

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри ЗВ та АПБК
протокол №3 від 12.10.2017 р.

ЧернігівЧНТУ2017

Технологія будівельного виробництва. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія /Укл.: Болотов М.Г., Болотов Г.П., Олексієнко С.В.– Чернігів: ЧНТУ, 2017. – 57с.

Укладачі: Болотов Максим Геннадійович, кандидат технічних наук, доцент
Болотов Геннадій Павлович, доктор технічних наук, професор
Олексієнко Сергій Владиславович, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск: Прибисько Ірина Олександрівна, завідувач кафедри зварювального виробництва та автоматизованого проектування будівельних конструкцій, кандидат технічних наук, доцент

Рецензент: Березін Леонід Якович, кандидат технічних наук, доцент кафедри зварювального виробництва та автоматизованого проектування будівельних конструкцій.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Лабораторна робота № 1. Визначення основних фізичних та механічних показників якості цементного розчину.....	5
2. Лабораторна робота № 2. Технологія кам'яної кладки стін.....	18
3. Лабораторна робота № 3. Контроль якості кам'яної кладки і приймання виконаних робіт при зведенні кам'яних конструкцій.....	28
4. Лабораторна робота № 4. Визначення коефіцієнта ущільнення ґрунту при зведенні земляних споруд.....	35
Рекомендована література.....	46
Додатки	

ВСТУП

Технологія будівельного виробництва – це прикладна наукова дисципліна, яка розглядає сукупність знань у галузі техніки, організації та економіки виробничих процесів на будівельному майданчику.

Технологічні методи безперервно удосконалюються, слідуючи загальному прогресу науки і техніки. Підвищуються рівень індустріалізації будівництва і ступінь заводської готовності конструкцій і деталей. Зростає оснащення будівельних організацій високопродуктивними машинами (в тому числі ручними), механізмами і транспортними засобами, а також сучасним інвентарем і пристосуваннями. Все більше застосування знаходять у будівництві автоматизовані системи, автомати, а в заготівельних процесах-промислові маніпулятори-роботи.

Знижується матеріаломісткість будівництва за рахунок застосування більш сучасних легких матеріалів і виробів, високоміцних цементів і сталі, сучасних конструктивних рішень, відібраних на основі ретельного порівняння варіантів з урахуванням технологічності прийнятих будівельних рішень за допомогою автоматизованих систем проектування і т. д.

Все це дозволяє зменшити витрати важкої ручної праці в будівництві, скоротити тривалість зведення об'єктів і знизити їх вартість при високих експлуатаційних показниках.

Даний лабораторний практикум складений у відповідності до навчальної програми курсу «Технологія будівельного виробництва», має за мету підготовку інженерів-будівельників спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Практикум

передбачає отримання студентами будівельних спеціальностей денної та заочної форм навчання практичних навичок кам'яної кладки стін та кутів, визначення основних показників якості будівельних в'язучих матеріалів та визначення оптимального місця майбутнього будівництва.

Лабораторна робота №1

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ФІЗИЧНИХ ТА МЕХАНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЦЕМЕНТНОГО РОЗЧИНУ

Мета роботи: отримати практичні навички визначення основних показників якості мінеральних в'язучих матеріалів та аналізу отриманих результатів, навчитися працювати з ДБН, ГОСТ і СНіП і визначати відповідність фактичних показників вимогам стандартів.

1.1 Короткі теоретичні відомості

Цемент—штучна неорганічна в'язка речовина. Один з основних будівельних матеріалів. При взаємодії з водою, водними розчинами солей та іншими рідинами утворює пластичну масу, яка потім твердне і перетворюється на каменеподібне тіло. Цемент є основним матеріалом при виготовленні бетону і будівельних розчинів. Цемент є гідравлічним в'язучим засобом і має здатність набирати міцність у вологих умовах, чим принципово відрізняється від деяких інших мінеральних в'язучих речовин— (гіпсу, повітряного вапна), які твердіють тільки на повітрі.

Марка цементу є умовна величина, яка вказує, що міцність при стисненні не нижче позначеної марки (200, 300, 400, 500, 600).

За наявністю основного мінералу цементи поділяються на:

- романцемент – переважання беліта, в даний час не випускається;
- портландцемент – переважання аліта, найбільш широко поширений в будівництві;
- глиноземистий цемент – переважання алюмінатної фази;
- магнезійний цемент (Цемент Сореля) – на основі магнезиту, зачинається водним розчином солей;
- змішані цементи –цементи, одержувані шляхом змішування вищенаведених цементів з повітряними в'язучими, мінеральними добавками і шлаками, що володіють в'язучими властивостями;
- кислототривкий цемент – на основі гідросилікату натрію ($\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), суха суміш кварцового піску і кремнефтористого натрію, зачинається водним розчином рідкого скла.

У переважній більшості випадків під цементом мають на увазі портландцемент і цементи на основі портландцементного клінкеру.

По міцності цемент ділиться на *марки*, які визначаються головним чином границею міцності при стисненні половинок зразків-призм розміром $40 \times 40 \times 160$ мм, виготовлених з розчину цементу складу 1:3 з кварцовим піском. Марки виражаються в числах М200 - М600 (як правило з кроком 100 або 50) позначає міцність при стисненні відповідно в 100-600 кг/см² (10-60 МПа). Цемент з маркою 600 завдяки своїй міцності називається «військовим» або

«фортифікаційним» і коштує помітно більше марки 500. Застосовується для будівництва військових об'єктів, таких як бункери, ракетні шахти і так далі.

Також по міцності всі цементи діляться на *класи*. Основна відмінність класів від марок полягає в тому, що міцність визначається не як середній показник, а вимагає не менше 95% забезпеченості (тобто 95 зразків зі 100 повинні відповідати заявленому класу). Клас виражається в числах 30-60, які позначають міцність при стисненні (в МПа).

Методи визначення фізико-механічних характеристик матеріалу засновані на вимірі визначенні за допомогою спеціальних засобів, прямих і непрямих параметрів, що характеризують показники якості і властивості цементу.

Фізико-механічні властивості цементу вивчаються і визначаються на зразках цементного каменю, отриманого в результаті схоплювання і твердіння цементу, зачиненого відповідною кількістю води. Вважається, що технічні властивості цементу необхідно визначати в умовах, ідентичних або близьких до умов його використання. Один з факторів, від якого залежить міцність цементного каменю є водо-цементне відношення, тобто та кількість води, яка витрачається для замішування певної порції цементу. Теоретично, кількість води, необхідної для гідролізу і гідратації цементу, коливається в межах 0,1-0,2 від ваги цементу. Однак при такому водоцементному відношенні цементна маса виходить занадто жорсткою і абсолютно незручною для виготовлення з неї зразків. Для отримання якісного цементного тіста водо-цементне відношення доводиться збільшувати, щоб досягти такої його консистенції, при якій виходить нормальна щільність цементного тіста.

Одними зосновних технологічних властивостей, що характеризують можливість використання в'язучих речовин для будівельних цілей, є *термін схоплювання і твердіння*.

У будівельній практиці в'язучу речовину, зачинену водою, необхідно доставити на місце укладання, укласти і відповідним чином ущільнити. На це потрібен деякий час. Всі ці операції потрібно проробити до початку схоплювання і твердіння в'язучої речовини.

При роботі зв'язувачами речовинами, що швидко схоплюються, приготування тіста, транспортування й укладання його повинні бути здійснені в дуже короткі терміни. Для таких в'язучих речовин, як портландцемент, пуцолановий портландцемент і шлакопортландцемент, початок схоплювання повинен наступити не раніше ніж через 45 хвилин, а кінець схоплювання не пізніше ніж через 12 годин з моменту змішування з водою, для глиноземистого цементу і гіпсошлакового цементу – не раніше ніж через 30 хвилин, і не пізніше ніж через 12 годин, а для романцементу початок не раніше ніж через 15 хвилин, кінець не пізніше як через 24 годин з моменту замішування водою.

Початок і кінець схоплювання цементного тіста визначають за допомогою голки Віка. Для цього замість маточки Тетмайера в нижню частину рухомого стрижня вставляють сталеву голку діаметром $1,1 \pm 0,04$ мм і довжиною 50 мм.

Голка повинна бути гладкою, рівною і полірованою. Так як загальна вага стрижня (тобто загальна вага рухомої частини приладу, що впливає при випробуванні на цементне тісто) при заміні маточки голкою зменшується на 27,5 грам, то на плоску головку стрижня додатково накладають відповідний привантажувач. Початок схоплювання – час від початку замішування цементу водою до того моменту, коли сталеві голка зазначених вище розмірів, плавно занурюючись від вільної поверхні тіста, проникає в нього на глибину 38-39 мм, тобто не доходить до скляної пластинки на 1-2 мм. Кінець схоплювання – час від моменту замішування цементу водою до проникнення тієї ж сталеві голки в тісто на глибину не більше 1мм.

1.2 Обладнання та матеріали

Пробацементу, голка Віка(повний комплект приладу), круглодонна чаша, стандартна лопатка, мірний циліндр ємністю 150мл, технічні ваги з важками, машинне мастило, ніж, секундомір.

1.3 Хід виконання роботи

1.3.1 Визначення виду цементу

Визначення виду цементу розпочинають з встановлення його кольору. Можливий колір різних видів цементу наступний:

- а) портландцементу – сірувато-зелений різних відтінків;
- б) пуцоланового портландцементу – світло-сірий або жовтуватий;
- в) шлакопортландцементу – сіруватий з блакитним відтінком;
- г) глиноземистого цементу – темно-сірий, сталевий беззеленого відтінку або коричнево-шоколадний.

1.3.2 Визначення насипної щільності цементу.

Значення насипної щільності цементу в рихлому стані необхідно знати для розрахунку компонентів бетону, що завантажуються в бетонозмішувач. За відомою величиною насипної щільності можна визначити кількість цементу, що знаходиться в будь-якій ємності.

Для визначення насипної щільності цементу в розпушеному стані можна використовувати попередньо зважений мірний циліндр відомого об'єму (наприклад, 1 літр = 1000 см³), в який з висоти 10см обережно насипають цемент з конусоподібним надлишком. Надлишок цементу обережно зрізають металевою або дерев'яною лінійкою врівень з краями циліндра. Лінійку встановлюють по центру колаі, тримаючи її під нахилом, зрізають цемент з обидві сторони. При наповненні і зрізанні циліндр повинен бути нерухомий, щоб не відбулося ущільнення цементу при випадковому русі або поштовху, при якому насипна щільність збільшиться.

Після заповнення посудини зцементом з кожним терміном зберігання зважують і, віднімаючи зотриманого результату вагу порожнього циліндра, знаходять масу цементу. Розділивши масу цементу на об'єм циліндра, визначають насипну щільність цементу ($\rho_m, \text{кг/м}^3$), за формулою:

$$\rho_m = (m_1 - m_2) / V, \quad (1.1)$$

де m_1 – вага циліндру з цементом, г; m_2 – вага порожнього циліндру, г; V – об'єм циліндра, см^3 .

1.3.3 Перевірка наявності в цементі доменного шлаку.

Наявність доменного шлаку визначається за присутністю в цементі залізних часток, значна кількість яких може бути тільки в шлакопортландцементі, у всіх інших цементах їх кількість незначна. При відсутності супровідних документів за кольором і вмістом значної кількості залізних частинок можна досить точно визначити шлакопортландцемент.

Присутність металевих частинок в цементі може бути встановлена за допомогою магніту. При зануренні магніту і енергійному перемішуванні ним цементу, металеві частинки, які потрапили до нього разом з доменним шлаком притягуються до магніту. Значна кількість металевих частинок, витягнутих з цементу, може служити вірною ознакою присутності в ньому шлаку.

Результати, отримані при визначенні виду, насипної щільності та доменного шлаку в цементі, представити в табличній формі (таблиця 1.1):

Таблиця 1.1

Результати досліджень

Вид цементу	Термін зберігання	Насипна щільність	Колір	Магнітні проби

1.3.4 Визначення нормальної консистенції цементно-піщаного розчину.

Визначення нормальної консистенції цементно-піщаного розчину здійснюється в наступній послідовності. Одразу ж після приготування розчину його заливають в форму-конус приблизно на половину його висоти та ущільнюють його шляхом штикування металічною штиковкою біля 15 разів. Потім наповнюють конус розчином з невеликим надлишком та штикують ще 10 разів.

Після ущільнення другого шару надлишок розчину видаляють ножом, розташованим із невеликим кутом до торцевої поверхні конуса. Розчин струшується 30 разів, потім конус видаляється після чого штангенциркулем вимірюють діаметр конуса в двох взаємоперпендикулярних площинах і визначають середнє значення. Розплив конусу повинен знаходитися в межах 106-115 мм. Якщо розплив виявився менше за 106 мм, кількість води

збільшують для отримання розпливу 106-108 мм. Якщо ж розплив виявився більше за 115 мм, кількість води навпаки зменшують для отримання розпливу 113-115 мм.

Так чинять до тих пір, поки не буде підібрано ту кількість води, при якій розтікання стане нормальним. Визначене оптимальне водо-цементне відношення використовують при приготуванні цементно-піщаного розчину, що в подальшому використовується для виготовлення стандартних балочок. Такі балочки слугують зразками для визначення величин границь міцності при вигині і стиску та характеризують марку цементу.

Результати визначення нормальної консистенції розчину з цементом з різними термінами зберігання представити у табличній формі (таблиця 1.2):

Таблиця 1.2

Результати вимірювань

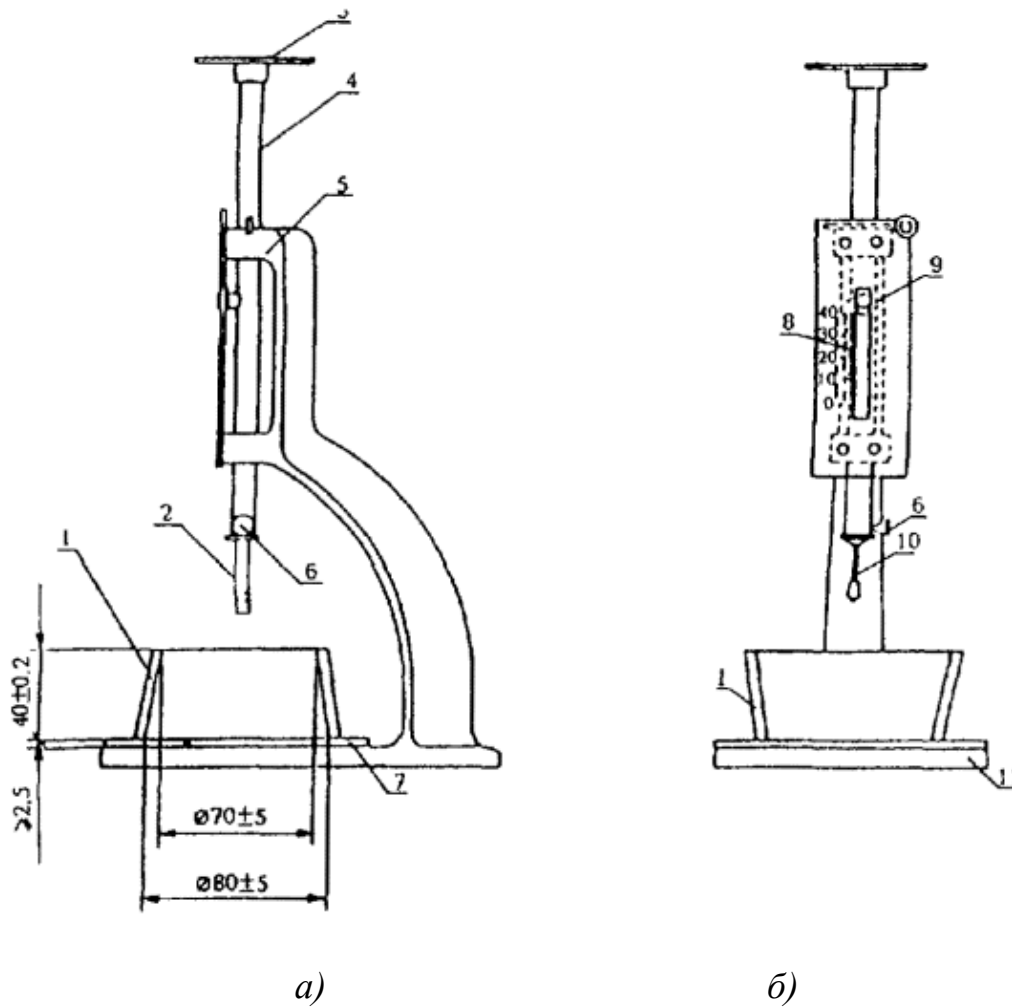
№ з/п	Цемент		Кількість матеріалів для приготування розчину		Кількість води, мл	Величина розпливу конуса розчину
	марка	термін зберігання	цемент	пісок		

1.3.5 Визначення густоти цементного тіста.

Прилад Віка (рис.1.1) має циліндричний металевий стрижень 4, що вільно переміщується в обоймі станини 5. Для закріплення стрижня 4 на необхідній висоті служить стопорний пристрій 6. Стрижень 4 забезпечений покажчиком 9 у вигляді горизонтально розташованої стрілки для відліку переміщення його відносно шкали 8, прикріпленої до обойми станини 5. Шкала має ціну поділки 1 мм. При визначенні нормальної густоти цементного тіста в нижню частину стрижня встановили металевий циліндр-товкачик 2. При визначенні строків схоплювання товкачик замінюють голкою 10. Товкачик повинен бути виготовлений з нержавіючої сталі з полірованою поверхнею. Голка повинна бути виготовлена у вигляді дроту із нержавіючої сталі з полірованою поверхнею і не повинна мати викривлень. Поверхні товкачика і голки повинні бути чистими.

Масу частини приладу, що переміщується, зберігають шляхом взаємної перестановки товкачика і голки. Окремі деталі, що переміщуються підбирають таким чином, щоб їх загальна маса знаходилася в межах (300 ± 2) г. Кільце до приладу Віка і пластинка, на яку встановлюють кільце, повинні бути виготовлені з нержавіючої сталі, пластмаси або іншого не всмоктуючого воду

матеріалу. Мішалка для приготування цементного тіста повинна відповідати вимогам відповідних технічних умов.



а) – положення кільця при визначенні нормальної густоти і початку схоплювання; б) – положення кільця при визначенні кінця схоплювання; 1 – кільце; 2 – товкачик; 3 – привантажувач; 4 – циліндричний металевий стрижень; 5 – обойма станини; 6 – стопорний пристрій; 7 – пластинка; 8 – шкала; 9 – покажчик; 10 – голка; 11 – підстава станини.

Рисунок 1.1 – Прилад Віка.

При відсутності в лабораторії механізованої мішалки для приготування цементного тіста застосовують чашу сферичної форми (рис. 1.2), виготовленої з нержавіючої сталі.

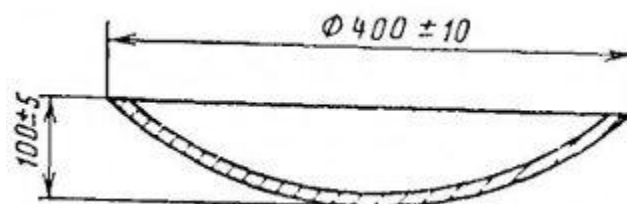


Рисунок 1.2– Чаша для замішування цементного тіста

Перед початком випробування перевіряють, чи вільно опускається стрижень приладу Віка, а також нульове показання приладу, стикуючи товкачик з пластиною, на якій розташоване кільце. При відхиленні від нуля шкалу приладу відповідним чином пересувають вгору або вниз.

Хід роботи. Нормальну щільність цементного тіста визначають дослідним шляхом за допомогою приладу, що називається голкою Віка. При визначенні нормальної щільності цементного тіста голку, якою закінчується рухливий металевий стрижень приладу, замінюють товкачиком Тетмайера. Для цього, послабивши гвинт і вийнявши голку, вставляють в гніздо стрижня частин товкачика до упору і міцно затискають гвинтом. На технічних вагах відважують 400 г цементу і поміщають в круглдонну чашу висотою 100 мм і діаметром 400 мм, розрівнюють і посередині роблять поглиблення для води. Кількість води, необхідну для замішування цементу або відважують з точністю до 0,5 г, або відмірюють мірним циліндром з точністю до 0,5 мм. Кількість води (для отримання тіста нормальної щільності) виражають у відсотках по відношенню до ваги цементу з точністю до 0,25 відсотка. Спостереження записують в таблиці: 1.3.

Таблиця 1.3

Результати випробувань

Марка цементу	№ досліду	Навіска цементу, гр	Кількість води в тісті, мл	Нормальна щільність тіста, %	Показання стрілки приладу, мм	
					нормативне	фактичне

1.3.6 Визначення терміну схоплювання цементу

Визначення початку і кінця схоплювання складається з наступних операцій:

- 1) установки, перевірки і налагодження приладу;
- 2) приготування тіста нормальної густоти;
- 3) наповнення конічного кільця приладу тістом нормальної густоти;
- 4) періодичного опускання голки в цементне тісто з виміром глибини її занурення в різні терміни, починаючи з моменту замішування цементу водою.

Спочатку голку опускають у тісто через кожні 5 хв., а потім – через кожні 15 хв., при цьому кожне нове повторне опускання голки в тісто повинно здійснюватися в нове місце, що не пошкоджене попереднім дослідом. З цією метою кільце з цементним тістом після кожного окремого занурення голки кілька зрушують убік. Після кожного досліду голку слід підняти, закріпити в вихідному положенні і ретельно протерти.

Визначення термінів схоплювання цементного тіста рекомендується проводити при температурі $20 \pm 5^\circ\text{C}$, а дані дослідження записувати в таблицю: 1.4.

Таблиця 1.4

Результати випробувань

№ досліджу	Марка цементу	Нормальна щільність цементного тіста, %	Час зачинення цементу, хв.	Термін схоплювання цементу, хв.	
				поч.	кін.

1.3.7 *Визначення відділення води цементу*

Відважують 350 г цементу і 350 г води з точністю до 1 г. Воду виливають у фарфоровий стакан. Висипають навіску цементу, безперервно перемішуючи зміст металевим шпателем. Отримане цементне тісто перемішують ще 4 хв. і обережно переливають в градуйований циліндр. Циліндр з цементним тістом ставлять на стіл і негайно ж відраховують об'єм цементного тіста. Під час досліджу циліндр повинен стояти нерухомо, не піддаючись поштовхам і струшуванням. Обсяг осілого цементного тіста відзначають через 4 год. після першого відліку. Коефіцієнт водорозділення (об'ємний) обчислюють за формулою:

$$K_v = \frac{a-v}{a} \cdot 100\% , \quad (1.2)$$

де a – первинний об'єм цементного тіста, см^3 ; v – об'єм тіста, що осіло, см^3 .

1.3.8 *Визначення щільності цементу*

Прилад Ле-Шательє (рис. 1.3), закріплений у штативі, поміщають в скляну посудину з водою так, щоб вся його градуйована частина була занурена у воду. Необхідно, щоб при підрахунку рівня рідини в приладі температура води в посудині відповідала температурі, при якій здійснювали градування приладу. Прилад наповнюють зневодненим гасом до нижньої нульової риси нижнього меніску. Після цього вільну відгасу частину приладу (вище нульової риси) ретельно протирають тампоном з фільтрувального паперу.

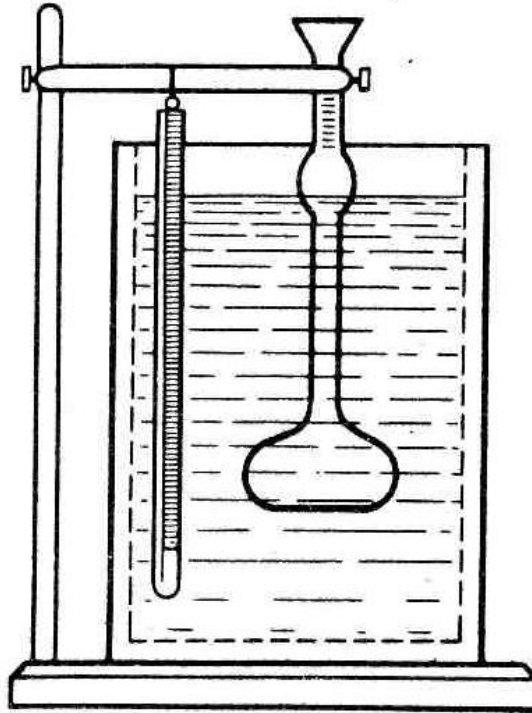


Рисунок 1.3. – Прилад Ле-Шательє

Від проби цементу відважують з точністю до 0,01 г 65 г цементу і висипають його в прилад ложечкою через лійку невеликими рівномірними порціями до тих пір, поки рівень рідини в приладі не підніметься до однієї з поділок в межах верхньої градуйованої частини приладу.

Для видалення бульбашок повітря прилад з вмістом виймають з посудини зводою і повертають його в похилому положенні протягом 10 хв. на гладкому гумовому килимку. Після цього прилад знову поміщають у посудину з водою не менше ніж на 10 хв. і роблять відлік рівня рідини в приладі.

Щільність цементу $\gamma_{ц}$, г/см³ обчислюють за формулою:

$$\gamma_{ц} = \frac{m_{ц}}{V}, \quad (1.3)$$

де $m_{ц}$ – навіска цементу, г; V – об'єм рідини, що витіснив цемент.

Щільність використовуваного цементу обчислюють з точністю до 0,01 г/см³ як середнєарифметичне значення результатів двох визначень, розбіжність між якими не повинна перевищувати 0,02 г/см³. Допускається використання інших методів визначення щільності, які забезпечують відповідності з діючими для них інструкціями точність не менше $\pm 0,01$ г/см³.

1.3.8 Формування з цементно-піщаного розчину нормальної консистенції стандартних зразків - балочок.

Балки виготовляють у сталевих і чавунних роз'ємних формах (рис.1.4). Роз'ємні форми для зразків-балочок виготовляють з матеріалів, що задовольняють умовам їх експлуатації та забезпечують жорсткість форм і стабільність розмірів зразків. Поздовжні і поперечні стінки форми повинні при закріпленні щільно прилягати одна до одної і до піддону, не допускаючи при виготовленні зразків витікання води з форми, для чого їх пришліфовують. Металеві форми попередньо змащують машинним маслом. Межі допустимого зносу стінок форм не більше 0,2 мм по ширині і висоті. Кут між поздовжніми і поперечними стінками форми повинен становити $90^{\circ}+0,5$.

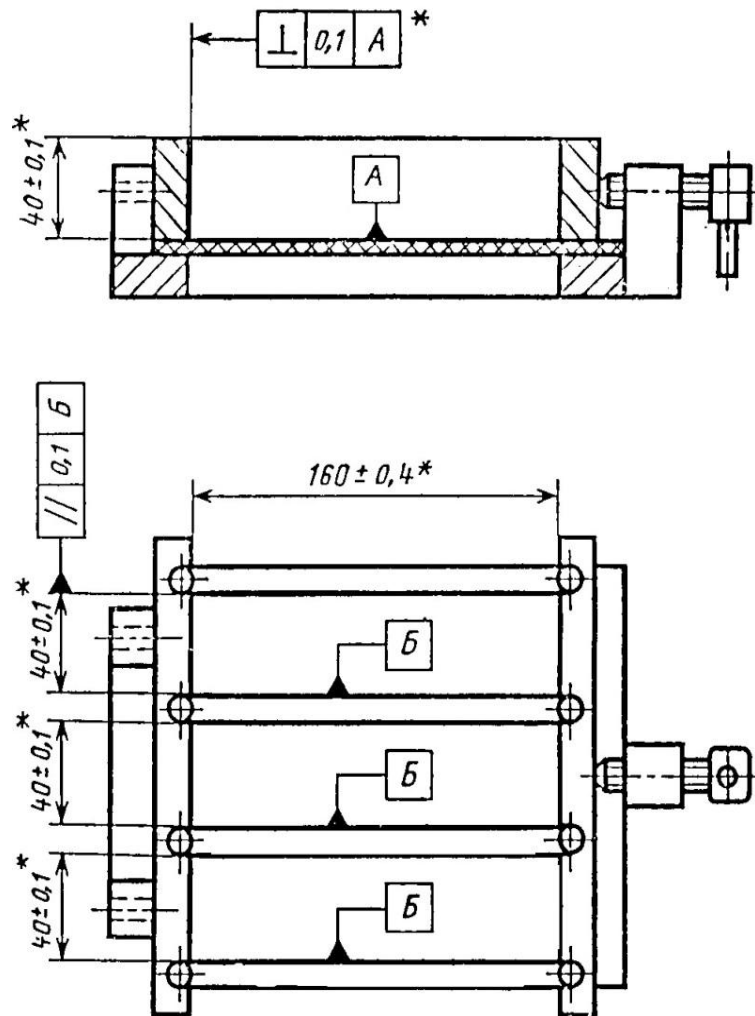


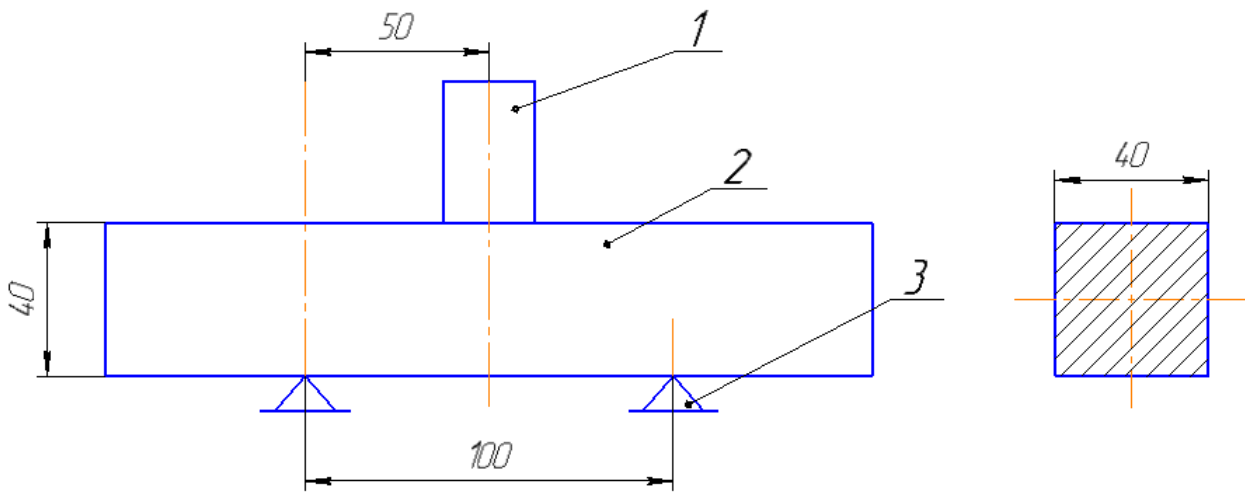
Рисунок 1.4 –Форми для виготовлення зразків-балочок

Після виготовлення зразки в формах зберігають протягом першої доби (24 ± 2 години) на столі у ванні приміщення, що забезпечує вологість повітря не менше 90%. Потім зразки виймають і укладають у ванні з водою на 27 діб при $(20 \pm 2) ^{\circ}\text{C}$.

1.3.9 Механічні випробування зразків-балочок.

Цементні балочки у віці 28 діб випробовують на вигин за схемою балка на двох опорах з одним зосередженим вантажем посередині та на стиск.

Випробування на вигин. Зразок встановлюють на опорні елементи приладу таким чином, щоб його горизонтальні при виготовленні грані знаходилися у вертикальному положенні. Схема розташування зразка на опорних елементах показана на рис. 1.5.



1 – шток циліндра; 2 – балочка цементу; 3 – нерухомі опори.

Рисунок 1.5 – Схема випробувань цементних балочок на вигин.

Границя міцності при вигині обчислюється як середнє арифметичне значення двох найбільших результатів випробування трьох зразків.

Випробування на стиск. Отримані після випробування на вигин шість половинок балочок відразу ж піддаються випробуванню на стиск. Половинки балочок поміщають між двома пластинками таким чином, щоб бічні грані, які при виготовленні прилягали до стінок форми, знаходилися на площинах пластинок, а упори пластинок щільно прилягали до торцевої гладкої площини зразка. Зразок разом з пластинами центрують на опорній плиті преса. Середня швидкість наростання навантаження при випробуванні повинна бути $(2,0 \pm 0,5)$ МПа/с.

Границя міцності при стисканні окремого зразка обчислюється як частка від ділення величини руйнівного навантаження на робочу площу пластинки (в см^2), тобто на 25см^2 :

$$\sigma_{ст} = \frac{P}{F}, \quad (1.4)$$

де P – руйнівне навантаження, кг; F – площа робочої поверхні натискної пластини пресу.

За міцність на стиск приймають середнє арифметичне значення результатів випробувань двох половинок зразків. Результати обчислення округлюють до 0,1 МПа. Якщо один з шести результатів відрізняється більше ніж на 10%

відсередньоарифметичного значення, цей результат слід виключити і розраховувати середньоарифметичне значення для решти п'яти результатів.

Результати механічних випробувань заносять до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Результати випробувань

Вид та кількість добавки, %	В/Ц	Міцність зразків, МПа	
		при згині	при стиску

Вимоги до фізико-механічних властивостей цементу за ГОСТ 31108-2003 наведені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6

Механічні властивості цементу

Міцність цементу на стиск, МПа, у віці:					
Клас міцності цементу	2 доби, не менше	7 діб, не менше	28 діб		Початок схоплення, хв. не раніше:
			не менше	не більше	
22,5Н	-	11	22,5	42,5	75
32,5Н	-	16			
32,5Б	10	-	32,5	52,5	60
42,5Н	10	-			
42,5Б	20	-	42,5	62,5	45
52,5Н	20	-			
52,5Б	30	-	52,5		

Контрольні питання

1. Які матеріали називають мінеральними в'язкими речовинами?
2. Які матеріали називаються неорганічними в'язкими матеріалами?
3. У яких одиницях вимірюється насипна щільність цементу?
4. Які матеріали застосовують в якості сировини для виробництва портландцементу?
5. Як впливають терміни зберігання на основні показники якості цементу?

6. Які прилади використовуються для визначення нормальної густоти цементного тіста, термінів схоплювання цементу, чим вони відрізняються між собою?
7. На які три основні групи ділять мінеральні в'язучі речовини?
8. За якими ознаками класифікують цемент?
9. Яке обладнання використовується для визначення тонкості помелу цементу?
10. На що впливає тонкість помелу цементу?
11. Який мінералогічний склад портландцементу?
- 12.3 якою метою і на якій стадії виготовлення вводиться гіпс в цемент?

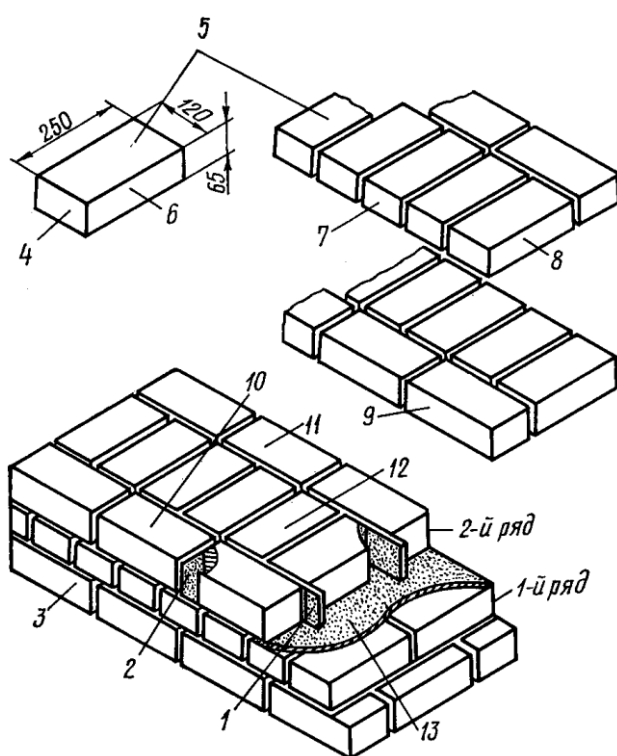
Лабораторна робота №2 ТЕХНОЛОГІЯ КАМ'ЯНОЇ КЛАДКИ СТІН

Мета роботи: ознайомитись з основними елементами, видами та призначенням кам'яної кладки та системою перев'язки швів, вивчити основну послідовність операцій кладки, отримати практичні навички кам'яної кладки стін та кутів.

2.1 Короткі теоретичні відомості

Кам'яну кладку виконують з окремих каменів, з'єднуючи їх між собою в одне ціле розчином (рис. 2.1). Залежно від виду матеріалів, що застосовуються кам'яну кладку підрозділяють на кладку зі штучних і з природних каменів. Штучні кам'яні матеріали поділяють на цеглу керамічну і силікатну; керамічні та силікатні камені; камені бетонні стінові правильної форми.

При зведенні кам'яних конструкцій розміри каменів і вимоги до їх фізико-механічних і експлуатаційних властивостей встановлюються проектною документацією.



За складністю виконання кам'яну кладку поділяють на:

- 1) найпростішу – стіни зовнішні і внутрішні без архітектурних деталей;
- 2) простої складності – карнизи, пояси, пілястри, напівколонни, отвори криволінійного обрису;
- 3) середньої складності – стіни з ускладненими частинами до 20% площі всіх стін;
- 4) особливо складну – арки, склепіння і т.д.

1 – вертикальний поздовжній шов; 2 – вертикальний поперечний шов; 3, 7 – фасад; 4 – тичок; 5 – постіль; 6 – ложок; 8 – тичковий ряд; 9 – ложковий ряд; 10 – зовнішня верста; 11 – внутрішня верста; 12 – забутка; 13 – горизонтальний шов (постіль)

внутрішня верста; 12 – забутка; 13 – горизонтальний шов (постіль)

Рисунок 2.1– Елементи кладки.

Крім того, цегляну кладку розрізняють по товщині (рис. 2.2).

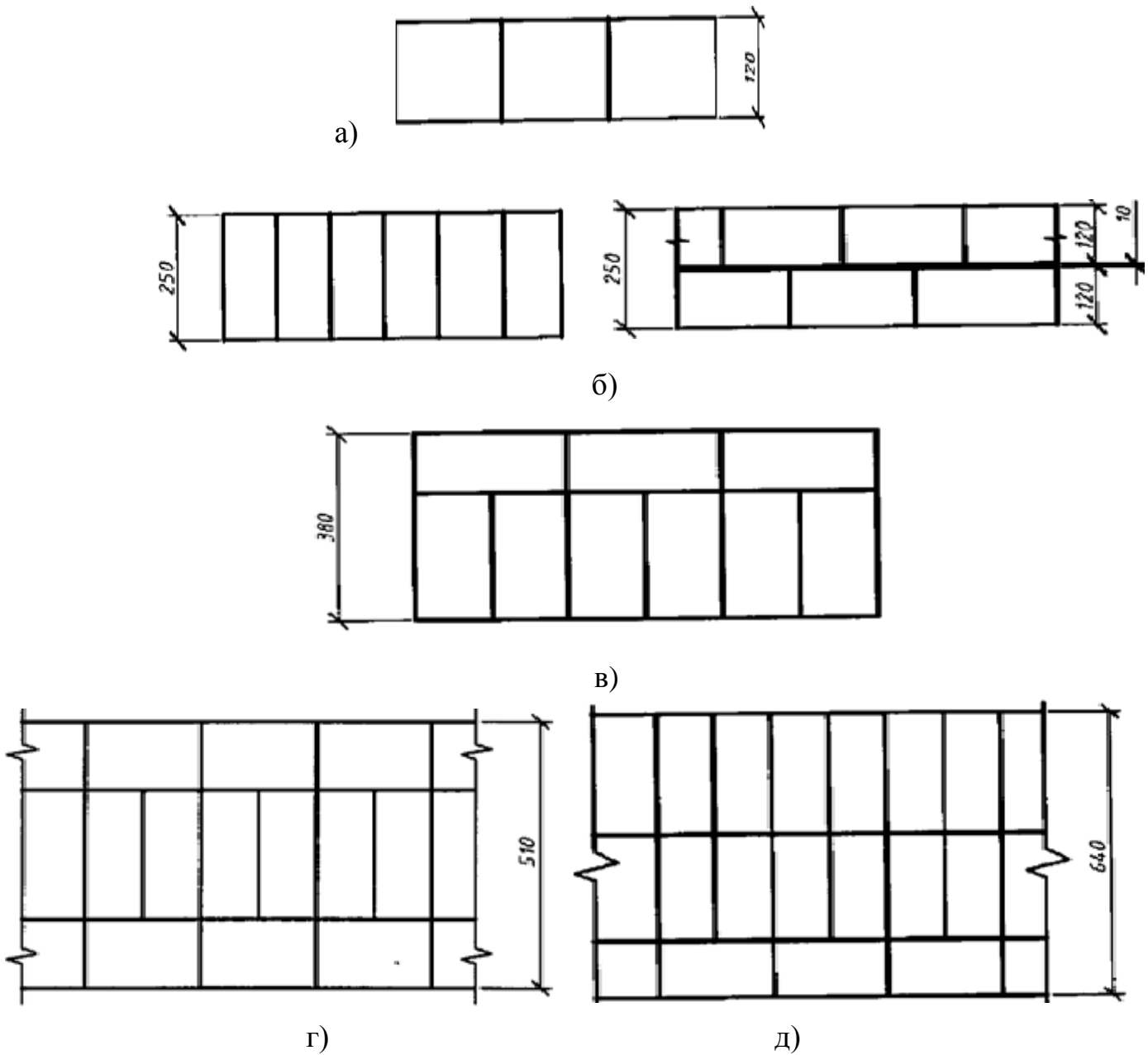


Рисунок 2.2 – Види цегляної кладки: а – в пів цеглини (120 мм); б – в одну цеглину (250 мм); в – в 1,5 цегли (380 мм); г – в 2 цегли (510 мм); д – в 2,5 цегли (640 мм)

Розчини, що застосовуються для влаштування кам'яних конструкцій, називають плитковими. Кладочні розчини пов'язують між собою окремі камені, перешкоджаючи їх взаємному переміщенню.

Розчин— це суміш в'язучого, дрібного заповнювача, води, хімічних добавок і інших наповнювачів, що володіє певними технологічними і фізико-механічними властивостями в затверділому стані. До числа технологічних і

фізико-механічних властивостей будівельних розчинів відносять: рухливість, розшаровуваність, водоутримуючу здатність, міцність, щільність, морозостійкість.

Рухливість— технологічна властивість розчинної суміші, характеризує її пластичні властивості і легкість укладання. Вимірюється величиною занурення конуса БудЦНІЛ S1, см, за ГОСТ 5802.

Водоутримуюча здатність— властивість розчину утримувати вологу у своєму складі певну (до 95%) кількість води. Визначається за спеціальною методикою ГОСТ 5802 «Розчини будівельні. Методи випробувань».

Розшаровуваність— технологічна властивість суміші, визначає її опір процесу поділу на окремі компоненти — цементне тісто і заповнювач. Має важливе значення для оцінки якості суміші і однорідності її властивостей по всьому об'єму.

Для кам'яних кладок застосовують розчини наступних марок: 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200. Вибір марки розчину обґрунтовується проектом. Слід враховувати, що при збільшенні марки розчину розрахунковий опір стиску кладки хоч і збільшується, але значно повільніше, ніж підвищується марка розчину.

За щільністю в сухому стані розрізняють важкі розчини (щільність - 1500 кг/м³) і легкі (щільність — менше 1500 кг/м³).

У важких розчинах заповнювачем є природний пісок із щільних гірських порід, переважно гірський. У легких розчинах застосовують піски, отримані шляхом дроблення і просіювання легких гірських порід (пемзи, туфу) або штучних легких матеріалів.

Для кам'яної кладки переважно застосовують змішані розчини, в яких в'язким є цемент, пластифікатором — вапно або глина, а заповнювачем — природний або штучний пісок (додаток 1,2).

При проведенні кладочних робіт в зимових умовах зазвичай використовують розчин кладки з протиморозними добавками.

У якості подібних добавок в кладкових розчинах зазвичай застосовують: нітрит натрію (НН); поташ; двокомпонентну добавку хлористий кальцій і хлористий натрій (ХКХН) та ін.

Орієнтовна сфера застосування тієї чи іншої добавки в залежності від очікуваної температури і її граничної кількості наведено в додатку 3.

Кам'яна кладка, виконувана з окремих каменів, що з'єднуються розчином в одне ціле, повинна являти собою моноліт, в якому укладені камені не зміщувалися б під впливом діючих на кладку навантажень. Для забезпечення цієї вимоги окремі камені слід укладати з дотриманням певних умов, що отримали назву *основні правила розрізання кам'яної кладки*.

1-ше правило встановлює максимально допустимий кут нахилу сили, діючої на горизонтальний ряд кладки. За цим правилом камені повинні укладатися плоскими шарами (рядами), перпендикулярними до напрямку діючого навантаження. Таке правило впливає з властивості каменю добре опиратися стисненню і погано — розтягуванню і вигину. Щоб уникнути вигину

спирання вищого ряду повинне відбуватися не в окремих точках, а по всьому ліжку, тобто по площині.

Шари (ряди) кладки повинні розташовуватися так, щоб діюча на кладку сила була спрямована перпендикулярно до ліжка каменів. В іншому випадку в кладці виникає зусилля зсуву по найбільш слабкому місцю — розчинному шву між шарами каменів. Відхилення діючої сили від вертикалі допускається не більш 15...17°. У цих межах зусилля зсуву сприймається силами тертя між шарами каменів.

У більшості випадків зусилля на кладку передається вертикально (в стовпах, стінах, фундаментах), тому вона виконується горизонтальними шарами. У арках і склепіннях виникають зусилля, що діють в кожному перетині по дотичній до кривої тиску, тому кладка їх членується вертикальними площинами.

2-ге правило розрізання регламентує розташування вертикальних площин кладки щодо постелі. Кладку необхідно членувати трьома взаємно перпендикулярними площинами. У масиві кладки при такому членуванні з'являються шви: горизонтальні - по постелі і вертикальні - поперечні і поздовжні. Якщо ж членування кладки провести похилими площинами, в ній з'являться клиновидні камені, які під навантаженням будуть прагнути розсунути сусідні камені, а також камені з легко сколотими гострими кутами.

3-є правило визначає взаємне розташування вертикальних поздовжніх і поперечних швів в суміжних рядах кладки. Камені вищого ряду необхідно укладати на ряд, що лежить нижче так, щоб вони перекривали вертикальні шви між каменями в подовжньому і поперечному напрямках, тобто кладку слід вести з перев'язкою вертикальних швів в суміжних рядах. Така перев'язка усуває небезпеку розшарування кладки на окремі стовпчики, що може призвести до її руйнування під навантаженням.

Використання в кладках міцних цементних в'язучих розчинів дозволяє дещо відступити від цього правила. В даний час допускається не перев'язувати вертикальні поздовжні шви в п'яти суміжних рядах або вертикальні поперечні шви – в трьох суміжних рядах кладки.

Система перев'язки швів в кам'яній кладці повинна відповідати правилам розрізання кладки. При кладці розрізняють перев'язку *вертикальних, поздовжніх і поперечних* швів. Перев'язку поздовжніх швів роблять для того, щоб кладка не розшарувалася уздовж стіни на тонші стінки і щоб напруження в кладці від навантаження рівномірно розподілялися по ширині стіни. Перев'язка поперечних швів необхідна для поздовжнього зв'язку між окремими цеглинами (камінням), що забезпечує розподіл навантаження на сусідні ділянки кладки і монолітність стін при нерівномірних опадах, температурних деформаціях та ін. Перев'язку поперечних швів виконують ложковими і тичковими рядами, а поздовжніх — тичковими.

Основними системами перев'язки є однорядна (ланцюгова), багаторядна і трьох рядна.

Однорядну систему (рис. 2.3) можна застосовувати при кладці з всіх видів цегли і каменів. Виконують її правильним чергуванням тичкових і ложкових рядів, при цьому кожен вертикальний шов між цеглою або камінням нижнього ряду перекривають цеглинами або каменями наступного ряду. Вертикальні поперечні шви при такій системі перев'язки перекривають на $\frac{1}{4}$ цегли за рахунок застосування трьох четверткових і четверткових цеглин у ложкових рядах, а поздовжні шви - напівцеглини.

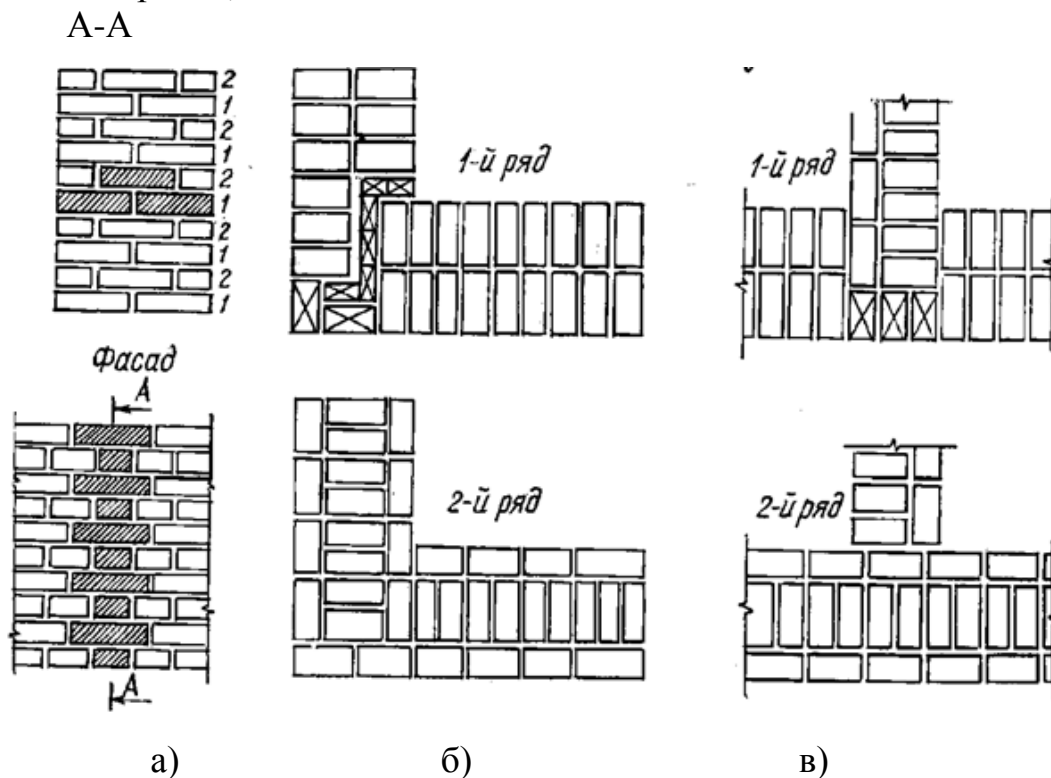


Рисунок 2.3 – Однорядна система перев'язки швів: а — фасад; б — кладка прямих кутів і вертикальних обмежень; в — кладка примикань стін.

Багаторядну систему перев'язки (рис. 2.4) виконують чергуванням п'яти ложкових рядів цегли і одного тичкового. При такій кладці вертикальні поперечні шви у всіх рядах, крім тичкового та суміжних з ним ложкових, перекривають на $\frac{1}{2}$ цегли. Вертикальні поздовжні шви в п'яти суміжних рядах по вертикалі не перекривають. У шостому ряду їх перекривають тичковими цеглинами. Перший ряд такої кладки укладають тичковими, другий — ложковими цеглинами так само, як при однорядній кладці; з третього по шостий ряди укладають одними ложками уздовж стіни.

При товщині цегли 88 мм один тичковий ряд укладають через 4 ложкових ряди. Переваги багаторядної кладки: велика жорсткість стіни в поздовжньому напрямку, так як в ложкових рядах суміжні поперечні шви зміщені один щодо одного на $\frac{1}{2}$ цегли; підвищена продуктивність праці каменярів, так як вони виконують однотипні операції на висоті декількох рядів, не змінюючи прийомів кладки і системи перев'язки швів; менша трудомісткість; можливість використання не цілої цегли.

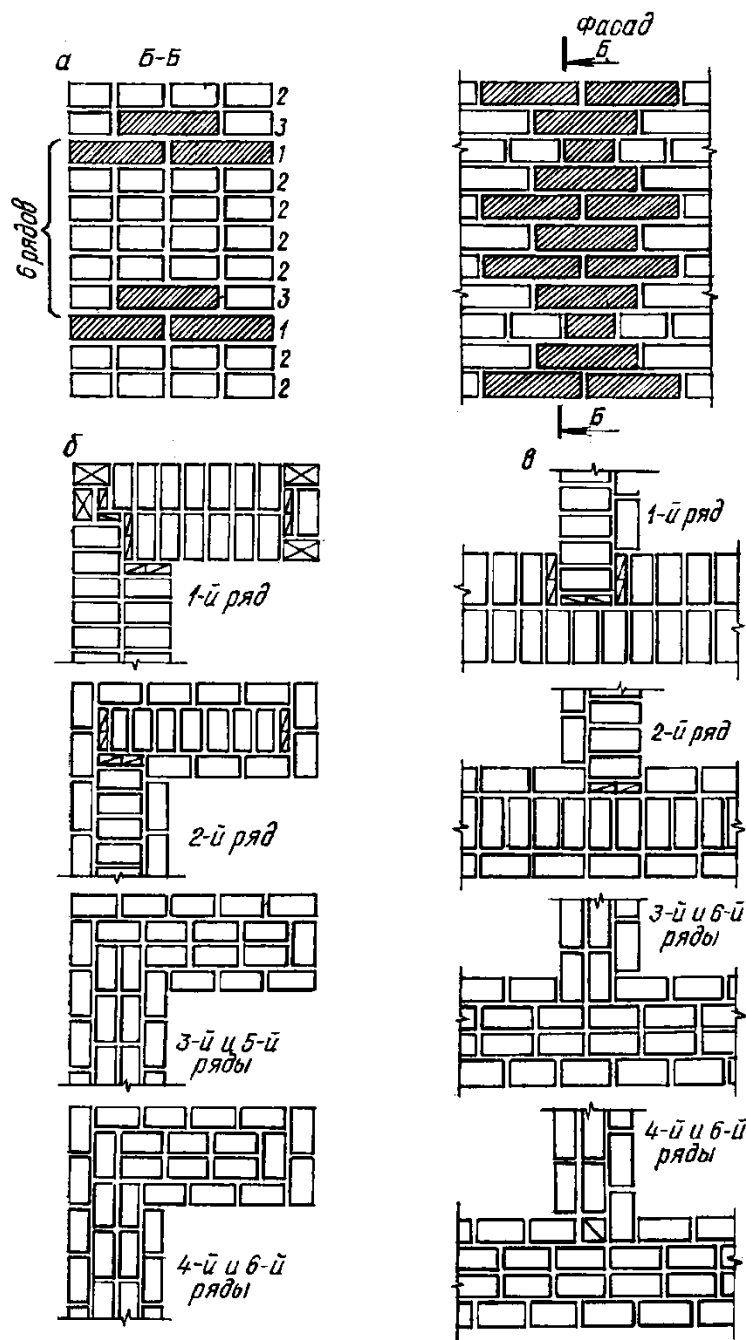
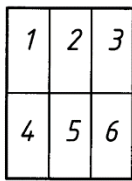


Рисунок 2.4 – Шестирядна система перев'язки швів: а – фасад; б – кладка стін з вертикальним обмеженням і кутів; в – кладка примикань стін.

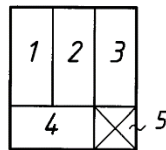
Трирядну систему (рис. 2.5) застосовують, в основному, для кладки стовпів з цегли, а також вузьких простінків шириною до 1 м. Ця система дозволяє обійтися мінімальною кількістю не повномірної цегли для кладки завдяки поєднанню принципів ланцюгової та багаторядної перев'язок швів.

1,5×2 цегли



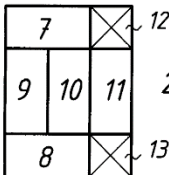
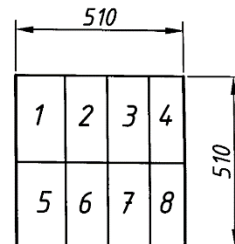
1 ряд

1,5×1,5 цегли

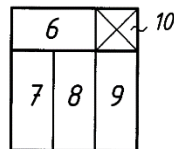


1 ряд

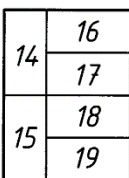
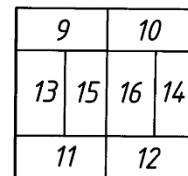
2×2 цегли



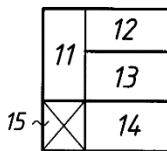
2 ряд



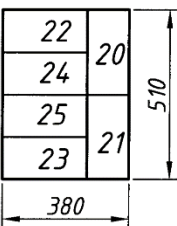
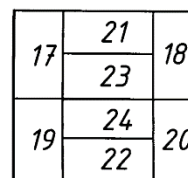
2 ряд



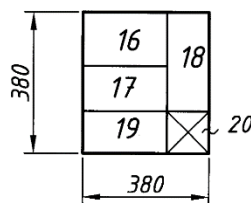
3 ряд



3 ряд



4 ряд



4 ряд

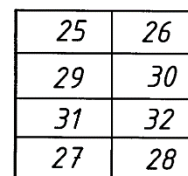


Рисунок 2.5 – Кладка стовпів по багаторядній системі перев'язки швів (цифрами позначена послідовність укладання окремих цеглин в кожному ряду кладки стовпів).

Незалежно від прийнятої системи перев'язки кладку завжди починають з тичкового ряду і закінчують вгорі точковим рядом. Такі ряди також укладають на рівні обрізів стін і стовпів, в виступаючих рядах кладки (карнизах та ін.), під опорними частинами балок, прогонів, плит перекриттів і балконів. Ці ряди викладають з цілої цегли.

Товщина швів цегляної кладки повинна бути: горизонтальних – 12 мм; вертикальних – 10 мм.

Способи укладання цегли. Способи укладання цегли різні залежно від пластичності використовуваного розчину і необхідної якості обробки лицьової поверхні (під штукатурку або розшивку швів), а також від виду цегли.

Цеглу укладають трьома основними способами: впритик, впритик з підрізуванням і вприжим.

Спосіб впритик (рис. 2.6б) застосовують, головним чином, при кладці стін в порожньошовну. Розчин розстеляють товщиною 2...2,5 см, не доходячи

до краю стіни 2–3 см. Ширина шару розчину для тичкового ряду – 22–23 см, для ложкового – 9–10 см. Цеглу укладають без кельми. Каменяр, тримаючи цеглу в руці під кутом до ліжка, рухає його до раніше укладеної цеглини, захоплюючи частину розчину. Захоплювати розчин починають на відстані 6...7 см від раніше покладеної цегли. Укладена цегла осаджується натиском руки.

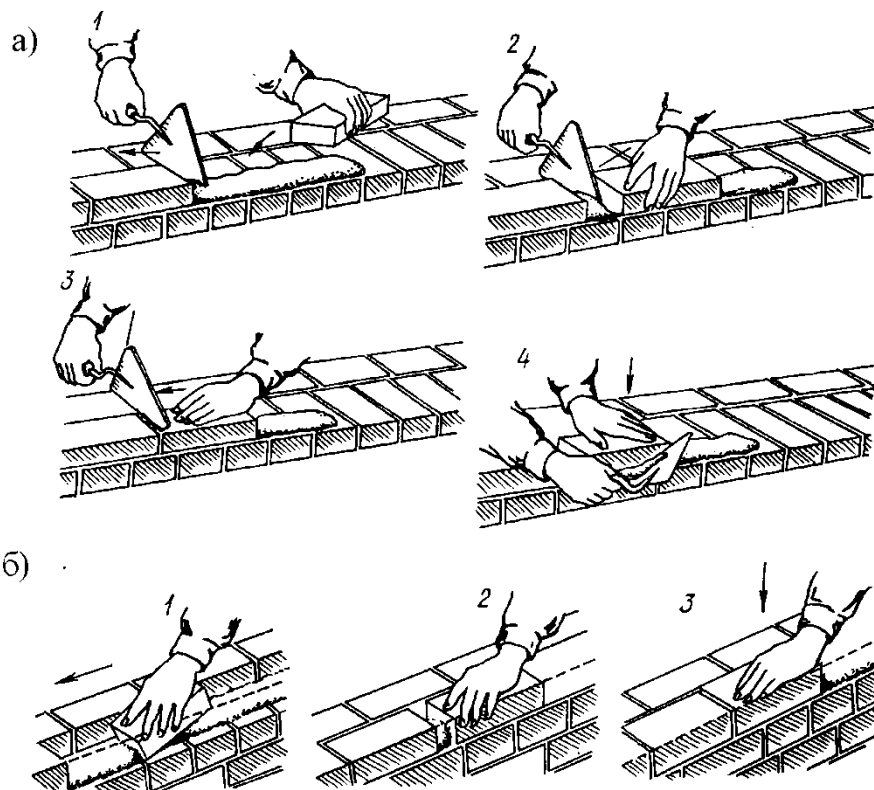


Рисунок 2.6 – Кладка ложкового ряду способами *вприжим* і *вприсик*:
а – кладка *вприжим*; *б* – кладка *вприсик*; 1-4 – порядок виконання операцій.

Способом *впритик з підрізуванням* ведуть кладку при необхідності повного заповнення швів розчином з розшивкою. В цьому випадку розчин розстеляють, відступаючи від краю стіни на 1 см. Цеглу укладають так само, як при укладанні способом *впритик*, а розчин, вичавлений з шва на лицьову поверхню стіни, підрізають кельмою.

При зведенні стін і стовпів (вони сприймають значні навантаження і вимагають повного заповнення швів розчином) кладку ведуть способом *вприжим* (рис. 2.6,а). Розчин на ліжку розподіляють грядкою висотою 2,5...4 см, шириною 21-22 см – під тичковий ряд і 8-9 см – під ложковий. При укладанні цегли муляр зрізає кельмою з ліжка частина розчину, наносить його на грань раніше покладеної цегли й затискає укладеною цеглою, поступово піднімаючи кельму.

При укладанні стін з керамічних каменів способом вприжим або вприсик важко забезпечити повне заповнення розчином вертикальних поперечних швів. У цьому випадку доцільно застосовувати наступний спосіб (рис. 2.7). До укладання керамічних каменів в проектне положення їх попередньо укладають з протилежного боку стіни (щодо місця їх укладання) впритул один до одного тичковими або ложковими поверхнями догори.

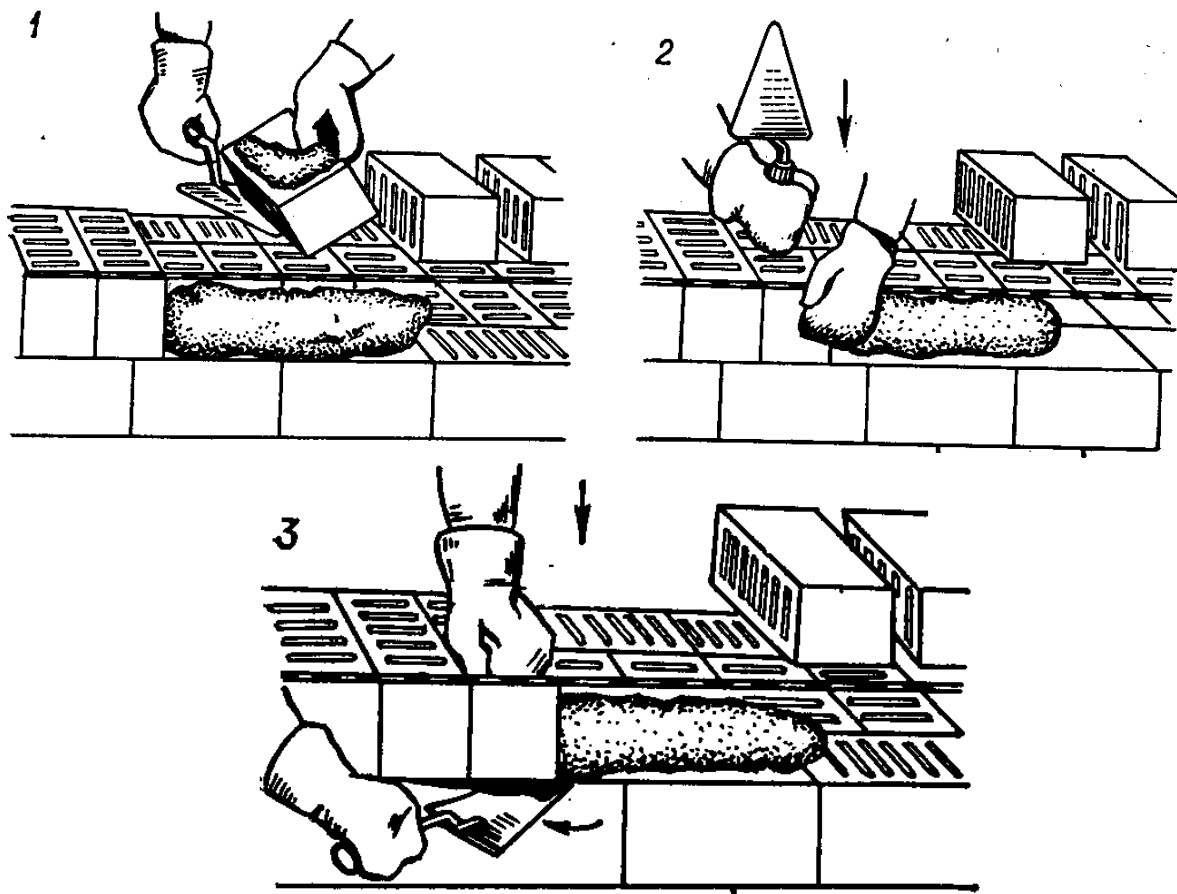


Рисунок 2.7– Кладка керамічнихциліндричнихкаменів у верстовий ряд: 1, 2, 3 — послідовність операцій.

Потім наносять розчин на стіну і накладені камені. Після цього каменярь бере камінь за торцеві площини обома руками і плавно повертає його так, щоб покрита розчином площа була вертикальною.

Притискаючи до раніше покладеного каменю, вертикальний шов повністю заповнюють розчином. Для кладки ложкового ряду камені встановлюють групами тичковою поверхнею догори і на них наносять розчин. Каменярь однією рукою відокремлює від групи камінь, нахиляє його, переносить до місця кладки і щільно притискає до раніше покладеного каменю.

2.2 Обладнання та матеріали

Цегла одинарна 250×120×65 мм (ціла) — не менше 20 шт. Половинка цегли — не менше 10 шт. «Третинка» і «четвертинка» — не менш ніж по 5 шт. Кельма типу КБ (ГОСТ 9533) — 4 шт. Ємність під імітатор розчину кладки — 2 шт. Рівень будівельний — 2 шт. Правило — 2 шт. Совкова лопата — 1 шт. Підстава (бетонна) під кам'яну кладку — 1 шт. Імітатор розчину кладки (пісок просіяний, доломітове борошно, вода) — в обсязі не менше 50 л. Підліски — 2 шт. Лінійка — 2 шт.

2.3 Хід виконання роботи

2.3.1 Уважно ознайомитися зі змістом теоретичної частини, вивчити схеми укладання цегли при різних системах перев'язки швів.

2.3.2 В умовах лабораторії ознайомитися з цеглою різного виду, застосовуваними при кладці інструментом і прийомами укладання цегли. При цьому можуть використовуватися наочні посібники по розділу «Виробництво кам'яних робіт».

2.3.3 З використанням фрагменту фундаменту провести практичне виконання заданого елемента кам'яної конструкції певної товщини і з певною системою перев'язки швів. Виконати кладку фрагменту цегляного стовпа.

2.3.4 Провести необхідні ескізні замальовки виконаної кам'яної конструкції для внесення в звіт з лабораторної роботи.

2.3.5 Відповісти на контрольні питання, запропоновані викладачем.

Контрольні питання

1. Як товщина швів впливає на міцність кладки?
2. Послідовність операцій при кладці вприжим з підрізуванням.
3. Відмінність методу «впритик» від методу «вприжим».
4. При якій системі перев'язки швів міцність кладки найбільша і найменша?
5. Які види перев'язки швів Ви знаєте?
6. Які види стін більш ефективно виконувати по багаторядній системі перев'язки?
9. Контрольно-вимірювальні інструменти при веденні робіт кладок.
10. Що визначається маркою розчину і що таке збереженість розчину?
11. Перерахувати правила розрізання кам'яної кладки.

Лабораторна робота №3

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ КАМ'ЯНОЇ КЛАДКИ І ПРИЙМАННЯ ВИКОНАНИХ РОБІТ ПРИ ЗВЕДЕННІ КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Мета роботи: отримати практичні навички визначення дефектів кам'яної кладки.

3.1 Короткі теоретичні відомості

Кладку стін та інших конструкцій з цегли слід виконувати відповідно до проекту згідно СНіП 3.03.01-87, дотримання вимог якого забезпечує необхідну міцність зведених конструкцій і високу якість робіт.

У процесі роботи необхідно перевіряти: *застосування цегли і розчину певної марки рухливості*, зазначених у робочих кресленнях; *правильність перев'язки і якість швів кладки*; *вертикальність, горизонтальність і прямолінійність поверхонь і кутів*; *правильність установки закладних деталей і зв'язків*; якість поверхонь кладки (рисунок і розшивання швів). Підбір цегли для зовнішньої версти необлицьованої кладки з подальшою розшивкою повинен проводитися з метою застосування матеріалу з рівними кромками і кутами).

У суху спекотну і вітряну погоду цеглу перед укладанням необхідно поливати водою (попередньо замочувати) для кращого зчеплення з розчином, задля забезпечення необхідної марочної міцності розчину (М4...М150) та недопущення зневоднення розчину за рахунок "відсмоктування" води в нагріту цеглу.

При виконанні кладки каменяр для перевірки якості користується наявними в його розпорядженні контрольно-вимірними інструментами, представленими на рис. 3.1.

Правильність закладки кутів будівлі перевіряють дерев'яним кутником.

Горизонтальність рядів контролюють правилом і рівнем не рідше двох разів на кожен метр висоти кладки. Для цього рівень ставлять на правило—строгану дерев'яну рейку довжиною 1500...2000 мм, перетином 40×50 мм, покладену на ряд цегли. Якщо відхилення не перевищують встановленого допуску за СНіП 3.03.01-87, їх усувають в процесі наступної кладки.

Вертикальність поверхонь і кутів кладки перевіряють рівнем і відвісом не рідше двох разів на кожен метр висоти кладки. Відхилення, що не перевищують допустимих, потрібно виправити при кладці наступного ярусу.

Вертикальність граней і кутів кладки з цегли і каменів, горизонтальність її рядів необхідно перевіряти по ходу виконання кладки (через 0,5...0,6 м) з усуненням виявлених відхилень у межах ярусу.

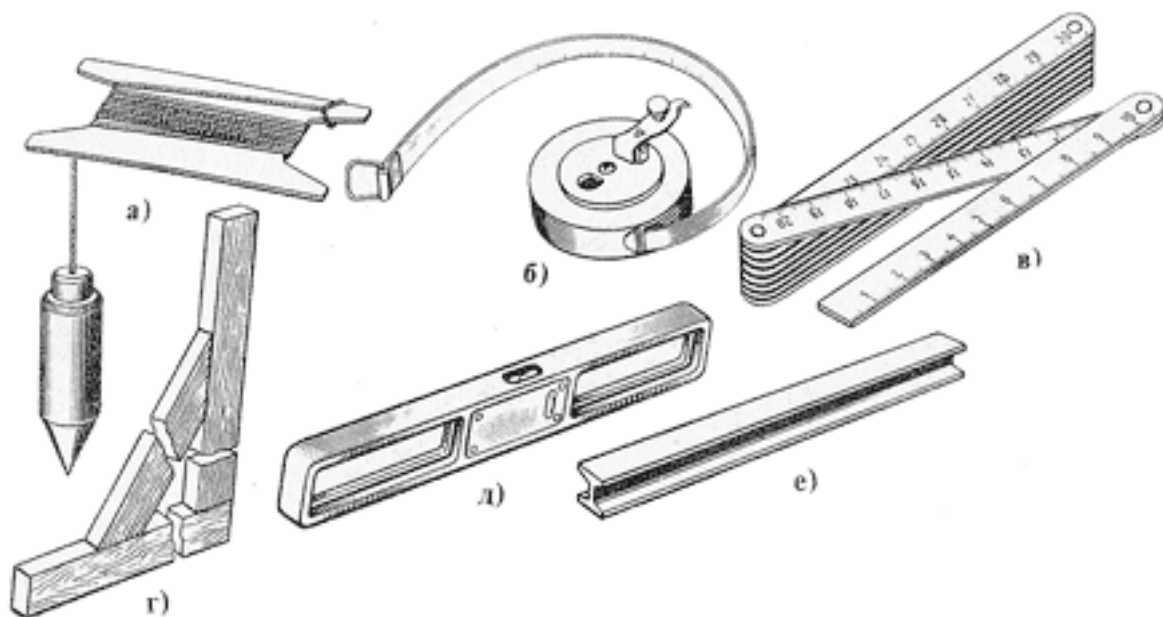


Рисунок 3.1– Контрольно-вимірювальні інструменти каменяра: а – відвіс; б – рулетка; в – складаний метр; г – кутник; д – будівельний рівень; е – правило з алюмінієвого листа.

Після закінчення кладки кожного поверху слід проводити інструментальну перевірку горизонтальності і відміток верху кладки незалежно від проміжних перевірок горизонтальності її рядів.

Товщину швів також періодично перевіряють. Для цього вимірюють 5-6 рядів кладки і визначають середню товщину шва (наприклад, при вимірі 5 рядів кладки отримали 400 мм, отже, товщина одного ряду - 80 мм, а товщина шва: $80 - 65 = 15$ мм).

Середня товщина горизонтальних швів цегляної кладки в межах висоти поверху повинна становити 12 мм, вертикальних – 10 мм. При цьому товщина окремих вертикальних швів повинна бути не менше 8 і не більше 12 мм, горизонтальних – не менше 10 і не більше 15 мм.

Правильність заповнення швів розчином перевіряють, виймаючи в різних місцях окремі цеглини викладеного ряду (не рідше 3 раз по висоті поверху).

При вимушених розривах кладку необхідно виконувати в вигляді похилої або вертикальної штраби (уступчастий розрив кладки).

При виконанні розриву кладки вертикальної штраби у шви кладки стержнів слід закласти сітку (арматуру) з поздовжніх стержнів - діаметром не більше 6 мм, з поперечних – не більше 3 мм, з відстанню до 1,5 м по висоті кладки, а також у рівні кожного перекриття.

Число поздовжніх стержнів арматури приймається з розрахунку одного стержнів на кожні 12 см товщини стіни, але не менше 2 при товщині стіни 12 см.

Різниця висот збудованої кладки на суміжних захватках і при кладці примикань зовнішніх і внутрішніх стін не повинна перевищувати висоти поверху, а різниця висот між суміжними ділянками кладки фундаментів - 1,2м.

Установку кріплень в місцях примикання залізобетонних конструкцій до кладки слід виконувати відповідно до проекту.

Зведення кам'яних конструкцій наступного поверху допускається тільки після укладання несучих конструкцій перекриттів зведеного поверху, анкерування стін і замонолічування швів між плитами перекриттів.

При виконанні робіт з армованою кладкою необхідно дотримуватися таких вимог:

1. Товщина швів в армованій кладці повинна перевищувати суму діаметрів пересічної арматури не менше ніж на 4 мм при товщині шва не більше 16 мм.

2. При поперечному армуванні стовпів і простінків сітки слід виготовляти і укладати так, щоб було не менше 2 арматурних стержнів (з яких зроблена сітка), що виступають на 2...3 мм на внутрішню поверхню простінка або на 2 сторони стовпа.

3. При поздовжньому армуванні кладки сталеві стержні арматури за довжиною слід з'єднувати між собою зварюванням.

4. При влаштуванні стиків арматури без зварювання кінці гладких стержнів повинні закінчуватися гаками і зв'язуватися дротом з перетином стержнів на 20 діаметрів.

Зведення стін з полегшеної цегляної кладки необхідно виконувати відповідно до робочих креслень і наступних вимогам:

1. Всі шви зовнішнього та внутрішнього шару стін полегшеної кладки слід ретельно заповнювати розчином з розшивкою фасадних швів і затиранням внутрішніх швів при обов'язковому виконанні мокрої штукатурки поверхні стін з боку приміщення.

2. Плитний утеплювач слід укладати із забезпеченням щільного примикання до кладки.

3. Металеві зв'язки, встановлювані в кладку, необхідно захищати від корозії.

4. Засипний утеплювач або легкий бетон заповнення слід укладати шарами з ущільненням кожного шару у міру зведення кладки.

У кладках з вертикальними поперечними цегляними діафрагмами:

1) порожнечі слід заповнювати засипаним утеплювачем або легким бетоном шарами на висоту не більше 1,2 м за зміну;

2) підвіконні ділянки зовнішніх стін необхідно захищати від зволоження шляхом влаштування відливів по проекту;

3) в процесі виробництва робіт в період випадання атмосферних опадів і при перерві в роботі слід вживати заходів щодо захисту утеплювача від намокання.

Приймання кам'яних конструкцій. Приймання виконаних робіт по зведенню кам'яних конструкцій необхідно робити до штукатурення їх поверхонь.

Елементи кам'яних конструкцій, прихованих в процесі виконання будівельно-монтажних робіт, слід приймати за документами, що посвідчують їх відповідність проекту (акти огляду прихованих робіт) і нормативно-технічною документацією:

- 1) місця спирання ферм, прогонів, балок, плит перекриттів на стіни, стовпи і пілястри і їх закладення в кладці;
- 2) закріплення в кладці збірних залізобетонних виробів — карнизів, балконів та інших консольних конструкцій;
- 3) закладні деталі і їх антикорозійний захист;
- 4) укладена в кам'яні конструкції арматура;
- 5) осадові деформаційні шви; антисейсмічні шви;
- 6) гідро-пароізоляція кладки.

При прийманні закінчених робіт по зведенню кам'яних конструкцій необхідно перевіряти:

- 1) правильність перев'язки швів, їх товщину і заповнення, а також горизонтальність рядів і вертикальність кутів кладки;
- 2) правильність влаштування деформаційних швів;
- 3) правильність влаштування димових і вентиляційних каналів в стінах;
- 4) якість поверхонь фасадних неоштукатурених стін з цегли;
- 5) якість фасадних поверхонь, облицьованих керамічними, бетонними та іншими видами каменів і плит;
- 6) геометричні розміри і положення конструкцій.

Обов'язково перевіряють на проміжних та кінцевих стадіях документи, що засвідчують марку застосовуваних матеріалів, напівфабрикатів і виробів. Відхилення в розмірах і положенні кам'яних конструкцій від проектних не повинні перевищувати вказаних в табл. (дод. 3) (СНіП 3.03.01-87).

3.2 Обладнання та матеріали

Теодоліт, нівелір, рейки геодезичні, правило, схил, рівень, лінійка металева, кутник, рулетка.

3.3 Хід виконання роботи

3.3.1 Уважно ознайомитися зі змістом теоретичної частини роботи.

3.3.2 На запропонованій ділянці побудованого будинку виконати необхідні виміри, засвідчити якість цегляної кладки:

- 1) провести вимірювання ширини простінків, прорізів за допомогою рулетки;

2) визначити вертикальність кутів кладки в двох площинах за допомогою схилу і теодоліта за методикою, викладеною нижче;

3) визначити місцеві нерівності поверхні кладки, виявлені при накладанні правила;

4) провести вимірювання горизонтальності рядів кладки за допомогою нівеліра.

3.3.3 Отримані результати порівняти з величинами, що допускаються СНиП 3.03.01-87.

3.3.4 Результати занести в табл. 3.1 і зробити загальний висновок про якість робіт кладок.

Вимірювання ширини простінків, розмірів віконних прорізів і товщини вертикальних і горизонтальних швів здійснюються за допомогою рулетки, лінійки.

Вимірювання вертикальності кутів і поверхні кладки, а також відхилення віконних прорізів від вертикалі роблять за допомогою теодоліта за схемою, наведеною на рис. 3.2.

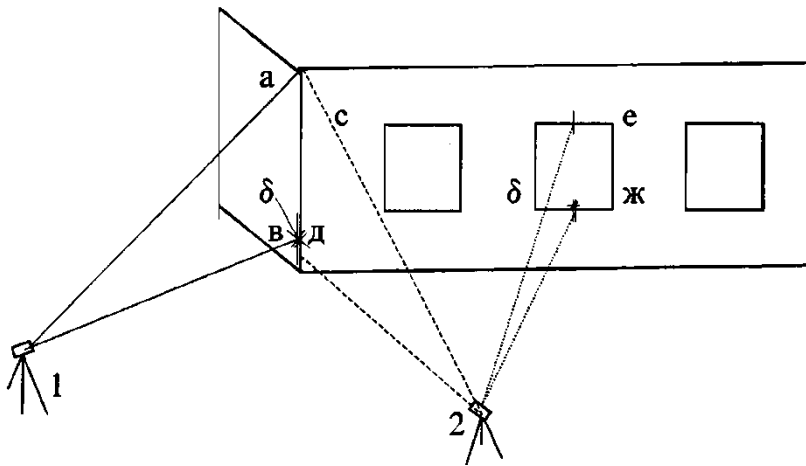


Рисунок 3.2 – Вимірювання вертикальності кутів і віконних отворів: 1, 2 – положення теодоліта; а, б, в, д, е – точки наведення труби теодоліта (верхня і нижня).

Перед використанням приладу необхідно виконати необхідні геодезичні перевірки. Спочатку наводять трубу теодоліта на верхню точку обстежуваної площині, кута (точка а або е), а потім опускають трубу до точки б або з визначають відхилення δ (у мм).

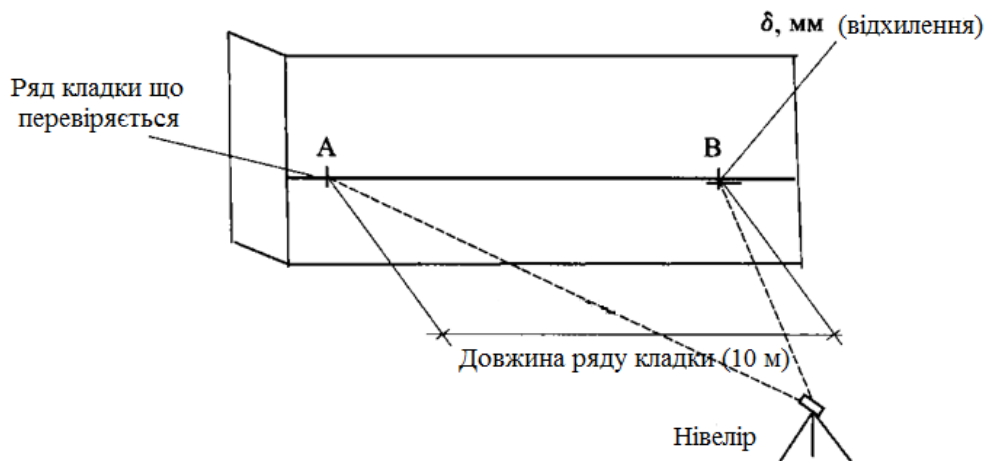


Рисунок 3.3 – Вимірювання горизонтальності рядів кладки

Вимірювання горизонтальності рядів кладки роблять за допомогою нівеліра за схемою, наведеною на рис. 3.3. Перед його використанням необхідно виконати необхідні геодезичні повірки для нівеліра (перевірити горизонтальність за рівнем).

Таблиця 3.1.

Результати досліджень

Перевірочні конструкції	Методика проведення вимірювань (ескіз)	Допустимі відхилення за СНіП	Фактичні відхилення	Висновок
Згідно із завданням (див. перелік)	замалювати ескіз, вказати прилад та місця вимірювань	вказати величину розмірності	вказати величину розмірності	зробити висновок по окремому пункту

Для виконання лабораторної роботи необхідно виконати наступні вимірювання:

- 1) товщини вертикальних і горизонтальних швів кладки;
- 2) відхилення рядів кладки від горизонталі на 10 м довжини;
- 3) відхилення кутів і поверхні кладки від вертикалі на один поверх;
- 4) ширини простінків і прорізів;
- 5) товщини конструкції;
- 6) відхилення прорізів від вертикалі.

Контрольні питання

1. За якими параметрами роблять приймання кам'яних конструкцій?
2. Які основні інструменти і пристосування використовують при прийманні кам'яних конструкцій?
3. Які вимоги пред'являються до армованих кам'яних кладок?
4. Як визначається горизонтальність і вертикальність рядів кладки і яка величина допустимого відхилення?
5. Яка допустима товщина швів?
6. Які вимоги пред'являються до кладок полегшеного типу?
7. Які конструктивні елементи і види робіт підлягають прийняттю актами прихованих робіт?
8. Як визначити правильність системи перев'язки швів?
9. Що таке штраба і для чого вона виконується?
10. Як і чим визначити зміщення осей перев'язки стін?

Лабораторна робота №4 ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ ПРИЗВЕДЕННІ ЗЕМЛЯНИХ СПОРУД

Мета роботи: отримати практичні навички по визначенню основних фізико-механічних властивостей шарів ґрунту.

4.1 Короткі теоретичні відомості

Будь-який будинок або інженерна споруда зводиться на шарі ґрунту що підстилається. Від фізико-механічних властивостей цього шару залежить величина осадкових деформацій і довговічність споруди в цілому. Тому ефективний контроль за властивостями ґрунтів у будівництві має важливе значення.

Мінеральні ґрунти підрозділяються на скельні, конгломерати і нескельні.

До *скельних однорідних ґрунтів* відносять масиви вивержених порід з кристалічною структурою, які характеризуються значною щільністю і малою вологоємністю.

До *скельних шаруватих ґрунтів* відносять породи, складені з пісковиків, доломіту і глинистих сланців.

Конгломерати – це уламкові породи, зцементовані мінеральними цементами. Найчастіше зустрічаються *нескельні ґрунт* які зазвичай поділяють на:

- 1) *зв'язані* – суглинки, глини і супіски;
- 2) *незв'язані* – піски.

Земляні роботи на першому етапі включають проведення планування майданчика під будівництво. При цьому, як правило, влаштовують насипи для вирівнювання рельєфу місцевості під споруду. Для насипу, в основному, використовується ґрунт, що зрізується і перемішується в процесі планування із зони виїмки. В деяких випадках ґрунт доставляється з кар'єрів за допомогою автомобільного транспорту. Вид ґрунту вказується у проектній документації

Незв'язані ґрунти можна визначити за зовнішнім виглядом. Найпростіші методи визначення виду незв'язаного ґрунту представлені в табл. 4.1.

Ґрунт насипу має розпушену структуру, зв'язку з цим його ущільнення проводять за допомогою різних механізмів і пристроїв.

Для ущільнення використовують машини *статичної* і *динамічної* дії. До числа машин статичної дії відносять самохідні і причепні катки. До машин

динамічної дії відносять трамбувальні машини, вібраційні самохідні (прицепні) катки, вібраційні плити, пневматичні трамбувачі та ін.

Тривалість їх роботи визначається досягненням певної (попередньо заданої) величини ступеня ущільнення конкретного виду ґрунту, яка вказана в проектній документації.

Таблиця 4.1

Методика визначення виду незв'язного ґрунту

Вид ґрунту	Відчуття при розтиранні	Через лупу або неозброєним оком
Галька, щебінь	Галька має округлу форму, щебінь гострокутну	Зерна розміром в 10...20 мм складають більше половини зразка, між ними – дрібне заповнення.
Гравій, дресва	Гравій має частково округлу форму; дресва – гострі краї	Зерна розміром від 5 до 10 мм складають (по масі) більш половини проби, між ними – дрібне заповнення.
Пісок зернистий	Глинистих часток не відчувається	Маса частинок більше 0,5 мм – більше 50%
Пісок середньо зернистий	так само	Маса частинок більше 0,25 мм – більше 50%; в лупу видно тільки піщані частинки.
Пісок дрібний	так само	Зерна важко розрізнити неозброєним оком; маса частинок більших 0,1 мм – більш 75%; в лупу видно тільки піщані частинки.
Пісок пилоподібний	Нагадує жорсткий пил	Дрібна борошняста суміш; окремі частки важко розрізнити неозброєним оком; маса частинок більше 0,1 мм – менше 75%.

Після викопування котловану і зачистки його дна перевіряють ступінь ущільнення ґрунту перед будівництвом фундаменту під спорудження. Крім

того, в процесі зворотної засипки пазах ґрунт підлягає обов'язковому ущільненню до досягнення певного (заданого) ступеня ущільнення (характеризується коефіцієнтом ущільнення K_v).

Найважливішим показником ґрунту є його *вологість*. На практиці розрізняють такі види вологості ґрунтів:

- 1) природна вологість;
- 2) вологість на межі текучості;
- 3) відносна вологість;
- 4) оптимальна вологість;
- 5) вологість на межі розкочування.

Вологість значно впливає на зміну фізико-механічних властивостей ґрунту. Деякі види вологості актуальні тільки для певних видів ґрунту (наприклад, поняття "вологість на межі розкочування" використовується тільки для зв'язаних ґрунтів).

Природна вологість характеризує поточну вологість ґрунту. Даний параметр може істотно змінюватися в залежності від погодно-кліматичних умов середовища. Наприклад, природна вологість піску може коливатися від 5...7% (по масі) після інтенсивних дощів до 1% в сухий посушливий літній період року.

Зазначена вологість у відсотках за масою визначається шляхом зважування навішування випробуваного ґрунту на вагах спочатку в його природній вологості, а потім – після інтенсивного висушування (зазвичай – в сушильній шафі до постійної маси).

Вологість на межі текучості визначає вологість, при якій ґрунт переходить в текучий нестійкий, тобто в непок'єданий стан. Даний вид вологості залежить від хіміко-мінералогічного складу ґрунту.

Зазвичай вологість на межі текучості визначається за спеціальними методиками, застосовуваними в механіці ґрунтів. При відсутності можливості визначення даної величини допускається використовувати довідкові дані.

Відносна вологість ґрунту має важливе практичне значення в технології будівельного виробництва. За значенням її величини приймають рішення про необхідність проведення заходів по знижуванню вод на будівельному майданчику.

Величина відносної вологості ґрунту $W_{відн}$ являє собою відношення природної вологості ґрунту до вологості на межі текучості W_m :

$$W_{відн} = \frac{W}{W_T} \quad (4.1)$$

де W – природна вологість ґрунту, %; W_m – вологість ґрунту на межі текучості визначається за даними лабораторії або (за відсутності даних) за табл. 4.2.

Найважливіше місце в технології земляних робіт займає величина оптимальної вологості ґрунту.

Оптимальна вологість ґрунту – це вологість, при якій можна досягти максимально щільної упаковки частинок ґрунту, тобто найбільш високого коефіцієнта ущільнення. У багатьох видах ґрунтів при вологості, що значно відрізняється від оптимальної, практично неможливо отримати необхідні коефіцієнти ущільнення. Тому найважливіше місце при виконанні земляних робіт займає отримання оптимальної вологості ґрунту і подальша робота з ґрунтом оптимальної вологості.

Таблиця 4.2

Вологість ґрунту на межі текучості

Вид ґрунту	Вологістьна межі текучості ґрунту,%
1	1
Супісокчетвертинний	19...28
Суглинокчетвертиннийлісовидний	28...34
Суглинокчетвертинний алювіальний	19...31
Суглинокчетвертиннийморений	23...32
Суглиноккорінний	31...35
Глиначетвертиннапокривна	34...41
Глиначетвертиннаалювіальна	37...64
Глинакоріннаюрська	61...88
Глинамергеляста	38...53

Для визначення оптимальної вологості ґрунту використовується прилад стандартного ущільнення конструкції ДорНДІ, який дозволяє отримати залежність коефіцієнта ущільнення випробуваного ґрунту при зміні його вологості. Знаючи оптимальну вологість ґрунту і його відносну вологість, можна прогнозувати досягнення необхідного коефіцієнта ущільнення або приймати рішення про додаткове зволоження (поливу) ґрунту.

Вологість на межі розкочування є одним з умовних показників механіки ґрунтів і оцінює пластичність випробуваного ґрунту.

Методика визначення вологості на межі розкочування заснована на визначенні кількості води, необхідної для отримання певної товщини розкочуваного шнура з випробуваного ґрунту (матеріалу) без порушення його зв'язності, так званої межі розкочування.

Інший важливий часто використовуваний технологічний показник у зв'язаному ґрунті *число пластичності* J_p .

Методика визначення величини числа пластичності J_p заснована на використанні вологості і величини глибини занурення балансуєчого конуса Васильєва залежно від вологості ґрунту.

Число пластичності встановлюється за результатами випробувань; залежно від його величини можна з достатньою точністю характеризувати той чи інший вид зв'язного ґрунту.

- 1) супісок ($1 < J_p < 7$);
- 2) суглинок ($7 < J_p < 17$);
- 3) глина ($J_p > 17$).

У практичних умовах велике значення має вибір обґрунтованих розмірів котлованів і схем розміщення механізмів (екскаваторів, кранів, і т.д.) поблизу виїмок. На вибір відстаней прив'язки кранів і механізмів при роботі поблизу котлованів і виїмок впливає зв'язаність ґрунту.

Зв'язаність ґрунтів змінюється залежно від їх відносної вологості і характеризується кутом природного укосу (ϕ) (кутом, який утворюється укосом вільно насипаного ґрунту і горизонтальною площиною). Параметр ϕ визначає кут укосу в котлованах і траншеях (їх розміри) і відстань допустимого наближення машин і механізмів до краю укосу котлованів.

Величини кутів природного укосу ґрунтів наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Величини кутів природного укосу

Вид ґрунту	Кут природного укосу ґрунту ϕ залежно відстану ґрунту, град		
	Сухе	Вологе	Мокре
Пісок дрібний	25	30	20
Пісок середній	28	35	25
Пісок великий	30	32	27
Гравій	40	40	35
Суглинок	50	40	30
Глина	45	25	15
Торф	40	25	14

Найбільш важливим технологічним поняттям при виробництві земляних робіт і влаштуванні основ є величина коефіцієнта ущільнення ґрунту. Коефіцієнт ущільнення ґрунту K_y являє собою відношення щільності ущільненого ґрунту до щільності неущільненого.

Для його визначення використовують різні методи і прилади: прилад стандартного ущільнення ДорНДІ, статичні пенетрометри, динамічні густиноміри. У практичних умовах найбільш часто використовуються пенетрометри і густиноміри.

Отримувані за результатами статичного чи динамічного зондування величини коефіцієнтів ущільнення ґрунтів K_y не повинні бути нижче величин, встановлених у відповідних нормативних документах і конкретних проектах на виробництво земляних робіт і влаштування фундаментів. Орієнтовні величини необхідних коефіцієнтів ущільнення ґрунтів вказані в табл. 4.4 (П16-03 за СНБ 5.01.01-99).

Таблиця 4.4

Орієнтовні величини коефіцієнтів ущільнення

Вид споруд, комунікацій і робіт	Величина коефіцієнта ущільнення ґрунту K_y
Основи під фундаменти будівель, споруд для важкого технологічного обладнання та підлоги з рівномірним навантаженням більше 0,2 МПа	0,98...0,94
Те ж для легкого обладнання, підлог з навантаженням менше 0,05 МПа, відмоств будівель, доріжок і тротуарів	0,95...0,91
Зворотне засипання пазах котлованів при влаштуванні будівель і споруд	0,91...0,97
Незабудовувані ділянки	0,92...0,90

Визначення K_y методом статичної penetрації. Для визначення коефіцієнта ущільнення K_y методом статичної penetрації використовується прилад *пенетрометр*, представлений на рис. 4.1.

Пенетрометр призначений для оперативного пошарового контролю щільності насипних і наливних ґрунтів в польових умовах.

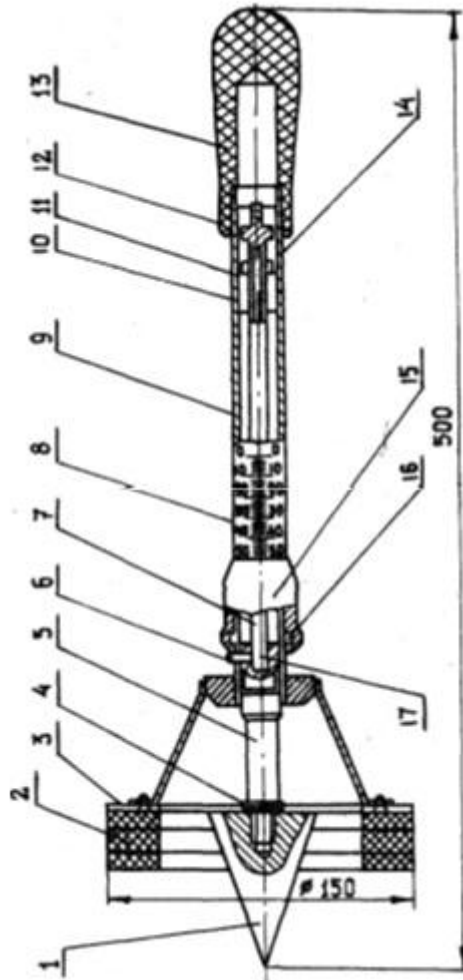
Принцип вимірювання щільності заснований на відомому методі дослідження фізичних і механічних властивостей ґрунтів шляхом визначення опору ґрунтів проникненню конічних наконечників (пенетрації).

За допомогою пенетрометра вимірюють коефіцієнт ущільнення K_y різних ґрунтів. Дослідженню за допомогою пенетрометра не підлягають ґрунти піщані і глинисті, що містять частинки більші 10 мм більше 25% за масою, а також ґрунти усіх видів в мерзломому і водонасиченому стані.

Пенетрометр рекомендується застосовувати при поточному контролі основ, що підготовлюються під фундаменти, дорожніх насипів, гідротехнічних споруд. Глибина контролю від поверхні шару до 10 см.

Тривалість одного вимірювання не більше 3 хвилин. Пенетрометр зберігає свою працездатність при $W < 100\%$.

Принцип дії пенетрометра заснований на методі встановлення рівноваги між зовнішнім навантаженням і силами реактивного опору ґрунту по боковій поверхні конуса при різних значеннях зусилля вдавнення і глибини penetрації.

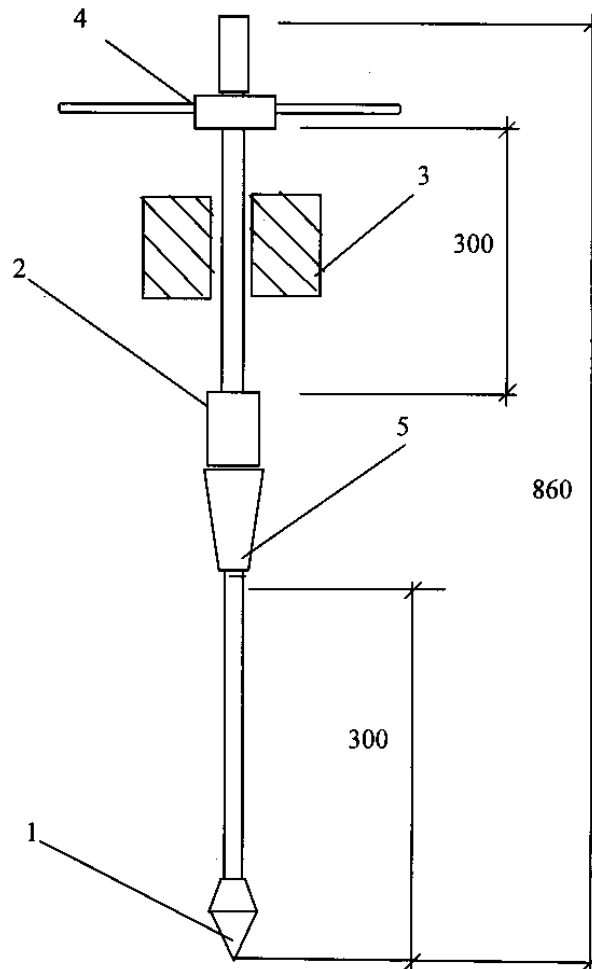


1 - змінний конусний наконечник; 2 - регулятор глибини занурення у вигляді набору кілець; 3 - опорний майданчик; 4 - вирівнювальні шайби; 5 - плунжер; 6 - шпилька; 7 - шток; 8 - шкала; 9 - корпус; 10 - пружина; 11 - гайка; 12 - натискний гвинт; 13 - рукоятка; 14 - гайка; 15 - ручний движок; 16 - кільце; 17 - шпилька

Рисунок 4.1. – Пенетрометр.

Визначення K_d методом динамічного зондування. Для визначення коефіцієнта ущільнення методом динамічного зондування використовується прилад щільномір динамічний марки Д-51А, представлений на рис. 4.2.

Щільномір динамічний призначений для оперативного пошарового контролю ступеня ущільнення ґрунтів земляних споруд в процесі їх зведення на глибині до 30 см (без відбору проб) в польових умовах. Застосування щільноміра не рекомендується для ґрунтів, що містять частинки більше 2 мм більше 25% за масою (гравелистих пісків), мерзлих ґрунтів, а також ґрунтів що відсипаються в воду або знаходяться нижче рівня поверхневих або ґрунтових вод. Маса приладу: 3,9 кг. Час одного виміру: 1-2 хвилини.



1- штанга з конічним наконечником; 2- напрямна; 3- гиря; 4- рукоятка;
5- ковадло

Рисунок 4.2.—Динамічний щільномір.

Метод динамічного зондування заснований на принципі визначення опору ґрунту зануренню зонда з конічним наконечником під дією послідовно зростаючої кількості ударів вантажу постійної маси, вільно падаючого з заданої висоти. При контролі ущільнення пілуватоглинистих ґрунтів без визначення вологості ґрунту застосовують метод подвійного зондування.

Після проведення вимірювань за методиками динамічного і статичного зондування за допомогою таблиць (додатки 6, 7, 8) визначаються нормативні розрахункові характеристики ґрунтів і значення коефіцієнтів ущільнення.

За даними значенням ϕ , C , E (додаток 6) можливе проектування фундаментів. За величиною фактичного опору penetрації $q_z(R_n)$ або динамічного опору P_g можна визначити коефіцієнт ущільнення K_v досліджуваного виду ґрунту (додатки 7, 8).

1.1 Обладнання та матеріали

Динамічний щільномір Д-51А, зразки ґрунтів різних	статичний пенетрометр з видів (пісок, супісок,	набором кілець, суглинок)
--	---	------------------------------

в'язки розмірами 60х60х40 мм, ваги для зважування маси зразків ґрунту з похибкою вимірювання до 1 г, сушильна шафа, набір боксів, лупа.

1.2 Хід виконання роботи

1. Уважно ознайомитися зі змістом теоретичної частини роботи.
2. Визначити природну вологість і вид запропонованих 2 – 3-х різних ґрунтів.

3. Визначити коефіцієнт ущільнення запропонованих видів за методикою статичного зондування пенетрометром в наступній послідовності.

На вирівняну і зачищену поверхню ґрунту один на одного встановлюють 2...3 кільця загальною висотою 40...60 мм (висота одного кільця - 20 мм) і потім по центру кілець встановлюємо конус пенетрометра.

Вдавленням занурюють конус зі швидкістю 1...1,2 см/с до тих пір, поки опорний майданчик приладу не торкнеться до верхнього кільця.

Друге і подальше вдавлення пенетрометра проводять в цій точці, але при кожному випробуванні знімають по одному кільцю. Останнє випробування проводять без кілець.

Знімають відлік за шкалою з точністю до 1 мм після кожного з випробувань (першого і наступного вдавлення) і записують отримані дані в табл. 4.5.

Якщо глибина занурення конуса для першої ступені навантаження менше 1 см, слід збільшити висоту конуса або зменшити загальну товщину кілець, і навпаки, якщо глибина занурення конуса на останній сходинці наближається до максимального робочого ходу пружини, висоту конуса необхідно зменшити.

Визначають глибину занурення конуса (h_i , мм) в ґрунті за формулою:

$$h_i = h_{шк} + (h_{кін} - h_{кіл} - h_{поч}) \quad (4.2)$$

або при відліку знизу:

$$h_i = h_{кін} + h_{поч} - h_{шк} - h_{кіл}, \quad (4.3)$$

де $h_{шк}$ - відлік за шкалою для даної ступеня навантажування, мм; $h_{кін}$ - відстань по вертикалі від вершини конуса до низу опорної площадки, мм (100 мм); $h_{кіл}$ - висота кілець для даного ступеня навантажування, мм; $h_{поч}$ - початковий відлік за шкалою, мм.

Визначають величину зусилля вдавлення (P_i , кг), використовуючи градувальну залежність $h_{шкi} = f(P_i)$ (рис. 4.3).

Для кожної глибини занурення конуса h_i обчислюють питомий опір пенетрації (R_i , МПа) за формулою

$$R_i = \frac{P_i}{h_i^2} \cdot 10 \quad (4.4)$$

Питомий опір penetрації R_n обчислюють за наступними формулами:

для трьох ступенів penetрації:

$$R_n = \frac{P_3 - 0,5(P_1 + P_2)}{h_3^2 - 0,5(h_1^2 + h_2^2)} \quad (4.5)$$

для чотирьох ступенів penetрації:

$$R_n = \frac{P_4 - \frac{1}{3}(P_1 + P_2 + P_3)}{h_4^2 - \frac{1}{4}(h_1^2 + h_2^2 + h_3^2)} \quad (4.6)$$

де P_1, P_2, P_3, P_4 – зусилля вдавнення при глибині занурення конуса відповідно h_1, h_2, h_3, h_4 .

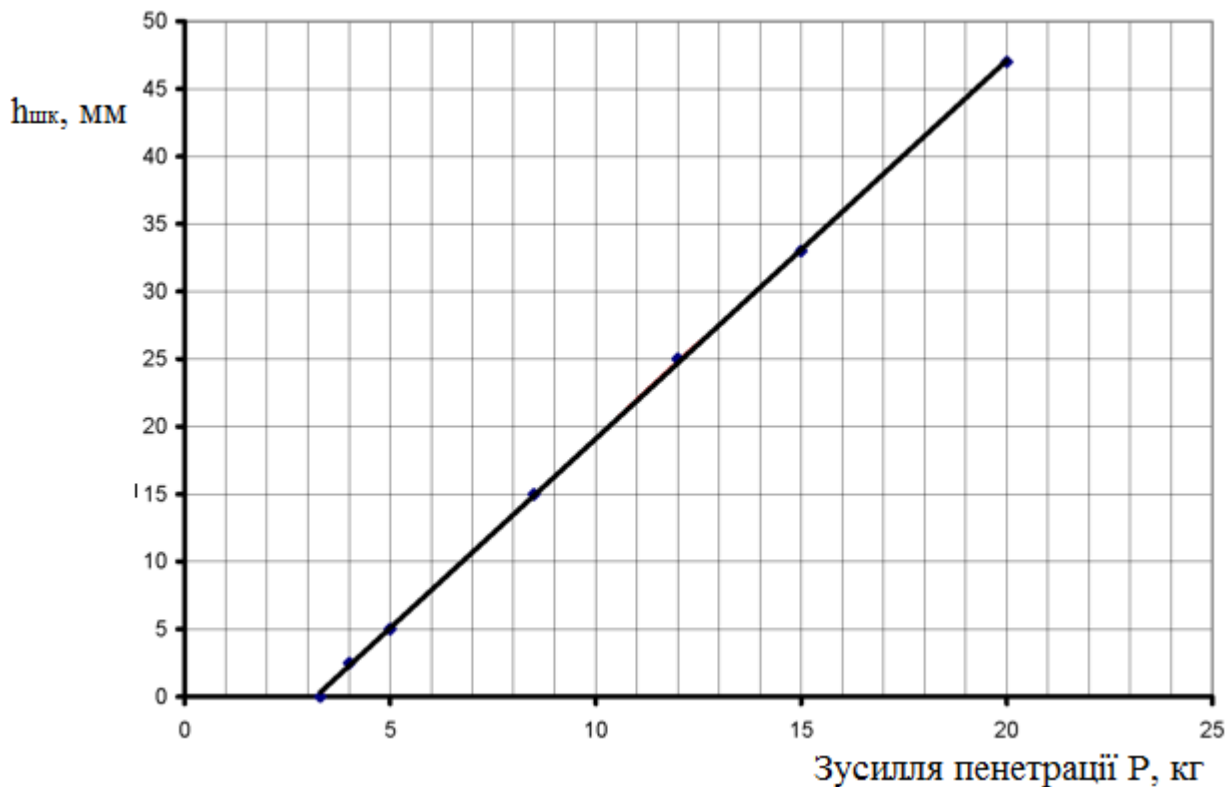


Рисунок 4.3. Градувальна залежність статичного пенетрометра

Визначають коефіцієнт ущільнення K_y випробуваного шару ґрунту:

- 1) для піщаних ґрунтів - за величиною питомого опору penetрації, використовуючи залежності, наведені в додатках 9, 10;
- 2) для супісків і глинистих ґрунтів - за величиною питомого опору спротиву penetрації і вологості, використовуючи залежності наведені в додатках 11, 12.

Результати вимірювань заносяться до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5.

Визначення K_y ґрунту за методом статичної пенетрації

№ точки	Вид ґрунту	Питомий опір пенетрації $R_i = P_i/h_i \cdot 10^2$ по окремих точках			середнє значення $R_{\text{ср}}$	Коефіцієнт ущільнення ґрунту (на підставі номограм)	Висновок про придатність ґрунту під основу або необхідності ущільнення
		R_{i1}	R_{i2}	R_{i3}			
1	супісок (пісок)						
2							
3							
1	суглинок (глина)						
2							
3							

Контрольні питання

1. Види мінеральних ґрунтів.
2. Що таке зв'язкові і незв'язні ґрунти?
3. Типи вологості в ґрантах та їх вплив на технологічні властивості ґрунтів.
4. Чим визначається зв'язність ґрунтів і що таке коефіцієнт укусу?
5. Методи визначення коефіцієнтів ущільнення.
6. Чим відрізняється метод подвійного динамічного зондування від звичайного зондування?
7. Які мінімально допустимі значення коефіцієнтів ущільнення ґрунту під різними спорудами?
8. Принцип дії статичного пенетрометра.
9. Як визначити вид ґрунту?
10. Для яких цілей використовується визначення числа пластичності ґрунту?
11. Методика проведення випробувань з використанням статичного пенетрометра.
12. Методика проведення випробувань з використанням динамічного щільноміра.

Рекомендована література

1. Солнцев Ю.П. Технология конструкционных материалов[Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Ю.П. Солнцев, Ю.П. Ермаков, В.Ю. Пирайнен; под ред. Ю.П. Солнцева; Университетская библиотека онлайн(ЭБС). – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2006. – 504 с. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/102721/>.
2. Белов В.В. Краткий курс материаловедения и технологии конструкционных материалов для строительства[Текст]: учеб. пособие для студ. вузов/ В.В. Белов, В.Б. Петропавловская. – Москва: АСВ, 2006. – 208 с.
3. Большаков В.И. Строительное материаловедение[Текст]: учеб. пособие для студ. строит. спец. вузов/ В.И. Большаков, Л.И. Дворкин. – Днепропетровск: РВА "Дніпро-VAL", 2004. – 677 с.
4. Грищук Т.В. Строительные материалы и изделия[Текст]: учеб. пособие для учащихся ССУЗов/ Т.В. Грищук – Минск: Дизайн ПРО, 2004. – 312 с.
5. Касторных Л.И. Добавки в бетоны и строительные растворы[Текст]: учеб.-справочное пособие/ Л.И. Касторных. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 221 с. – (Строительство).
6. Коробко В.И. Контроль качества строительных конструкций: Виброакустические технологии[Текст]: учеб. пособие для студ. строит. спец. вузов/ В.И. Коробко, А.В. Коробко. – Москва: АСВ, 2003. – 288 с.
7. Материаловедение в строительстве[Текст]: учеб. пособие для студ., / под ред. И.А. Рыбьева – Москва: Академия 2006. – 528 с.
8. Материаловедение в строительстве[Текст]: учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. 270102 "Промышленное и гражданское строительство" / под ред. И.А. Рыбьева– 2-е изд., испр. – Москва: Академия, 2007. – 528 с.
9. Петроченков Р.Г. Композиты на минеральных заполнителях[Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов: в 2-х томах. Т.1. Механика строительных композитов; Университетская библиотека онлайн(ЭБС) – Москва: Московский государственный горный университет, 2005 – 332с. – (Высшее горное образование). – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/79179/>.
10. Попов К.Н. Оценка качества строительных материалов[Текст]: учеб. Пособие для студ. вузов, обучающихся по строит. спец. / К.Н. Попов, М.Б. Каддо, О.В. Кульков; под общ. ред. К.Н. Попова – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высш. шк., 2004. – 287 с.
11. Строительное материаловедение[Текст]: [учеб. пособие для студ. вузов] / ред. В.А. Невский – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 588с. – (Высшее образование).

Додатки

Додаток 1.

Марки розчинів для кам'яної кладки

Найменування розчину	Ступінь довговічності		
	I	II	III
Цементно-вапняний при заповненні водою обсягу пор ґрунту, %			
Цементно-вапняний при заповненні водою обсягу пор ґрунту, %:			
До 50	25	10	10
50...80	50	25	10
Цементно-глиняний при заповненні водою обсягу пор ґрунту, %:			
до 50	25	10	10
50...80	50	25	10
Цементний з пластифікуючими добавками при заповненні водою обсягу пор ґрунту більше 80%	50	25	10
Надземні конструкції			
Цементно-вапняний при відносній вологості приміщень, %:			
до 60	10	10	4
61...75	25	25	10
більше 75	50	25	10
Цементно-глиняний при відносній вологості приміщень, %:			
до 60	10	10	5
61...75	25	25	25
більше 75	50	50	25
Цементно-піщаний при відносній вологості приміщень, %:			
до 60	50	50	25
61...75	75	75	50
більше 75	100	75	50

Склади розчинів (об'ємне дозування) для цегляної кладки

Марка в'яжучого	Розчинимарок(складу) (Ц: В: П абоЦ:Гл: БабоЦ:П)					
	100	75	50	25	10	4
1	2	3	4	5	6	7
Розчини для підземного укладання з відносною вологістю приміщень до 60%						
Цементно-вапняні розчини						
500	1:0,3:4	1:0,5:5	1:1:8	-	-	-
400	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	1:1,7:12	-	-
300	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,4:4,5	1:1,2:9	-	-
200	-	-	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:1,7:12	-
100	-	-	-	1:0,1:2	1:0,5:5	1:1,7:12
Цементно-глиняні розчини						
500	1:0,3:4	1:0,5:5	1:1:8	-	-	-
400	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	1:1:11	-	-
300	-	1:0,2:3	1:0,4:4,5	1:1:9	-	-
200	-	-	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:1:9	-
100	-	-	-	1:0,1:2	1:0,5:5	1:0,9:7
Цементно-піщані розчини						
500	1:5	1:6	1:7	-	-	-
400	1:4	1:5	1:6	1:7	-	-
300	1:3	1:4	1:5	1:6	-	-
200	-	1:3	1:4	1:5	1:6	-
Розчини для підземного укладання з вологістю приміщень більше 60%						
Цементно-вапняні розчини						
500	1:0,3:4	1:0,5:5	1:0,7:8	-	-	-
400	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	-	1:1,7:11	-
300	-	1:0,2:3	1:0,4:5	1:0,7:9	-	-
200	-	-	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:0,7:9	-
100	-	-	-	1:0,1:2	1:0,5:5	1:0,7:7
Цементно-глиняні розчини						
500	1:0,3:4	1:0,5:5	1:0,7:7,5	-	-	-
400	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	1:0,7:8,5	-	-
300	-	1:0,2:3	1:0,4:5	1:0,7:8,5	-	-
200	-	-	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:0,7:7	-
100	-	-	-	1:0,1:2	1:0,5:5	1:0,7:6
Цементно-піщані розчини						
500	1:4,5	1:5	1:6,5	-	-	-
400	1:3,5	1:4	1:6	1:6	-	-
300	1:3	1:3	1:4,5	1:5	-	-
200	-	1:2,5	1:3,5	1:4,5	1:5	-

Область застосування добавок в залежності від температури та їх кількості

Вид добавки	Гранична кількість добавки залежно від МЦ (маси цементу), %	Ефективна область застосування в інтервалі температур	Негативні властивості
Поташ	5 10 12 15	до -5°C до -10°C до -20°C до -30°C	Знижує рухливість розчину і його міцність до 20%, час використання розчину; небезпечний прикладках не силікатної цегли; заборонено нагрівати більше 40°C
Нітрит натрію	5 10	до -5°C до -10°C	Вартісний і не ефективний при -15°C і нижче
Двокомпонентна з хлористого кальцію і натрію	2,5+3,5 4,5+3	до -10°C до -20°C	Вартісний; має обмежене застосування в вармованих кладках; можливі виколи
ПВК (СТБ 1113-98)	1,3 1,5	до -10°C до -15°C	Має обмежене застосування в вармованих кладках

Додаток 4

Граничні відхилення в розмірах і положенні кам'яних конструкцій від проектних

Перевірочні конструкції (деталі)	Граничні відхилення, мм					Контроль (метод, вид реєстрації)
	Стін	Стовпів	Фундаментів	Стін	Стовпів	
	З цегли, керамічних і природних каменів правильної форми, з великих блоків		З буту і бутобетону			
1	2	3	4	5	6	7
Товщина конструкції	±15	±10	±30	±20	±20	Вимірювальний (рулетка, лінійка, журнал робіт)
Відмітки опорних поверхонь	-10	-10	-25	-15	-15	
Ширина простінків	-15	-	-	-20	-	
Ширина отворів	+15	-	-	+20	-	
Зсув вертикальних осей віконних прорізів від вертикалі	20	-	-	20	-	
Зміщення осей конструкцій від розбивочних осей	10 (10)	10	20	15	10	Вимірювальний (нівелір, геодезична вимірювальна схема)
Відхилення поверхонь і кутів кладки від вертикалі: на один поверх; на будинок висотою більше двох поверхів	10 (5) 30 (30)	10 30	30	20 30	15 30	Вимірювальний (теодоліт, геодезична вимірювальна схема)
Товщина швів кладки: горизонтальних вертикальних	-2; +3 -2; +2	-2; +3 -2; +2	- -	- -	- -	Вимірювальна (лінійка, рулетка, журнал робіт)
Відхилення рядів кладки від горизонталі на 10 м довжини стіни	15 (15)	-	30	20	-	Вимірювальний (нівелір, геодезична вимірювальна схема)
Нерівність на вертикальній поверхні кладки, виявлені при накладанні рейки довжиною 2 м	10	5	-	15	15	Технічний огляд (рейка, лінійка, журнал робіт)
Розміри перетину вентканалів	±5	-	-	-	-	Вимірювальний (лінійка, журнал робіт)

Характеристики кладки зовнішніх і внутрішніх стін з керамічної цегли
правильної форми

Перевірочні конструкції і елементи	Методика проведення вимірювань (ескіз)	Допустимі відхилення за СНіП 3.03.01-87	Фактичні відхилення, мм	Висновок
Товщина швів вертикальних горизонтальних	Лінійкою, в напрямку, поперечному шву	-2; +2 мм -2; +3 мм	+1; -1 -2; +3	Відповідає вимогам
Горизонтальність рядів кладки на 10м	Згідно зі схемою рис.3.3 нівеліром	15 мм	10 мм	Той же
Вертикальність кутів кладки на один поверх	Згідно зі схемою рис.3.2 теодолітом	10 мм	9 мм	Той же
Ширина простінків	Рулеткою	-15 мм	-5 мм	Той же
Ширина отворів	Рулеткою	+15 мм	+13 мм	Той же
Відхилення віконних прорізів від вертикалі	Теодолітом по мітках прорізу (рис.3.2)	20 мм	25 мм	Не відповідає вимогам СНіП

Нормативні розрахункові характеристики ґрунту залежно від величини коефіцієнта ущільнення K_y , величини неоднорідності ґрунту Π_m при методі динамічного зондування

Π_m , мм	Позначення характеристик ґрунтів	Значення характеристик дрібних іпилуватих при коефіцієнті ущільнення K_y				Значення характеристик великої і середньої крупності насипних і піщаних ґрунтів при коефіцієнті ущільнення K_y			
		0,92	0,95	0,98	1,00	0,92	0,95	0,98	1,00
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.0	ϕ , град	-	31	32	33	33	34	35	36
	C , МПа	-	0,002	0,002	0,003	0,000	0,000	0,001	0,001
	E , МПа	-	12	15	18	12	15	19	22
4.0	ϕ , град	30	31	33	34	33	34	35	36
	C , МПа	0,001	0,002	0,003	0,004	0,000	0,000	0,001	0,001
	E , МПа	12	14	18	21	13	16	19	22
8.0	ϕ , град	30	31	33	34	34	35	36	37
	C , МПа	0,001	0,002	0,003	0,004	0,000	0,001	0,001	0,001
	E , МПа	12	15	19	22	14	18	22	26
20.0	ϕ , град	-	31	32	33	33	34	35	36
	C , МПа	-	0,002	0,002	0,003	0,000	0,000	0,001	0,001
	E , МПа	-	12	15	18	12	15	19	22
40.0	ϕ , град	30	32	34	35	34	35	37	38
	C , МПа	0,002	0,003	0,004	0,004	0,000	0,001	0,001	0,001
	E , МПа	12	12	15	18	12	15	19	22
100.0	ϕ , град	-	-	-	-	34	35	37	38
	C , МПа	-	-	-	-	0,000	0,001	0,001	0,001
	E , МПа	-	-	-	-	15	20	28	33

Додаток 7

Розрахункові характеристики коефіцієнта ущільнення K_y залежно від величини неоднорідності ґрунту P_m і величин динамічного опору P_g , МПа, статичного опору penetрації q_3 , МПа.

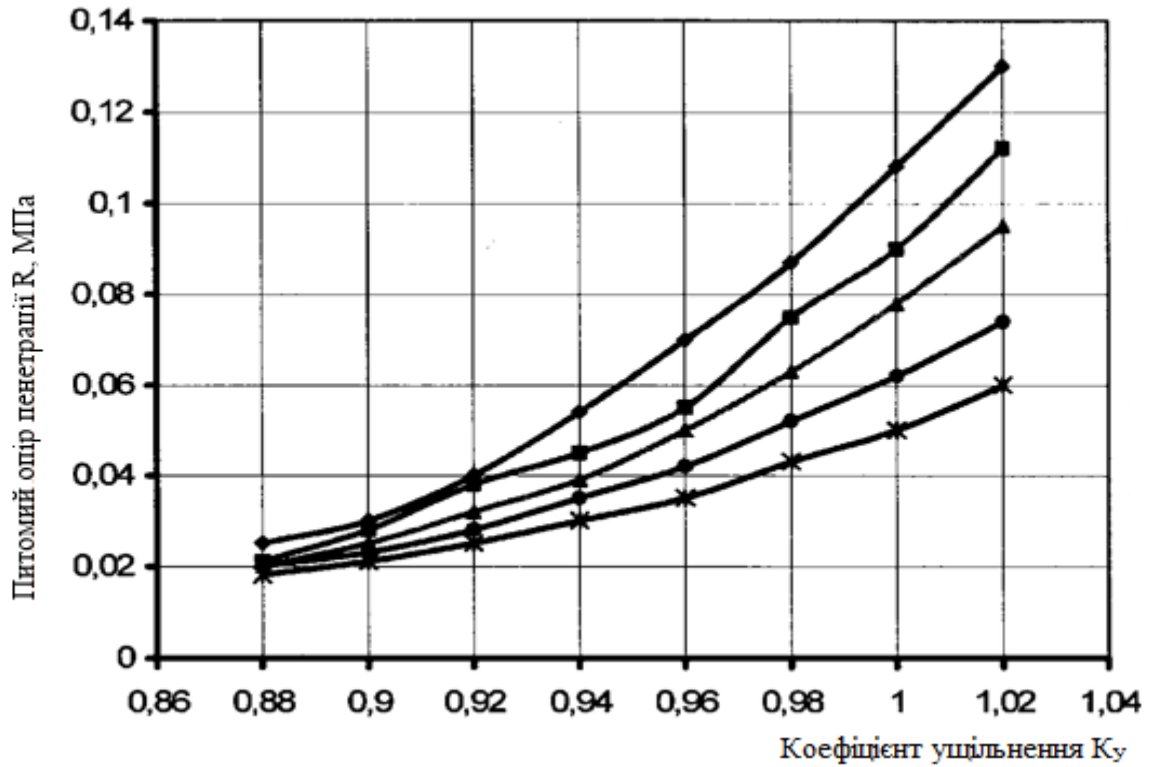
P_m , мм	Познач. характеристик ґрунтів	Значення характеристик дрібних і пилюватих насипних піщаних ґрунтів при коефіцієнті ущільнення K_y				Значення характеристик великої і середньої крупності насипних піщаних ґрунтів при коефіцієнті ущільнення K_y			
		0,92	0,95	0,98	1,00	0,92	0,95	0,98	1,00
1,0	P_d , МПа	-	2,3	3,0	3,8	2,3	3,0	4,1	5,0
	q_3 , МПа	-	1,9	2,5	3,2	1,8	2,4	3,5	4,4
4,0	P_d , МПа	2,0	2,7	3,8	4,8	2,6	3,4	4,3	5,1
	q_3 , МПа	1,6	2,2	3,2	4,2	2,1	2,8	3,7	4,5
8,0	P_d , МПа	2,1	2,9	4,2	5,2	2,8	3,8	5,1	6,3
	q_3 , МПа	1,7	2,4	3,6	4,6	2,3	3,2	4,5	5,7
20,0	P_d , МПа	2,2	3,0	4,5	5,7	2,9	4,0	5,6	6,9
	q_3 , МПа	1,8	2,5	3,9	5,1	2,3	3,4	5,0	6,4
40,0	P_d , МПа	2,2	3,2	4,8	6,1	3,0	4,2	5,9	7,4
	q_3 , МПа	1,8	2,6	4,2	5,5	2,4	3,6	5,3	7,0
100,0	P_d , МПа	-	-	-	-	3,1	4,4	6,4	8,2
	q_3 , МПа	-	-	-	-	2,5	3,8	5,9	7,9

Додаток 8

Розрахункові характеристики коефіцієнта ущільнення K_y залежно від величини W/W_0 і величин динамічного опору P_g , МПа, статичного опору penetрації q_3 , МПа

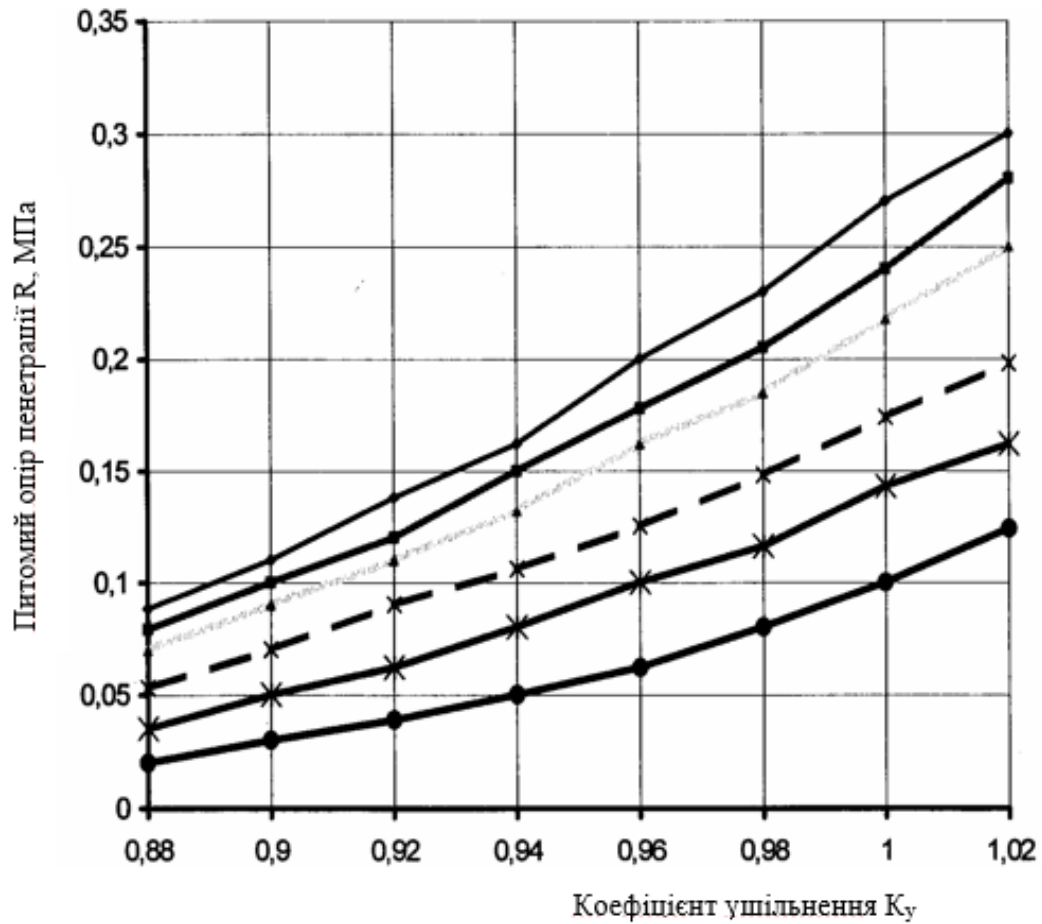
W/W_0	Познач. характеристик ґрунтів	Значення характеристик насипних сумішів при коефіцієнті ущільнення K_y				значення характеристик насипних суглинків при коефіцієнті ущільнення K_y			
		0,92	0,95	0,98	1,00	0,92	0,95	0,98	1,00
0,8	P_d , МПа	4,2	4,8	5,7	6,4	7,0	9,0	11,0	-
	q_3 , МПа	3,3	3,6	4,2	4,7	4,1	5,5	7,0	-
1,0	P_d , МПа	3,3	3,7	4,5	4,9	3,8	4,6	5,8	6,8
	q_3 , МПа	2,7	2,9	3,4	3,7	3,0	3,5	4,3	5,0
1,2	P_d , МПа	2,5	3,0	3,5	4,0	1,8	2,4	3,0	3,5
	q_3 , МПа	2,2	2,5	2,8	3,1	1,7	2,2	2,5	2,8

Номограма для визначення K_y піщаних ґрунтів середньої і великої крупності



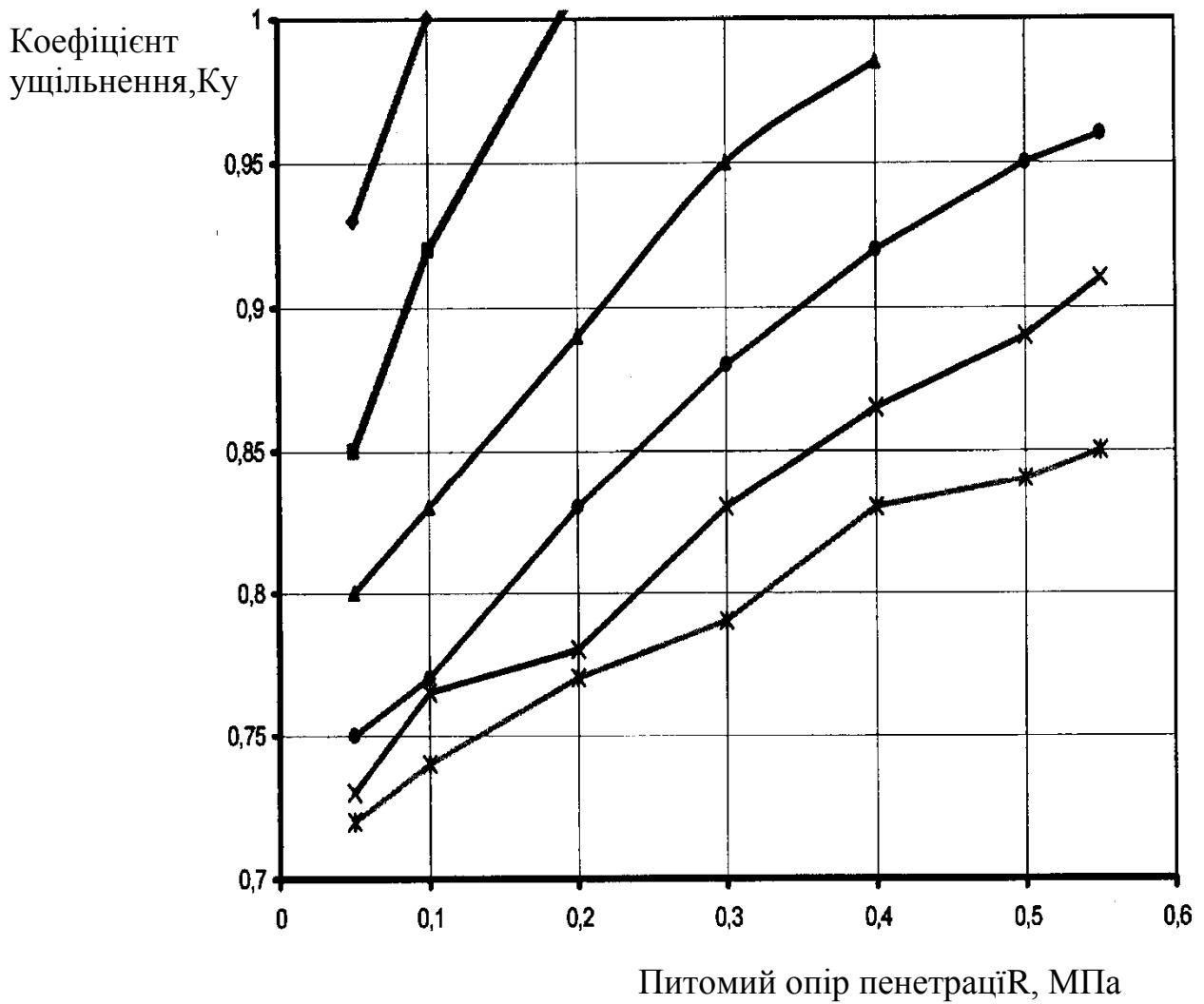
пісок середньої крупності $S=4$; ■ - пісок середньої крупності $S=3.5$;
 ▲ - пісок середньої крупності $S=3$; ● - пісок середньої крупності $S=2.5$;
 × - піски крупні та середньої крупності $S=2$ (де 5-ступінь неоднорідності)

Номограма для визначення K_y пілуватих і дрібних пісків



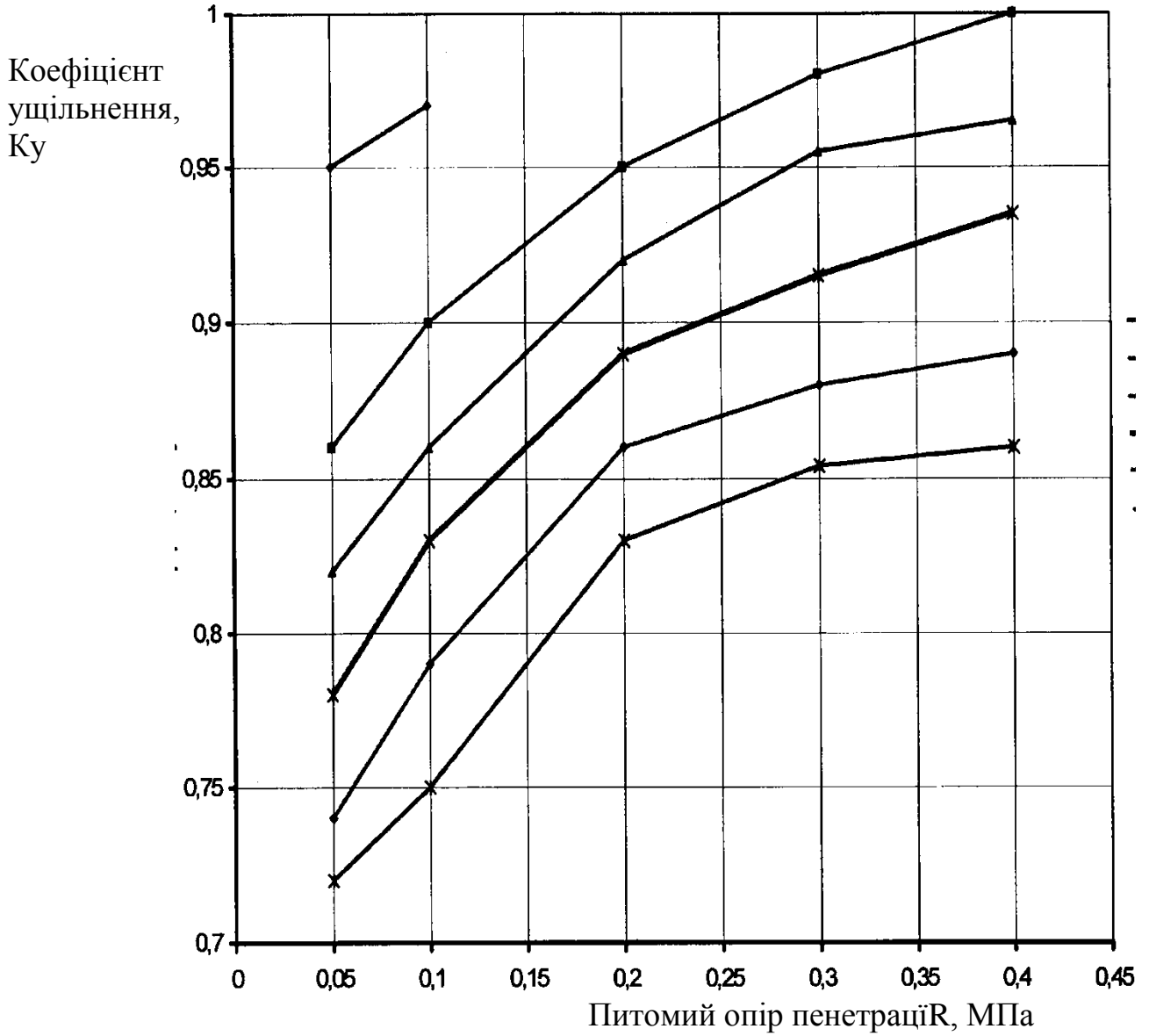
◆ - пілкуватий пісок з 70% частинки не менші 0,1мм; ■ - пілкуватий пісок з 60% частинок; ▲ - пілкуватий пісок з 50% частинок; × - пісок 30% частинок; × - пісок дрібний 20% частинок; ● - пісок дрібний 10% частинок

Номограми для визначення K_y ґрунту (супіски)



◆ - вологість 14% ; ■ - вологість 12%; ▲ - вологість 10%; ● - вологість 8%; × - вологість 6%; × - вологість 4%

Номограми для визначення K_y ґрунту (суглинки)



◆ - вологість 16% ; ■ - вологість 14% ; ▲ - вологість 12% ; ● - вологість 10% ;
 × - вологість 8% ; × - вологість 4%