні роботи.....	8
Практична робота № 1 Вивчення умовних позначень у кінематичних схемах машин.....	8
Практична робота № 2 Визначення вантажопідйомності гідравлічного домкрата і основні технічні параметри.....	23
Практична робота № 3 Визначення міцності бетону з використанням молотка Шмідта.....	26
Практична робота № 4 Визначення технічних показників механічного редуктора.....	34
Практична робота № 5 Визначення об'єму складів.....	39
Практична робота № 6 Визначення потрібного об'єму сировини для забезпечення заданої потужності підприємства.....	41
Практична робота № 7 Розрахунок продуктивності обладнання.....	41
Практична робота № 8 Визначення технологічних факторів отримання залізобетонних виробів заданих властивостей.....	42
Практична робота № 9 Розрахунок енергетичного балансу для різних заводів будівельної індустрії.....	43
Практична робота № 10 Розрахунок оптимального розміру партії металевих виробів.....	44
3 Контрольна робота.....	46
Список рекомендованих джерел.....	51

## ВСТУП

Предметом вивчення дисципліни є сучасні будівельні машини. Дисципліна також вивчає організацію та основи технології виробництва будівельних матеріалів, конструкцій та деталей. Кожний фахівець для того, щоб керувати підприємством, аналізувати його господарську діяльність, визначати економічну доцільність від впровадження у виробництво нових технологічних розробок, винаходів тощо повинен знати основи технології.

Основна мета навчальної дисципліни – формування у студентів знань основ машин та механізмів, які використовуються у процесі будівництва різноманітних об'єктів, а також підготування кваліфікованих спеціалістів для роботи в різних галузях будівельного комплексу.

За результатами вивчення дисципліни студент повинен знати основні деталі й вузли машин, їх механізми, приводи; транспортувальні машини; вантажопідйомні механізми та машини; машини для земляних, бурових та пальових робіт; машини для бетонних та залізобетонних виробів; сучасні системи керування робочими процесами машин, будівельний інструмент, засоби малої механізації та технічного обслуговування і поточного ремонту будівельної техніки.

Матеріали методичних рекомендацій відповідають навчальному плану дисципліни освітньо-кваліфікаційної програми «Промислове та цивільне будівництво» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

# 1 САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ

Самостійну роботу студент виконує за зазначеними темами, що становлять основу виконання лабораторних і практичних робіт.

Із метою контролю знань і ступеня засвоєння матеріалу студент проходить тестування за контрольними запитаннями.

Позитивні результати тестів із курсу або практичні й контрольні роботи (для студентів заочної форми навчання) дають студентам право на складання заліку.

Самостійна робота виконується студентами під час практичних занять в робочих зошитах. Після пояснювання загальних положень щодо вирішення поставлених завдань викладач задає вихідні дані студентам за варіантами.

## 1.1 Теми для самостійної роботи

1. Машини та механізми для ремонту дорожнього покриття.
2. Машини та обладнання для геологічної розвідки ґрунтів.
3. Машини для спорудження паль за струменевою технологією.
4. Машини та обладнання для забивання паль.
5. Машини та обладнання для розробки ґрунтів у зимовий час.
6. Драглайн. Клинь-молот і куля-молот.
7. Машини та обладнання для ущільнення ґрунтів і дорожнього покриття.
8. Застосування літальних апаратів у будівництві та реконструкції будівель, а також при гасінні пожеж. Дрони. Дирижабль. Гвинтокрил. Літак.
9. Вантажні бортові автомобілі. Маніпулятори бортові.
10. Домкрат. Талі. Лебідка. Галузь застосування.
11. Козлові крани.
12. Мостові крани.
13. Баштовий кран. Види, призначення та складові частини.
14. Автомобільні крани. Крани-трубоукладачі.

15. Крани на гусеничному ході.
16. Будівельні підйомники. Види і призначення.
17. Стрічкові, пластинчасті і гвинтові конвеєри.
18. Самохідні навантажувальні машини.
19. Бульдозер.
20. Скрепер. Види, призначення і область Застосування скреперів.
21. Автогрейдер. Галузь застосування. Вид.
22. Колісні та гусеничні екскаватори. Міні-екскаватор. Одно- і багатоковшеві екскаватори.
23. Механізація процесу виготовлення бетонної суміші.
24. Механізація бетонування. Методи ущільнення бетонної суміші.
25. Механізація подачі бетону в опалубку на будівельному майданчику.
26. Доставка бетону на будівельний майданчик. Машини і механізми.
27. Опалубка. Вид, матеріали та призначення.
28. Компресор. Вид і призначення. Використання стисненого повітря в будівництві.
29. Піскоструменева і дробоструменева обробка поверхонь будівельних конструкцій при ремонті.
30. Очищення поверхонь стисненим повітрям, промисловими пирососами і струменем води під високим тиском.
31. Насос. Застосування насосів в будівництві і при ремонті.
32. Механізовані методи очищення поверхонь металевих і бетонних конструкцій від корозії.
33. Механізація оздоблювальних робіт.
34. Машини для полірування підлогових покриттів. Циклювання паркетних підлог. Шліфування підлог із мармурової крихти.
35. Визначення потужності бетонних заводів.
36. Визначення техніко-економічних показників транспортування сумішей автотранспортом.

37. Порівняння різних варіантів технологічних схем виробництва й транспортування бетонних сумішей на будівельні майданчики.

38. Вивчення методики оптимального розміщення бетонних заводів.

39. Визначення запасів сировини.

40. Технологія безвибухового розпушення напівскальних і скальних порід.

41. Шляхи підвищення ефективності розробки підводних копалин.

42. Нетрадиційні види сировини для виробництва теплоізоляційних і опоряджувальних матеріалів.

43. Промисловість будівельних матеріалів і виробів Харківської області, України або інших регіонів за варіантами.

44. Виробництво дерев'яних клеєних конструкцій.

## **1.2 Порядок оцінювання результатів самостійної роботи**

Поточне оцінювання виконання самостійних робіт здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Об'єктами такого контролю є:

- підготовка до занять та якість ведення зошиту з практичних занять, відвідування занять;
- виконання завдань безпосередньо на практичних заняттях;
- захист самостійної роботи.

Оцінка знань студентів проводиться щодо кожної роботи: при оцінюванні за національною шкалою за системою «зараховано» або «не зараховано», за системою оцінювання за шкалою ECTS успішний захист всіх робіт складає 5 % усієї кількості балів із дисципліни.

## 2 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

### Практична робота № 1 Вивчення умовних позначень у кінематичних схемах машин

**Мета:** вивчити умовні позначення в кінематичних схемах машин і використовувати їх при опрацюванні курсу будівельних машин.

#### Механічні передачі

Механічною передачею називають механізм, що передає енергію від двигуна до робочого органу машини з перетворюванням параметрів руху. В більшості випадків механічні передачі перетворюють параметри обертового руху, змінюючи модуль або напрям швидкості, а інколи і характер руху (обертовий рух перетворюють у поступальний).

**Передачі фрикційні.** Фрикційні передачі використовують не тільки для передавання обертового руху, але широко застосовують для перетворення обертового руху в поступальний – у всіх наземних транспортних машинах (колесо і рейка або дорога), а також у металургійній промисловості (прокатні стани), де передавання руху за рахунок тертя є основою технологічного процесу. Фрикційна передача в її найпростішому вигляді складається з двох котків (роликів), які притиснуті один до одного деякою силою. Обертання від одного з котків до іншого передається за рахунок сили тертя між котками (рис. 2.1).

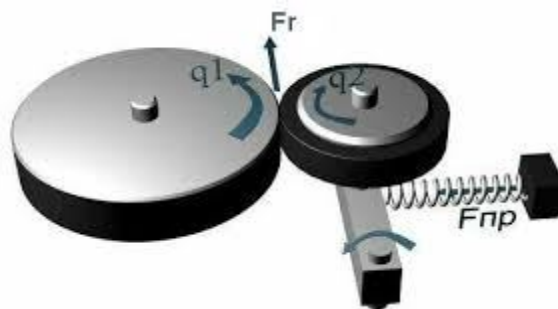

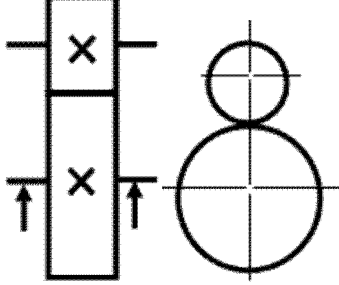
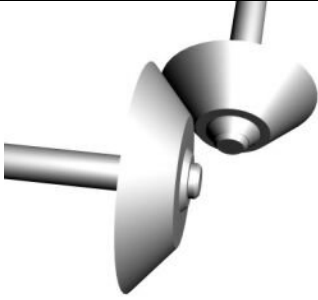
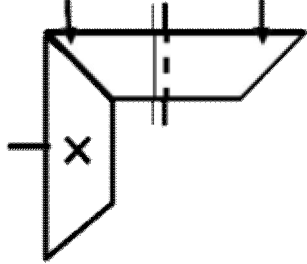

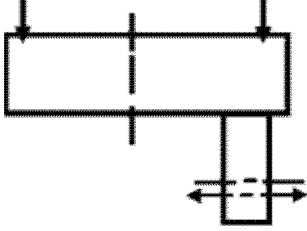


Рисунок 2.1 – Фрикційна передача



Таблиця 2.1 – Передачі фрикційні

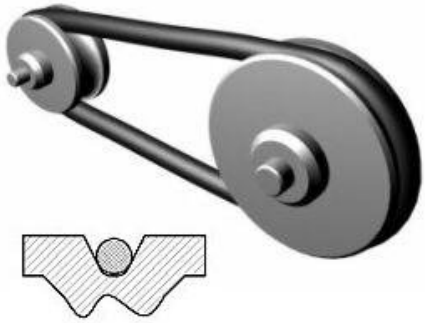
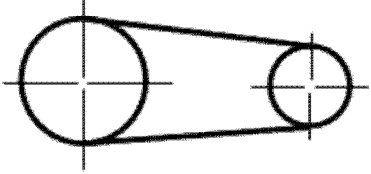
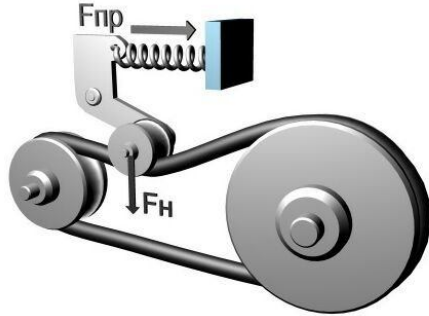
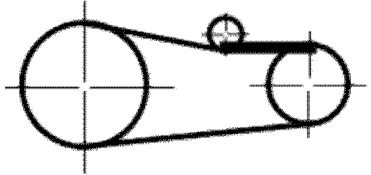
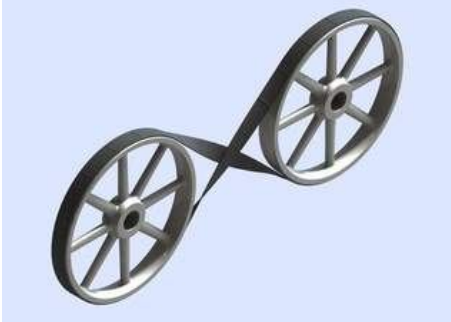
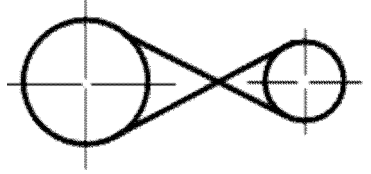
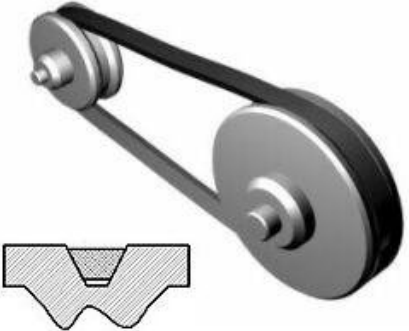
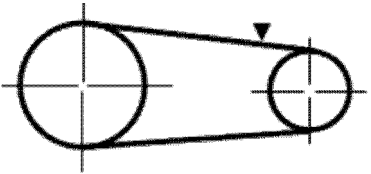
Назва передачі	Малюнок	Умовне позначення на кінематичній схемі
Передача циліндричними роликками		
Передача конічними роликками		
Фрикційний варіатор		

**Передачі пасові.** При пасовій передачі енергія передається за рахунок сил тертя між пасом і шківками. Пас попередньо натягується. Попередній натяг – за рахунок пружного розтягу паса під час одягання на шківки, або за допомогою застосування спеціальних натяжних пристроїв.



Рисунок 2.2 – Пасова передача

Таблиця 2. 2 – Передача плоским пасом


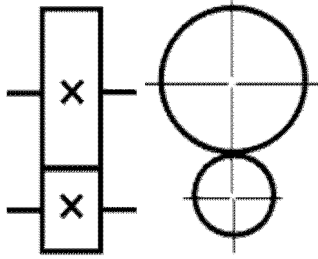

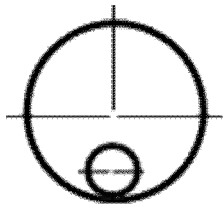
Назва передачі	Малюнок	Умовне позначення на кінематичній схемі
Відкрита		
Відкрита з натяжним роликком		
Перехресна		
Клиновим пасом		

**Передачі зубчасті.** Зубчасті передачі призначені для передачі обертового руху і перетворення обертового руху на поступальний, і навпаки. Зубчаста передача складається з ведучого (або декількох) зубчастого колеса, яке називається шестернею, і веденого (або декількох) зубчастого колеса.

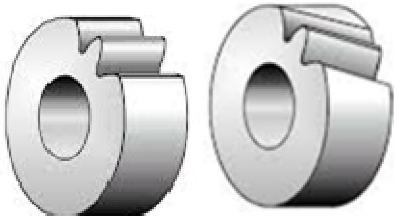
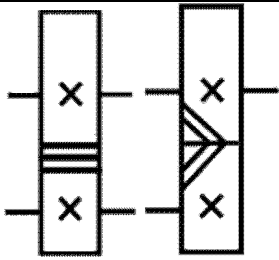

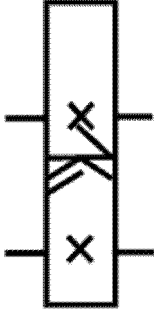
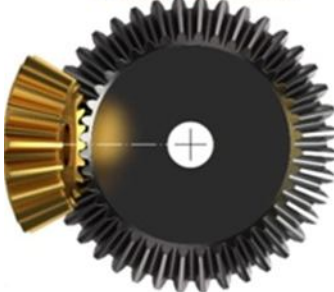
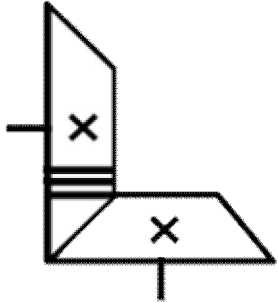
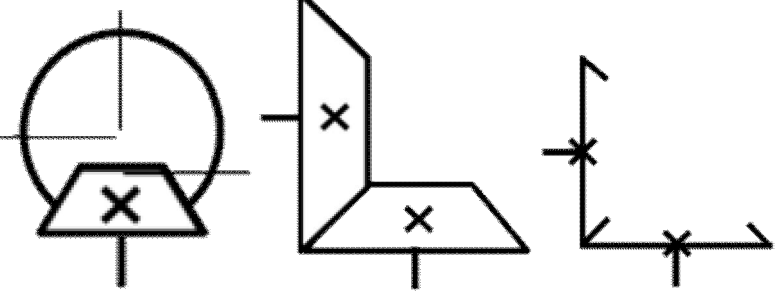
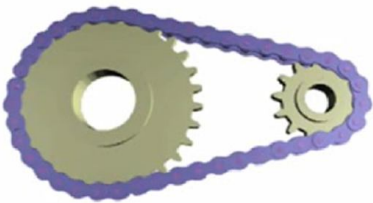
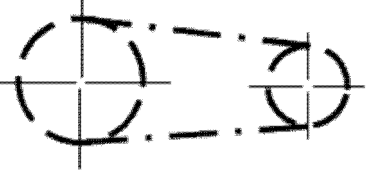


Рисунок 2.3 – Зубчаста передача

Таблиця 2.3 – Передачі зубчасті

Назва передачі	Рисунок	Умовне позначення на кінематичній схемі
1	2	3
Циліндрична із зовнішнім зачепленням (без уточнення типу зубців)		
Зі внутрішнім зачепленням		

Продовження таблиці 2.3

1	2	3
Із прямими зубцями та косими зубцями		
Із шевронними зубцями		
Конічні з прямими, косими й круговими зубцями		
Конічні без уточнення типу зубців		
Ланцюгова передача (без уточнення типу ланцюга)		

## З'єднання деталей

Складання двох чи декількох деталей можна виконати у вигляді нерухомого чи рухомого з'єднання їх. Нерухомо з'єднані деталі зберігають незмінне взаємне положення, а рухомо з'єднані спряжені деталі мають змогу певного взаємного переміщення.

Рухомі з'єднання є розбірними (нерознімні рухомі з'єднання трапляються дуже рідко) і виконують їх за допомогою ходових різьб, а також спряженням сферичних і конічних поверхонь. Нерухомі рознімні з'єднання досить різноманітні: до них належать різьбові, шліцьові (зубчасті) і шпонкові з'єднання, а також з'єднання за допомогою штифтів та шплінтів. Нерухомі нерознімні з'єднання здійснюються різними способами: зварюванням, паянням, склеюванням, за допомогою заклепок, запресовуванням (чи напресовуванням), розвальцьовуванням і завальцьовуванням.

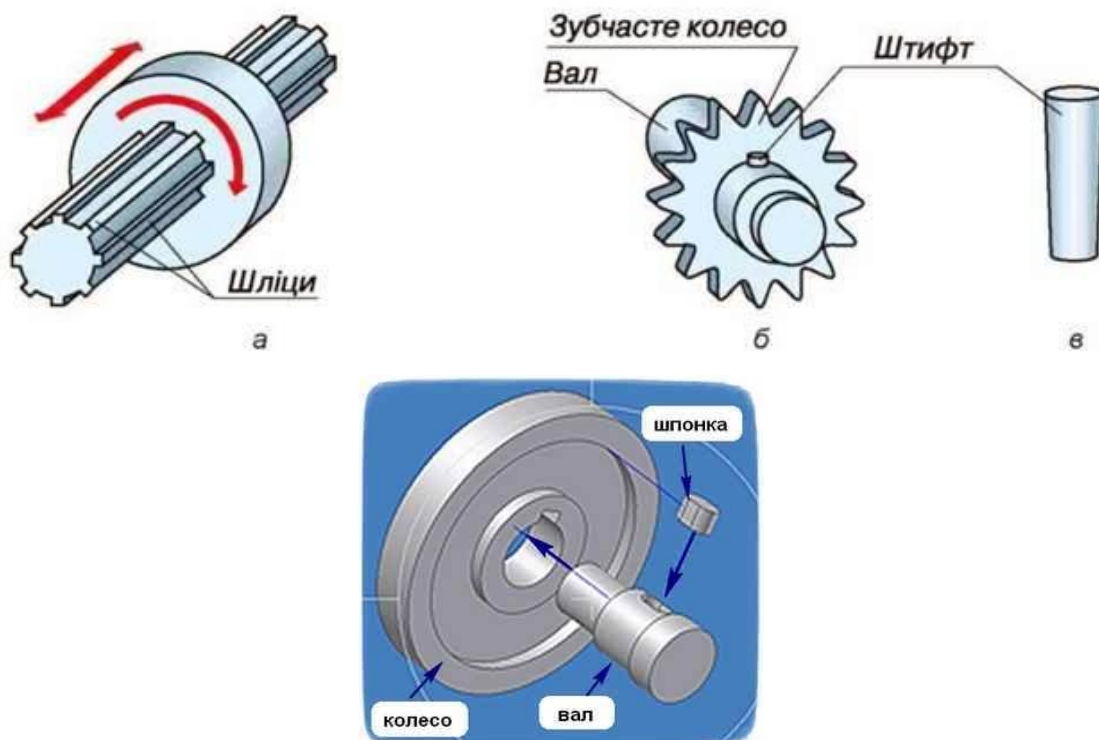


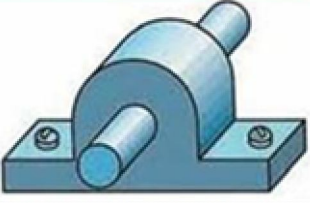


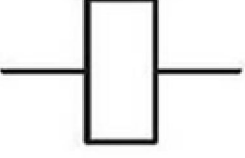

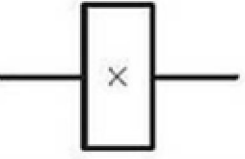


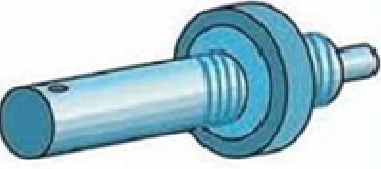



Рисунок 2. 4 – Приклади з'єднання деталей із валом

Таблиця 2.4 – З'єднання деталей з валом

Назва	Малюнок	Умовне позначення на кінематичній схемі
Вал, стрижень		
Вал в опорах		
Рухоме з'єднання деталі з валом		
Нерухоме з'єднання деталі з валом		
Гвинт		
Гайка на гвинті		

## Підшипники

Підшипник (вальниця за ДСТУ 3321-2003) – технічний пристрій, призначений для підтримування вала, осі чи іншої конструкції у зафіксованому положенні, що забезпечує обертання, хитання чи гойдання або лінійне переміщення з найменшим опором, а також для сприйняття і передавання навантаження на інші частини конструкції.

До групи підшипників ковзання відносять шарнірні підшипники та шарнірні головки.

Шарнірні підшипники – це стандартизовані машинобудівні компоненти, здатні сприймати радіальні, осьові й комбіновані навантаження, мають властивість самоцентрування й дозволяють забезпечувати переміщення відразу в декількох напрямках. Внутрішнє кільце має опуклий зовнішній діаметр, у той час як зовнішнє кільце відповідно також має сферичну поверхню, але вже на внутрішньому діаметрі. На практиці така конструкція підшипника дозволяє:

- уникнути негативного впливу помилок монтажу і неспіввідповідності;
- уникнути негативних наслідків деформацій компонентів, що сполучаються;
- ліквідувати можливі надмірні напруження в конструкції;
- підвищити надійність легковагих конструкцій.

*Шарнірні підшипники з поверхнею ковзання сталь/сталь*, призначені для сприйняття важких, ударних або статичних навантажень. Вони виготовляються з високоякісних підшипникових сталей або нержавіючої сталі. Рухливі з'єднання – це з'єднання, при яких шарнірні підшипники працюють при взаємному переміщенні одного кільця відносно іншого, при порівняно невеликій швидкості ковзання. Нерухомі з'єднання – це монтажне зчленування, при якому шарнірні підшипники працюють при періодичних одиничних зрушеннях одного кільця відносно іншого; призначені в основному для компенсації неспіввідповідності вала і корпусу.

Шарнірні підшипники ковзання застосовуються в умовах підвищеної запиленості та обмеженості мастила – у механізмах управління літальних

апаратів, навісних вузлах механізмів сільськогосподарських машин, екскаваторах, підвісках важких кар'єрних самоскидів.



Рисунок 2.5 – Шарнірні підшипники ковзання

*Підшипник кочення* – головний вид опору машинах, які виготовляють за стандартними розмірами на спеціалізованих заводах. Такі підшипники складаються з внутрішнього 1 та зовнішнього 2 кілець з доріжками кочення та тіл кочення 4, які встановлено в сепаратор 5 і розміщено в зазорі між кільцями. Втрати енергії у підшипниках кочення відносно невеликі та складаються зі втрат на майданчиках контакту тіл кочення з кільцями, на тертя між тілами кочення та сепаратором і центрувальними поверхнями, а також гідродинамічного опору мастила і втрат в ущільненнях.

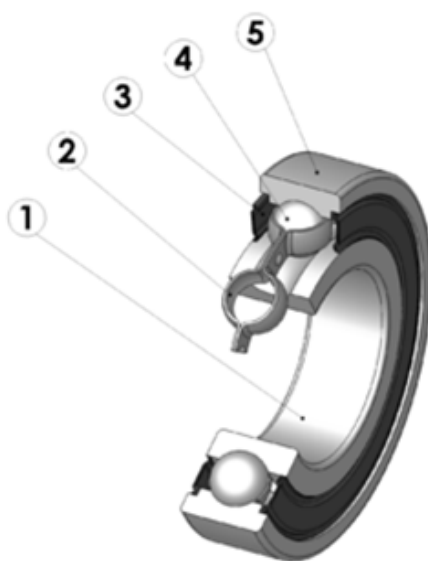


Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд підшипника кочення:

1 – внутрішнє кільце, 2 – сепаратор, 3 – захисна шайба, 4 – тіла кочення,  
5 – зовнішнє кільце




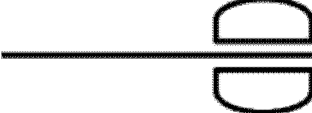
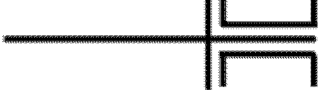
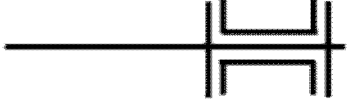

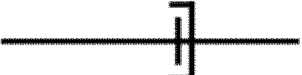


Різноманітні умови, в яких працюють підшипники кочення в опорах машин та механізмів, привели до необхідності створення великої кількості різних конструктивних різновидів. У процесі проектування конструктор вибирає тип і конструкцію підшипника залежно від умов роботи вузлів машини, наприклад такі:

- значення і напрямки навантаження (радіальне, осьове, комбіноване);
- характер навантаження (постійне, змінне, вібраційне, ударне);
- частота обертання;
- обертаючі кільця (внутрішнє чи зовнішнє);
- необхідний ресурс (у годинах, чи у мільйонах обертів);
- стан навколишнього середовища (температура, вологість, запиленість);
- бажані габарити вузлів підшипників;
- економічні вимоги та інші. За формою тіла кочення використовують

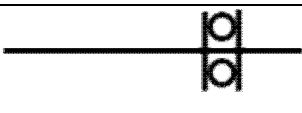
такі: кулькові; із короткими роликами або із довгими роликами; із витими, конічними, бочкоподібними та голчастими роликами.

За кількістю рядів кочення виробляють такі підшипники: однорядні; дворядні; чотирирядні.

Таблиця 2.5 – Підшипники ковзання

Назва підшипника	Умовне позначення
Радіальний	
Радіальний самовстановлюваний	
Радіально-упертовий однобічний	
Радіально-упертовий двобічний	
Упертовий однобічний кінцевий	
Упертовий однобічний проміжний	
Упертовий двобічний кінцевий	
Упертовий двобічний проміжний	

Таблиця 2. 6 – Підшипники кочення

Назва підшипника	Умовне позначення
Підшипник кочення радіальний шариковий	
Підшипник кочення радіальний роликовий	
Підшипник кочення радіальний шариковий самовстановний	
Підшипник кочення радіальний роликовий самовстановний	
Підшипник кочення радіально-упорний односторонній шариковий	
Підшипник кочення радіально-упорний подвійний шариковий	
Підшипник кочення радіально-упорний роликовий	
Підшипник кочення радіально-упорний роликовий двосторонній	
Підшипник кочення упорний одинарний кінцевий	
Підшипник кочення проміжний шариковий	
Підшипник кочення подвійний проміжний шариковий	
Підшипник упорний роликовий кінцевий	

## Муфти для з'єднання валів

Муфта (англ. – coupling, clutch) – вузол (деталь) привода механізму (машини) для передачі обертового руху та/або крутного моменту, з одного вала на інший, або з валу на деталь (шків, зубчасте колесо тощо), що вільно розташована на ньому, без зміни крутного моменту за величиною (рис. 2.7).

Крім зазначеного, муфти приводів можуть виконувати інші важливі функції: компенсацію невеликих монтажних відхилень взаємного розташування вузлів і агрегатів, роз'єднання валів, автоматичне керування роботою машини, плавне сполучення валів при запуску машин, захист машин від поломок в аварійному режимі тощо.

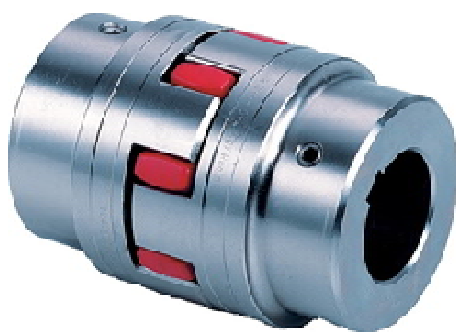


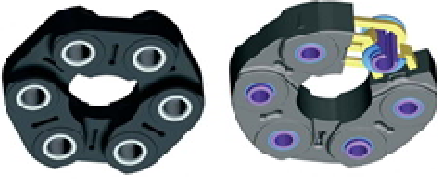

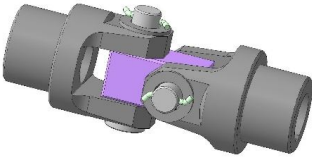


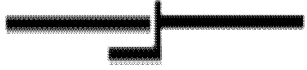
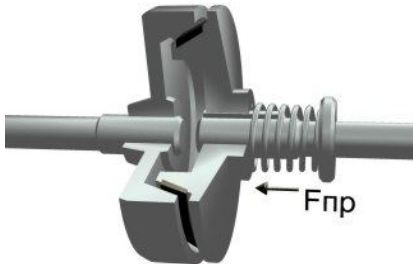
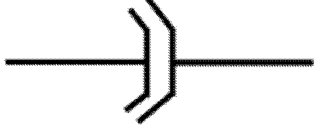


Рисунок 2. 7 – Муфта для з'єднання валів


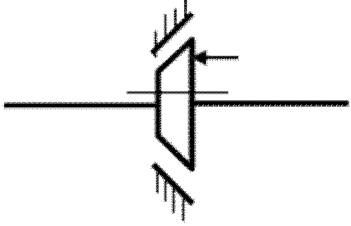
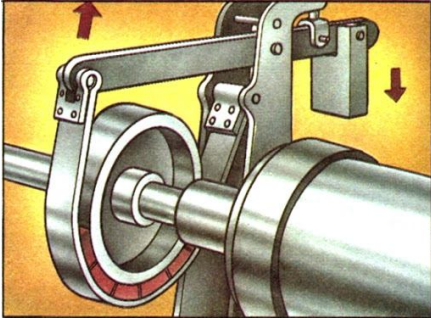
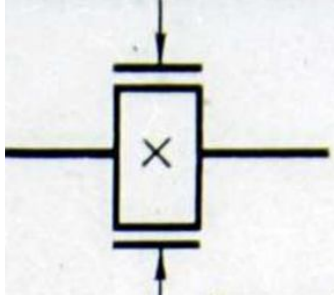

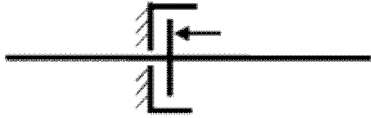

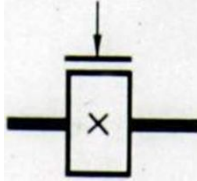
## Гальма

Гальма являють собою механізми для уповільнення руху або повної зупинки частин, що рухаються, або всієї машини в цілому. Дія гальм ґрунтується на перетворенні енергії руху в теплову енергію тертя. Опір, необхідний для сповільнення руху або зупинки вантажу, поворотного або ходового механізму, створюється в гальмах за рахунок тертя між рухливими (шківками або дисками) і нерухомими деталями, що притискаються до них. У будівельних машинах найбільше часто застосовуються колодкові, стрічкові й дискові гальма в які притискаються елементами( колодки, стрічки й диски).

Таблиця 2.7 – Муфти для з'єднання валів

Назва	Рисунок	Умовне позначення на кінематичній схемі
Глуха		
Еластична		
Шарнірна		
Телескопічна		
Конусна одностороння		

Таблиця 2.8 – Гальма

Назва	Рисунок	Умовне позначення на кінематичній схемі
Конусні		
Стрічкові		
Дискові		
Колодкові	 <p data-bbox="619 1671 639 1697">*</p>	

## Практична робота № 2 Визначення вантажопідйомності гідравлічного домкрата і основні технічні параметри

Принцип дії гідравлічного домкрата заснований на переміщенні поршня (і плунжера) за допомогою домкрата, що створює тиск робочої рідини (гідравлічне масло) приводного насоса, за рахунок чого і відбувається підйом вантажу (рис. 2.8).

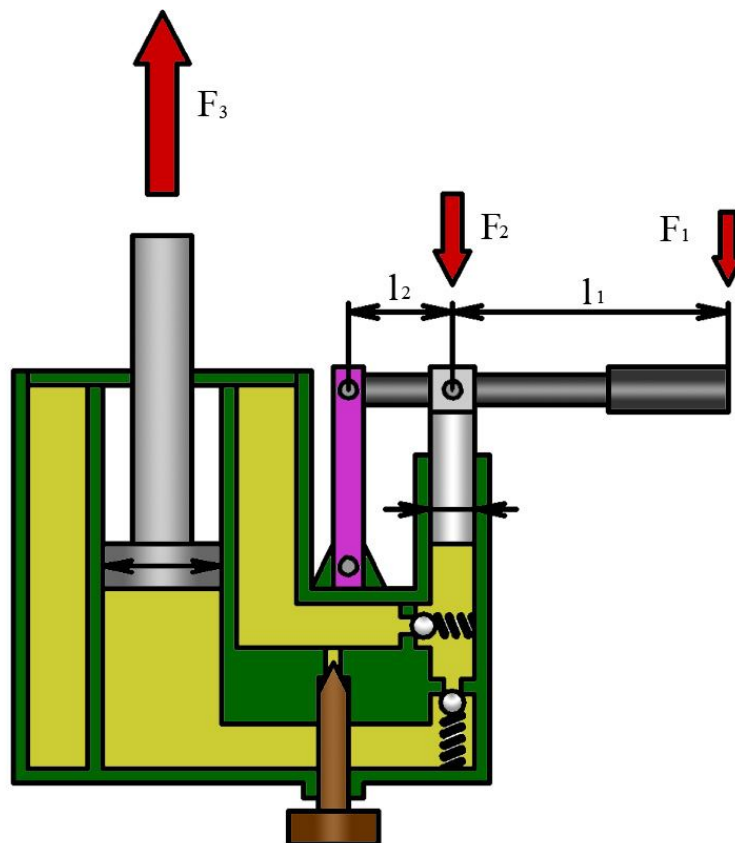


Рисунок 2.8 – Схема домкрата:

- 1 – робочий циліндр; 2 – корпус; 3 – підймальний поршень;
- 4 – зливний кран; 5, 10 – нагнітальний і всмоктувальний клапани;
- 6 – насосний циліндр; 7 – насосний плунжер; 8 – двоплечний важіль;
- 9 – місткість для робочої рідини

Основні переваги гідравлічних домкратів: велика вантажопідйомність у поєднанні з невеликим робочим зусиллям; високий ККД, плавність ходу, жорсткість і компактність конструкції. Вантажопідйомність гідравлічних домкратів коливається в межах від 1 т до 1 000 т. Простота конструкції і зручність експлуатації гідравлічного домкрата розширює область його застосування і дозволяє ефективно виконувати роботи будь-якої складності. Гідравлічний домкрат активно використовують для монтажу і демонтажу в будь-якій галузі промисловості (машинобудування, будівництво), він придатний для ремонту автомобілів, колісних пар залізничних вагонів, а також як силовий вузол пресів, трубогибів та іншого подібного інструменту.

## Розрахунок

### 1 Вантажопідйомність домкрата

Вихідні дані:

- довжина руків'я  $R = 1\ 000$  мм,
- зусилля на кінці руків'я  $K = 300$  Н,
- ККД механізму  $\eta = 0,8$ .

Тоді вантажопідйомність домкрата

$$Q = \frac{P \times D^2 \times R \times \eta}{d^2 \times r}. \quad (2.1)$$

### 2 Розрахування швидкості підйому вантажу

Вихідні дані:

- кількість подвійних качань рукоятки насоса за хвилину  $n = 25$ ,
- коефіцієнт подачі масла  $K = 0,9$ .

З урахуванням цих даних швидкість підйому вантажу

$$V = S \times n \times \frac{d^2}{D^2} \times K. \quad (2.2)$$



### 3 Розрахунок часу підйому вантажу

$$t = \frac{H}{V}. \quad (2.3)$$

### 4 Передаточне число домкрата

$$S = \frac{D^2}{d^2} \times \frac{R}{r}. \quad (2.4)$$

Одержані дані занести до таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Визначення вантажопідйомності гідравлічного домкрата

№ з/п	Показники	Символ	Одиниця виміру	Кількість одиниць
1	Діаметр поршня	Д	мм	
2	Хід поршня	Н	мм	
3	Діаметр плунжера	<i>d</i>	мм	
4	Хід плунжера	<i>S</i>	мм	
5	Довжина малого плеча рукоятки	<i>r</i>	мм	
6	Довжина великого плеча рукоятки	<i>R</i>	мм	
7	Зусилля на рукоятці	P	кг	
8	Вантажопідйомність домкрата	<i>Q</i>	т	
9	Швидкість підйому	<i>V</i>	мм/с	
10	Час підйому	<i>t</i>	с	
11	Загальне передаточне число	<i>i</i>		

## **Практична робота № 3**

### **Визначення міцності бетону з використанням молотка Шмідта**

#### **Методи визначення міцності бетону**

1. **Методи відриву і сколювання** засновані на визначення зусилля, необхідного для висмикування заздалегідь закладеного в бетон стрижня.

2. **Метод вдавнення** заснований на ударному вдавлюванні штампа кулястої форми. Міцність бетону встановлюють в залежності від діаметра відбитка за тарировочною прямою. Для випробування використовують кулькові молотки Фізделя і Кашкарова.

3. **Метод пружного відскоку** – вимірюють висоту пружного відскоку бойка молотка Шмідта.

4. **Лабораторний метод** – вимірюють міцність при руйнуванні в пресах зразків кубічної і циліндричної форми в лабораторних умовах.

Найбільше поширення і розвиток в Європі для неруйнівного контролю міцності бетону набув метод пружного відскоку. Метод пружного відскоку заснований на вимірюванні поверхневої твердості бетону. Прилад влаштований так, що система пружин допускає вільний відскік ударника після удару по бетону. Величина зворотного відскоку ударника характеризує твердість бетону, по якій за допомогою тарировочної кривої обчислюють його міцність. Цей прилад в Європі отримав назву – молоток Шмідта для випробування бетону. Він був розроблений у 1948 році інженером Ернстом Шмідтом У нас його часто називають склерометром, що в перекладі з грецького означає вимірювач твердості. Молоток Шмідта вперше дозволив виміряти міцність бетону на стиск в конструкціях безпосередньо на місці проведення робіт. Випробування бетону з допомогою молотків Шмідта є одним з найбільш часто використовуваних методів неруйнівного контролю якості бетонних конструкцій.

#### **Види молотків Шмідта**

За своєю конструкцією молотки Шмідта бувають такими:

- механічний пружинний молоток Шмідта,
- електронний пружинний молоток Шмідта,

– маятниковий молоток Шмідта.

### Випробувальне ковадло

Призначення ковадла – контроль правильності вимірювань міцності бетону в процесі експлуатації молотка Шмідта. Кожен молоток після проведення 1 000 випробувань перевіряють, для чого використовують випробувальне ковадло.



Рисунок 2.9 – Тестове ковадло

Якщо відмінності становлять більш ніж 2 поділки за шкалою тоді необхідно провести очищення молотка. Якщо після очищення відхилення показань залишилися на рівні більш ніж 2 ділення шкали, тоді молоток потрібно калібрувати (у його виробника або в спеціально обладнаній майстерні).

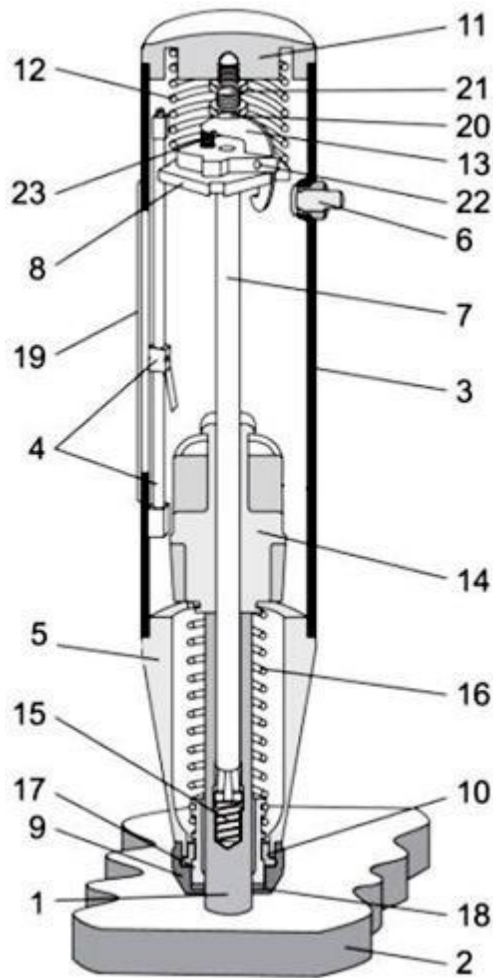


Рисунок 2.10 – Молоток Шмідта

1 – бойок (ударний плунжер); 2 – плита для випробувань;  
 3 – корпус; 4 – показчик із направляючим стрижнем; 5 – нижня цільна частина корпусу; 6 – натискна кнопка; 7 – направляючий шток молотка; 8 – установча шайба; 9 – ковпак; 10 – роз’ємне кільце; 11 – кришка; 12 – пружина стиснення; 13 – запобіжник (засувка); 14 – молоток; 15 – фіксуєча пружина; 16 – ударна пружина; 17 – направляюча втулка; 18 – повстяне кільце; 19 – вікно з плексигласу із шкалою; 20 – зчіплюючий гвинт; 21 – контргайка; 22 – штифт; 23 – пружина запобіжника.

## **Сутність випробування з використанням молотка Шмідта**

Вимірювання міцності на стиск, яка безпосередньо визначає несучу здатність і довговічність бетонних конструкцій, досягається ударом по бетону із заданою енергією молотком Шмідта, після чого заміряється відскок молотка. Величина відскоку відповідає твердості бетону. За допомогою розташованих на молотку графіків значення відскоку може бути зіставлене з міцністю на стиск.

### **Одиниці виміру міцності бетону і їх співвідношення**

Із використанням молотка Шмідта міцність бетону на стиск визначається: у мегапаскалях (МПа); у кілограмах на квадратний сантиметр (кг/см<sup>2</sup>):

$$1 \text{ МПа} = 10 \text{ кг/см}^2.$$

### **Підготовка молотка Шмідта і поверхні до випробувань**

1. Температура молотка Шмідта для проведення випробувань має бути між 10 і 35 °С. Якщо молоток має іншу температуру, його потрібно перед випробуванням зберігати певний час при вищевказаній температурі.

2. Визначити місця проведення випробування. При цьому необхідно враховувати таке:

- товщина конструкції з бетону була не менше 100 мм;
- ділянка проведення випробувань була не менше 300 мм × 300 мм;
- місця проведення випробування рівномірно розподілялася по поверхні бетону;
- уникати поверхні, що мають лунки, відшаровуються ділянки і високу пористість;
- не було переміщення випробовуваної бетонної конструкції при проведенні випробування;
- при проведенні випробування не потрапити на великий заповнювач або металеві закладні деталі;
- положення молотка у процесі випробування було перпендикулярно до поверхні.

3. До проведення випробування поверхня бетону повинна бути звільнена від усіх частин, що відшаровуються, наприклад: залишків опалубки, забруднень, штукатурки, фарби, стяжки тощо.

4. При істотних нерівностях випробовуваної поверхні бетону її треба підготувати, очистити її шліфувальним каменем або спеціальною шліфувальною машиною з електроприводом. Особливо ретельно необхідно очищати поверхні, які при бетонуванні були вгорі.

5. Гладкі поверхні обробляти шліфувальним каменем не потрібно.

6. У разі якщо вік бетонної конструкції становить більш ніж 3 місяці і поверхня має сильно карбонований шар, то перед проведенням випробувань цей шар необхідно видалити за допомогою шліфувальної машини.

7. Якщо поверхня бетону мокра або на поверхні калюжі, то перед проведенням випробування воду необхідно прибрати з використанням дрантя.

8. Місця випробувань необхідно позначити і зафіксувати у протоколі випробувань. Можна на поверхню крейдою нанести сітку з відстанню між лініями від 25 до 50 мм. Місця перетинів ліній для зручності можна використовувати як місця для випробування.

### **Проведення випробування**

1. Бойок молотка Шмідта шляхом натискання на рівну поверхню необхідно засувати до тих пір, поки не вискочить кнопка на приладі. Молоток підвести до випробовуваної поверхні таким чином, щоб його напрямок з підставою становило прямий кут.

2. Тримавши двома руками молоток Шмідта необхідно плавно натискати по напрямку до поверхні бетону до тих пір, поки не відбудеться удар бойка по поверхні.

3. Після удару необхідно натиснути на кнопку молотка і таким чином зафіксувати результати показань відскоку на шкалі приладу.

4. Необхідно здійснити наступні 8 ударів. Відстань між місцями удару має бути не менше 25 мм один від одного.

5. Провести випробування по всіх запланованих ділянках. Якщо у процесі випробування удар припав на порожнечу чи гравій заповнювача, тоді ці дані випробувань не враховуються і удар необхідно повторити в іншому місці.

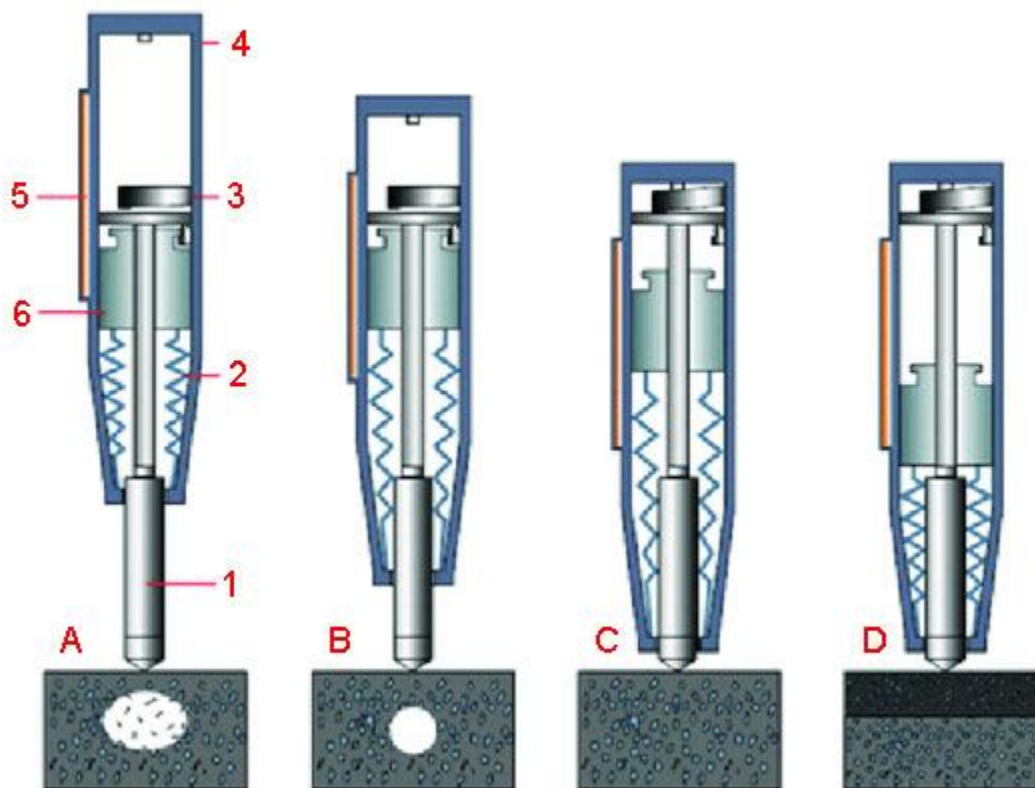


Рисунок 2.11 – Проведення випробування

1 – сталевий ударний стрижень; 2 – пружина; 3 – американський замок;  
4 – корпус; 5 – шкала; 6 – молоток. А – готовність до тесту; В – притискання корпусу до об'єкта; С – молоток спущений; D – відскік молотка

### Обробка результатів

Для отримання кінцевого результату необхідно обчислити середнє арифметичне з дев'яти випробувань.

Якщо при проведенні випробувань результати подальшого випробування відрізняються більш ніж на 20 % від попередніх, то ці свідчення не фіксуються і не враховуються при отриманні середнього значення дев'яти результатів випробувань.

Оцінка міцності на стиск будівельних конструкцій здійснюється на основі отриманих даних по відскоку. Результати вимірювань характеризують міцність на стиск на момент проведення випробувань. Перерахунок показань відскоку в

міцність на стиск здійснюється з використанням нанесених на корпус молотка Шмідта графіками. Представлені п'ять графіків характеризують положення молотка в процесі випробування.

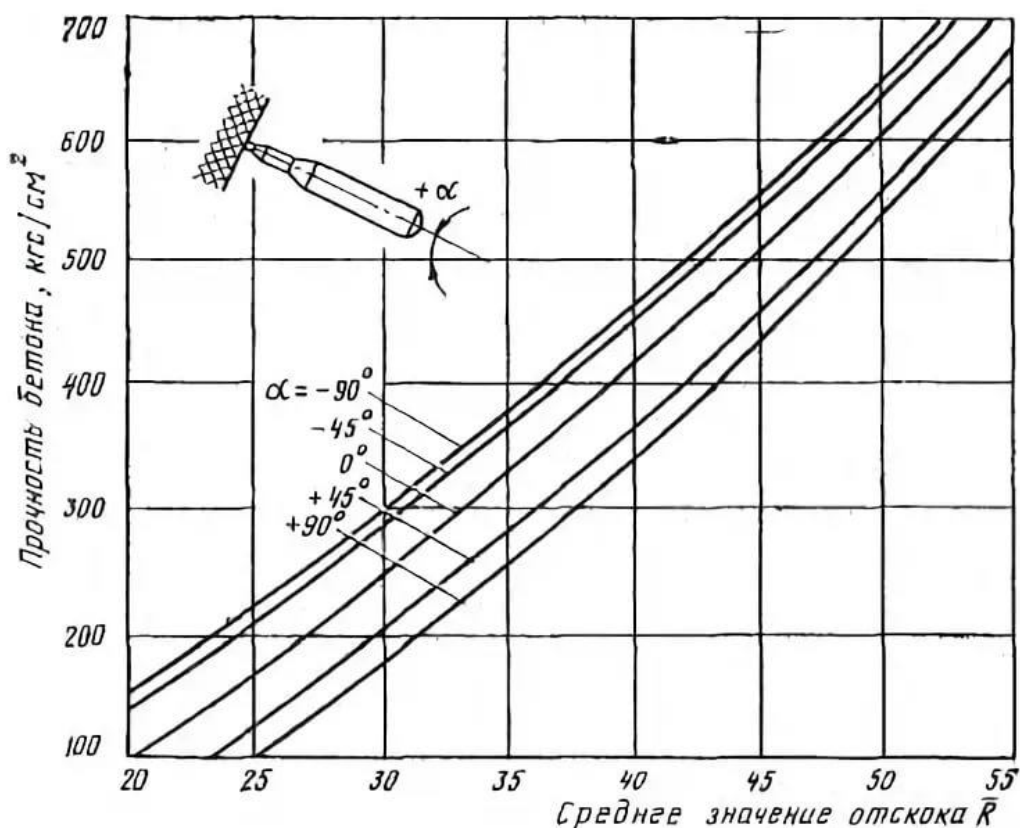


Рисунок 2.12 – Графіки для визначення міцності бетону за допомогою молотка Шмідта

З використанням молотка Шмідта зроблені випробування бетонної стіни у віці 70 днів в 9 місцях. Отримані результати випробувань необхідно занести у таблицю, визначити середнє арифметичне.

### Поширені помилки при проведенні випробування

1. Визначення міцності по числу ударів молотка, яке менше 9.
2. При проведенні випробування положення молотка по відношенню до поверхні не перпендикулярно, а під кутом.
3. При проведенні випробування випробовувана поверхня еластична (тобто пружинить).
4. Випробування проводяться безпосередньо над місцями, під якими розташована арматура.



5. Поверхня бетону, яка випробовується просякнута маслом.
6. Поверхня бетону не зачищена шліфувальним каменем.

### **Запитання для контролю знань**

1. Назвіть найбільш поширені методи визначення міцності бетону.
2. Назвіть виробників молотків Шмідта.
3. Види молотків Шмідта за конструкцією.
4. Призначення ковадла.
5. Склад механічного молотка Шмідта і його складові частини.
6. Сутність випробування з використанням молотка Шмідта.
7. В яких одиницях визначається міцність бетону? Яке співвідношення між цими одиницями?
8. Підготовка молотка Шмідта і поверхні до випробувань.
9. Проведення випробування.
10. Поширені помилки при проведенні випробування.

## Практичне заняття № 4

### Визначення технічних показників механічного редуктора

**Мета:** вивчити основні конструкції циліндричних зубчастих редукторів, з'ясувати порядок складання, розбирання та регулювання їх вузлів. Скласти кінематичну схему редуктора та схему евольвентного зубчастого зачеплення, на яких показати основні параметри редуктора і зачеплення. Виконати заміри і розрахунки, що характеризують геометрію та кінематику циліндричних зачеплень.

Редуктор – це механізм, що складається з зубчастих або черв'ячних передач, укладений в окремий закритий корпус і працює в масляній ванні (рис. 2.13).

Призначення редуктора – зниження частоти обертання веденого вала порівняно з ведучим валом.

Основні характеристики редуктора – ККД, передавальне число (відношення), передана потужність, максимальні кутові швидкості валів, кількість ведучих і ведених валів, тип і кількість передач і ступенів.

Редуктором називають пристрій, що перетворює високу кутову швидкість обертання вхідного вала в нижчу на вихідному валу, підвищуючи при цьому обертаючий момент.

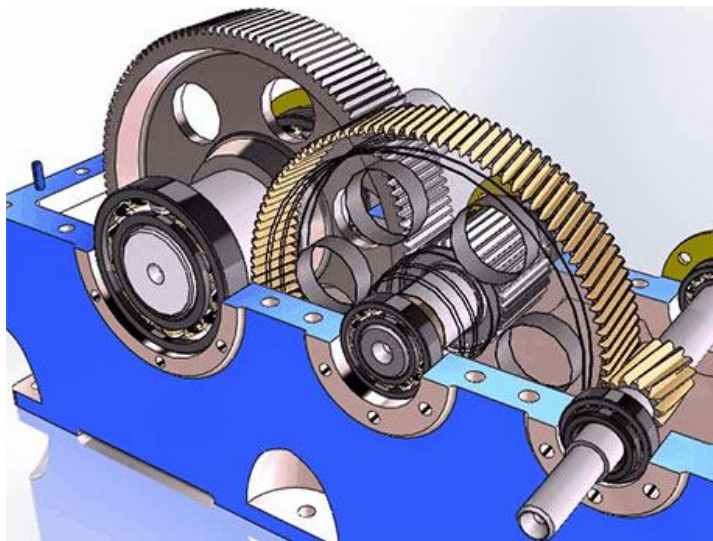


Рисунок 2.13 – Механічний редуктор

Редуктор, який перетворює низьку кутову швидкість на високу, зазвичай називають мультиплікатором. Редуктор зі ступінчастою зміною передавального відношення називається коробкою передач, із безступінчатим – варіатор. Кінематична схема двоступеневого редуктора наведена на рисунку 2.14

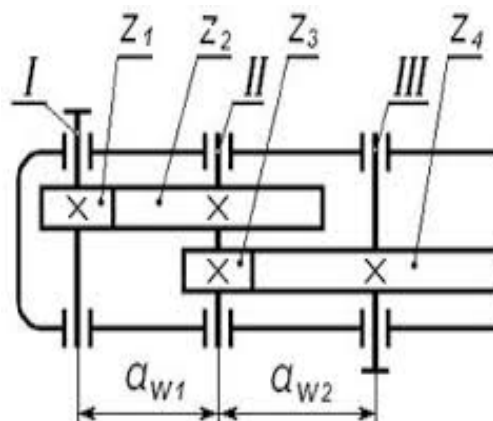


Рисунок 2.14 – Кінематична схема двоступеневого редуктора:  
 I – ведучий вал; II – проміжний вал; III – ведений вал;  
 $Z_1 Z_2 Z_3 Z_4$  – кількість зубців коліс

#### Порядок виконання роботи:

- описати конструкцію редуктора;
- скласти кінематичну схему редуктора;
- зобразити схему зачеплення зубчастих коліс і вказати на ній основні геометричні параметри зачеплення;
- виконати необхідні заміри і розрахунки геометричних та кінематичних параметрів зубчастих передач циліндричного редуктора і заповнити таблицю основних параметрів редуктора;
- зробити висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати практичну роботу у викладача.

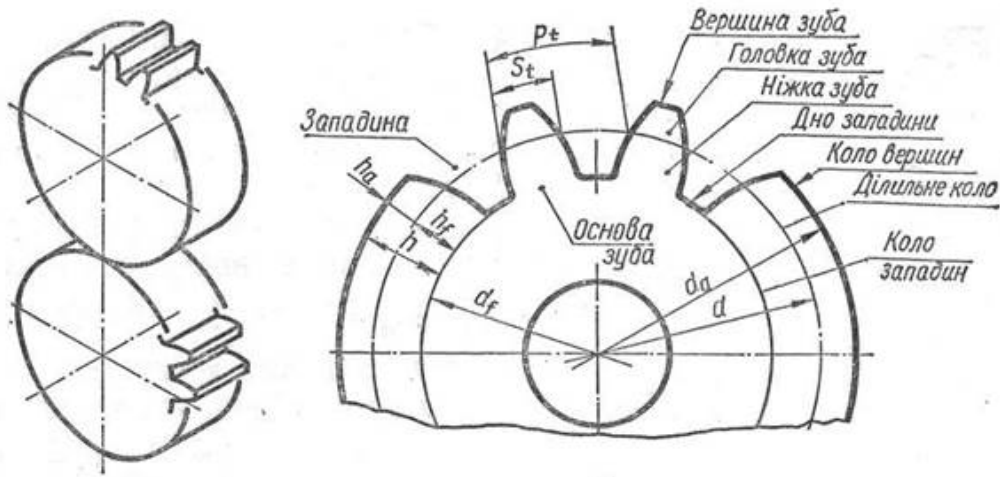


Рисунок 2.15 – Схема зубчастої передачі

Розрахувати технічні параметри механічного редуктора і занести до відповідних таблиць.

Таблиця 2.10 – Параметри веденого колеса з числом зубців  $Z_4$ ,  $t_2$  – крок зубців (9,5 мм).

№ з/п	Назва параметрів	Формула	Результат
1	Модуль зачеплення	$m_2 = t_2 / \pi$	
2	Діаметр ділильного кола	$D_{4d} = m_2 \times Z_4$	
3	Діаметр кола впадин	$D_{4d} = m_2 \times (Z_4 - 2,5)$	
4	Діаметр кола виступів	$D_4 = m_2 \times (Z_4 + 2)$	
5	Висота головки зуба	$h_r = m_2$	
6	Висота ніжки зуба	$h_r = 1,25 \times m_2$	
7	Висота зуба	$H_3 = h_r + h_H$	

Таблиця 2.11 – Діаметри кіл інших коліс,  $t_1 = \text{крок зубців (6,5 мм)}$ 

№ з/п	Назва параметрів	Формула	Результат
1	Модуль зачеплення ведучої пари	$m_1 = t_1 / \pi$	
2	Діаметр ділительного кола ведучого колеса	$D_{1d} = m_1 \times Z_1$	
3	Першого проміжного колеса	$D_{2d} = m_1 \times Z_2$	
4	Другого проміжного колеса	$D_{3d} = m_2 \times Z_3$	
5	Міжцентрова відстань ( $D_{1d}, D_{2d}, D_{3d}, D_{4d}$ – діаметри ділительних кіл, мм)	$A = (D_1 + D_2)/2 + (D_3 + D_4)/2$	

Таблиця 2.12 – Потужність на ведучому валу редуктора.

№ з/п	Назва параметрів	Позначення, од. вимір.	Значення
1	Потужність на веденому валу	$N_2$ , кВт	6
2	Частота обертання веденого вала	$n_2$ , об/хв	30
3	ККД однієї зубчастої пари	$\eta_z$	0,97
4	ККД одного підшипника кочення	$\eta_n$	0,98
5	Коефіцієнт залежний від колової швидкості, точності виготовлення передачі	$\delta$	1,3
6	Кількість зубчастих пар	$k$	
7	Кількість підшипників	$n$	
8	Загальний ККД передачі	$\eta = \eta_z * \eta_n$	
9	Потужність на ведучому валу редуктора	$N_1 = N_2 \times \delta \times 1/\eta$	
10	Загальне передаточне число редуктора	$i = Z_2 \times Z_4 / Z_1 \times Z_3$	
11	Число обертів ведучого вала	$n_1 = n_2 \times i$	
12	Крутний момент на ведучому валу	$M_1 = 95500 \times N_1 / n_1$	

Таблиця 2.13 – Визначення технічних показників механічного редуктора

№	Показники	Позначення	Од. виміру	Кількість одиниць
1	Кількість ступенів редуктора		шт	
2	Діаметри ділільних кіл $D_{1\partial}$ , $D_{2\partial}$ , $D_{3\partial}$ , $D_{4\partial}$	$D_{\partial}$	мм	
3	Типи шпонок			
4	Число зубців коліс $Z_1$ , $Z_2$ , $Z_3$ , $Z_4$	$Z$	шт	
5	Діаметри валів: ведучого проміжного веденого	$D_1$ $D_2$ $D_3$	мм	
6	Міжцентрова відстань	$A$	мм	
7	ККД передачі	$\eta$	%	
8	Потужність на ведучому валу	$N_1$	кВт	
9	Кількість обертів ведучого вала	$n_1$	об./хв	
10	Крутний момент на ведучому валу	$M_1$	Н × м	

### Запитання для контролю знань

1. Що таке редуктор? Призначення редуктора.
2. Пристрій редуктора. Що таке мультиплікатор?
3. Що таке коробка передач? Що таке варіатор?
4. Як можна класифікувати редуктори?
5. Що таке крок різьби і як його можна виміряти штангенциркулем?
6. Що таке головка зуба і ніжка зуба? Яке між ними співвідношення?
7. Як визначається загальний ККД передачі? Від чого він залежить?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5 ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ СКЛАДІВ

№ 1. Визначити діаметр циліндричного силосу для зберігання цементу. Висота силосу 10 м. Треба зберігати 100 т цементу. Насипна щільність цементу 1 300 кг/м<sup>3</sup>. Коефіцієнт заповнення силосу 0,9.

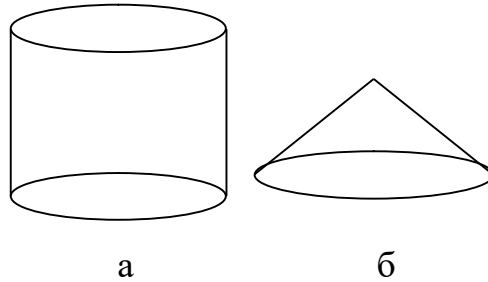


Рисунок 2.16 – Форма складів сипких матеріалів

№ 2. Визначити кількість циліндричних силосів, які входять до складу цементу ємкістю 1 500 т. Висота силосної банки 10 м, діаметр 6 м. Насипна щільність цементу 1 300 кг/м<sup>3</sup>. Коефіцієнт заповнення силосу 0,9.

№ 3. Визначити площу складу піску ємкістю 3 000 т. Насипна щільність піску 1 300 кг/м<sup>3</sup>. Кут відкоса 45. Висота штабелю 3 м.

№ 4. Для заводів з цілорічним режимом роботи ємкість складів визначається залежно від режиму відвантаження готової продукції. Якщо відвантаження цілорічне ємкість складів повинна визначатися продуктивністю заводу й припустимою перервою у поданні транспорту під навантаження готової продукції з урахуванням подальшого форсованого подання вагонів:

$$V = \frac{Q \times K \times t \times (R - 1)}{365 \times K},$$

де Q – річна потужність заводу ( $Q = 500\,000 \text{ м}^3$ );

t – розрахунковий період часу перерви в поданні транспорту; 15 діб;

K – коефіцієнт форсування подання вагонів ( $K = 1,5 - 2$ );

R – коефіцієнт, виведений на підставі практичних даних (1,1 – 2,0).

Ємність складу повинна забезпечувати зберігання не тільки повного об'єму продукції, але й кожного окремого виду товарів за встановленою номенклатурою. На випадок аварійних затримок у подачі транспортних засобів

біля складів треба зарезервувати вільні майданчики, на яких можна розташувати матеріал зі складу.

Якщо відвантаження готової продукції сезонне, то ємкість складу визначається за формулою

$$V = \frac{Q(365 - N)}{365},$$

де  $N$  – тривалість сезону відвантаження, календарні дні (90 днів).

№ 5. Для підприємства із сезонним режимом роботи ємкість складу залежить від потужності заводу, тривалості сезону роботи і планової потреби в продукції. Досвід роботи заводів показав, що їх продукція нерівномірно споживається протягом року, тому об'єм готової продукції заводів з сезонним режимом роботи розбивається на дві частини: продукція відпускається тільки сезонно, і продукція, що відпускається протягом року.

$$V = P \cdot Q (365 - n) / 365,$$

де  $Q$  – річна потужність заводу ( $Q = 500\,000 \text{ м}^3$ );

$n$  – тривалість сезону роботи заводу, календарні дні (90 днів);

$P$  – коефіцієнт, що визначає об'єм продукції, що споживається протягом року (0,7).

Розраховуючи ємкість складу, треба брати до уваги, що сипкі матеріали, які зберігаються на відкритому складі, утворюють конус з кутом природного відкосу 35–40°, який залежить від стану матеріалу та його фракційного складу.

Якщо матеріал зберігається у силосах, то треба враховувати коефіцієнт заповнення складу. При розміщенні конструкцій на складах необхідно керуватися правилами техніки безпеки, пожежної безпеки й технологічними факторами організації складського господарства.



## **Практичне заняття № 6 Визначення потрібного об'єму сировини для забезпечення заданої потужності підприємств**

Студент повинен вміти визначити необхідну кількість сировини для забезпечення заданої потужності підприємства

**Мета:** визначити кількість сировини, необхідної для виконання заданого об'єму виробництва продукції підприємства з урахуванням технологічних втрат.

*Вихідні дані:*

- виробнича потужність підприємства;
- спосіб і технологічна схема виробництва;
- склад сировинної маси;
- фізико-механічні властивості сировини і виробів;
- технологічні й фізичні втрати на всіх стадіях технологічного процесу.

До початку розрахунку треба скласти технологічну схему виробництва. Розрахунок ведуть від складу готової продукції до складу сировини по кожній ділянці виробництва.

## **Практичне заняття № 7 Розрахунок продуктивності обладнання**

№ 1. Визначити потужність сушилок для сушіння цегли – напівфабрикату.

У сушилці на 10-поличній вагонетці встановлено по 10 шт. цеглин на полиці. Довжина камери 13 м. Усього камер 20. З них 17 робочих (1 камера на ремонті, 1 – на завантаженні, 1 – на розвантаженні). На 1 м камери – 3 ряди полиць з цеглою. Тривалість сушіння – 60 годин.

№ 2. Визначити об'єм шахтної печі для виготовлення 10 т вапна за добу при умові, що середня щільність вапняку  $\rho = 1\,500 \text{ кг/м}^3$ , паливо в печі займає 25 % від загального об'єму. Цикл випалювання – 3 доби.

Визначити кількість гашеного вапна, отриманого з 10 т комового вапна, за умови використання чистого вапняку.

## Практичне заняття № 8 Визначення технологічних факторів отримання залізобетонних виробів заданих властивостей

№ 1. Вибрати розміри ямної камери пропарювання при поточно-агрегатному методі проведення робіт для овально-пустотних попередньо-напружених настилів перекриття. Габаритні розміри виробу 6 м × 2 м × 0,18 м. Формування виробів здійснюється на 2-х потокових лініях з циклом формування 1 настилу 0,2 години. Річна продуктивність підприємства при тримісній роботі 100 тис. м<sup>3</sup>. Розрахувати необхідну кількість камер і форм.

### *Рекомендації розв'язання задачі*

1. Необхідно задатися такими показниками:

- кількість виробів, що вміщуються в камеру (наприклад 5 шт.);
- розміри з урахуванням товщини стінок і конструктивних елементів (для вирішення задачі прийняти товщину стінок 15 мм);
- відстані від форм до стінок камери і до сусідніх піддонів (прийняти 0,3 м) повинні забезпечувати зручне завантаження камери і вільне протікання пари;
- час відкриття і закриття кришки камери прийняти 0,15 год.;
- час завантаження 1 виробу в камеру при роботі двох потокових ліній

$$t_{\text{загр}} = \frac{0,2}{2}, \text{ год};$$

- час пропарювання виробів залежить від рухомості бетонної суміші, марки цементу і виду форми (відкриття, закриття) і визначається інструкцією з пропарювання; прийняти  $t_{\text{пропар}} = 10 \text{ год}$ .

1. Розрахувати:

- об'єм камери;
- корисний об'єм камери (об'єм усіх виробів, що одночасно пропарюються); коефіцієнт завантаження камери;
- тривалість циклу завантаження камери;
- оборотність камери за добу;

– річний обсяг виробів з  $1\text{ м}^3$  камери:

$$C_{\text{рік}}^{1\text{ м}^3} = 0,92 \cdot k_{\text{зар}} k_{\text{обор}} 305,$$

де 0,92 – річний фонд часу на заводах збірного залізобетону;

$k_{\text{зар}}$  – коефіцієнт завантаження камери;

$k_{\text{обор}}$  – оборотність камери;

305 – кількість робочих діб за рік;

– загальний об’єм камери, знаючи продуктивність підприємства і річний об’єм з  $1\text{ м}^3$  камери:

$$V_{\text{заг}}^{\text{к}} = \frac{N}{C_{\text{рік}}^{1\text{ м}^3}};$$

– кількість камер, знаючи загальний об’єм і об’єм однієї камери:

$$n_{\text{камер}} = \frac{V_{\text{общ}}^{\text{к}}}{V_{\text{камери}}}.$$

2. Операції з формою крім камери пропарювання займають приблизно 1 годину.

Для визначення кількості форм розрахувати:

– час циклу форми;

– оборотність форми за добу;

– річне знімання з 1 форми  $C^{1\text{ форма}} = 0,92 k_{\text{обор}} \cdot V_{\text{виробу}} \cdot 305$ ;

– кількість форм  $n_{\text{форм}} = N/V_{\text{форм}}$ .

## Практичне заняття № 9 Розрахунок енергетичного балансу для різних заводів будівельної індустрії

**Мета:** визначити потрібну кількість електричної енергії для забезпечення заданої потужності підприємства.

*Вихідні дані:*

1. Столярна майстерня на своєму балансі має обладнання загальною потужністю  $P_{\text{обл}} = 1\,550$  кВт.

2. Календарний фонд часу – 30 діб.

3. Ефективний фонд часу роботи обладнання  $F_{\text{еф}} = 150$  год.
4. Коефіцієнт сумісної роботи обладнання  $K_c = 0,5$ .
5. Коефіцієнт завантаження обладнання  $K_z = 1$ .
6. Кількість світильників  $C_{\text{св}} = 200$  шт.
7. Середня потужність світильників  $P_{\text{сер}} = 60$  Вт.
8.  $K.K.Д_{\text{обл}} = 0,8$ ;  $K.K.Д_{\text{мережі}} = 0,7$ .

#### *Розрахування*

1. Визначити кількість енергії, необхідної для роботи обладнання:

$$P_{\text{ен. обл.}} = P_{\text{обл}} \cdot F_{\text{еф}} \cdot K_c / K.K.Д_{\text{обл}} \cdot K.K.Д_{\text{мережі}}, \text{ кВт-год.}$$

2. Визначити кількість енергії для освітлювальних приладів:

$$P_{\text{ен. освітл.}} = C_{\text{св}} \cdot P_{\text{сер}} \cdot F_{\text{еф}} \cdot K_c / 1000, \text{ кВт-год.}$$

3. Визначити повний обсяг енергії, необхідної для виробництва:

$$P_{\text{загальна}} = P_{\text{ен. обл.}} + P_{\text{ен. освітл.}}$$

### **Практичне заняття № 10 Розрахунок оптимального розміру партії металевих виробів**

**Мета:** визначити оптимальний розмір партії виробів для заводу металовиробів.

*Вихідні дані:*

1. Планове завдання  $N_{\text{max}} = 700$  виробів.
2. Час виконання підготовчо-заключних операцій  $\sum_{i=1}^m t_{\text{нзи}} = 200$  хв.
3. Час виконання основних операцій з виготовлення 1 виробу  $\sum_{i=1}^m t_i = 113$  хв.
4. Кількість робочих днів у поточному місяці  $D_p = 21$  день.
5. Тип виробництва – крупносерійне.

## Розрахування

1. Визначити мінімальний розмір партії виробів, який залежить від способу виробництва, рівня модернізації підприємства, організації роботи в підрозділі, прийнятих технологічних рішень і матеріалів:

$$N_{\min} = \frac{(100 - \alpha_{\text{об.}}) \cdot \sum_{i=1}^m t_{\text{пзі}}}{\alpha_{\text{об.}} \cdot \sum_{i=1}^m t_{\text{пзі}}},$$

де  $\alpha_{\text{об.}}$  – коефіцієнт витрат робочого часу на переналаштування і ремонт обладнання, %; приймається для крупносерійного виробництва – 2, для дрібносерійного – 10 %.

2. Визначити період чергування партій:

$$R_p = \frac{D_p \cdot N_{\min}}{N_{\max}}.$$

3. З ряду чисел вибрати найближче до оптимального  $R_p$ .

20 робочих днів	20; 10; 5; 4; 2; 1
21 робочий день	21; 7; 3; 1

4. Визначити оптимальний розмір партії виробів:

$$N_{\text{оптим.}} = \frac{R_{\text{прийн}} \cdot N_{\max}}{D_p}.$$

5. Перевірити головну умову для оптимального розміру партії:

$$N_{\min} \leq N_{\text{оптим.}} \leq N_{\max}.$$

6. Визначити кількість партій:

$$n = \frac{N_{\max}}{N_{\text{оптим.}}}.$$

## КОНТРОЛЬНА РОБОТА

### Варіант № 1

1. Подати класифікацію теплоізоляційних матеріалів. Розглянути основні способи підготовки сировини і основи організації виробництва штучних пористих заповнювачів для легких бетонів.

2. Визначити потужність сушилок для сушіння цегли – напівфабрикату. У сушильці на десятиполичній вагонетці встановлено по 10 шт. цеглин на полиці. Довжина камери 13 м. Усього камер 20. На 1 м камери – 3 ряди полиць з цеглою. Тривалість сушіння – 60 годин.

3. Назвати склад технологічного процесу з переробки нерудних матеріалів.

4. Назвати головні підрозділи заводів товарного бетону.

5. Назвати основні процеси при виготовленні кераміки.

6. Яке обладнання необхідне для цементного заводу?

### Варіант № 2

1. Визначити потрібний об'єм сировини для забезпечення заданої потужності підприємства.

Вихідні дані: а) завод з виготовлення вапна з виробничою потужністю  $N = 1$  млн. т/рік; основне обладнання – шахтна піч; виробничі втрати – 50 %; вологість вапняку – 6 %.

2. Проаналізувати особливості розташування виробничої бази будівництва.

3. Які фактори враховуються при проектуванні складів?

4. Розгляньте складові виробничого процесу.

5. Перелічіть основні технологічні операції при виготовленні збірного залізобетону.

6. Які відомі способи ущільнення бетонних сумішей?

### Варіант № 3

1. Визначити об'єм шахтної печі для виготовлення 10 т вапна за добу при умові, що середня щільність вапняку  $\rho = 1\,500 \text{ кг/м}^3$ , паливо в печі займає 25 % від загального об'єму. Цикл випалювання – 3 доби.

2. Порівняти основні способи виготовлення збірних залізобетонних виробів і дати рекомендації щодо застосування кожного способу.

3. Яку технологію виготовлення залізобетонних конструкцій застосовують для виготовлення великорозмірних важких виробів?

4. Перелічіть операції процесу виготовлення арматури.

5. Які сировинні матеріали використовують для одержання неорганічних в'язучих?

6. Які можливі шляхи скорочення технологічного циклу?

### Варіант № 4

1. Розглянути й порівняти способи транспортування і зберігання сировини на деревообробних підприємствах.

2. Визначити об'єм матеріалів для утеплення дев'ятиповерхового житлового будинку (креслення додаються викладачем). Спосіб утеплення – скріплена теплоізоляція. Розробити рекомендації для проведення робіт.

3. У чому переваги уніфікованих типових проектів для будівництва нових підприємств перед індивідуальними проектами?

4. Від чого залежить вибір машин і механізмів для перенесення унікальних споруд?

5. Проаналізуйте різні фактори при вирішенні питань підсилення конструкцій будівель та виборі способу виробництва.

6. Назвіть способи прискореного затвердіння бетону.

### **Варіант № 5**

1. Навести основні технологічні процеси при видобуванні гірських порід і переробці та збагаченні нерудних будівельних матеріалів.
2. Визначити потрібний об'єм сировини для забезпечення заданої потужності підприємства. Вихідні дані: цех з виробництва гіпсу виробничою потужністю  $N = 200$  тис. т/рік; втрати на основному обладнанні 2 %; вологість природного гіпсу – 10 %; втрати при випалюванні 15,75 % .
3. Яка з відомих технологій виготовлення залізобетонних конструкцій відрізняється найвищою продуктивністю?
4. У чому полягає суть звичайного армування залізобетонних виробів?
5. Які способи пороутворення застосовують на підприємствах будівельної індустрії?
6. Розкажіть про виробництво конструкцій із пористих бетонів.

### **Варіант № 6**

1. Навести загальну характеристику залізобетону.
2. Визначити потужність сушилок для сушіння цегли- напівфабрикату. У сушильці на дванадцятиполичній вагонетці встановлено по 12 шт. цеглин на полиці. Довжина камери 13 м. Усього камер 18. На 1 м камери припадає 3 ряди полиць з цеглою. Тривалість сушіння – 50 годин.
3. Назвіть основні процеси при виготовленні теплоізоляційних матеріалів.
4. Назвіть склад деревообробних підприємств.
5. Назвіть технологічні операції при виготовленні столярних виробів.
6. На прикладах показати можливі шляхи використання відходів виробництва при виготовленні будівельних матеріалів.



### Варіант № 7

1. Навести принципові питання технології виробництва безвипалювальних матеріалів і виробів на прикладі азбестоцементу.

2. Визначити потрібний об'єм сировини для забезпечення заданої потужності підприємства. Вихідні дані: цех по виробництву гіпсу з виробничою потужністю  $N = 400$  тис. т/рік; основне обладнання – котел; виробничі втрати – 4 %; вологість природного гіпсу – 10 %; втрати при випалюванні 15,75 % (від природного каменю).

3. Назвіть стандартні вимоги до властивостей асфальтобетонів.

4. Розглянути особливості безпорошної і турбулентної технології асфальтобетону.

5. Показати ефективність використання вторинних ресурсів у виробництві бетонів.

6. Розглянути конструктивну схему камери теплової обробки бетону.

### Варіант № 8

1. Навести принципові питання технології виробництва залізобетонних виробів.

2. Визначити об'єм негашеного й гідратного вапна, отриманого з 33 т вапняку, вологість якого 12 %. Вміст СаО за масою складає 85 %. Основне обладнання – шахтна піч об'ємом  $60 \text{ м}^3$ . Паливо в печі займає 25 % загального об'єму. Щільність вапняку  $1470 \text{ кг/м}^3$ .

3. Показати перспективність використання легких бетонів.

4. Навести умови отримання ніздрюватого бетону.

5. Вплив серійності й конструктивно-технологічних особливостей на собівартість напівфабрикатів.

6. Сушіння пиломатеріалів.

### Варіант № 9

1. Проаналізувати вплив сировини на якість матеріалу на прикладі неорганічних в'язучих матеріалів.

2. Обґрунтувати доцільність розвитку керамічних заводів в Україні.

3. Визначити потужність сушилок для сушіння цегли – напівфабрикату.

У сушилці на десятиполичній вагонетці встановлено по 10 шт. цеглин на полиці. Довжина камери – 14 м. Усього камер 22. З них 20 робочих (1 – на завантаженні, 1 – на розвантаженні). На 1 м камери – 3 ряди полиць з цеглою. Тривалість сушіння – 60 годин.

4. Транспортно-технологічна схема заводу з виготовлення металоконструкцій.

5. Виробництво скловолокна.

6. Яке устаткування застосовують при виробництві пиломатеріалів?

### Варіант № 10

1. Навести основи оптимальної технології бетону.

2. Визначити об'єм негашеного й гідратного вапна, отриманого з 25 т вапняку, вологість якого 7 %. Вміст СаО за масою становить 85 %. Основне обладнання – шахтна піч об'ємом 55 м<sup>3</sup>. Паливо в печі займає 20 % загального об'єму. Щільність вапняку 1 600 кг/м<sup>3</sup>.

3. Перелічіть технологічні операції при виготовленні столярних виробів.

4. Транспортно-технологічна схема заводу з виготовлення металоконструкцій.

5. Виробництво скловолокна.

6. У чому перевага заводського виготовлення виробів?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ Б В.2.7–220:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. – Чинний від 2010–09–01 – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 27 с.

2. Коновалюк Д. М. Деталі машин : Підручник / Д. М. Коновалюк, Р. М. Ковальчук. – Вид. 2-ге. – Київ : Кондор, 2004. – 584 с.

3. Теорія механізмів технологічних машин : підручник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти / С. В. Попов, М. Я. Бучинський, С. М. Гнітько, А. М. Чернявський. – Харків : НТМТ, 2019. – 268 с.

4. Болотських О. М. Європейські методи фізико-механічних випробувань бетону / О. М. Болотських, Ганс-Генрих Ройтер, Уве Петер Циммер. – Харків : Вид-во ЮНІСОФТ, 2007. – С. 178–183.

*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
до організації самостійної та контрольної робіт, проведення практичних занять  
із навчальної дисципліни

**«БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА І ВИРОБНИЧА БАЗА БУДІВНИЦТВА»**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми  
навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,  
спеціалізація (освітня програма) «Будівництво»  
(«Промислове і цивільне будівництво»))*

Укладач **ШАПОВАЛ** Світлана Володимирівна,

Відповідальний за випуск *А. В. Кондратьєв*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *С. В. Шаповал*

План 2021, поз.12 М

---

Підп. до друку 12.04.2021. Формат 60 × 84 / 16

Ум. друк. арк. 3.

Видавець і виготовлювач:

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

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК №5328 від 11.04.2017.