

І.І. Ніконець, І.М. Добрянський, Р.А. Шмиг

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

Львів 2012

ББК 38.3я73
Н-62
УДК 691 (076.5)

Автори:

І.І.Ніконець, І.М.Добрянський, Р.А.Шмиг

Рецензенти:

П.В.Кривенко, *д.т.н., професор*
(*Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів*
Київського національного університету будівництва та
архітектури);

Й.Й.Лучко, *д.т.н., професор*
(*Дніпропетровський національний університет залізничного*
транспорту ім. академіка В.Лазаряна)

Рекомендовано до друку вченою радою
Львівського національного аграрного університету
(протокол №1 від 30.08.2011 р.)

Н-62 **Ніконець І.І. Будівельне матеріалознавство :**
лабораторний практикум / І. І. Ніконець,
І. М. Добрянський, Р. А. Шмиг. – Львів, 2012. –
127 с.

ISBN 978-966-2384-02-4

У лабораторному практикумі, який призначений для студентів спеціальностей «Промислове та цивільне будівництво» й «Архітектура будівель та споруд», викладена методика і подано рекомендації з проведення досліджень будівельних і оздоблювальних матеріалів, наведені технічні вимоги на матеріали і вироби, які використовуються в сучасному будівництві, відповідно до чинних державних будівельних норм.

Для студентів архітектурно-будівельних факультетів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації, магістрів, аспірантів, наукових співробітників, інженерів та проектантів.

ББК 38.3я73

ISBN 978-966-2384-02-4 © І.І. Ніконець, І.М. Добрянський,
Р.А. Шмиг, 2012

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	8
РОЗДІЛ 1. ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	9
1.1. Визначення щільності	9
1.2. Визначення щільності будівельних матеріалів правильної геометричної форми	11
1.3. Визначення щільності будівельних матеріалів неправильної геометричної форми	12
1.4. Визначення насипної щільності	13
1.5. Визначення водопоглинання	14
1.6. Визначення морозостійкості	15
1.7. Визначення міцності	16
Питання для самоконтролю	20
РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ	21
2.1. Властивості породотвірних мінералів	21
2.2. Властивості гірських порід	23
Питання для самоконтролю	24
РОЗДІЛ 3. КЕРАМІЧНІ ВИРОБИ	25
3.1. Визначення якості цегли глиняної звичайної	25
3.2. Водопоглинання цегли	26
3.3. Морозостійкість цегли	27
3.4. Визначення марки цегли	28
Питання для самоконтролю	30
РОЗДІЛ 4. СКЛО І ВИРОБИ З НЬОГО	31
4.1. Загальні відомості	31
4.2. Методика виконання роботи	32
Питання для самоконтролю	34
РОЗДІЛ 5. МІНЕРАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ	35
5.1. Повітряне вапно	35
5.1.1. Визначення активних CaO+MgO у вапні	35
5.1.2. Визначення швидкості гашення вапна	36

5.1.3. Визначення непогашених зерен у вапні	38
5.1.4. Визначення м'якості помелу вапна	39
5.2. Гіпс будівельний	39
5.2.1. Визначення м'якості помелу гіпсу	40
5.2.2. Визначення нормальної густини гіпсового тіста	40
5.2.3. Визначення строків тужавіння гіпсового тіста	41
5.2.4. Визначення міцності гіпсового каменю	43
5.3. Вивчення властивостей цементу	46
5.3.1. Визначення насипної щільності цементу	46
5.3.2. Визначення істинної щільності цементу	47
5.3.3. Визначення нормальної густини цементного тіста	48
5.3.4. Визначення строків тужавіння цементного тіста	49
5.3.5. Визначення марки цементу	50
Питання для самоконтролю	52
РОЗДІЛ 6. ЗАПОВНЮВАЧІ ДЛЯ ВАЖКОГО БЕТОНУ	53
6.1. Пісок	53
6.1.1. Визначення істинної щільності піску	54
6.1.2. Визначення насипної щільності піску	55
6.1.3. Визначення порожнистості піску	56
6.1.4. Визначення вологості піску	56
6.1.5. Визначення вмісту пилюватих частинок у піску	57
6.1.6. Визначення вмісту органічних домішок у піску	58
6.2. Щебінь і гравій	59
6.2.1. Визначення істинної щільності зерен щебеню (гравію)	59
6.2.2. Визначення насипної щільності (щебеню (гравію))	60

6.2.3. Визначення порожнистості щебеню (гравію)	61
6.2.4. Визначення вологості щебеню (гравію)	61
6.2.5. Визначення пилюватих частинок у щебені (гравії)	61
6.2.6. Визначення органічних домішок у щебені (гравії)	63
Питання для самоконтролю	63
РОЗДІЛ 7. БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ	64
7.1. Визначення рухомості розчинної суміші	64
7.2. Визначення розшарування розчинної суміші	66
7.3. Визначення щільності розчинної суміші	68
7.4. Визначення марки будівельного розчину	69
Питання для самоконтролю	70
РОЗДІЛ 8. БЕТОНИ	71
8.1. Легкоукладність бетонної суміші	71
8.1.1. Рухомість бетонної суміші	72
8.1.2. Жорсткість бетонної суміші	73
8.2. Середня щільність бетонної суміші	75
8.3. Визначення міцності бетону	76
Питання для самоконтролю	78
РОЗДІЛ 9. ОРГАНІЧНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ	79
9.1. Бітуми	79
9.1.1. Визначення в'язкості бітуму	80
9.1.2. Визначення розтяжності бітуму	82
9.1.3. Визначення температури розм'якшення бітуму	83
9.1.4. Визначення температури спалаху бітуму	85
Питання для самоконтролю	87
РОЗДІЛ 10. МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ З ДЕРЕВА	88
10.1. Фізичні властивості деревини	88
10.1.1. Визначення вологості деревини	88
10.1.2. Визначення водопоглинання деревини	89
10.1.3. Визначення щільності деревини	89
10.2. Механічні властивості деревини	91

10.2.1. Визначення межі міцності на стиск уздовж волокон	91
10.2.2. Визначення межі міцності на розтяг уздовж волокон	92
10.2.3. Визначення межі міцності деревини на згин	93
10.3. Вади деревини	94
10.3.1. Вади будови деревини	94
10.3.2. Види сучків	95
10.3.3. Тріщини в деревині	96
10.3.4. Пошкодження деревини грибами	97
10.3.5. Пошкодження деревини комахами	98
Питання для самоконтролю	99
РОЗДІЛ 11. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ	100
11.1. Властивості теплоізоляційних матеріалів	100
11.1.1. Визначення вологості мінеральної вати	101
11.1.2. Визначення щільності мінеральної вати	101
Питання для самоконтролю	102
РОЗДІЛ 12. БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ПОЛІМЕРІВ	104
12.1. Визначення твердості пластичних мас	105
12.2. Визначення межі міцності пластичних мас на розтяг	107
Питання для самоконтролю	108
РОЗДІЛ 13. МЕТАЛИ	109
13.1. Визначення твердості сталі	109
13.2. Випробування арматурної сталі на загин	112
13.3. Випробування арматурної сталі на перегин	113
Питання для самоконтролю	115
РОЗДІЛ 14. ЛАКОФАРБОВІ МАТЕРІАЛИ	116
14.1. Пігменти	116
14.1.1. Визначення м'якості помелу пігменту	116
14.1.2. Визначення покривельної здатності пігменту	117
14.1.3. Визначення маслоємності пігменту	119

14.1.4. Випробування пігменту на лугостійкість	120
14.1.5. Випробування пігменту на світлостійкість	120
14.2. Зв'язувальні речовини	121
14.2.1. Визначення в'язкості зв'язувальної речовини	121
14.3. Фарби	122
14.3.1. Визначення в'язкості фарб	123
14.3.2. Визначення міцності лакофарбової плівки на згин	124
Питання для самоконтролю	125
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	126

ПЕРЕДМОВА

Лабораторний практикум складено відповідно до програми навчальної дисципліни «Будівельне матеріалознавство» для спеціальностей «Промислове та цивільне будівництво», «Архітектура будівель та споруд» вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації.

Методичні рекомендації, подані в практикумі, передбачають самостійне виконання студентами лабораторних робіт. Передбачається попереднє вивчення теоретичного матеріалу за даною дисципліною.

Перед виконанням лабораторних робіт студент мусить вивчити основні властивості будівельних матеріалів і виробів із них. Отримані результати студент записує в журнал лабораторних робіт, малює прилади, обладнання, зразки і робить висновки на основі порівняння отриманих результатів з технічними умовами на матеріали й вироби. Кожний звіт складається і захищається студентом індивідуально.

Для проведення досліджень студенти поділяються на бригади, але при цьому необхідно, щоб кожний студент працював самостійно.

У кінці кожного комплексу лабораторних робіт є питання для самоконтролю, на які кожний студент повинен відповісти індивідуально.

Перед кожною лабораторною роботою завідувач лабораторії проводить інструктаж з техніки безпеки, якої необхідно строго дотримуватися під час проведення досліджень.

Автори висловлюють подяку співробітникам кафедри технології та організації будівництва Львівського національного аграрного університету за допомогу у розробці та складанні методики проведення лабораторних робіт.

Автори



ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

1.1. Визначення щільності

Щільність – це маса одиниці об'єму матеріалу в абсолютно щільному стані (без пор), г/см³:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1.1)$$

де m - маса матеріалу, г;

V – об'єм матеріалу, см³.

Щільність визначають за допомогою об'ємоміра (Ле Шательє – Кандло) (рис. 1.1).

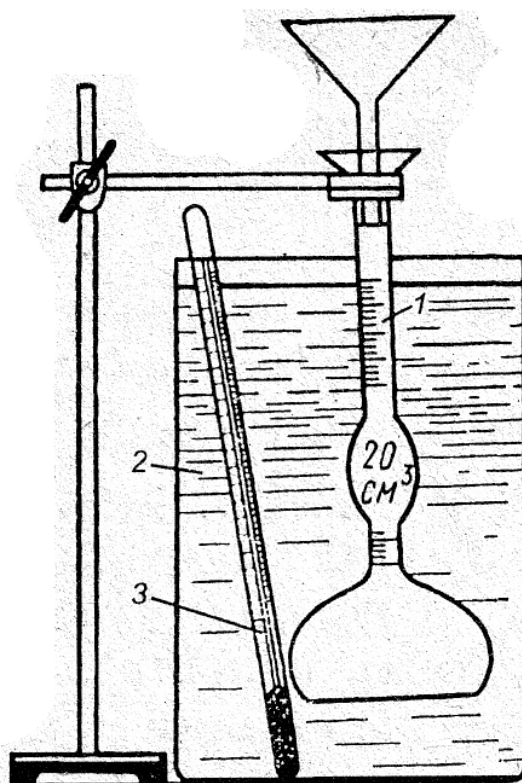


Рис. 1.1. Об'ємомір Ле Шательє:
1 – об'ємомір; 2 – посудина з водою; 3 – термометр

Прилад являє собою колбу з вузьким довгим горлом, розширеним у середній частині. Вище і нижче від розширеної частини нанесені дві риски, між якими визначений об'єм 20 см³. Вище від верхньої риски колба теж градуйована.

Прилад наповнюють рідиною, інертною до досліджуваного матеріалу, до нижньої риски. Вільну від рідини частину приладу ретельно протирають тампоном з фільтрувального паперу. Висушений до постійної маси за температури 100-110°C матеріал подрібнюють в кульковому млині і просівають через сито №2, яке має 918 отв./см².

Зважують 60-70 г порошку матеріалу і невеликими порціями засипають до колби, так щоб він не затримувався в лійці об'ємоміра. Матеріал засипають доти, доки рівень рідини не досягне верхньої межі.

Залишок дослідного матеріалу зважують. Різниця між первинною масою і масою залишку складає масу матеріалу, засипаного до колби, а об'єм її буде дорівнювати об'єму рідини, яка знаходиться між нижньою і верхньою рисками, нанесеними на колбі.

Щільність визначається з точністю до 0,01 г як середньоарифметичне значення результатів трьох вимірів. Результати визначень щільності матеріалу записують до журналу і порівнюють з даними, які наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Щільність деяких будівельних матеріалів

Матеріал	Щільність, г/см ³
Пінопласт	1,3-1,4
Деревина (сосна)	1,55-1,6
Вапняк (щільний)	2,4-2,6
Скло	2,4-2,6
Цегла (керамічна)	2,6-2,8
Туф вулканічний	2,6-2,8
Пісок	2,6-2,7
Граніт	2,8-2,9
Сталь (будівельна)	7,8-7,85

1.2. Визначення щільності будівельних матеріалів правильної геометричної форми

Для визначення готують зразки у вигляді куба, циліндра чи паралелепіпеда в кількості трьох штук. Їх висушують у сушильній шафі за температури $110 \pm 5^\circ\text{C}$, охолоджують в ексікаторі і зберігають у ньому до моменту випробувань.

Зразки заміряють за допомогою штангенциркуля, обчислюють їх об'єм і зважують на технічних терезах.

Об'єм зразків циліндричної форми обчислюють за формулою, м^3 :

$$V = \frac{(\pi d_{\text{сер}}^2 h_{\text{сер}})}{4}, \quad (1.2)$$

де $d_{\text{сер}}$ – середній діаметр циліндра, м;

$h_{\text{сер}}$ – середня висота циліндра, м.

Об'єм зразків куба чи паралелепіпеда обчислюють за формулою, м^3 :

$$V = a_{\text{сер}} b_{\text{сер}} h_{\text{сер}}, \quad (1.3)$$

де $a_{\text{сер}}$ – середня довжина, м;

$b_{\text{сер}}$ – середня ширина, м;

$h_{\text{сер}}$ – середня висота, м.

Знаючи масу і об'єм зразка, за формулами визначають його середню щільність. При цьому береться середньоарифметичне значення щільності трьох різних зразків.

Результати порівнюють з даними табл. 1.1.

У журналі слід намалювати зразки і вказати їх розміри.

1.3. Визначення щільності будівельних матеріалів неправильної геометричної форми

Для визначення щільності будівельних матеріалів неправильної геометричної форми використовують об'ємомір, який складається з металевого циліндра 1, латунної трубки 2, стакана 3 і самого зразка 4 (рис. 1.2).

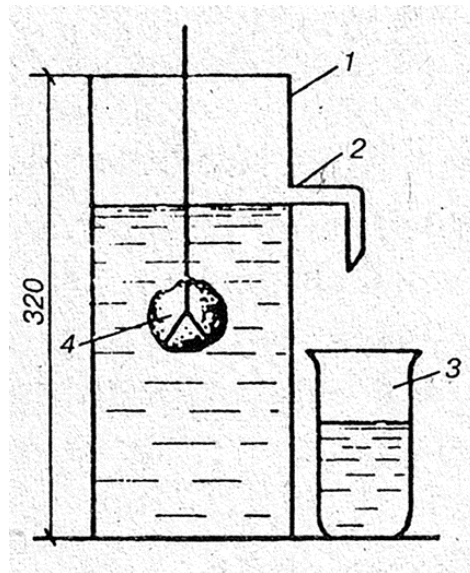


Рис. 1.2. Об'ємомір: 1 – об'ємомір; 2 – латунна трубка; 3 – стакан; 4 – дослідний зразок

Металевий циліндр має внутрішній діаметр 150 мм і висоту 320 мм. На висоті 250 мм у нього впаяна латунна трубка діаметром 8-10 мм із загнутих донизу кінцем.

Об'ємомір наповнюють водою трохи вище від трубки і чекають, щоб стік надлишок води.

Під трубку підставляють зважений стакан.

Зразок висушують, зважують і покривають тонким шаром розплавленого парафіну. Після парафінування зразок перев'язують міцною ниткою і зважують повторно.

Занурюють дослідний зразок у воду. Вода буде витікати з трубки до стакана. Після того як витікання води припиниться, стакан з водою зважують і визначають масу води, яка була виштовхнута зразком.

Для того щоб визначити щільність зразка, спочатку обчислюють об'єм парафіну, m^3 , який пішов на покриття зразка:

$$V_n = \frac{(m_1 - m)}{\rho_n}, \quad (1.4)$$

де m – маса сухого зразка, кг;

m_1 – маса зразка, покритого парафіном, кг;

ρ_n – середня щільність парафіну, дорівнює 930 кг/м³.

Щільність зразка, кг/м³, обчислюють за формулою:

$$\rho_s = \frac{m}{V_1 - V_n}, \quad (1.5)$$

де m – маса сухого зразка, кг;

V_1 – об'єм зразка з парафіном (дорівнює масі води, яка виштовхується зразком), м³;

V_n – об'єм парафіну, м³.

1.4. Визначення насипної щільності

Це визначення проводиться для сипких матеріалів, таких як пісок, гіпс, цемент, щебінь, гравій.

Прилад являє собою лійку у вигляді зрізаного конуса (рис.1.3). Знизу конус переходить у трубку діаметром 20 мм із засувкою. Під трубкою ставлять посудину об'ємом 1 л (1000 см³). Відстань між верхнім обрізом циліндра і засувкою має бути 50 мм.

Дослідний попередньо висушений матеріал засипають до лійки, відкривають засувку і заповнюють посудину з надлишком, закривають засувку і металевою лінійкою зрізають надлишок матеріалу рівно з краями посудини.

Потім посудину з матеріалом зважують з точністю до 1 г.

Дослідження повторюють тричі і обчислюють насипну щільність матеріалу, кг/м³, за формулою:

$$\rho_n = \frac{m_1 - m_2}{V}, \quad (1.6)$$

де m_1 – маса посудини з матеріалом, кг;
 m_2 – маса посудини без матеріалу, кг;
 V – об'єм циліндра, м^3 .

Результати треба занести до журналу і намалювати схему стандартної лійки.

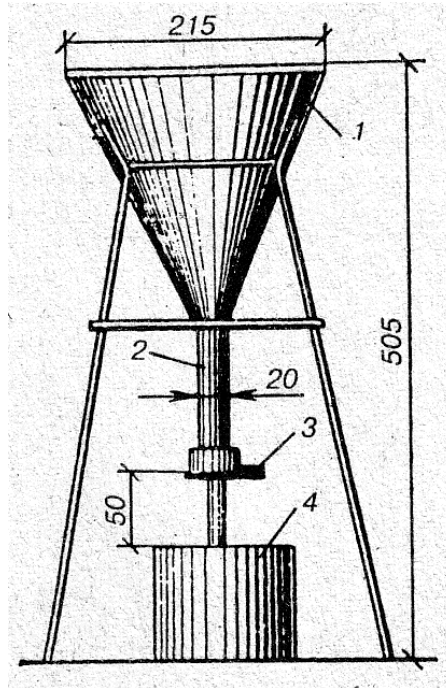


Рис. 1.3. Стандартна лійка:

1 – корпус; 2 – трубка; 3 – засувка; 4 – мірний циліндр

1.5. Визначення водопоглинання

Водопоглинання – це властивість матеріалу всмоктувати й утримувати в порах воду.

Для визначення водопоглинання зразки висушують до постійної ваги, зважують і насичують водою.

Залежно від виду матеріалу насичення водою проводять у різних умовах і з різними термінами витримки. Наприклад, для кам'яних матеріалів – 48 годин, для деревини – 30 діб. Для визначення водопоглинання керамічних плиток для підлоги їх кип'ятять упродовж 1 години.

Зразки після водонасичення виймають з посудини з водою, обтирають ганчіркою і зважують.

Водопоглинання за об'ємом $B_{об}$, %, дорівнює масі води, яка поглинається зразком при насиченні його, віднесеній до об'єму зразка V :

$$B_{об} = \frac{m_1 - m}{V} \cdot 100 . \quad (1.7)$$

Водопоглинання за масою $B_{мас}$, %, дорівнює відношенню маси води, яка поглинається зразком при насиченні, до маси сухого зразка:

$$B_{мас} = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100 . \quad (1.8)$$

де m – маса сухого зразка, кг;

m_1 – маса насиченого водою зразка, кг.

Співвідношення між водопоглинанням за об'ємом і масою дорівнює щільності матеріалу у сухому стані:

$$\frac{B_{об}}{B_{мас}} = \frac{m_1 - m}{V} : \frac{m_1 - m}{m} = \frac{m}{V} = \rho_0 . \quad (1.9)$$

Методика визначення водопоглинання регламентується державними технічними умовами.

1.6. Визначення морозостійкості

Морозостійкими називають такі матеріали, які витримують визначену кількість циклів попереднього заморожування і розморожування без зниження міцності на стиск не більше 25% (для гідротехнічного бетону не більше 15%) чи без втрати ваги не більше 5%.

Заморожування води, яка заповнює пори матеріалу, супроводжується збільшенням її об'єму приблизно на 9%, у результаті чого виникає тиск на стінки пор, що призводить до руйнування матеріалу.

Для визначення морозостійкості існують спеціальні холодильні камери, які забезпечують температуру нижче -15°C .

Час циклів заморожування і розморожування дорівнює 4-6 годин і залежить від виду матеріалу та розміру зразків.

Перед дослідженням зразки насичують водою. Заморожування проводять за температури $-15\div 20^{\circ}\text{C}$, а розморожування в посудині з водою за температури $+15\div 20^{\circ}\text{C}$.

Втрата маси зразка, %:

$$M_1 = \frac{m_1 - m_3}{m_1} \cdot 100, \quad (1.10)$$

де m_1 – маса насиченого водою зразка перед дослідженням, г;

m_3 – те ж саме після дослідження, г.

Втрату маси зразка після дослідження на морозостійкість вираховують як середньоарифметичне значення результатів дослідження трьох зразків.

1.7. Визначення міцності

Під міцністю розуміється здатність матеріалу чинити опір руйнуванню від механічних зусиль.

Межа міцності – максимальне напруження, що відповідає навантаженню, яке викликає руйнування зразка.

Будівельний виріб може піддаватися напруженням: на стиск, розтяг, згин тощо.

Межу міцності зразків визначають на гідравлічних пресах, розривних машинах у лабораторних умовах.

Міцність на стиск визначають за формулою:

$$R_{cm} = \frac{P}{S}, \quad (1.11)$$

де p – руйнівне навантаження, Н;

S – площа поперечного перерізу зразка, мм².

Зразки, які досліджуються, повинні мати правильну геометричну форму (рис. 1.4).

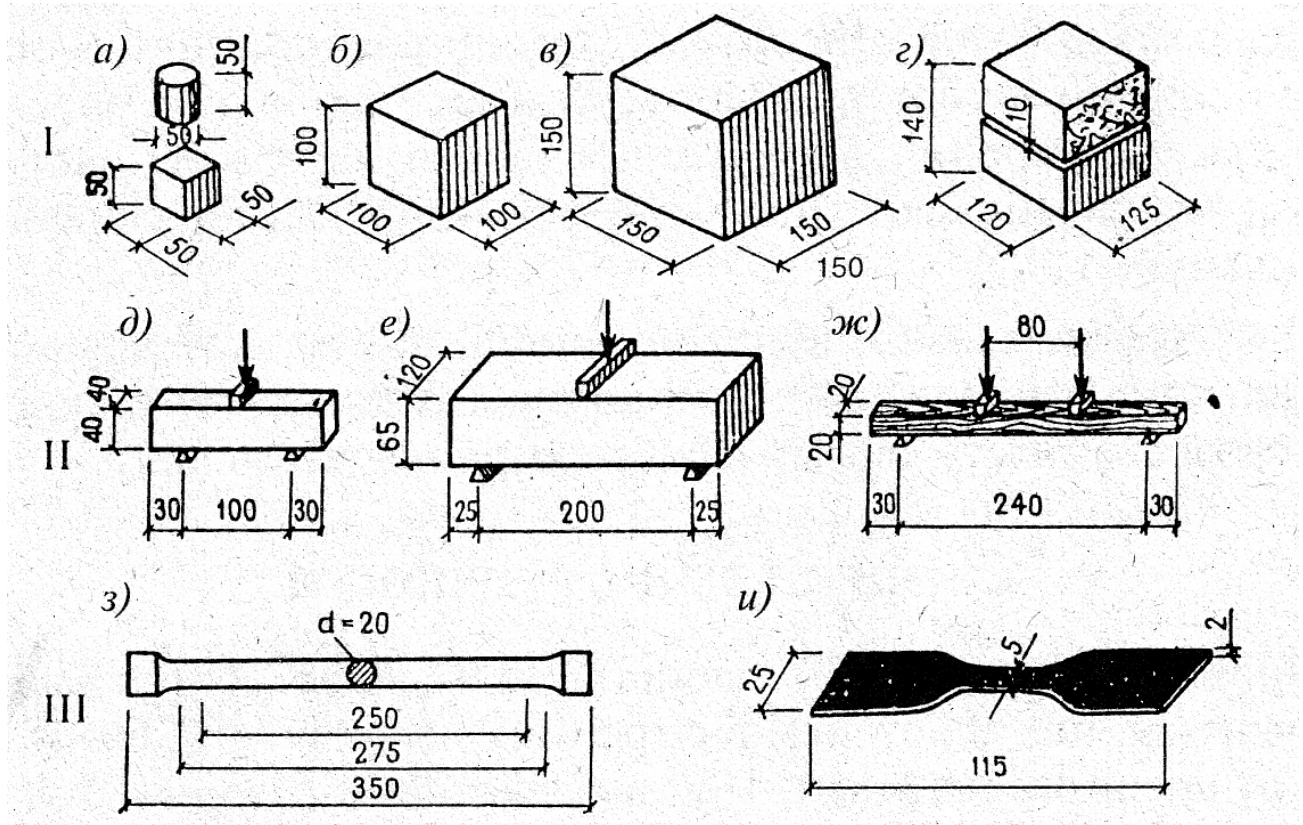


Рис. 1.4. Зразки для дослідження матеріалів:

I – на стиск; II – на згин; III – на розтяг;

- а) щільний природний камінь; б) пористий природний камінь; в) бетон; г) цегла; д) цементний розчин; е) цегла; ж) деревина; з) сталь; и) пластмаса

Зразки з натурального камення: кубічної форми – від 5 x 5 x 5 до 10 x 10 x 10 см; циліндричної форми діаметром і висотою від 5 до 10 см.

Кубічними за формою виготовляються бетонні зразки розмірами 10 x 10 x 10, 15 x 15 x 15, 20 x 20 x 20, 30 x 30 x 30 см.

Для визначення межі міцності на стиск зразки піддають дії стискних зовнішніх сил і доводять до руйнування.

Для дослідження використовують гідравлічний прес (рис. 1.5).

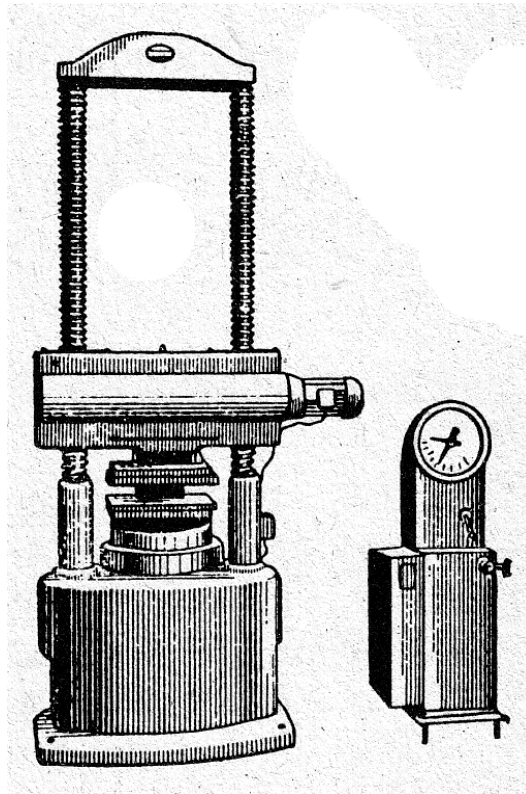


Рис. 1.5. Загальний вигляд гідравлічного преса

Зразки зачищають м'якою щіточкою, заміряють з точністю до 1 мм, зважують і встановлюють на нижню опорну плиту преса точно по її центру.

Верхню опорну плиту опускають на зразок за допомогою гвинта і щільно закріплюють його між двома опорними плитами. Приводять в дію насос преса і дають на зразок навантаження, слідкуючи за швидкістю його зростання (0,5-1 МПа за 1 с).

У момент руйнування зразка стрілка зупиниться і піде у зворотному напрямі. Цей момент фіксують. Так треба зробити не менше ніж три рази, тобто випробувати три зразки. Середнє арифметичне дасть кінцевий результат випробування.

Міцність на розтяг визначають у таких будівельних виробках: деревина, сталь, рулонні покрівельні матеріали, пластмаси.

Зразки розглядають як двосторонні лопатки.

Перед дослідженням вимірюють ширину і товщину зразка з точністю до 0,01 мм. Зразки закріплюють у затискачі розривної машини. За допомогою силівимірвача машини визначають максимальне навантаження.

Міцність на розтяг визначають за формулою:

$$R_p = p \cdot S_z , \quad (1.12)$$

де p – руйнівне навантаження, Н;

S_z – первинна площа поперечного перерізу зразка, мм².

За результат беруть середнє значення трьох випробувань зразків.

Міцність на згин визначають на тому ж пресі, що й міцність на стиск, але використовують додатковий пристрій.

До нижньої опорної плити за допомогою двох планок кріплять два котки, які слугують опорою для зразка, а до верхньої опорної плити за допомогою планок – ніж згину.

Для дослідження цементу виготовляють зразки – балочки розміром 40 x 40 x 160 мм (див. рис. 1.4, д), а для дослідження деревини – балочки розміром 20 x 20 x 300 мм (див. рис. 1.4, ж).

Навантаження на зразок може передаватися одним або двома вантажами.

Міцність на згин визначається за формулами:

- при одному вантажі:

$$R_{зг} = (3pL) \cdot (2bh^2) , \quad (1.13)$$

- при двох вантажах:

$$R_{зг} = [p(L-a)] \cdot (2bh^2) , \quad (1.14)$$

де p – руйнівне навантаження, Н;

L – проліт між опорами, мм;

a – віддаль між вантажами, мм;
 b , h – ширина та висота поперечного перерізу балочки, мм.

Середньоарифметичне значення із досліджень трьох зразків дає результат випробування.

Питання для самоконтролю

1. Що являє собою об'ємомір Ле Шательє?
2. Як визначити щільність зразка правильної геометричної форми?
3. Для чого визначають морозостійкість будівельних матеріалів?
4. Для чого треба знати водопоглинання матеріалів?
5. Як визначається межа міцності будівельних матеріалів на згин?



Матеріали й вироби з натурального каміння, які використовуються в будівництві і архітектурі, відрізняються за походженням, мінеральним складом, фізико-механічними показниками, за способом виготовлення, за обробкою і декоративними властивостями.

2.1. Властивості породотвірних мінералів

Породотвірний мінерал має специфічний блиск, колір, щільність, твердість, міцність, характер злому, кристалічну структуру.

Для визначення властивостей мінералів у лабораторії треба мати лупу, металеву лінійку, молоток, сталеву голку, 10% -й розчин соляної кислоти і набір еталонів (мінералів).

Порівнюючи дослідні зразки з еталонами, студенти можуть визначити блиск, колір, структуру і дати попередню назву мінералу.

Наступним етапом є визначення твердості мінералу за допомогою шкали Мооса (табл. 2.1).

Підібрані матеріали в шкалі Мооса розташовані так, що наступний за порядком мінерал залишає риску на попередньому, а сам не прокреслюється.

Студент пробує нанести на дослідний зразок риску кожним із мінералів-еталонів.

Якщо дослідний зразок креслиться польовим шпатом, а сам залишає риску на кальциті, то його твердість буде 3,5. Так досліджуємо три зразки.

Інколи зразки за деякими характеристиками подібні один до одного. На допомогу нам приходить 10% -й розчин соляної кислоти. Карбонатна група (до неї належить кальцит) виділяє вуглекислий газ і ніби «закипає» від дії

кислоти. Властивості основних видів мінералів подано в табл. 2.2.

Таблиця 2.1

Шкала твердості Мооса

Показник твердості	Мінерал
1	Тальк
2	Гіпс
3	Кальцит
4	Плавикий шпат
5	Апатит
6	Польовий шпат
7	Кварц
8	Топаз
9	Корунд
10	Алмаз

Таблиця 2.2

Характеристики породотвірних мінералів

Мінерал	Твердість	Структура	Щільність, г/см ³	Колір
Каолін	1,0	Аморфна зерниста	2,5	Білий
Гіпс	1,5-2	Кристалічна зерниста	2,2	Білий, рожевий, жовтий
Мусковіт	1,5-2,5	Кристалічна листова	2,8	Сріблястий, жовтий
Біотит	2-3	Кристалічна листова	2,8	Чорний, бурий
Кальцит	3,0	Кристалічна	2,6	Сірий, білий, жовтий
Доломіт	3,5	Кристалічна	2,8	Білий, сірий
Кварц	7,0	Кристалічна	2,6	Білий, сірий, безбарвний, чорний, фіолетовий

Студенти заносять дані лабораторних досліджень до таблиць журналів.

2.2. Властивості гірських порід

Гірська порода є скупченням мінеральних мас, які складаються з одного мінералу (мономінеральна порода – ангідрит, мрамур) чи з декількох мінералів (полімінеральна порода – габро, граніт).

Залежно від умов утворення гірські породи поділяються на: магматичні, осадові, метаморфічні. Останні є видозмінені, тобто вторинні. Студент проводить макроскопічні дослідження гірських порід, для цього треба мати лупу, сталеву голку, шкалу твердості, металеву лінійку, молоток і 10%-й розчин соляної кислоти.

Студентові видають 2-3 зразки різних гірських порід, які він мусить розглянути і описати зовнішній вигляд (колір, однорідність і блиск). Якщо гірська порода містить карбонатні породи, це виявляється за допомогою дії 10%-го розчину соляної кислоти. Після розгляду зразків студент матиме уяву про структуру і текстуру гірської породи. Натуральне каміння, яке використовується в будівництві і архітектурі, характеризується такими показниками: щільністю, міцністю, водопоглинанням, стираністю (табл. 2.3).

Усі отримані дані заносять до журналу, враховуючи дані таблиці, підручника та посібника.

Таблиця 2.3

Властивості гірських порід

Порода	Колір	Мінеральний склад гірської породи	Щільність, кг/м ³	Водопоглинання, %	Стираність, г/см ²	Міцність на стиск, МПа
1	2	3	4	5	6	7
Базальт	Темний, чорний	Польовий шпат, авгіт	2900-3300	1,0-4,9	0,4-1,0	200-400
Габро	Сірий, чорний	Польовий шпат, авгіт, олівін, слюда	2800-3100	0,01-0,2	0,1-0,3	200-350

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Граніт	Рожевий, червоний, сірий	Кварц, слюда, польовий шпат	2500-2800	0,1-1,0	0,1-0,5	100-250
Діорит	Різні відтінки зеленого	Польовий шпат, рогова обманка	2700-2900	0,1-1,0	0,1-0,5	150-300
Вапняк	Жовтий, сірий	Кальцит	1800-2600	0,5-3,0	2,0-5,0	50-150
Кварцит	Білий, голубий, вишневий	Кварц	2500-2700	0,01-0,2	0,1-0,3	300-400
Лабрадорит	Сірий до чорного	Лабрадор, польовий шпат, авгіт	2600-2900	0,2-1,0	0,1-0,3	150-250
Мармур	Білий, чорний, рожевий	Кальцит, доломіт	2600-2800	0,1-0,7	0,2-2,0	100-300

Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняється мінерал від гірської породи?
2. Які породи називають полімінеральними, а які мономінеральними?
3. У яких відомих гірських порід найменший відсоток водопоглинання?
4. Які гірські породи належать до осадових?



Керамічні вироби – це штучні кам'яні матеріали, отримані з глиняних сумішей методом послідовного формування, сушіння, опалення і (за потреби) оздоблення поверхні.

За призначенням керамічні вироби поділяються на:

- 1) стінові (цегла глиняна звичайна або пустотіла);
- 2) керамічне каміння;
- 3) керамічні вироби для перекриття;
- 4) керамічні вироби для облицювання фасадів;
- 5) керамічні вироби для внутрішнього облицювання (плитка для стіни, підлоги, вмонтовані деталі);
- 6) черепиця;
- 7) труби;
- 8) кислотостійкі керамічні вироби.

Глини є основним компонентом керамічних виробів. Для різних видів виробів використовують різні види глин: легкоплавка (гідрослюди́ста), каолінова, монтморилонітова, полігорскітова.

Для зменшення осаду під час сушіння й опалення керамічних виробів до глиняної маси додають опріснювачі (пісок, шамот).

Найбільшу популярність серед керамічних виробів, які випускає наша промисловість, має цегла глиняна звичайна.

3.1. Визначення якості цегли глиняної звичайної

Для визначення якості цегли треба мати молоток, металеву лінійку, кутник, калібри та еталонні взірці цегли (з нормальним опаленням).

Якщо цегла недопалена, вона має світло-червоний колір і під час удару молотком видає глухий звук.

Перепалена цегла має вигляд оплавленої, бурого кольору, є викривленою. І перший, і другий варіант недопустимі і бракуються.

Маючи металеву лінійку з точністю до 1 мм перевіряємо розміри цегли. Цегла одинарна мусить відповідати розмірам: ширина – 120 мм, довжина – 250 мм, товщина – 65 мм. Цегла модульна має розміри: ширина – 120 мм, довжина – 250 мм, товщина – 88 мм.

Відхилення цих розмірів не повинні перевищувати за шириною ± 4 , за довжиною ± 5 мм, за товщиною ± 3 мм.

За допомогою металевого кутника і лінійки вимірюють чіткість форми цегли. Вона повинна мати прямі ребра і кути, чіткі грані й рівну поверхню. Максимальне значення зазору між ребрами лінійки і поверхнею виробу, яка перевіряється, заміряють спеціально виготовленими для цієї мети калібрами.

Усі результати замірів студент записує в журнал для лабораторних робіт.

3.2. Водопоглинання цегли

Для визначення водопоглинання ($B_{\text{мас}}$) цегли треба мати 3-5 цеглин, сушильну шафу, посудину з водою і вагу.

Зразки цеглин у кількості 3-5 шт. висушують за температури 105-110°C до постійної маси.

Насичують зразки водою за температури 15-20°C упродовж 48 годин у посудині за умови, щоб рівень води в ній перевищував верх зразків на 2-10 см.

Після проходження зазначеного часу зразки виймають з посудини, обтирають ганчіркою і зважують.

Масу води, яка витікає зі зразка на вагу, зараховують до маси насиченого водою зразка.

Водопоглинання $B_{\text{мас}}$, %, визначають за формулою:

$$B_{\text{мас}} = \left(\frac{m_1 - m}{m} \right) \cdot 100, \quad (3.1)$$

де m_1 – маса насиченого водою зразка, г;

m – маса зразка, висушеного до постійної маси, г.

Водопоглинання цегли вираховують як середнє арифметичне результатів досліджень 3-5 зразків.

Як правило, цегла глиняна звичайна має водопоглинання не менше ніж 8%.

3.3. Морозостійкість цегли

Для визначення морозостійкості треба мати п'ять якісних цеглин.

Спочатку цеглини висушують до постійної маси, зважують і насичують водою.

Заморожують зразки в морозильній камері впродовж 4 годин за температури -15°C . Початком заморожування зразків вважають момент встановлення в камері температури -15°C .

Після заморожування зразки занурюють у воду. Температура води в посудині мусить бути $15-20^{\circ}\text{C}$. Розморожування у воді повинно тривати не менше ніж половину часу, яка припадає на заморожування.

Щоб оцінити морозостійкість за ступенем пошкодження, зразки оглядають через кожні 5 циклів. Огляд проводять під час розморожування.

Зразки вважають такими, що витримали випробування, якщо вони не зруйнувалися чи на їх поверхні нема видимих пошкоджень (лущення, розшарування, тріщини).

Якщо ми хочемо визначити морозостійкість цегли за втратою маси, потрібно після проведення необхідної кількості циклів заморожування і розморожування зразки висушити за температури $105-110^{\circ}\text{C}$ до постійної маси.

Втрати маси зразка цегли, %:

$$M_1 = \left(\frac{m_1 - m_3}{m_1} \right) \cdot 100, \quad (3.2)$$

де m_1 – маса насиченого водою зразка перед дослідженням його на морозостійкість, г;

m_3 – те ж саме після дослідження, г.

Після випробування на морозостійкість втрату маси вираховують як середнє арифметичне з п'яти випробуваних зразків. Втрата маси цегли глиняної звичайної не повинна перевищувати 2%.

3.4. Визначення марки цегли

Марка цегли визначається за межею міцності на стиск і згин. Для визначення треба мати зразки, гідравлічний прес, цементне тісто, листове скло, кутник, дискову пилу.

Міцність на стиск. П'ять відібраних цеглин розпилюють дисковою пилою навпіл. Обидві половинки накладають одна на одну, щоб поверхні розпилу були спрямовані в протилежні сторони, і склеюють їх цементним тістом з портландцементу марки не вище 400. Товщина шару цементного тіста не повинна перевищувати 5 мм. Залишки цементного тіста зрізають, краї вирівнюють ножем. Кутником перевіряють бокові грані зразків. За формою зразки повинні бути близькими до куба.

Зразки витримують у вологих умовах впродовж 3-4 діб. Вимірюють з точністю до 1 см² площу поперечного перерізу зразка і випробовують на стиск на гідравлічному пресі.

Зразок встановлюють на нижню опору преса так, щоб його центр збігався з центром опори. Верхню опору опускають на зразок і насосом преса рівномірно передають тиск на зразок, доводячи його до руйнування.

Міцність на стиск визначають за формулою:

$$R_c = \frac{P}{S}, \quad (3.3)$$

де p – руйнівне навантаження, Н;

S – площа, мм².

Результат обчислюють як середнє арифметичне з результатів дослідження п'яти зразків.

Міцність на згин. Для визначення потрібні п'ять цілих цеглин та п'ятитонний гідравлічний прес з двома опорами, розташованими на відстані 200 мм одна від одної (рис. 3.1). Опори мусять мати заокруглення радіусом 10-15 мм. Навантаження передається на середину цегли через опору з таким самим заокругленням.

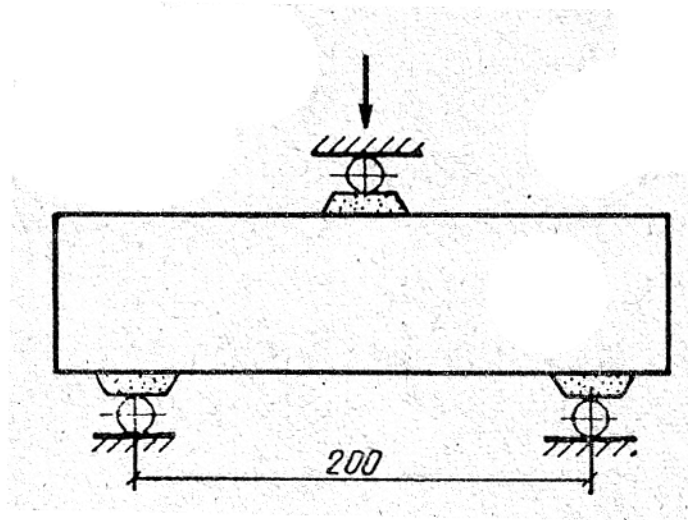


Рис. 3.1. Схема випробування цегли на згин

Перед дослідженням заміряють розміри поперечного перерізу цегли по середині прольоту (між опорами) з точністю до 1 мм.

Міцність на згин вираховують за формулою:

$$R_3 = \frac{3pl}{2bh^2}, \quad (3.4)$$

де p – руйнівне навантаження, Н;

l – відстань між опорами, мм (см);

b – ширина цегли, мм;

h – висота (товщина) цегли по середині прольоту, мм.

За результат приймається середнє значення після випробування п'яти цеглин.

Отримані результати порівнюють з даними табл. 3.1 і таким чином визначають марку цегли.

Таблиця 3.1

Марка цегли глиняної звичайної

Спосіб формування	Марка	Межа міцності, МПа, не менше	
		$R_{сг}$	$R_{зг}$
		середнє для п'яти зразків	середнє для п'яти зразків
пластичний	300	30	4,4
	250	25	3,9
	200	20	3,4
	175	17,5	3,1
	150	15	2,8
	125	12,5	2,5
	100	10	2,2
	75	7,5	1,8

Питання для самоконтролю

1. З якої сировини виготовляється цегла глиняна звичайна?
2. В яких межах коливається водопоглинання цегли глиняної звичайної?
3. Для яких видів керамічних виробів використовується каолінова глина?
4. Що таке глазур?
5. Що таке ангоб?
6. З яких операцій складається технологія виробництва цегли глиняної звичайної?



4.1. Загальні відомості

Скло – це аморфне тіло, отримане переохолодженням розплаву, який у результаті поступового збільшення в'язкості набуває властивостей твердого тіла, причому цей процес є зворотним.

Наша промисловість випускає багато видів скла: віконне, увіолеве, «мороз», візерункове, армоване.

Скло ще поділяється на технічне, тарне, посудне, оптичне, хіміко-лабораторне, електровакуумне.

До основних виробів зі скла належать склопакети, склоблоки, плитки, склопрофілі.

Основні компоненти скломаси: кремнезем, глинозем, оксиди натрію, кальцію, калію, барію, свинцю, цинку, літію, борний ангідрид.

Допоміжними компонентами є: барвники, глушники, прискорювачі.

Основні властивості скла подано в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Основні властивості скла

Властивості	Показник
Питома вага, г/см ³	2,2 - 2,8
Межа міцності на стиск, МПа	60 - 150
Межа міцності на розтяг, МПа	35 - 85
Модуль пружності, кг/мм ²	4700 - 10000
Твердість за шкалою Мооса	5-7
Коефіцієнт теплопровідності, ккал/м.год.град.	0,61 – 1,08
Коефіцієнт теплоємності, ккал/кг.град.	0,08 – 0,25
Коефіцієнт термічного розширення	5·10 ⁻⁷ - 20·10 ⁻⁷

4.2. Методика виконання роботи

Студенти вивчають види скла і вироби з нього. Відповідно заповнюють дві таблиці (табл. 4.2 і 4.3).

Таблиця 4.2

Вивчення зразків скла

Показник	Вид скла		
Коротка характеристика скла			
Розміри і допуски, мм			
Колір			
Питома вага, г/см ³			
Міцність на стиск, МПа			
Міцність на розтяг, МПа			
Твердість за шкалою Мооса			
Коефіцієнт теплопровідності, ккал/м.год.град.			
Сфера використання			

Таблиця 4.3

Вивчення виробів зі скла

Показник	Вид скла		
Коротка характеристика			
Розміри і допуски, мм			
Колір			
Питома вага, г/см ³			
Міцність на стиск, МПа			
Міцність на розтяг, МПа			
Твердість за шкалою Мооса			
Коефіцієнт теплопровідності, ккал/м.год.град.			
Сфера використання			

Подасємо орієнтовну таблицю властивостей основних видів скла і виробів з нього (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Основні види скла і вироби з нього

Вид скла чи виробу	Розміри, мм			Сфера використання
	товщи-на	шири-на	довжи-на	
	допуски, мм			
Віконне	2-6 ±0,2 ±0,4	300- 2000 ±2	500- 2200 ±3	Скління будинків
Армоване	5,5 ±0,7	300- 1400 ±3	600- 1800 ±3	Скління ліхтарів, ліфтів, сходових кліток, дверей
Візерункове	3-6,5 ±(0,2 – 0,4)	400- 1200 ±3	400- 1800 ±3	Скління там, де потрібне розсіяне світло
Скло «мороз»	3-6 ±(0,3- 0,5)	300- 1000 ±2	500- 1800 ±3	Застосовується, коли треба приховати видимість, але зберегти світлопропускання
Увіолеве	2-6 ±(0,2- 0,4)	250- 2000 ±2	250- 2200 ±3	Засклення в дитячих садках, лікувальних закладах, оранжереях
Блоки пустотілі	60-90 ±2	94-194 ±2	194 ±2	Заповнення світлових прорізів, обладнання світлопрозорих огорожень, які мають підвищену вогнестійкість
Склопакети	Скла 2-5	300- 1400	800- 2200	Заповнення віконних прорізів житлових та громадських будинків

Питання для самоконтролю

1. Які сировинні матеріали використовують для виготовлення скляних виробів?
2. Яка загальна технологія виробництва скла?
3. Яку функцію виконує у виготовленні скляних виробів оксид калію?
4. Які ви знаєте печі для варіння скла?
5. Що являють собою печі відпалу?
6. Як і для чого працюють гартівні печі?



Мінеральні в'яжучі речовини – це штучні порошкові матеріали, які, взаємодіючи з водою, переходять у твердий стан. З мінеральними в'яжучими речовинами пов'язано створення великої кількості будівельних розчинів і бетонів. Мінеральні в'яжучі речовини поділяються на повітряні і гідравлічні.

Для більш відповідальних будівель використовують гідравлічні в'яжучі речовини, які після твердіння можуть працювати і в сухих, і у вологих умовах.

5.1. Повітряне вапно

Зосередимо свою увагу на вивченні повітряного вапна, яке має формулу CaO , просту технологію виготовлення і широкий діапазон використання (розчини, бетони, фарби, штучне каміння, блоки).

Повітряне вапно – в'яжуча речовина, яку отримують опаленням карбонатних порід за температури 1000-1200°C, які мають у своєму складі не більше ніж 8% глиняних домішок.

Повітряне вапно поділяється за видом оксиду на кальцієве, магнеїєве, доломітове, а за зовнішнім виглядом – на грудкове і порошкове.

5.1.1. Визначення активних CaO + MgO у вапні

Вміст у вапні активних CaO + MgO (за наявності оксиду магнію до 5%) визначають титруванням наважки вапна соляною кислотою доти, доки всі активні частинки CaO + MgO не будуть нейтралізовані кислотою.

Негашене грудкове вапно в кількості 4-5 г розтирають упродовж 5 хв у фарфоровій ступці.

Розтерте вапно в кількості 1 г кладуть до конічної колби місткістю 250 мл, заливають 150 мл дистильованої води, додають 3-5 скляних кульок, закривають скляною лійкою і нагрівають колбу впродовж 5-7 хв, не доводячи до кипіння. Потім колбу охолоджують до температури $20 \div 30^{\circ}\text{C}$.

Після остигання стінки колби та скляну лійку змивають кип'яченою дистильованою водою, додають 2-3 краплі 1%-го спиртового розчину фенолфталеїну і титрують розчином соляної кислоти до повного знебарвлення вмісту колби.

Титрування вважається завершеним, якщо через 5 хв не зміниться колір вмісту колби.

Треба пам'ятати, що додавати кислоту до вапняного розчину необхідно повільно, по краплях. Кількість активних $\text{CaO} + \text{MgO}$, %, визначають за формулою:

$$A = \frac{VT_{\text{CaO}}}{m} \cdot 100, \quad (5.1)$$

де V – об'єм розчину 1 н. соляної кислоти, яка пішла на титрування, мл;

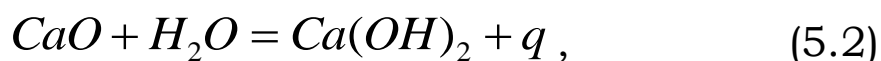
T_{CaO} – титр 1 н. розчину соляної кислоти, г за масою CaO ;

m – маса наважки вапна, г.

Результати визначень студенти заносять до журналу лабораторних робіт.

5.1.2. Визначення швидкості гашення вапна

Вапно гаситься за формулою:



де q – кількість виділеного тепла.

Вапно буває швидкого, середнього та повільного гашення.

Після закінчення реакції тепло перестає виділятися і температура спадає. Той момент, коли температура починає спадати, є ознакою завершення процесу гашення вапна.

Прилад (рис. 5.1) для визначення швидкості гашення вапна складається з термосної колби 1, термометра зі шкалою на 150°C 2 і корка 3.

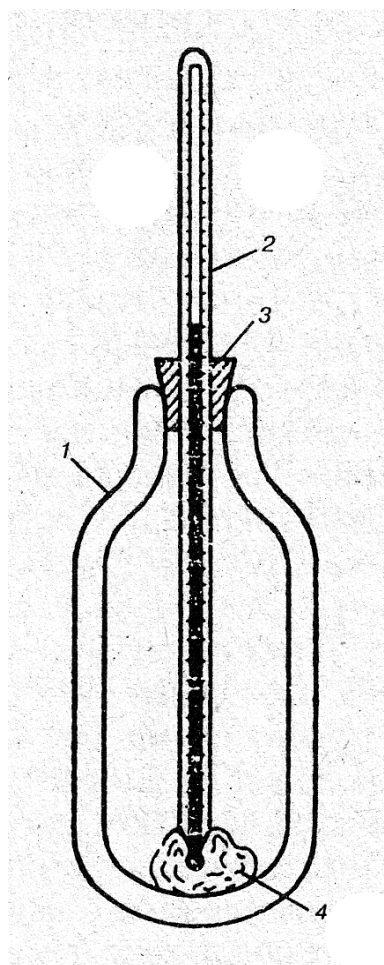


Рис. 5.1. Прилад для визначення швидкості гашення вапна

10 г роздрібненого вапна, яке проходить через сито №05, засипають у внутрішню частину термосної колби і заливають 20 мл води, яка має температуру 20°C .

Колбу щільно закривають корком, в який вмонтовано термометр. Слідкують за тим, щоб ртутна кулька термометра була занурена в реагуючу суміш 4 (див. рис. 5.1).

З моменту доливання води через кожні 30 с у лабораторному журналі зазначають температуру реагуючої суміші.

Спостереження проводять до досягнення максимальної температури і до початку падіння її.

За швидкість погашення вапна приймають час від моменту додавання води до початку зниження максимальної температури.

5.1.3. Визначення непогашених зерен у вапні

У процесі гашення вапна може трапитися, що деяка частина його не гаситься чи гаситься настільки повільно, що процес гашення закінчується вже в будівельному розчині чи навіть у кладці, що призводить до появи тріщин.

Це досить небезпечно, і тому є потреба заздалегідь визначити наявність непогашених зерен у вапні.

Для визначення використовують 10-літрову металеву посудину циліндричної форми, в яку наливають 3-4 л води з температурою 80-90°C і засипають 1 кг вапна. Отриману суміш ретельно перемішують до припинення інтенсивного виділення пари.

Посудину накривають кришкою на дві години. Потім додають холодної води до отримання вапнякового молока і промивають на ситі №063 слабким безперервним струменем, при цьому розтираючи м'які шматочки скляною паличкою з гумовим наконечником. Залишок на ситі висушують за температури 140-150°C до постійної ваги.

Вміст непогашених зерен вираховують у відсотках за формулою:

$$HЗ = \frac{m \cdot 100}{1000} , \quad (5.3)$$

де m – залишок на ситі після сушіння, г.

Отримані результати студенти заносять у лабораторний журнал.

5.1.4. Визначення м'якості помелу вапна

Для визначення м'якості помелу вапна зважують 50 г висушеного порошкового вапна, яке пропускають через сито №008. Просіювання вважається завершеним, коли впродовж 1 хв крізь сито проходить не більше ніж 0,1 г вапна. Залишок на ситі множать на 2, що відповідає вмісту зерен даної крупності у відсотках.

Усі отримані дані лабораторних досліджень треба порівняти із загальною таблицею, де вказані технічні вимоги до повітряного вапна (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Технічні вимоги до повітряного вапна

Показник	Сорт		
	I	II	III
1. Кількість активних CaO + MgO у перерахунку на суху речовину, %, не менше	90	80	70
2. Швидкість гашення вапна, хв: швидке гашення, менше:	8	8	8
середнє гашення, не більше:	25	25	25
повільне гашення, понад:	25	25	25
3. Кількість непогашених зерен у непогашеному грудковому вапні, %, не більше:	7	11	14
М'якість помелу – залишок частинок, на ситі №008, %, не більше:	10	10	10

5.2. Гіпс будівельний

Гіпс будівельний $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ отримують з природного гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ за температури 140-180°C.

Під час виробництва будівельного гіпсу інколи вводять домішки з метою регулювання строків тужавіння та поліпшення його властивостей.

Цей вид будівельного матеріалу використовується для виготовлення будівельних деталей і виконання штукатурних робіт.

Треба пам'ятати, що гіпс будівельний належить до повітряних в'язучих речовин і повинен використовуватися тільки для внутрішніх робіт.

5.2.1. Визначення м'якості помелу гіпсу

Наважку гіпсу в кількості 50 г, попередньо висушеного в сушильній шафі впродовж однієї години за температури 50-55°C, висипають на сито із сіткою №02. Час просіювання становить 5-7 хв.

Гіпс, який пройшов через сито, збирають на піддоні. Після просіювання залишок гіпсу зважують і м'якість попелу визначають з точністю до 0,1% як залишок на ситі №02 у відсотках до первинної маси просіяної проби.

Залежно від м'якості помелу будівельний гіпс поділяють на три групи: 1 – грубого помелу – залишок на ситі не більше ніж 23%; середнього помелу – залишок на ситі понад 14%; 3 – м'якого помелу – залишок на ситі не більше ніж 2%.

5.2.2. Визначення нормальної густини гіпсового тіста

Нормальна густина гіпсового тіста є відсотковий вміст води на 100 г гіпсу, коли грудка на приладі Сутарда розпливається на 12 см. Ці дані потрібні, щоб далі визначити межу міцності гіпсового каменю на стиск та згин.

Віскозиметр Сутарда (рис. 5.2) складається з латунного циліндра діаметром 5 см і висотою 10 см і скляного диска діаметром 20 см, на який нанесені концентричні кола діаметром 6-20 см.

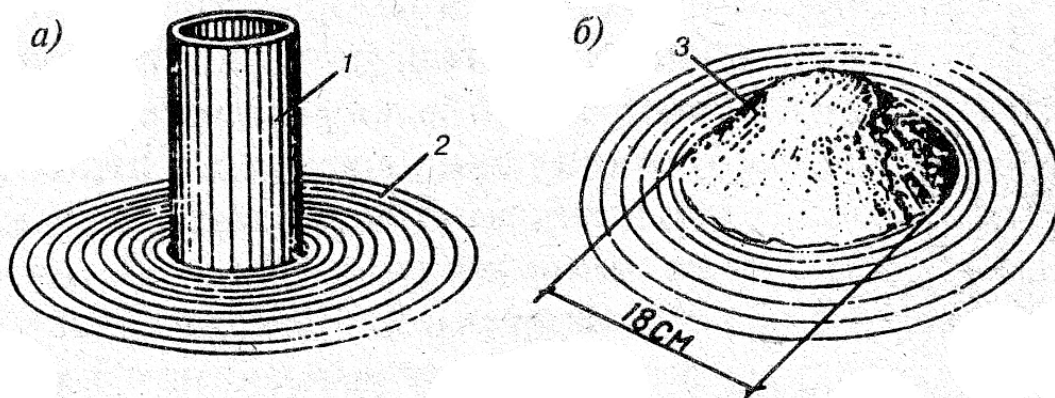


Рис. 5.2. Віскозиметр Сутарда:

а) у зібраному вигляді; б) розтікання млинця із гіпсового тіста; 1 – латунний циліндр; 2 – скляна пластина з концентричними колами; 3 – млинець із гіпсового тіста нормальної густини

Для визначення зважують 300 г гіпсу, висипають його в посудину, де є відміряна кількість води – 150-220 мл. Суміш перемішують упродовж 30 с. Секундоміром зазначають час початку додавання гіпсу до води. Циліндр, встановлений по центру скла, заповнюють гіпсовим тістом, залишки якого зрізають лінійкою. Через 45 с, рахуючи від початку додавання гіпсу до води, чи через 15 с після закінчення перемішування, циліндр піднімають вертикально догори. Гіпсове тісто розпливається по склі (рис. 5.2,б).

Діаметр млинця визначають за концентричними колами. Визначення нормальної густини гіпсового тіста повторюють доти, доки не отримають млинець діаметром близько 12 см.

5.2.3. Визначення строків тужавіння гіпсового тіста

Для визначення строків тужавіння гіпсового тіста використовують прилад Віка (рис. 5.3). 200 г гіпсу додають до води в кількості, потрібній для отримання тіста нормальної густини.

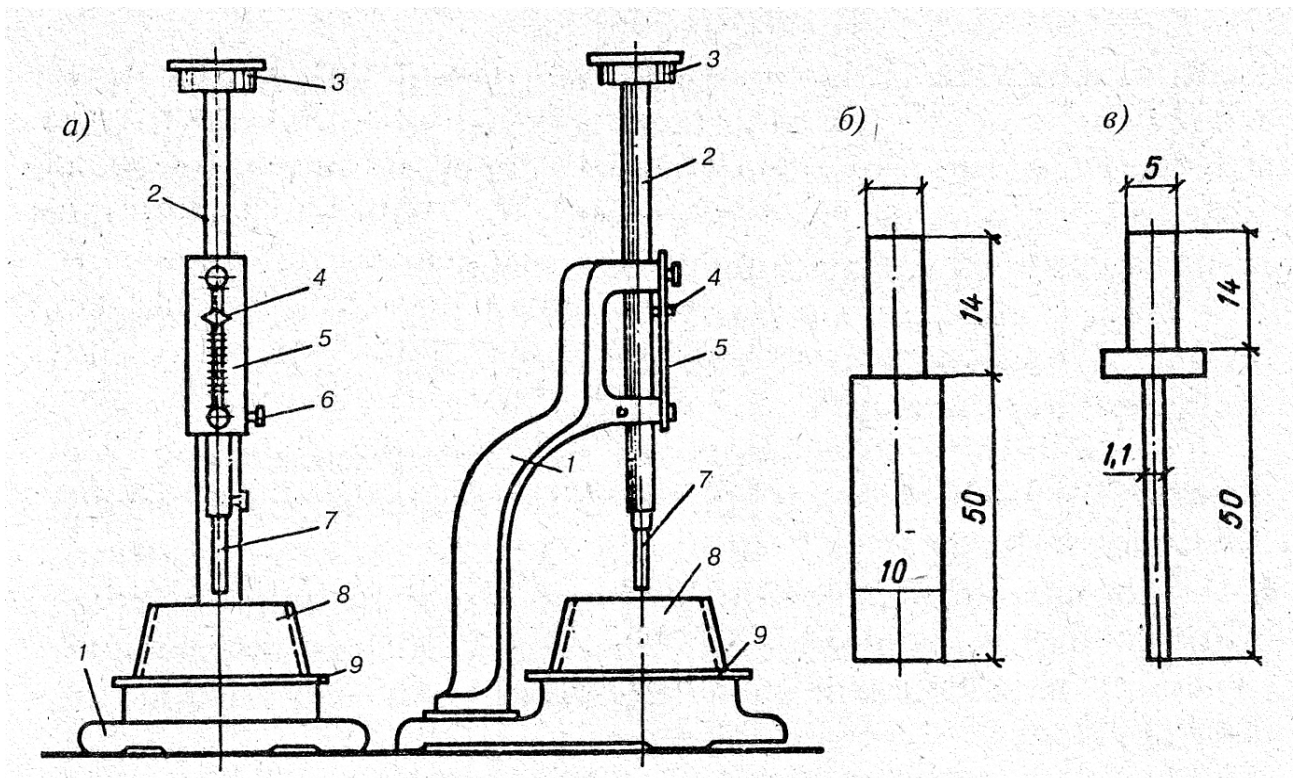


Рис. 5.3. Прилад Віка для визначення строків тужавіння: а) вид спереду та збоку; б) товкачик; в) сталева голка

Упродовж 30 с суміш перемішують і висипають у кільце, змащене машинним мастилом. Кільце встановлене на склі, і є змога ножем вирівняти поверхню гіпсового тіста.

Кільце встановлюють під голку приладу і приводять її в стан дотику з поверхнею тіста спеціальним стопорним знаряддям.

Голку опускають кожні 30 с так, щоб кожного разу вона занурювалась у нове місце.

Після кожного занурювання голки треба ретельно обтирати.

Зазначають два моменти: перший – голка починає недоходити до днища; другий – голка входить у тісто не більше ніж на 0,5 мм.

Час від початку додавання гіпсу до води до моменту, коли голка недоходить до днища на 0,5 мм, вважається початком тужавіння, а час від додавання гіпсу до води до моменту, коли голка входить до тіста не більше ніж на 0,5 мм, – кінцем тужавіння.

Студенти заносять дані про терміни тужавіння до лабораторного журналу.

Залежно від термінів тужавіння будівельний гіпс поділяється на групи: А – швидко твердіючий (початок тужавіння не раніше 2 хв, кінець – не пізніше 15 хв); Б – нормально твердіючий (початок тужавіння не раніше 6 хв, кінець – не пізніше 30 хв); В – повільно твердіючий (початок тужавіння не раніше 20 хв; кінець тужавіння не нормується).

5.2.4. Визначення міцності гіпсового каменю

Для визначення межі міцності гіпсового каменю на згин і стиск використовують прилад МП-100 (рис. 5.4). Треба приготувати три зразки розміром 40 x 40 x 160 мм. Наливають у посудину води в кількості, яка відповідає нормальній густині тіста. Додають до води 1-1,5 кг тіста і перемішують суміш упродовж 60 с до отримання однорідної маси.

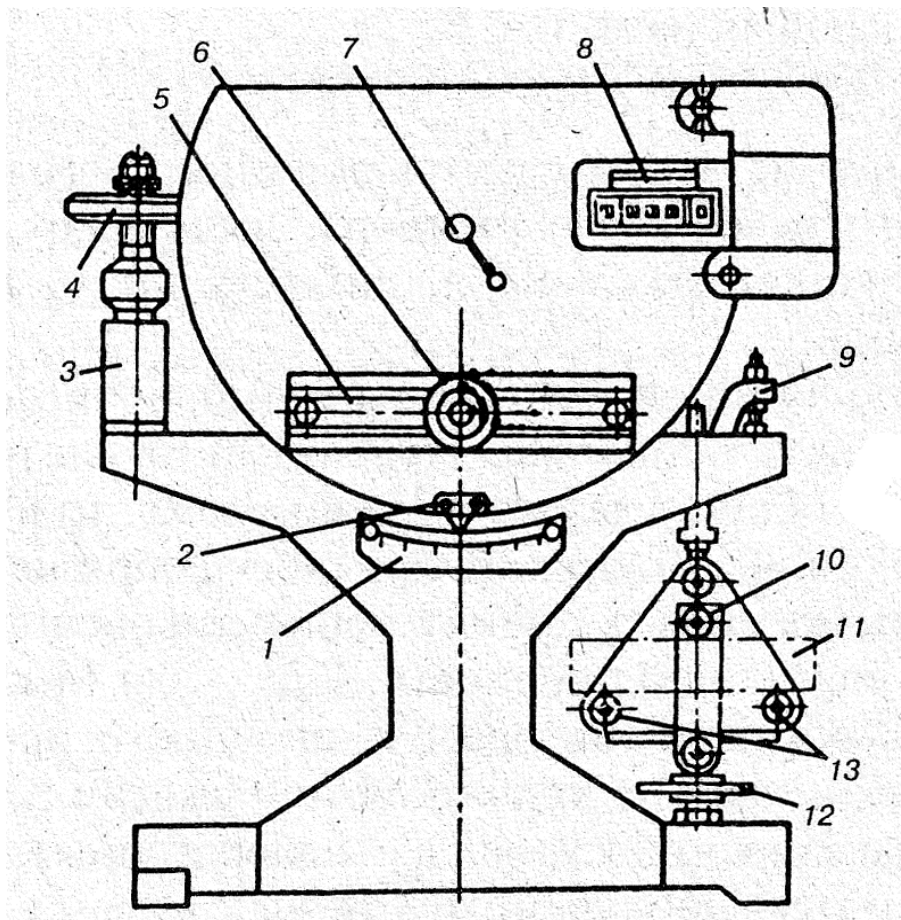


Рис. 5.4. Дослідна машина МП-100

Отримане гіпсове тісто заливають у металеву форму. Попередньо внутрішню поверхню форми легко змащують мінеральним маслом. Після заповнення форму струшують до п'яти разів з метою видалення повітря. Залишки гіпсового тіста знімають з поверхні металевої форми.

Через 5-15 хв після закінчення тужавіння зразки виймають з форми, а через дві години визначають межу міцності на згин на приладі МП-100.

Міцність на згин визначають за формулою:

$$R_{\zeta\bar{a}} = \frac{3pl}{2bh^2}, \quad (5.4)$$

де p – руйнівне навантаження;

L – віддаль між опорами (10 см);

b, h – ширина та висота зразка;

Межу міцності при згині зразків, виготовлених з гіпсового тіста, вираховують як середнє арифметичне двох найбільших результатів випробувань трьох зразків. Зруйновані шість половинок балок проходять випробування на стиск на однотоному гідравлічному пресі.

Для того щоб передати навантаження на половинки зразків, використовують плоскі металеві пластини розміром 40 x 625 мм (площа 25 см²). Кожну половинку зразка закладають між двома металевими пластинами (рис. 5.5).

Навантаження під час випробування повинно зростати безперервно до руйнування зразка. Час від початку рівномірного навантаження зразка до його руйнування повинен бути в межах 5-30 с, а середня швидкість зростання навантаження під час випробування дорівнює 1±1 Н/с.

Межа міцності на стиск кожного зразка є частка від ділення значення руйнівного навантаження на робочу площу пластини, тобто 25 см².

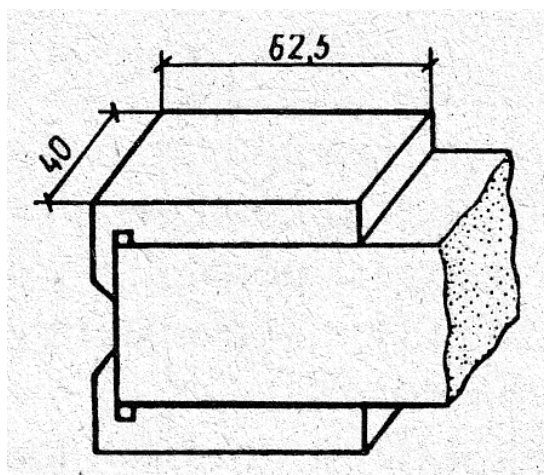


Рис. 5.5. Розташування металевих пластинок під час випробування половинок балок на стиск

Визначають середнє арифметичне з чотирьох значень випробувань шести половинок балок (без найменшого і найбільшого результатів).

Отримані результати записують у лабораторний журнал, а за табл. 5.2 роблять висновки щодо марки гіпсового в'язучого.

Таблиця 5.2

Марки гіпсового в'язучого

Марка в'язучого	Межа міцності взірців-балочок у віці 2 год, МПа, не менше	
	Г-2	2
Г-3	3	1,8
Г-4	4	2,0
Г-5	5	2,5
Г-6	6	3,0
Г-7	7	3,5
Г-10	10	4,5
Г-13	13	5,5
Г-16	16	6,0
Г-19	19	6,5
Г-22	22	7,0
Г-25	25	8,0

5.3. Вивчення властивостей цементу

Цементи мають найбільш поширене використання серед мінеральних в'язучих речовин.

Портландцемент – продукт м'якого помелу цементного клінкеру, який отримують опаленням до спікання (1450°C) природної сировини (вапняки, мергель, крейда, глина).

Шлакопортландцемент – продукт м'якого помелу клінкеру, гіпсу та домішок гранульованого шлаку (20-60% за масою готового цементу).

Пуцолановий портландцемент – продукт м'якого помелу клінкеру, гіпсу та активної мінеральної домішки.

Кількість домішок вулканічного походження (пемза, туф), опалених глин, паливних шлаків, домішок осадового походження (діатоміт, трепел, опока) – 20-40% за масою готового цементу.

5.3.1. Визначення насипної щільності цементу

Визначають насипну щільність цементу на приладі (рис. 5.6), який складається з лійки 1, металевого мірного циліндра 4. Лійка є зрізаним конусом, який переходить знизу в трубу. Труба перекривається засувкою 3. Для того щоб не падали крупні включення до труби, у внутрішню частину лійки поміщають сито 5.

Прилад ставлять на стіл. При закритій засувці насипають до лійки 2 кг цементу. Під трубку ставлять попередньо зважений мірний циліндр відомого об'єму (наприклад, 1000 см³). Відкривають засувку, заповнюють цементом з надлишком мірний циліндр і закривають засувку.

Надлишок цементу обережно зрізають металевою лінійкою. Зважують металевий циліндр разом з цементом, віднімають з одержаного результату масу циліндра і таким чином знаходять масу цементу.

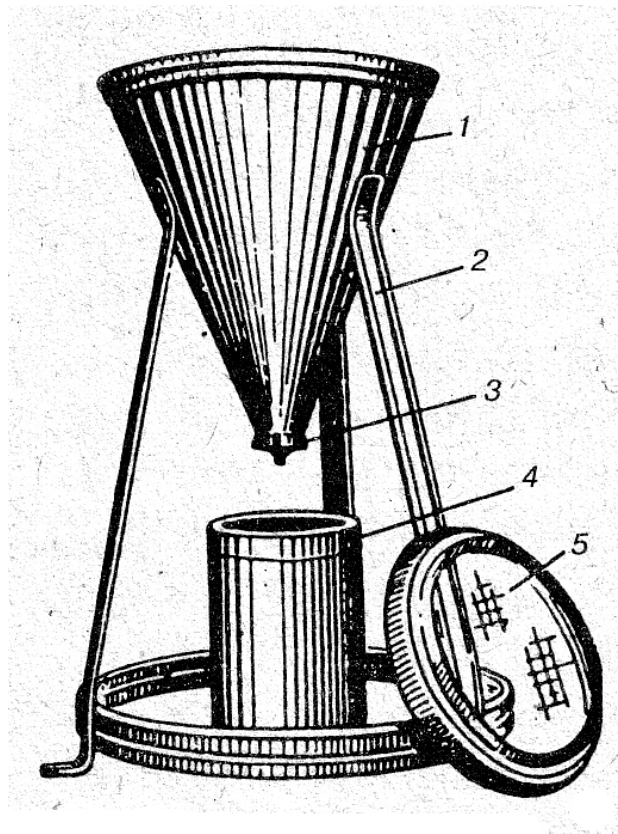


Рис. 5.6. Прилад для визначення насипної щільності цементу

Поділивши масу цементу на об'єм циліндра, визначають щільність цементу. Вона може коливатися в межах від 950 до 1350 кг/м³.

Насипну щільність цементу необхідно знати для розрахунків компонентів бетону, які завантажуються в бетонозмішувач. Знаючи щільність, можна підрахувати кількість цементу, який знаходиться на складі чи міститься в певній посудині.

5.3.2. Визначення істинної щільності цементу

Знайомий вже студентам об'ємомір Ле Шательє (див. рис. 1.1) використовується для визначення істинної щільності цементу.

Об'ємомір, закріплений штативом, поміщають у скляну ємність з водою. Колба Ле Шательє має довге горло, розширене в середній частині. Вище і нижче від розширеної частини нанесені дві риски, між якими

означений об'єм, який дорівнює 20 см³. Вище від верхньої риски колба також градуйована.

Колбу наповнюють зневодненим гасом до нижньої риски за нижнім меніском. Після цього частину колби, вільну від гасу, протирають тампоном з фільтрувального паперу.

Цемент попередньо висушують у сушильній шафі за температури 105-110°C впродовж двох годин і охолоджують в ексікаторі. Зважують 60-70 г цементу і висипають до колби невеликими порціями. Цемент засипають доти, доки рівень рідини не досягне верхньої риски. Залишок цементу зважують.

Істинну щільність цементу визначають за формулою:

$$\rho_{\text{ө}} = \frac{m}{V}, \quad (5.5)$$

де m – маса цементу, насипаного до колби, г;

$m = m_1 - m_2$, де

m_1 - наважка, г;

m_2 - залишок цементу, г;

V – об'єм цементу, який дорівнює об'єму виштовхнутої рідини, см³.

Для визначення істинної щільності проводять два вимірювання одного і того ж цементу, з одержаних результатів вираховують середнє арифметичне. Розбіжність між визначеннями не повинна перевищувати 0,02 г/см³. За більшої різниці вимірювання повторюють доти, доки ця умова не буде виконана.

5.3.3. Визначення нормальної густини цементного тіста

Нормальну густину цементного тіста визначають на приладі Віка з товкачиком Тетмайера (див. рис. 5.3). Товкачик має довжину 50 мм, а діаметр 10 мм. Маса рухомого стрижня приладу разом з товкачиком становить 300±2 г. Перед початком вимірювання перевіряють вільне

падіння рухомого стрижня приладу, положення стрілки (0), чистоту товкачика. Змащують кільце і скляну пластину тонким шаром машинного мастила.

Наважку цементу в кількості 400 г поміщають у посудину і заливають водою. Кількість води для першого пробного замісу орієнтовно приймають 110-112 см³, тобто 25-28% за масою цементу. Через 30 с масу починають перемішувати впродовж 5 хв. Розтирати цементне тісто треба у взаємно перпендикулярних напрямках поперемінно. Після завершення перемішування цементне тісто вкладають в один прийом у кільце. П'ять - шість разів кільце струшують, постукуючи скляною пластинкою з кільцем об стіл. Залишок цементного тіста зрізають ножом, змоченим у воді.

Кільце на пластині ставлять під стрижень приладу Віка. Товкачиком дотикаються до поверхні тіста. Після цього натискають гвинт приладу і дають змогу товкачику вільно занурюватися в тісто. Через 30 с з моменту звільнення стрижня за шкалою приладу фіксують глибину занурювання товкачика.

Густота цементного тіста вважається нормальною, якщо товкачик не доходить до скляної пластини на 5-7 мм.

У разі, якщо товкачик, занурюючись у цементне тісто, зупиниться вище, дослід повторюють з більшою кількістю води, а коли нижче, тоді з меншою кількістю води, досягаючи занурювання товкачика на глибину, яка відповідає нормальній густині цементного тіста.

Кількість води для отримання тіста нормальної густини, % за масою цементу, визначають з точністю до 0,25%.

5.3.4. Визначення строків тужавіння цементного тіста

Визначення проводять на приладі Віка з використанням замість товкачика сталеві голки довжиною 50 мм і діаметром 1 мм (див. рис. 5.3). Загальна вага стрижня у

разі заміни товчачика на голку зменшується. Щоб цього не сталося, на плоску головку стрижня накладають додатковий вантаж і доводять масу стрижня з голкою до 300 ± 2 г.

Цемент у кількості 400 г висипають у посудину і заливають водою, необхідною для отримання цементного тіста нормальної густини. Через 30 с його перемішують 5 хв і заповнюють кільце цементним тістом за один прийом. Голку приладу доводять до дотику з поверхнею.

Натискаючи на закріплювальний гвинт, дають змогу голці вільно падати.

Голку занурюють у цементне тісто через кожні 5 хв до початку тужавіння і кожні 15 хв після початку тужавіння і до кінця тужавіння.

За початок тужавіння приймають час з моменту з'єднання цементу з водою до моменту, коли голка не дійде до скляної пластини на 1-2 мм.

Кінцем тужавіння вважають час від початку з'єднання цементу з водою до моменту, коли голка буде занурюватися в цементне тісто не більше ніж на 1-2 мм.

Початок тужавіння портландцементу повинен наступити не раніше 45 хв, а кінець – не пізніше 10 год з моменту з'єднання цементу з водою.

Усі отримані дані студенти заносять до лабораторного журналу.

5.3.5. Визначення марки цементу

Марку цементу на згин і стиск визначають за допомогою зразків балок розміром 40 х 40 х 160 мм, виготовлених з 1 частини цементу і 3 частин піску (1:3).

Для цього зважують 500 г цементу і 1500 г піску, висипають їх у посудину, перемішують впродовж 1 хв. У зроблену в суміші лунку вливають 200 г води ($V/C=0,4$). Ще раз перемішують суміш упродовж 1 хвилини. Балки заливають у металеві форми. Зрізають надлишок розчину ножем, змоченим у воді.

Зразки зберігають у ванні з гідравлічним затвором упродовж 24 ± 2 год. Після цього балки розформовують і кладуть у ванну з водою, зберігаючи їх до моменту випробувань (28 діб). Об'єм води в посудині для зберігання зразків повинен бути у чотири рази більшим від їх об'єму. Температуру води в посудині щодня контролюють і підтримують на рівні $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Кожні 14 днів воду треба змінювати. Зразки випробовують не пізніше 10 хв після того, як їх витягнули з води. Міцність на згин зразків балок вимірюють на машині МП-100.

Визначають результат вимірювання як середньоарифметичне двох найбільших результатів з трьох зразків.

Половинки балок випробовують на стиск на гідравлічному пресі.

Для передачі навантаження на половинки зразків використовують сталеві пластинки розміром $40 \times 62,5$ мм (площа 25 см^2).

Під час випробування зразка на стиск швидкість зростання навантаження повинна бути близько 5 кН/с .

Міцність на стиск, МПа, визначається за формулою:

$$R_{cn} = \frac{P}{S}, \quad (5.6)$$

де p – руйнівне навантаження, Н;

S – робоча площа пластини, мм^2 .

Міцність на стиск зразків, виготовлених з цементного розчину, вираховують як середньоарифметичне чотирьох найбільших результатів з шести випробуваних зразків.

Усі результати студенти записують у лабораторний журнал, а потім порівнюють їх з вимогами технічних умов для портландцементу.

Це дає змогу зробити висновки щодо марки цементу (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Вимоги до марок портландцементу

Цемент	Марка	Межа міцності у віці 28 діб, МПа	
		згин	стиск
Портландцемент	400	5,5	40
	500	6,0	50
	550	6,2	55
	600	6,5	60

Питання для самоконтролю

1. Які види вапна ви знаєте?
2. Чим відрізняється повітряне вапно від гідравлічного?
3. Яку формулу має гашене вапно?
4. В який час гаситься середньогашене вапно?
5. З чого і як отримують вапно?
6. У чому полягає методика визначення вмісту у вапні непогашених зерен?
7. Яка формула будівельного гіпсу?
8. З чого отримують будівельний гіпс?
9. Які гіпси ви знаєте, окрім будівельного?
10. Як визначають нормальну густину гіпсового тіста?
11. Які зразки потрібні для визначення міцності гіпсового каменю?
12. Як називається і як працює прилад, на якому визначають строки тужавіння гіпсового тіста?
13. З якої сировини виготовляють портландцемент?
14. Викладіть методику визначення нормальної густини цементного тіста.
15. Яка технологія виготовлення портландцементу?
16. Що таке клінкер?
17. Як визначають марку портландцементу?
18. Портландцемент – це повітряне чи гідравлічне в'язуче?



Заповнювачі займають 80-85% об'єму бетону і таким чином становлять основну його частину. Заповнювачі створюють жорсткий хребет бетону і запобігають його усадці, перешкоджаючи утворенню усадочних тріщин.

Якість заповнювачів значною мірою впливає на технічні властивості важких бетонів. Залежно від розміру зерен заповнювач буває дрібний (пісок) і крупний (щебінь або гравій).

6.1. Пісок

Пісок використовують як дрібний заповнювач для приготування важкого бетону. Він утворився в результаті природного руйнування міцних гірських порід. Залежно від умов залягання природні піски можуть бути морські, річкові і гірські.

Морські і річкові піски мають округлу форму зерен, гірські піски, як правило, гострокутної форми, що забезпечує їх краще зчеплення з бетоном. Але гірські піски більше забруднені різними домішками і потребують ретельного промивання й висушування перед використанням у бетонах.

За мінералогічним складом піски поділяються на: кварцові, полештапні, вапнякові, доломітові.

Небезпечною домішкою у пісках є глини, які чинять опір зчепленню їх з цементним каменем і знижують міцність бетону, підвищують водопотребу бетонної суміші і призводять до зниження морозостійкості.

Органічні домішки знижують міцність бетону внаслідок утворення органічних кислот.

Зерна піску мають розмір від 0,14 до 5 мм.

6.1.1. Визначення істинної щільності піску

Для визначення істинної щільності піску використовують пікнометр з об'ємом 100 мл і рисою на шийці (рис. 6.1). Беруть наважку піску 30-40 г, просіюють її через сито з круглими отворами діаметром 5 мм, висушують у сушильній шафі до постійної маси за температури $110\pm 5^{\circ}\text{C}$.

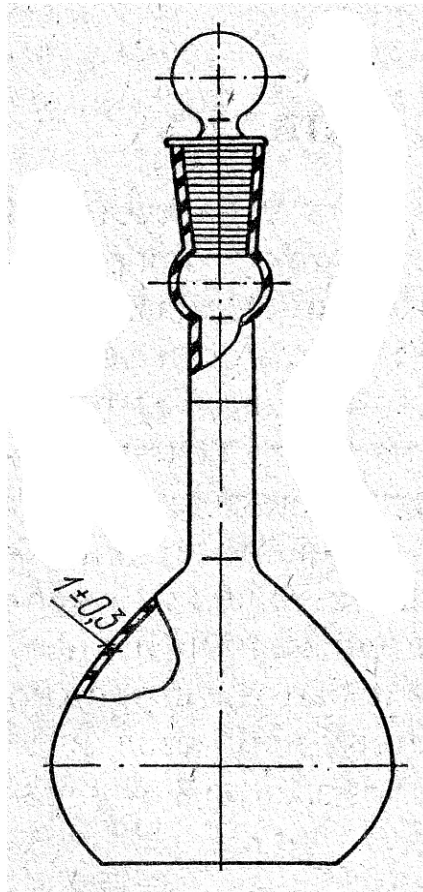


Рис. 6.1. Пікнометр

З висушеного піску зважують дві наважки по 10 г, засипають їх до пікнометрів, які перед тим висушуються і зважуються.

Пікнометри з піском знову зважують, і до них наливають дистильовану воду на $2/3$ їх об'єму.

Кожний пікнометр у нахиленому стані ставлять на водяну баню і кип'ятять упродовж 20 хв для видалення бульбашок повітря.

Пікнометри охолоджують до температури повітря в приміщенні, обтирають, доливають дистильовану воду до мітки і зважують. Потім пікнометри звільнюють від піску та дистильованої води, промивають, наповнюють дистильованою водою до мітки і знову зважують.

Істинну щільність піску, г/см^3 , визначають за формулою:

$$\rho_i = \frac{(m - m_1) \cdot \rho_a}{m - m_1 + m_2 - m_3}, \quad (6.1)$$

де m – маса пікнометра з піском, г;

m_1 – маса порожнього пікнометра, г.

m_2 – маса пікнометра з дистильованою водою, г;

m_3 – маса пікнометра з піском і дистильованою водою після видалення бульбашок повітря, г;

ρ_b – густина води, яка дорівнює 1 г/см^3 .

Відмінність між двома результатами не повинна перевищувати $0,02 \text{ г/см}^3$. За більших відхилень істинну щільність піску визначають повторно.

За кінцевий результат приймають середньо-арифметичне значення істинної щільності двох наважок.

6.1.2. Визначення насипної щільності піску

Для визначення насипної щільності піску в сухому стані пісок у кількості 5 кг висушують у сушильній камері за температури $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постійної маси і просіюють через сито з круглими отворами діаметром 5 мм .

Охолоджений пісок засипають з висоти 10 см в попередньо зважений мірний циліндр об'ємом 1 л . Залишок піску в циліндрі знімають металевою лінійкою. Після цього циліндр з піском зважують і визначають насипну щільність за формулою:

$$\rho_i = \frac{m_1 - m_2}{V}, \quad (6.2)$$

де m_1 – маса мірного циліндра з піском, кг;
 m – маса мірного циліндра без піску, кг;
 V – об’єм циліндра, м³.

Для точності визначення потрібно повторити двічі. Кінцевий результат визначають як середнє арифметичне двох визначень.

Насипну щільність піску необхідно знати для розрахунків складу бетону, визначення порожнистості піску і вресіт-ресіт для розрахунків, пов’язаних з перевезенням піску, проектуванням складських приміщень.

6.1.3. Визначення порожнистості піску

Порожнистість піску визначається за даними, які ми визначили у підпунктах 6.1.1 та 6.1.2.

Вона вираховується з точністю до 0,1% за формулою:

$$V_n = \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_{\pi}} \right) \cdot 100, \quad (6.3)$$

де ρ_n – насипна щільність піску в сухому стані, кг/м³;
 ρ_{π} – істинна щільність піску, кг/м³.

6.1.4. Визначення вологості піску

З партії дослідного піску відбирають дві наважки по 0,5 кг, зважують з точністю до 1 г і висипають кожну окремо до плоскої посудини, висушують у сушильній шафі за температури $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ до постійної маси. Під час висушування через кошти 30 хв пісок перемішують.

Пісок охолоджують і зважують.

Вологість піску визначають за формулою:

$$W = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2} \right) \cdot 100, \quad (6.4)$$

де m_1 – маса проби вологого піску, кг;
 m_2 – маса проби сухого піску, кг.

Вологість піску визначають як середнє арифметичне двох проб.

6.1.5. Визначення вмісту пилюватих частинок у піску

Для визначення кількості пилюватих частинок у піску використовують метод відмучування.

Пилюваті частинки легші за пісок, осідають вони повільніше, ніж зерна піску, і тому можуть бути легко відділені від нього.

Зважують 1 кг піску, висипають у посудину для відмучування (рис. 6.2), заливають водою з таким розрахунком, щоб висота шару води над піском складала 200 мм.

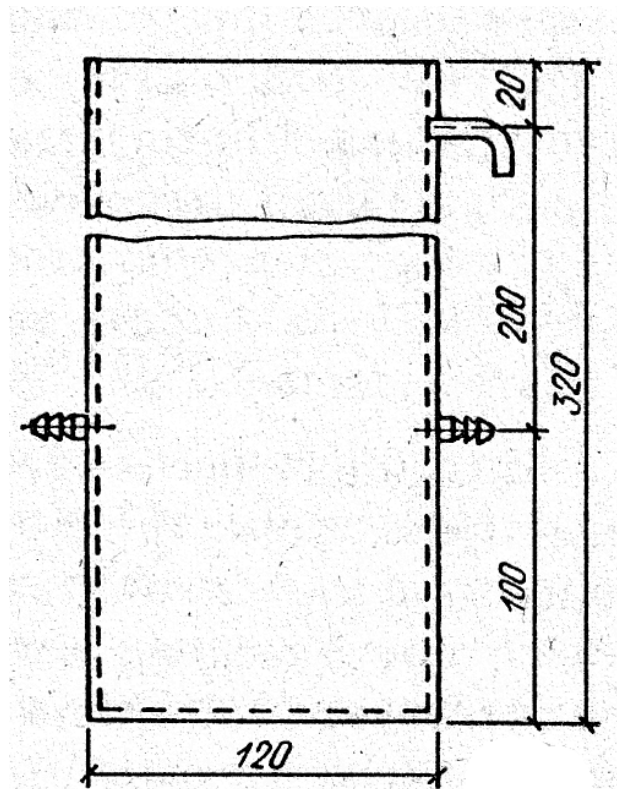


Рис. 6.2. Посудина для відмучування піску

Пісок витримують у воді близько двох годин, час від часу перемішуючи. Через дві години вміст посудини енергійно перемішують і залишають на 2 хв в спокої.

Зливають замутнілу воду через два нижні зливні отвори, залишаючи над піском шар води товщиною 30 мм. Взамін зливої води доливають чисту воду до початкового рівня. Вміст посудини енергійно перемішують, залишають у спокої на дві хвилини і знову зливають воду, як описано раніше. Домагаються того, щоб вода над піском стала прозорою.

Пробу висушують до постійної маси і визначають наявність у піску пилюватих частинок за формулою:

$$P_{\text{від}} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right) \cdot 100, \quad (6.5)$$

де m_1 – маса наважки піску до відмучування, кг;

m_2 – маса висушеної наважки піску після відмучування, кг.

Визначення вмісту пилюватих домішок проводять двічі і за кінцевий результат приймають середнє арифметичне двох визначень. Отримані результати студенти заносять до лабораторного журналу.

Кількість пилюватих домішок у піску за масою не може перевищувати 3% для бетонів, 10% – для розчинів для кладки і 15% – для штукатурних розчинів.

6.1.6. Визначення вмісту органічних домішок у піску

Для визначення спочатку готують еталон.

Беруть 2,5 мл 2%-го розчину таніну в 1%-му розчині етилового спирту і змішують з 97,5 мл 3%-го розчину їдкого натру. Суміш наливають до мірного циліндра місткістю 250 мл і залишають у спокої на 24 години. Еталон мусить мати колір міцного чаю.

Для дослідження зважують 250 г піску, засипають його в скляний мірний циліндр об'ємом 250 мл до мітки 130 мл і заливають 3%-м розчином їдкого натру до мітки 200 мл.

Циліндр залишають у спокої на 24 години.

Коли мине 24 год, колір розчину над піском порівнюють з еталоном.

Якщо розчин над піском не темніший від еталона чи взагалі не забарвлюється, вважають, що пісок придатний для приготування розчинів і бетонів.

Наявність у піску органічних домішок руйнує цементний камінь, знижуючи міцність бетону.

6.2. Щебінь і гравій

Щебінь і гравій з розміром зерен 5-70 мм є крупними заповнювачами для важкого бетону.

Гравій утворюється як результат природного руйнування міцних гірських порід і має зерна круглої форми. За походженням гравій поділяється на гірський, морський, річковий. Перевага гірського гравію – нерівність поверхні, що дає краще зчеплення з компонентами бетону, недолік – засміченість домішками піску, глини, пилу і органічними речовинами.

Морський і річковий гравій чистіший за гірський, але його зерна мають гладку поверхню, що заважає зчепленню з цементно-піщаним розчином.

Щебінь утворюється дробленням твердих гірських порід. Має добре зчеплення з компонентами бетонної суміші.

6.2.1. Визначення істинної щільності зерен щебеню (гравію)

Істинну щільність зерен щебеню чи гравію визначають за допомогою пікнометра (див. рис. 6.1).

Беруть 30 г подрібненого до розміру зерен 1,25 мм щебеню чи гравію. Пробу розтирають у чавунній ступці, висушують у сушильній шафі за температури $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постійної маси, після чого охолоджують в ексікаторі, де й зберігають її до моменту випробування.

Зважують дві наважки по 10 г. Кожну наважку висипають у висушений пікнометр і заливають

дистильованою водою. Подальше визначення проводять відповідно до методики, описаної в п. 6.1.1. Істинна щільність зерен щебеню або гравію визначається як середнє арифметичне двох вимірювань.

6.2.2. Визначення насипної щільності щебеню (гравію)

Визначення проводять за допомогою мірного циліндра, об'єм якого залежить від крупності щебеню (гравію): при крупності 10 мм об'єм циліндра – 5 л, при крупності 20 мм – 10 л, 40 мм – 20 л і понад 40 мм – 50 л.

Необхідну кількість щебеню (гравію) висушують до постійної маси й охолоджують. Зважують мірний циліндр, засипають до нього щебінь (гравій), доки не утвориться конус над краями циліндра. Залишок щебеню (гравію) зрізають металевою лінійкою рівно з краями циліндра. Циліндр разом зі щебенем (гравієм) зважують.

Насипну щільність щебеню (гравію) визначають за формулою:

$$\rho_i = \frac{m_1 - m_2}{V}, \quad (6.6)$$

де m_1 – маса мірного циліндра із заповнювачем, кг;

m – маса мірного циліндра без заповнювача, кг;

V – об'єм циліндра, м³.

Визначення проводять три рази і беруть середньоарифметичне значення з трьох вимірювань.

Насипну щільність щебеню (гравію) необхідно знати для розрахунку складу бетону, визначення порожнистості крупного заповнювача, проектування складських приміщень, а також для розрахунків, пов'язаних з транспортуванням щебеню (гравію).

6.2.3. Визначення порожнистості щебеню (гравію)

Знаючи істинну і насипну щільність щебеню (гравію), легко визначити їх порожнистість.

Порожнистість за об'ємом визначають з точністю до 0,1% за формулою:

$$V_n = \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_m} \right) \cdot 100, \quad (6.7)$$

де ρ_n – насипна щільність щебеню (гравію), кг/м³;

ρ_m – істинна щільність зерен щебеню (гравію), кг/м³.

6.2.4. Визначення вологості щебеню (гравію)

Залежно від крупності зерен щебеню (гравію) беруть мірну пробу для визначення: при крупності 20 мм беруть 1 кг, 40 мм – 2,5 кг, 70 мм – 5 кг.

У стані природної вологості пробу зважують, кладуть на деко і висушують у сушильній шафі до постійної маси. Після охолодження пробу зважують.

Вологість щебеню (гравію) визначають за формулою:

$$W = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2} \right) \cdot 100, \quad (6.8)$$

де m_1 – маса заповнювача в стані природної вологості, г;

m_2 – маса заповнювача в сухому стані, г.

Виконують два вимірювання і беруть середньо-арифметичне з них.

6.2.5. Визначення пилюватих частинок у щебені (гравії)

Вміст цих домішок визначається методом відмучування.

Посудина для відмучування є аналогічною, як для визначення домішок у піску (див. рис. 6.2), але розміри її більші: висота посудини 350 мм, а діаметр – 230 мм.

Пробу щебеню висушують у сушильній камері до постійної маси. Якщо крупність зерен щебеню (гравію) до 40 мм, беруть наважку 5 кг, а якщо вона досягає 70 мм, тоді беруть 10 кг.

Пробу поміщають у посудину для відмучування, заливають водою до верхнього зливного отвору і витримують у такому стані до повного розм'якшення пилюватих грудок на поверхні заповнювача. Потім до посудини заливають воду в такій кількості, щоб висота шару над пробєю була не менше ніж 200 мм.

Посудину залишають у спокої на 2 хв. Після цього через два нижні отвори зливають отриману під час промивання заповнювача суспензію з таким розрахунком, щоб над пробєю залишився шар суспензії не менше ніж 30 мм.

Потім пробу знову заливають водою і випробування повторюють доти, доки вода над заповнювачем не стане прозорою. Пробу висушують до постійної маси.

Вміст у заповнювачі пилюватих домішок визначають за формулою:

$$P_{\text{від}} = \left(\frac{m - m_1}{m} \right) \cdot 100, \quad (6.9)$$

де m – маса проби до відмучування, г;

m_1 – маса проби після відмучування, г.

Проводять два вимірювання. Результат визначають як середнє арифметичне цих двох визначень.

Якщо заповнювач вироблено з магматичних та метаморфічних гірських порід, тоді кількість пилюватих частинок не повинна перевищувати 1%.

Заповнювач з осадових гірських порід марок до 400 і від 400 до 1200 має вміст цих частинок відповідно 3 і 2%.

Пилуваті домішки в заповнювачі є небезпечними тому, що перешкоджають зчепленню його з цементним каменем і тим самим знижують міцність і морозостійкість бетону.

6.2.6. Визначення органічних домішок у щебені (гравії)

Відбирають заповнювач з найбільшою крупністю зерен 20 мм масою 1 кг. Просіюють пробу крізь сито з діаметром отворів 20 мм. Пробу поміщають до мірного циліндра місткістю 250 мл до рівня 130 мл, після чого в нього заливають 3%-й розчин їдкого натру до позначки 200 мл. Надалі дослідження проводять аналогічно дослідженню наявності органічних домішок у піску. Колір розчину їдкого натру при обробці крупного заповнювача не мусить бути темнішим за еталон.

Питання для самоконтролю

1. Як поділяються піски за походженням?
2. Як відрізняються піски за мінералогічним складом?
3. З яких операцій складається визначення насипної щільності піску?
4. У чому небезпека для бетонів і розчинів, коли в піску є недопустима норма органічних домішок?
5. З якою крупністю зерен використовується пісок як дрібний заповнювач для важких бетонів?
6. Чим відрізняється щебень від гравію?
7. Які розміри зерен повинен мати крупний заповнювач?
8. Як визначають вологість щебеню (гравію)?
9. Чим небезпечна наявність у заповнювачі органічних домішок?
10. Як визначають істинну щільність щебеню (гравію)?
11. З якою метою визначають насипну щільність заповнювачів?

**БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ**

Будівельні розчини потрібні для цегляної і кам'яної кладки, внутрішніх і зовнішніх штукатурок, для монтажу будинків з крупних блоків і панелей, заводського оздоблення поверхонь стінових панелей і крупних стінових блоків, гідроізоляції різноманітних приміщень.

Будівельний розчин складається з в'язучої речовини, дрібного заповнювача, води й інколи домішок, які поліпшують деякі властивості розчину.

У процесі твердіння в'язуча речовина міцно зв'язує між собою зерна заповнювача і утворюється штучне каміння.

В'язучим може бути цемент, вапно, гіпс і суміші з них.

Дрібним заповнювачем, як правило, є пісок чи будь-яка гірська порода, подрібнена до розмірів 0,14-5 мм.

Якщо використовується щільний заповнювач, такі розчини називаються важкими і щільність їх може бути понад 1500 кг/м³. Легкими називаються розчини зі щільністю менше ніж 1500 кг/м³.

Вітчизняна промисловість готує такі марки будівельних розчинів за міцністю на стиск (0,1 МПа): 4,10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300.

7.1. Визначення рухомості розчинної суміші

Рухомість будівельного розчину розглядається як здатність розтікатися по поверхні каменю тонким шаром і заповнювати всі нерівності основи.

Для укладання сухих і пористих кам'яних матеріалів використовують будівельні розчини з більшою рухомістю, а для вологих і щільних – з меншою рухомістю.

Прилад для визначення рухомості будівельного розчину (рис. 7.1) складається із штатива, на стійці 6 якого закріплені тримачі 7. Нижній тримач має гвинт 3, який утримує стрижень 5 конуса 2.

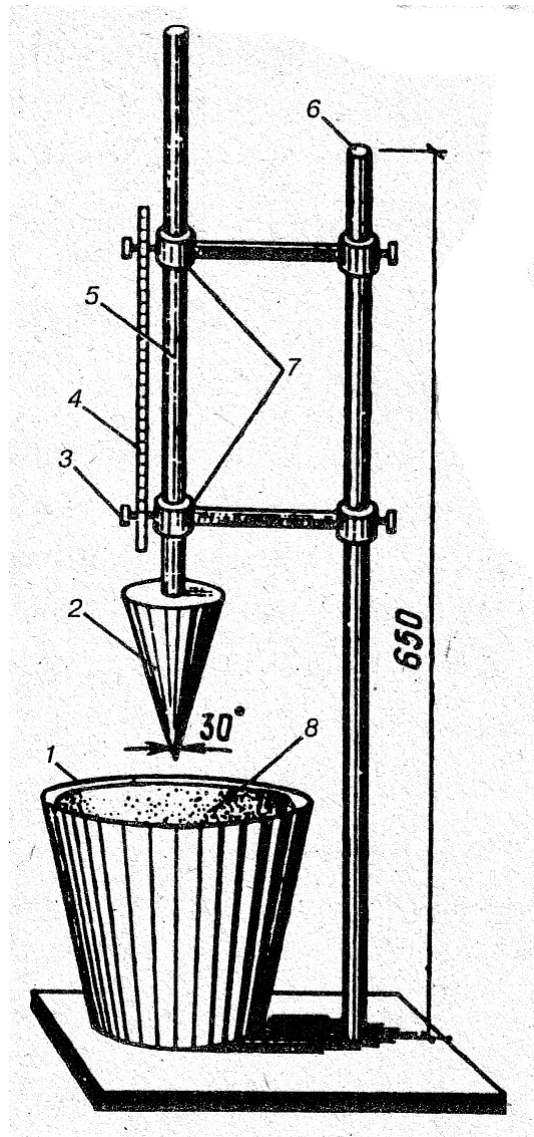


Рис. 7.1. Прилад для визначення рухомості розчинної суміші

До тримачів прикріплена шкала з поділками 4. За допомогою шкали відзначають заглиблення конуса в розчинну суміш і об'єм занурювання частини конуса.

Конус має конкретні розміри: висота – 145 мм, діаметр основи – 75 мм, маса зі стрижнем 5 і баластом – 300 г.

Посудина 1 для зберігання будівельного розчину має форму зрізаного конуса і виготовлена з листової сталі.

Посудину 1 наповнюють розчинною сумішшю на 1 см нижче від її країв. Суміш струшують 25 разів стрижнем з діаметром 10-12 мм.

За допомогою гвинта 3 опускають конус до положення дотику з поверхнею розчинної суміші і фіксують це положення, відзначаючи при цьому показник стрілки на шкалі. Потім відкручують гвинт, даючи змогу конусу вільно занурюватися в розчин і після завершення занурювання фіксують другий відлік на шкалі.

Заглиблення конуса в розчин, см, визначають як різницю між двома відліками.

Рухомість будівельного розчину вираховують як середньоарифметичне значення двох вимірювань.

Відповідно до призначення розчину приймають таку рухомість, см:

<i>Вібрована бутова кладка</i>	1-3
<i>Бутова кладка</i>	4-6
<i>Звичайна кладка з порожнистої цегли чи керамічного каменю з порожнинами</i>	7-8
<i>Звичайна кладка зі суцільної цегли, кладка з бетонних і природних каменів легких порід</i>	9-13
<i>Заливання порожнин при бутовій кладці</i>	13-15

7.2. Визначення розшарування розчинної суміші

Розчинну суміш укладають до металевої форми розміром 150 x 150 x 150 мм, ущільнюють, вирівнюють поверхню зразка (рис. 7.2).

Форму встановлюють на вібростіл і ретельно закріплюють на його поверхні.

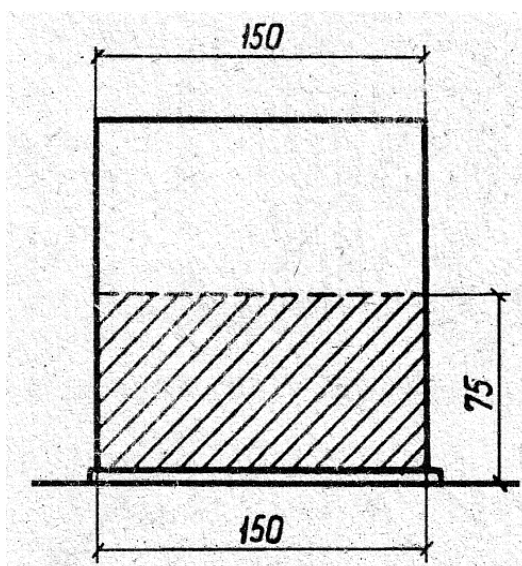


Рис. 7.2. Схема визначення розшарування розчинної суміші

Вібрацію проводять упродовж 1 хв, після чого з форми на висоті $75 \pm 0,5$ мм лопаткою забирають верхній шар розчину і укладають його на деко. Нижній шар розчину викладають на інше деко.

Проби розчинної суміші зважують і в мокрому стані розсіюють на ситі 0,14 мм.

Частинки на ситі промивають чистою водою до повної відсутності в'язучої речовини. Промивання вважають завершеним, коли зі сита витікає чиста вода.

Проби заповнювача переносять на чисті дека, висушують до постійної маси за температури $105-110^{\circ}\text{C}$ і зважують.

Вміст заповнювачів у верхній (нижній) частині розчинної суміші визначають за формулою, %:

$$V = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100, \quad (7.1)$$

де m_1 – маса відмитого висушеного заповнювача з верхньої (нижньої) частини зразка, г;

m_2 – маса відібраної проби розчинної суміші з верхньої (нижньої) частини зразка, г.

Показник розшарування розчинної суміші Π , %, визначають за формулою:

$$\Pi = \frac{\Delta V}{\sum V} \cdot 100, \quad (7.2)$$

де ΔV – різниця між вмістом заповнювача у верхній і нижній частинах зразка, %;

$\sum V$ – сумарний вміст заповнювача верхньої і нижньої частин зразка, %.

Визначення проводять двічі. Результат вираховують як середнє арифметичне цих визначень. Результат заносять до лабораторного журналу.

7.3. Визначення щільності розчинної суміші

Для визначення щільності розчинної суміші використовують циліндричну посудину 1 об'ємом 1 л з насадкою 2 (рис. 7.3).

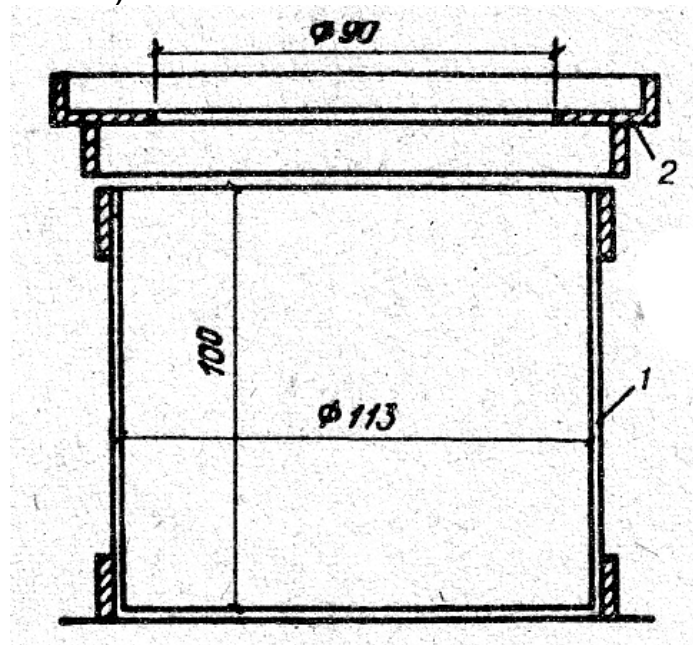


Рис. 7.3. Посудина для визначення щільності розчинної суміші

Посудину заповнюють розчинною сумішшю з деяким надлишком, який утримується насадкою. Суміш штикують 25 разів стрижнем з діаметром 10-12 мм,

знімають насадку і вирівнюють розчин з краями циліндричної ємності. Посудину разом з розчинною сумішшю зважують і з отриманого значення віднімають масу самої посудини.

Щільність суміші вираховують як середньо-арифметичне значення двох вимірювань.

7.4. Визначення марки будівельного розчину

Марка будівельного розчину визначається на зразках-кубах розміром 70,7 x 70,7 x 70,7 мм у віці 28 діб (рис. 7.4).

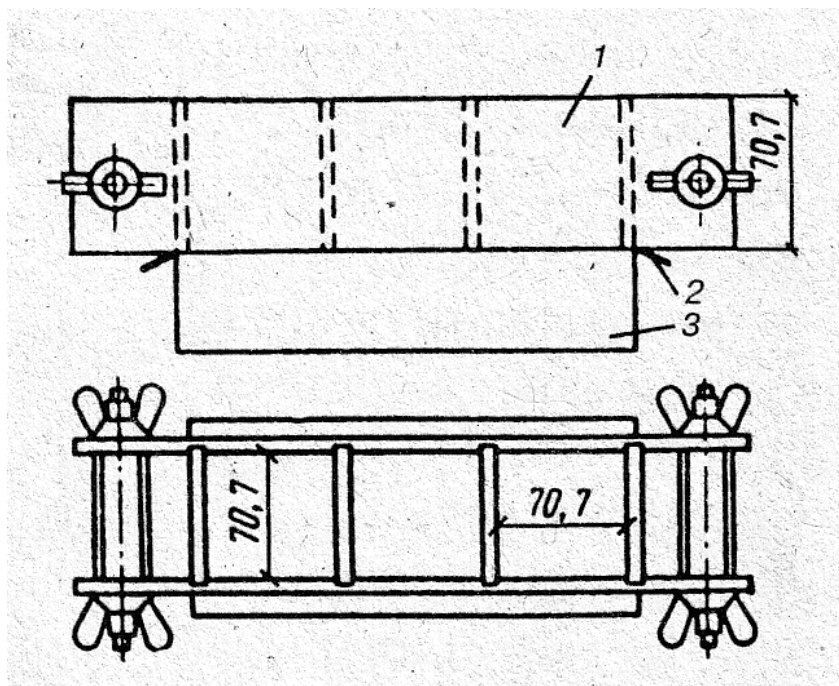


Рис. 7.4. Форма для виготовлення зразків при визначенні марки розчину

Триєдина металева форма заповнюється розчинною сумішшю рухомістю менше 5 см у два шари висотою приблизно 4 см. Шпателем ущільнюються шари суміші. Надлишок розчинної суміші зрізають ножом.

Зразки-куби на гідравлічних в'яжучих витримуються в камері за температури $20 \pm 2^\circ\text{C}$ і відносної вологості повітря 95-100%, а на повітряних в'яжучих – за температури $20 \pm 2^\circ\text{C}$ і відносної вологості повітря $65 \pm 10\%$.

Зразки витримують у формах 24 ± 2 год. Якщо зразки-куби виготовлені з повільно твердіючих розчинних сумішей, їх звільняють з форми через 2-3 доби.

Зразки, виготовлені з розчинної суміші на гідравлічних в'язучих, упродовж 3 діб зберігають у камері за відносної вологості повітря 95-100%, а час, який залишається до випробування, – у приміщенні за відносної вологості повітря $65 \pm 10\%$ чи у воді.

Зразки, які виготовляються з розчинних сумішей на повітряних в'язучих, зберігають у приміщенні за вологості повітря $65 \pm 10\%$.

Під час випробування зразків на стиск руйнівне навантаження повинно становити 20-80% максимального зусилля.

Навантаження на зразок повинно збільшуватися з постійною швидкістю не більше $0,6 \pm 0,4$ МПа/с до його руйнування.

За руйнівне навантаження приймають максимальне зусилля.

Міцність на стиск вираховують для кожного зразка діленням руйнівного навантаження, N , на робочу площу зразка-куба, мм^2 . Розраховують середнє арифметичне результатів випробувань трьох кубів.

Усі отримані результати студенти заносять до лабораторного журналу.

Питання для самоконтролю

1. З чого складаються будівельні розчини?
2. Чим відрізняється розчин на гідравлічних в'язучих речовинах від розчинів на повітряних в'язучих речовинах?
3. Як визначається розшарування розчинної суміші?
4. Опишіть методику визначення рухомості розчинної суміші.
5. Що таке марка будівельного розчину і як її визначають?



Бетон – це штучний кам'яний матеріал, отриманий з раціонально підібраної суміші після її формування і твердіння.

Бетон складається з в'язучої речовини, крупного і дрібного заповнювача, води. Інколи до бетону додають спеціальні суміші, які можуть поліпшити його якість. До формування суміш називають бетонною.

Залежно від крупності зерен заповнювача бетони бувають дрібнозернисті (зерна до 10 мм) і крупнозернисті (зерна від 10 до 150 мм).

За об'ємною масою бетони поділяються на: особливо важкі (об'ємна маса понад 2500 кг/м³); важкі (1800-2500 кг/м³), легкі (500-1800 кг/м³); особливо легкі (об'ємна маса менше ніж 500 кг/м³).

Особливо важкий бетон виробляється на звичайному цементі із заповнювачами, які мають підвищену об'ємну масу.

Важкий бетон готують на звичайних щільних заповнювачах.

Для легких бетонів використовують натуральні чи штучні пористі заповнювачі.

Особливо легкі бетони (ніздрюваті) – це суміш в'язучого, води, тонкомеленого кремнеземного компонента і пороутворювача.

8.1. Легкоукладність бетонної суміші

Ця властивість бетонної суміші оцінюється її рухомістю і жорсткістю.

Легкоукладність – це здатність бетонної суміші заповнювати форму й ущільнюватися в ній під дією сили власної ваги чи зовнішніх механічних дій.

8.1.1. Рухомість бетонної суміші

Готують бетонну суміш з найбільшою крупністю зерен заповнювача 40 мм і визначають її рухомість за допомогою стандартного конуса (рис. 8.1, а). Це металевий зрізаний конус без днища заввишки 300 мм, з діаметром верхньої основи – 100 мм, діаметром нижньої основи – 200 мм.

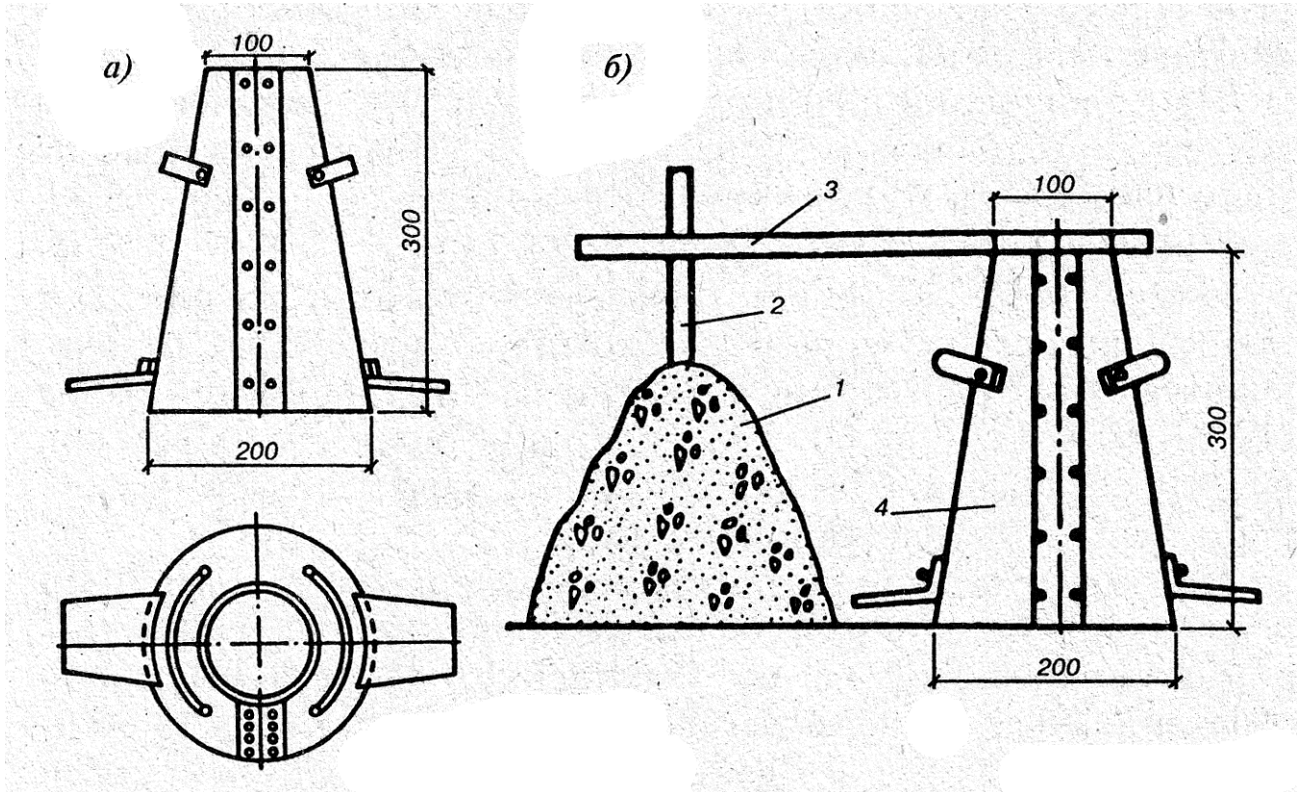


Рис. 8.1. Визначення рухомості бетонної суміші:
а) стандартна форма-конус; б) вимірювання осадки бетонного конуса; 1 – конус бетонної суміші; 2 – лінійка з поділками; 3 – металева лінійка; 4 – форма-конус

Форму очищають, протирають внутрішню частину вологою тканиною і встановлюють на плоску горизонтальну поверхню. Потім через лійку заповнюють форму трьома шарами бетонної суміші. Кожний шар штикується 25 разів стандартним металевим стрижнем (діаметр – 16 мм, довжина – 600 мм) із заокругленими кінцями.

Після штикування останнього шару лійку знімають і надлишок бетонної суміші зрізають кельмою рівно з краями форми.

Металевий зрізаний конус піднімають строго вертикально і встановлюють рядом зі звільненою від форми бетонною сумішшю. Під власною вагою суміш починає осідати.

На верхню основу конуса кладуть металеву лінійку, від нижнього ребра якої другою металевою лінійкою заміряють осадку бетонної суміші з точністю до 0,5 см (рис. 8.1, б).

Підйом конуса повинен вкладатися в час 5-7 с.

Загальний час досліду з початку наповнення конуса і до моменту виміру осадки бетонної суміші не повинен перевищувати 10 хв.

За кінцевий результат приймається середньо-арифметичне значення двох вимірів. Причому результати вимірів можуть відрізнятись один від одного не більше ніж на 1 см при осадці конуса (ОК) – 4 см, не більше ніж на 2 см при ОК – 5 – 9 см і не більше ніж на 3 см при ОК – 10 см.

За ступенем рухомості розрізняють малорухомі бетонні суміші з осадкою конуса 1-3 см, рухомі – 5-15 см і литі – понад 15 см.

8.1.2. Жорсткість бетонної суміші

Цю властивість бетонної суміші визначають за допомогою приладу, який показано на рис. 8.2.

Готується бетонна суміш з максимальною крупністю зерен 40 мм.

Прилад складається з кільця 1, конуса 3, лійки 4, виготовлених зі сталі з гладкою поверхнею.

На вертикальній стінці кільця 1 закріплена фіксувальна втулка 10, в якій обертається штатив 9 з диском 8, який кріпиться через шайбу 6 до штанги 5. На диску є шість отворів 7 діаметром по 5 мм.

Кільце 1 закріплюють на вібромайданчику з частотою 2800-3000 коливань на 1 хвилину і амплітудою 0,5 мм.

У кільце вставляють конус 3 і закріплюють його притискним кільцем 2 з ручками, які заходять у спеціальні пази, і встановлюють лійку 4.

Конус заповнюють бетонною сумішшю в тій самій послідовності, як і для визначення її рухомості, тобто трьома однаковими за висотою шарами зі штикуванням кожного шару металевими стрижнями по 25 разів.

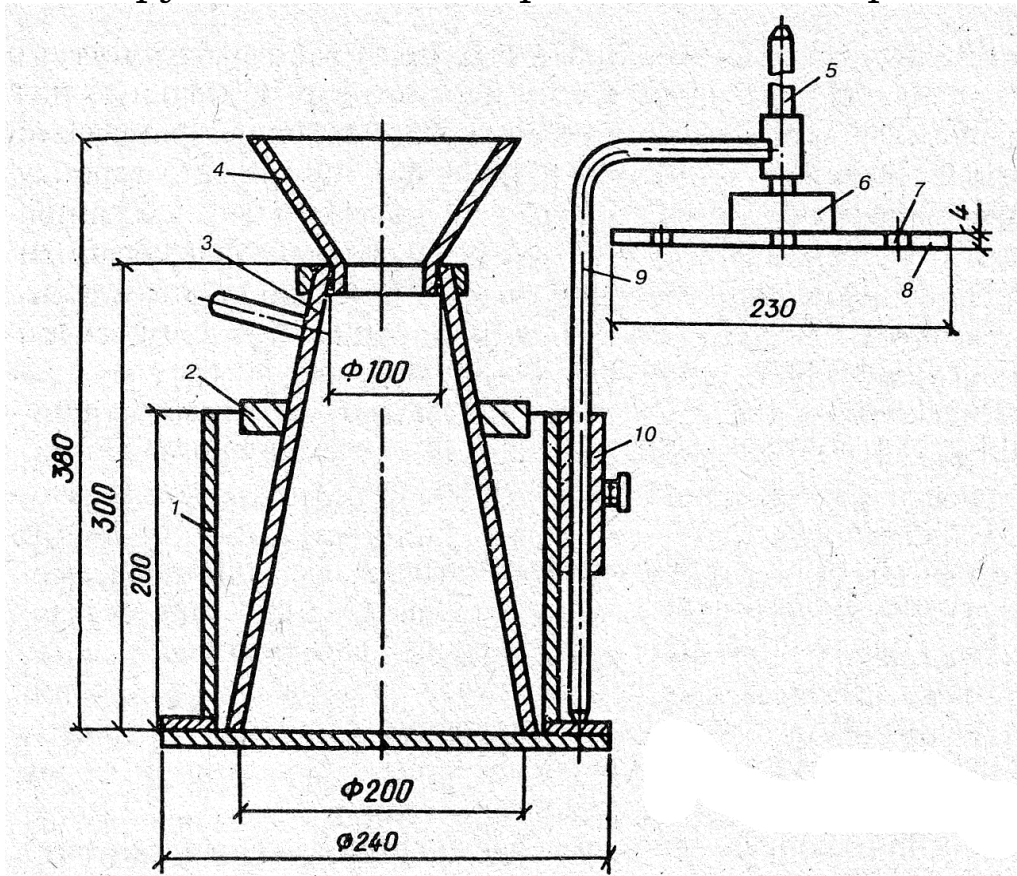


Рис. 8.2. Прилад для визначення жорсткості бетонної суміші

Після зняття конуса повертають навколо вертикальної осі штатив 9 і на відформовану бетонну суміш опускають диск 8 разом зі штангою 5, маса яких повинна складати 2750 ± 50 г. Штатив у потрібному положенні закріплюють гвинтом у фіксувальній втулці 10.

Включають одночасно вібростіл і секундомір, спостерігають, як вирівнюється й ущільнюється бетонна суміш.

Вібрування закінчується тоді, коли починає виділятися цементне тісто з будь-яких двох отворів диска. Одночасно вимикають вібростіл і секундомір.

Отриманий час, s , і є жорсткістю бетонної суміші.

Жорсткість бетонної суміші вираховують як середнє арифметичне результатів двох визначень.

Загальний час випробувань з початку заповнення конуса бетонною сумішшю при новому визначенні і до закінчення визначення жорсткості при другому визначенні не повинен перевищувати 15 хв.

Результати визначення студенти заносять у лабораторний журнал.

8.2. Середня щільність бетонної суміші

Беремо металевий мірний циліндр об'ємом 5 л, якщо крупність заповнювача не перевищує 40 мм, і об'ємом 15 л, якщо крупність заповнювача від 40-70 мм.

У разі ущільнення бетонної суміші ручним способом, тобто штикуванням, циліндр заповнюють бетонною сумішшю різними порціями в три шари.

Кожний шар штикують рівномірно металевим стрижнем. Один шар для циліндра на 5 літрів штикується 16 разів, а на 15 літрів – 35 разів.

Нижній шар бетонної суміші штикується на всю площину шару. При штикуванні наступних шарів стрижень повинен проникати в шар, який лежить нижче, на глибину не більше ніж 2-3 см.

Якщо ущільнення проводиться механічним способом, тобто вібруванням, мірний циліндр заповнюють бетонною сумішшю, закріплюють на вібростолі. Вібрують до появи на поверхні бетонної суміші цементного тіста. Під час вібрування до циліндра невеликими порціями додають бетонну суміш.

Після завершення ущільнення вібростіл вимикають, надлишок бетонної суміші зрізають металевою лінійкою.

Циліндр з бетонною сумішшю зважують і обчислюють середню щільність бетонної суміші, $\text{кг}/\text{см}^3$, за формулою:

$$\rho_{\text{б.сум.}} = \frac{m - m_1}{V}, \quad (8.1)$$

де m – маса мірного циліндра з бетонною сумішшю, кг;

m_1 – маса порожнього циліндра, кг;

V – об'єм циліндра, м³.

Середню щільність бетонної суміші визначають двічі і беруть середнє арифметичне з цих показників.

8.3. Визначення міцності бетону

Для визначення міцності бетону готують зразки-куби розміром 100 x 100 x 100 чи 150 x 150 x 150 мм. Для виготовлення зразків відбирають середню пробу бетонної суміші.

Якщо готуються куби з довжиною грані 100 мм, найбільша крупність зерен заповнювача не може перевищувати 20 мм, а якщо з довжиною грані 150 мм – до 40 мм.

Зразки-куби виготовляють у розбірних металевих формах (рис. 8.3), внутрішня поверхня яких змащується мінеральним маслом, яке чинить опір прилипанню затверділого бетону до поверхні форм.

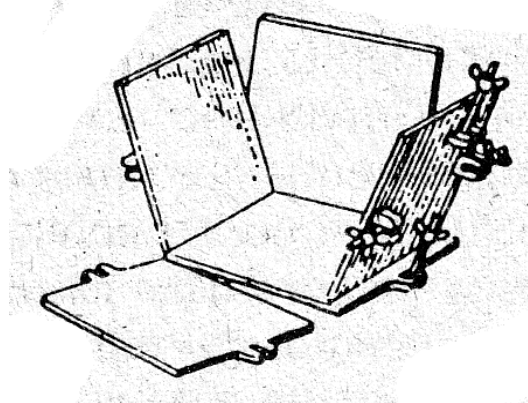


Рис. 8.3. Форма для виготовлення бетонних зразків-кубів

Укладання бетонної суміші до форм і її ущільнення повинно тривати не більше 20 хв, починаючи з відбору проби бетону.

Методи укладання й ущільнення бетонної суміші у формах залежать від її рухомості.

Бетонну суміш з осадкою конуса понад 12 см укладають до форми заввишки до 150 мм в один шар.

Ущільнення бетонних сумішей, в яких осадка конуса менша за 12 см, проводять за допомогою вібрування.

Бетонну суміш кладуть до форми з деяким надлишком, встановлюють і закріплюють її на вібростолі.

Вмикають вібростіл і секундомір одночасно. Вібрування триває до повного ущільнення. Поверхню бетонної суміші у формі вирівнюють металевою лінійкою.

Після ущільнення зразки у формах, покриті вологою тканиною, зберігають у приміщенні за температури повітря 16-20°C упродовж однієї доби.

Зразки-куби виймають з форм і кладуть на зберігання (28 діб) до камери нормального твердіння за температури 20±2°C з вологістю 95%.

За 2-4 години до випробування зразки заносять у лабораторне приміщення, де буде проводитися їх випробування.

Навантаження на зразок під час випробування на гідравлічному пресі повинно зростати безперервно зі швидкістю 0,4 – 0,8 МПа/с до руйнування зразка.

Межа міцності на стиск, МПа, визначається за формулою:

$$R_b = \frac{P}{S}, \quad (8.2)$$

де p – руйнівне зусилля, Н;

S – площа поперечного перерізу, мм².

Результат вираховують як середнє арифметичне трьох випробувань. Якщо найменший результат відрізняється більше ніж на 15% від наступного

показника, тоді межа міцності вираховується як середнє арифметичне з двох найбільших результатів.

Марка бетону визначається як межа міцності при стиску бетонного куба з розміром ребра 150 мм. Якщо ребро куба має розмір 70, 100, 200, 300 мм, межа міцності перераховується, використовуючи відповідні коефіцієнти – 0,85, 0,95, 1,05 і 1,1.

Беручи за основу зразки-куби з розміром ребра 150 мм, для важких бетонів встановлюють наступні марки: М 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800.

Питання для самоконтролю

1. З яких компонентів складається важкий бетон?
2. Як визначається рухомість бетонної суміші?
3. Як поділяються важкі бетони за призначенням?
4. Який прилад потрібен для визначення жорсткості бетонної суміші?
5. За якою формулою визначається межа міцності бетону на стиск?
6. Які марки бетону ви знаєте?



Сировиною для виготовлення органічних в'язучих речовин є бітум і дьоготь.

Бітуми – це складні суміші високомолекулярних вуглеводнів та їхні кисневі, сірчані, азотні похідні.

Бітуми бувають природними і нафтовими.

Дьогті – це ароматичні вуглеводні та їх кисневі, азотні, сірчані похідні.

Залежно від сировини дьогті бувають сланцеві, кам'яновугільні, торф'яні і вироблені з деревини.

Дьогтьові в'язучі речовини мають у своєму складі багато летких компонентів і тому вважаються менш якісними порівняно з бітумними в'язучими речовинами. Однак вони дешевші, краще прилипають до поверхні і більш блискучі, ніж бітумні.

Тому інколи є сенс використовувати суміш дьогтю і бітуму.

Органічні в'язучі речовини мають широкий діапазон використання. З них виробляють бетони і розчини, покрівельні, гідроізоляційні і дорожні мастила, пасти, емульсії, а також низку покрівельних та гідроізоляційних матеріалів.

9.1. Бітуми

Перед визначенням властивостей бітуму його необхідно зневоднити, для цього пробу в ємності поміщають до сушильної шафи і доводять до рухомого стану, нагріваючи тверді і напівтверді бітуми до температури 120-180°C залежно від їх в'язкості.

Розплавлений бітум пропускають через сито з отворами 0,6 – 0,8 мм, ретельно перемішують до повного вилучення бульбашок повітря. Після остигання проба

бітуму вважається підготовленою до проведення вимірювань.

9.1.1. Визначення в'язкості бітуму

В'язкість бітуму визначають за допомогою приладу, який називається пенетрометром (рис. 9.1).

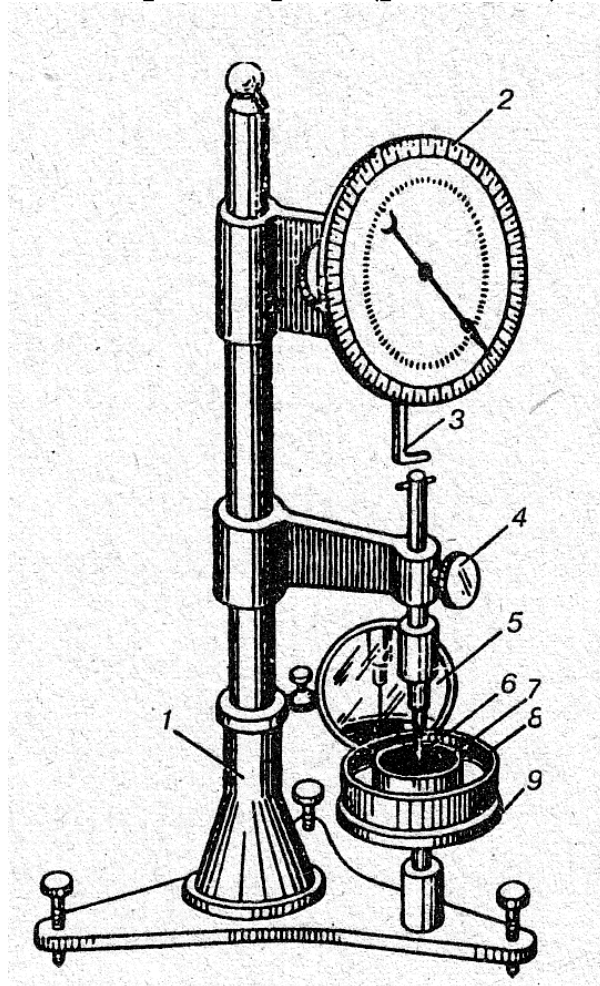


Рис. 9.1. Пенетрометр

Прилад має металевий штатив 1, нижня частина якого закріплюється гвинтами для надання їй горизонтального положення. До опорного майданчика кріпиться столик 9 для встановлення кристалізатора 8 об'ємом не менше 0,3 л і заввишки 45-50 мм з металевою циліндричною ємністю 7 висотою 35 мм і діаметром 55 мм, в яку поміщають бітум.

На верхньому кронштейні штатива закріплено циферблат 2, розділений на 360° , і контактну рейку 3, рух якої передається стрілці циферблата.

На нижньому кронштейні закріплюється вільно падаючий стрижень з голкою 6 і наважкою масою $100 \pm 0,01$ г, який утримується стопорною кнопкою 4.

Вище від столика, збоку, до стійки шарнірно закріплено дзеркало 5.

Сталева голка мусить бути відполірованою із затупленим кінцем. Передбачається довжина голки 50,8 мм, діаметр – 1-1,02 мм.

Бітум заливають у металеву ємність на висоту не менше 30 мм і витримують за температури $18-20^\circ\text{C}$ впродовж однієї години.

Після цього ємність з бітумом поміщають на одну годину до ванни з водою ($t=25^\circ\text{C}$). Висота шару води над бітумом передбачається не менше ніж 25 мм.

Кристалізатор наповнюють водою ($t=25^\circ\text{C}$) і через годину в нього поміщають ємність з бітумом. Кристалізатор встановлюють на столик пенетрометра, підводять голку до поверхні бітуму, але вона повинна тільки торкатися бітуму, не входити в нього. Дзеркало якраз і існує для того, щоб полегшити цю операцію.

Контактну рейку доводять до верхнього майданчика стрижня, що утримує голку, і ставлять стрілку на нуль, після цього запускають секундомір і натискають стопорну кнопку, даючи голці вільно входити в бітум упродовж п'яти секунд.

Після цього відпускають кнопку. Доводять нижню частину контактної рейки до верхнього майданчика стрижня з голкою.

Стрілка, яка пересувається разом з контактною рейкою, показує відстань у градусах, яку пройшла голка за п'ять секунд.

В'язкість вираховується як середнє арифметичне трьох вимірів.

За глибиною проникнення в бітум голки приладу під навантаженням 1 Н упродовж 5 с за температури 25°C роблять висновок про в'язкість бітуму.

В'язкість вираховують у градусах. Причому один градус відповідає глибині проникнення голки на 0,1 мм.

9.1.2. Визначення розтяжності бітуму

Розтяжність – це властивість бітумів розтягуватися в тонкі нитки під впливом зусилля розтягу.

Вона визначається на приладі – дуктилометрі (рис. 9.2), який має дерев'яний ящик, всередині оцинкований емалю. По всій довжині ящика проходить гвинт 1 з насадженими на нього двома полозками 2, які пересуваються по гвинту за допомогою маховичка вручну чи за допомогою електродвигуна 3. На ящику закріплена шкала, по якій ковзає показник, закріплений на полозках.

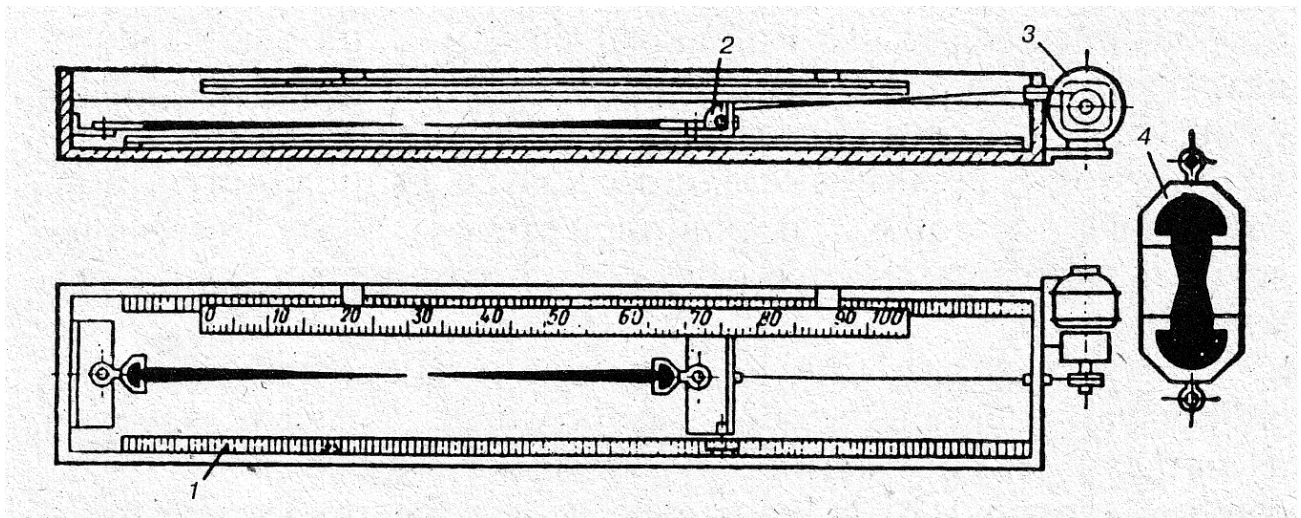


Рис. 9.2. Дуктилометр

Бітум розплавляють, перемішують і наливають у латунні збірні форми 4 з невеликим надлишком.

Внутрішні поверхні форм перед заповненням їх бітумом змащують сумішшю тальку з гліцерином у співвідношенні 1:3 і ставлять на металеву пластину.

Залитий у форми бітум залишають охолоджуватися на повітрі впродовж 30 хв за температури $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Після цього гарячим ножом зрізають надлишок бітуму.

Зразок бітуму з формою і пластиною ставлять в ящик дуктилометра, куди налито воду з $t=25^{\circ}\text{C}$, і витримують у ньому 1,5 години.

Шар води над зразком повинен бути не менше 25 мм.

Перевіряють швидкість руху ползків і температуру води, закріплюють форму в дуктилометрі, знімають бокові частини форми, вмикають електродвигун чи починають обертати маховик, розтягуючи бітум зі швидкістю 5 см/хв. Довжину нитки бітуму, см, відзначену показником у момент її розриву, приймають за показник розтяжності бітуму. Середньоарифметичне значення виводиться з трьох вимірів. Таким чином, розтяжність характеризується довжиною нитки до розриву її за температури 25°C та швидкості витягування 5 см/хв і вимірюється в сантиметрах.

9.1.3. Визначення температури розм'якшення бітуму

Для визначення температури розм'якшення бітуму використовують прилад «Кільце і куля» (рис. 9.3).

Бітум, залитий у кільцеву латунну форму, розм'якшується і під дією ваги металевої кульки видавлюється з кільця на визначену глибину.

Прилад складається з трьох металевих пластин, скріплених на різних відстанях одна від одної стрижнями.

Відстань між двома нижніми пластинами дорівнює 25,4 мм. У середній пластині є два отвори, у кожний із яких вставлені латунні кільця 1 внутрішнім діаметром 15,88 мм, заввишки 6,25 мм і з товщиною стінки 2,38 мм. Посередині верхньої пластини є отвір для термометра 2.

Латунні кільця кладуть на металеву пластину, яку змащують сумішшю тальку з гліцерином (1:3).

Заповнюють кільця розплавленим і перемішаним впродовж 15 хв бітумом з деяким надлишком, який зрізається ножом після охолодження бітуму.

Кільця ставлять горизонтально в отвори на середній пластині приладу. Термометр вставляють у середній отвір

верхньої пластини так, щоб ртутна кулька була на нижньому рівні кільця.

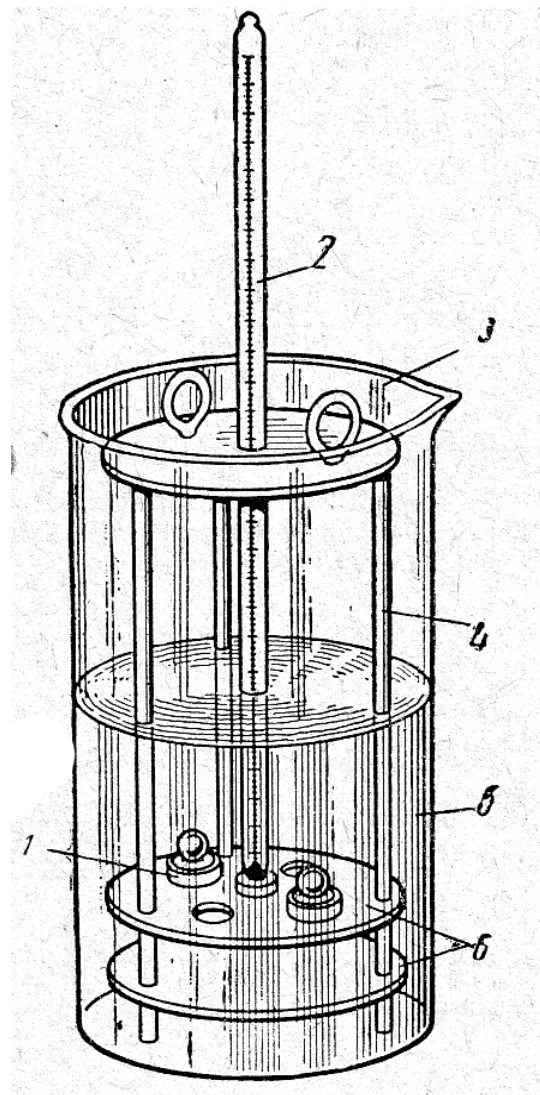


Рис. 9.3. Прилад «Кільце і куля» для визначення температури розм'якшення бітуму: 1 – кільце, куля, бітум; 2 – термометр; 3 – скляний стакан; 4 – штатив; 5 – вода; 6 – майданчики

Стакан 3 наповнюють дистильованою водою з температурою 5°C . У нього ставлять прилад з кільцями. Через 15 хв прилад виймають зі стакана. На кожне кільце в центрі поверхні бітуму кладуть сталеву кульку 1 масою 3,45-3,55 г, діаметром 9,5 мм і поміщають прилад знову у стакан.

На азбестову сітку ставлять стакан з приладом і нагрівають на газовому пальнику зі швидкістю підняття температури $5^{\circ}\text{C}/\text{хв}$.

Під час нагрівання бітум розм'якшується і сталеву кульку разом з бітумом проходить крізь отвір кільця.

Температуру, при якій бітум торкнеться нижнього диска приладу, вважають температурою розм'якшення.

Якщо температура розм'якшення бітуму дорівнюватиме 60°C , то скорочено записують « 60°K і Ш».

Обчислюють результат як середнє арифметичне двох вимірювань.

9.1.4. Визначення температури спалаху бітуму

Для встановлення безпечного технологічного процесу, а також для змішування з наповнювачами треба знати заздалегідь температуру спалаху бітумів (табл. 9.1).

Визначення проводять на приладі (рис. 9.4), що має великий тигель 5, наповнений піском, який підігрівається пальником, і малий тигель 4, в який наливають розплавлений бітум так, щоб рівень його до краю тигля не доходив на 12 мм для бітумів з очікуваною температурою спалаху до 210°C і на 18 мм для тих бітумів, температура спалаху яких вища за 210°C .

До малого тигля ставлять термометр 3 у вертикальному положенні, причому ртутна кулька мусить бути в центрі тигля.

Великий тигель нагрівають полум'ям газового пальника 6 з режимом нагріву 10°C за одну хвилину.

За 40°C до очікуваної температури спалаху швидкість нагрівання зменшують до 4°C на хвилину.

За 10°C до очікуваної температури спалаху підпалюють пристосування і повільно проводять ним по краю малого тигля на відстані 10-14 мм від поверхні бітуму. Довжина полум'я повинна бути 3-4 мм. Поява синього полум'я над поверхнею бітуму приймається за момент його спалаху, а температура, відзначена в цей момент, – за температуру спалаху.

Таблиця 9.1

Фізико-механічні властивості нафтових бітумів

Марка бітуму	Глибина проникнення голки при 25°С 0,1 мм	Розтяг при 25°С, см, не менше	Т,°С, не нижче	
			розм'якшення	спалах
Будівельні бітуми				
БН-50/50	41-60	40	50	220
БН-70/30	21-40	3	70	230
БН-90/10	5-20	1	90	240
Бітуми для покрівлі				
БНП-45/180	140-220	не нормується	40-50	240
БНП-90/40	35-45	не нормується	85-95	240
БНП-90/30	25-35	не нормується	85-98	240
Дорожні бітуми				
БНД-200/300	201-300	-	35	200
БНД-130/200	131-200	65	39	220
БНД-90/130	91-130	60	43	220

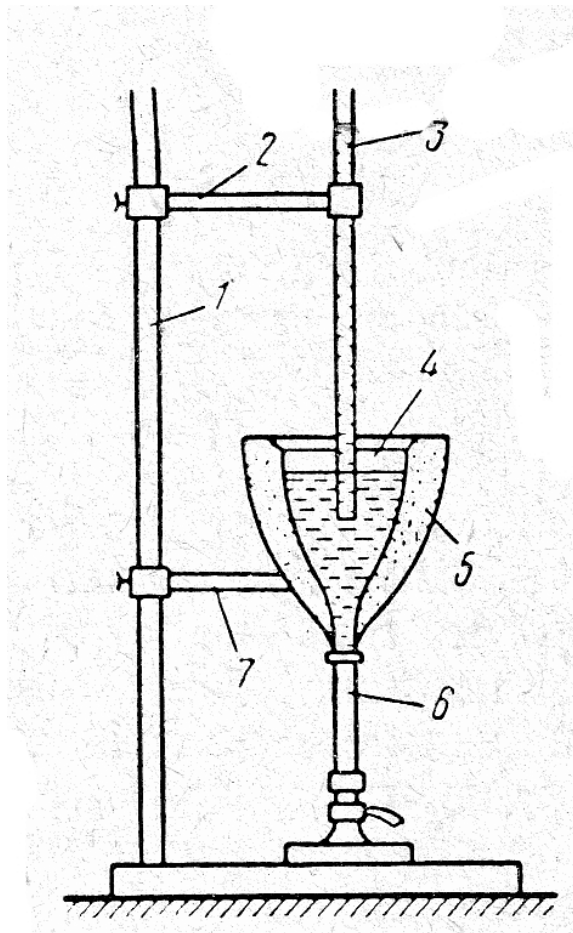


Рис. 9.4. Прилад для визначення температури спалаху бітуму: 1 – штатив; 2 – затискач; 3 – термометр; 4 – металевий тигель; 5 – піщана баня; 6 – пальник; 7 – кільце

Питання для самоконтролю

1. Що є сировиною для отримання бітуму і дьогтю?
2. Які негативні якості дьогтю, що обмежують його використання порівняно з бітумом?
3. Які будівельні матеріали виготовляють за допомогою бітуму і дьогтю?
4. Як визначають в'язкість бітуму?
5. З чого складається прилад для визначення розм'якшення бітуму?
6. Як визначити температуру спалаху бітуму?



Деревина – це сировина, яка високо ціниться в будівництві та архітектурі за її легкість, низьку теплопровідність, високу міцність за незначної щільності та можливість легкої обробки.

Однак матеріали з деревини мають і вагомі недоліки: анізотропність (різні властивості в різних напрямках), високу гігроскопічність, здатність всихатися, коробитися і розтріскуватися, загнивати і загорятися.

Низку недоліків можна ліквідувати за допомогою хімічної та хіміко-механічної обробки, антисептиків і антипіренів.

Сьогодні з відходів деревини різних розмірів у суміші з полімерами наступним гарячим пресуванням отримують плити, які використовують у будівництві як конструкційний, тепло- і звукоізоляційний матеріал.

10.1. Фізичні властивості деревини

До фізичних властивостей деревини належать: колір, запах, щільність, вологість, всихання, розбухання, короблення, розтріскування, електро-, тепло- і звукопровідність.

Визначення фізичних властивостей не потребує руйнування дослідного зразка з деревини. Зразки оглядають, зважують, висушують і вимірюють, роблячи відповідні висновки.

10.1.1. Визначення вологості деревини

Зразки розміром 20 x 20 x 30 мм зважують і поміщають до сушильної шафи, де за температури $103 \pm 2^\circ\text{C}$ висушують до постійної маси, потім в ексикаторі

з безводним хлористим кальцієм або сірчаною кислотою з концентрацією не менше ніж 95% охолоджують до кімнатної температури.

Вологість деревини визначають за формулою:

$$W = \frac{g_1 - g}{g} \cdot 100, \quad (10.1)$$

де g_1 – маса зразка до висушування, г;

g – те ж саме після висушування, г.

10.1.2. Визначення водопоглинання деревини

Цю властивість деревини визначають на зразках розміром 30 x 30 x 10 мм (останній розмір вздовж волокон). Зразки висушують до абсолютно сухого стану, зважують і вимочують у дистильованій воді 30 діб і знову зважують.

Водопоглинання визначають за формулою:

$$B = \frac{g_2 - g}{g} \cdot 100, \quad (10.2)$$

де g – маса абсолютно сухого зразка, г;

g_2 – маса зразка, насиченого водою, г.

10.1.3. Визначення щільності деревини

Щільність деревини визначають при її вологості в момент дослідження і в абсолютно сухому стані.

Визначення щільності деревини при вологості в момент дослідження виконується на зразках 20 x 20 x 30 мм (останній розмір уздовж волокон). Зразки повинні мати прямі кути і гладкі поверхні. Розміри поперечного перерізу і довжину (a , b і l) вимірюють штангенциркулем по осях симетрії зразків. Об'єм зразка обчислюють з

точністю до 0,01 см³. Одразу після вимірів зразок зважують і вираховують щільність за формулою:

$$\rho_m(W) = \frac{m_w}{V_w}, \quad (10.3)$$

m_w – маса зразка за вологості W , г;

V_w – об'єм зразка за вологості W , см³.

Знайдену щільність перераховують на стандартну (12%) вологість деревини:

$$\rho_m(12) = \rho_m(W)(1 + 0,01(1 - k_0) \cdot (12 - W)), \quad (10.4)$$

де k_0 – коефіцієнт об'ємного висушування, %;

W – вологість.

Якщо не визначався коефіцієнт об'ємного висушування, то при перерахуванні для бука, берези і модрина значення його беруть рівним 0,6, а для інших порід деревини – 0,5.

Щільність деревини в абсолютно сухому стані визначається на зразках розміром 20 x 20 x 30 мм (останній розмір вздовж волокон). Зразки висушують упродовж трьох годин за температури 50-60°C. Після цього зразки висушують у сушильній шафі за температури 103±2°C до постійної маси. Висушені зразки зважують і заміряють штангенциркулем розміри поперечного перерізу (a_0 , b_0) та довжину l_0 по всіх осях симетрії зразків.

Щільність зразків в абсолютно сухому стані визначають за формулою:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{a_0 b_0 l_0}, \quad (10.5)$$

де m_0 – маса зразка в абсолютно сухому стані, г;

a_0 , b_0 , l_0 – розміри зразка, см.

10.2. Механічні властивості деревини

Механічні властивості – це здатність деревини чинити опір дії зовнішніх сил. Основною механічною властивістю деревини є міцність на стиск, розтяг і згин.

Міцність деревини залежить від багатьох чинників, які треба обов'язково враховувати: вік породи деревини, напрямок діючого навантаження, наявність вад.

10.2.1. Визначення межі міцності на стиск уздовж волокон

Цей показник визначають на зразках розміром 20 x 20 x 30 мм (останній розмір вздовж волокон) (рис. 10.1).

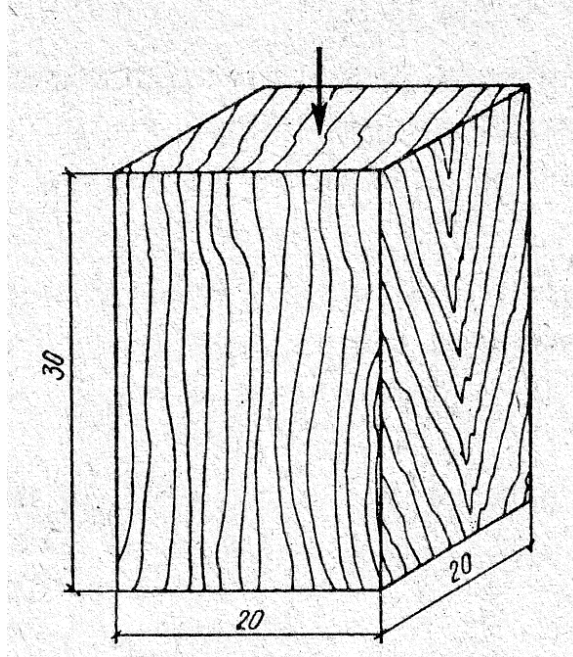


Рис. 10.1. Зразок для дослідження на стиск уздовж волокон

Зразки замірюють і піддають випробуванню. Пристрій зі зразками поміщають між головками машини і легко затискають його. Швидкість подачі навантаження на зразок повинна бути рівномірною і становити 25000 ± 500 Н/хв упродовж усього часу випробування.

Закінчується випробування, коли стрілка приладу почне рухатися у зворотному напрямі.

Межа міцності на стиск уздовж волокон при заданій вологості деревини визначається з точністю не більше ніж 0,5 МПа:

$$R_w = \frac{P_{\max}}{ab}, \quad (10.6)$$

де P_{\max} – максимальне навантаження, Н;
 a, b – розміри поперечного перерізу зразка, мм.

10.2.2. Визначення межі міцності на розтяг уздовж волокон

Готують зразки за формою і розмірами, вказаними на рис. 10.2.

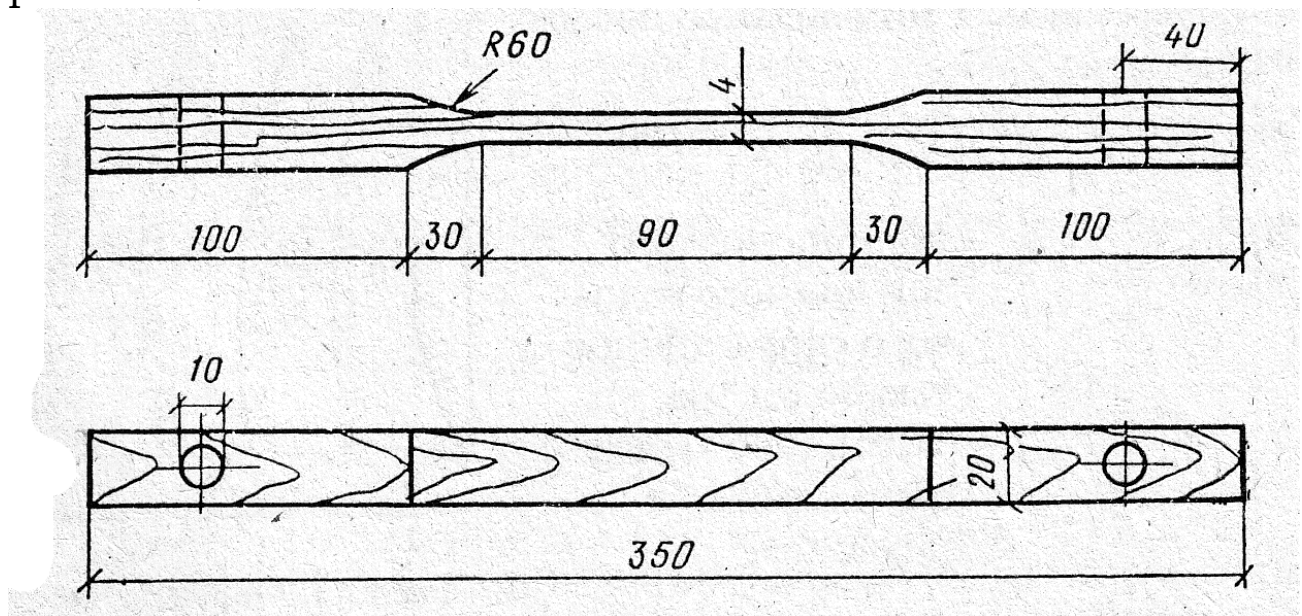


Рис. 10.2. Форма і розміри зразка для дослідження на розтяг уздовж волокон

Межу міцності R_w деревини з вологістю W в момент випробування вираховують з точністю до 1 МПа за формулою:

$$R_w = \frac{P_{\max}}{ab}, \quad (10.7)$$

де p_{\max} – максимальне навантаження, Н;
 a , b – розміри поперечного перерізу робочої частини зразка, мм.

10.2.3. Визначення межі міцності деревини на згин

Для випробувань беруть зразки за формою бруска квадратного перерізу розмірами 20 x 20 x 300 мм (останній розмір уздовж волокон).

Під час випробування (рис. 10.3) зразок кладуть на дві нерухомі опори з віддалю між їх центрами 240 мм.

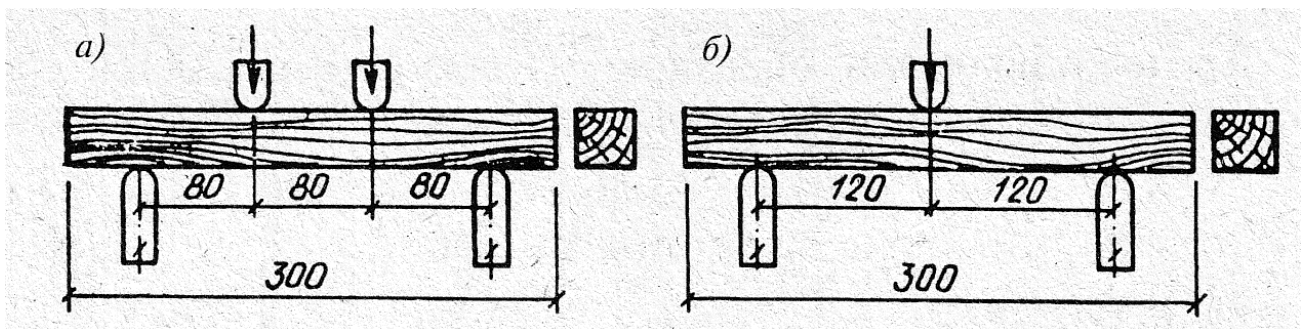


Рис. 10.3. Схеми дослідження деревини на статичний згин: а) при навантаженні у двох точках на третині віддалі між опорами; б) при навантаженні в одній точці по середині віддалі між опорами

Навантаження передається у двох або одній точці. Швидкість навантаження зразка мусить бути рівномірною впродовж усього часу випробування: $7 \pm 1,5$ кН/хв – за схеми (див. рис. 10.3, а) і 5 ± 1 кН/хв – за схеми (див. рис. 10.3, б).

Триває випробування до руйнування зразка, тобто до моменту руху стрілки силовимірювача у зворотному напрямі.

Межа міцності на згин при даній вологості взірця визначається з точністю до 1 МПа за формулами:

- при навантаженні у двох точках:

$$R_w = \frac{p_{\max} l}{bh^2}, \quad (10.8)$$

- при навантаженні в одній точці:

$$R_w = \frac{3p_{\max} l}{2bh^2}, \quad (10.9)$$

де p_{\max} – максимальне руйнівне навантаження, Н;
 l – віддаль між опорами, мм;
 b, h – ширина і висота зразка, мм.

10.3. Вади деревини

Вади обмежують, а інколи й знецінюють деревину як будівельний і архітектурний матеріал.

Вивченню деяких із них треба приділити серйозну увагу: вади будови деревини, сучки, тріщини, гриби і комахи.

Виконуючи цю частину роботи, необхідно визначити групи вад, зробити замальовки, описати і охарактеризувати їх вплив на якість деревини.

10.3.1. Вади будови деревини

Розглянемо основні з них.

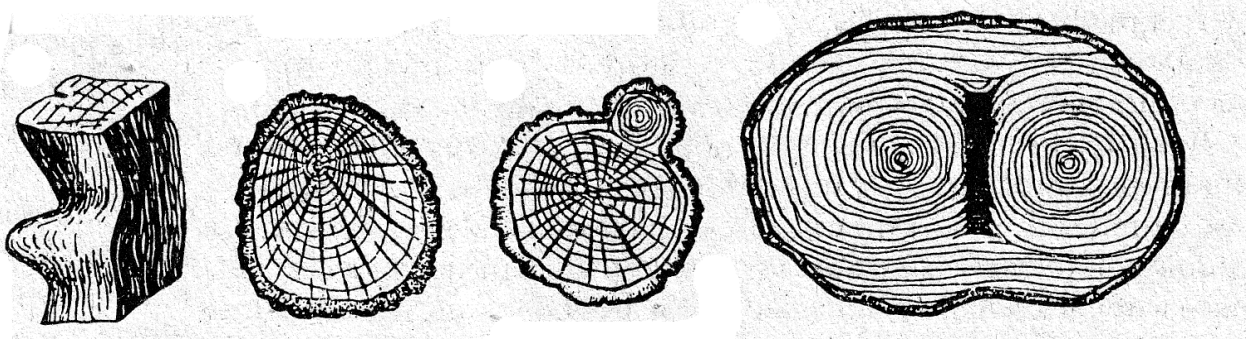
Завилькуватість (рис. 10.4, а) мають, як правило, листяні дерева і характеризується вона особливим розташуванням волокон. Ця вада знижує міцність деревини і ускладнює її обробку.

Крень (рис. 10.4, б) – потовщення деревини з одного боку, що призводить до підвищення її твердості. Ступінь цієї вади визначають у відсотках відносно загальної площини торця.

Пасинок (рис. 10.4, в) – це сучок, який щільно прилягає до стовбура. У поперечному перерізі чітко видно розділ між стовбуром і його пасинком. Ця вада знижує міцність і сортність деревини.

Подвійна серцевина (10.4, г). У поперечному розрізі видно, що деревина має дві серцевини. Ця вада

ускладнює переробку, збільшує кількість відходів, призводить до розтріскування.



а)

б)

в)

г)

Рис. 10.4. Вади будови деревини: а) завилькуватість; б) крень; в) пасинок; г) подвійна серцевина

10.3.2. Види сучків

Сучки – це основа гілок дерева, яка може бути живою або відмерлою. Розміри, стан, якість сучків впливають на якість розпилювання деревини. Зрощені або частково зрощені тверді сучки є здоровими (рис. 10.5, а).

До незрощених належать випадаючі тверді сучки (рис. 10.5, б), які не зв'язані з навколишньою деревиною. Як правило, вони випадають при висиханні і механічній обробці.

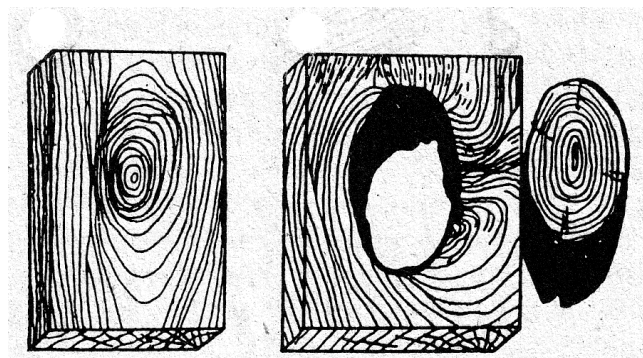


Рис. 10.5. Види сучків: а) здоровий; б) випадаючий

Бувають рихлі і тютюнові сучки. Це відмерлі гілочки, деревина яких втратила механічну міцність.

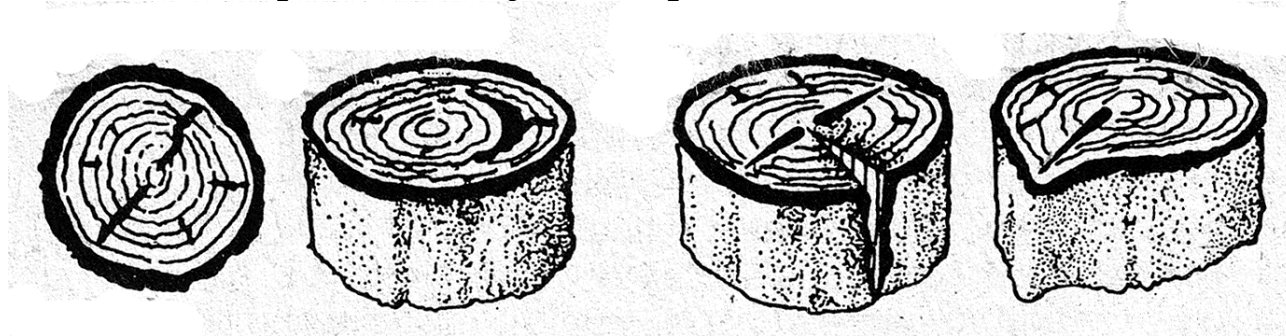
Тютюнові сучки за найменшого натиску перетворюються на коричневий порошок. Ці сучки свідчать про наявність у деревині ядрової гнилі. Сучки в загальному плані порушують однорідність будови і погіршують зовнішній вигляд деревини.

10.3.3. Тріщини в деревині

Тріщини в деревині мають різне походження, пов'язане з внутрішніми і зовнішніми напруженнями. Тріщини порушують цілісність матеріалу, зменшують міцність деревини і знижують відсоток виходу якісного шпону і пиломатеріалів.

Метик (рис. 10.6, а) – це поздовжня внутрішня тріщина, яка, як правило, не доходить до периферії стовбура. Ця вада порушує цілісність деревини, що призводить до зниження її сортності.

Відлуп (рис. 10.6, б) є внутрішньою тріщиною, яка проходить по річному шарі. Вона утворюється під дією морозу і вітру. Відлуп порушує цілісність пиломатеріалів, що своєю чергою знижує їх сортність.



а)

б)

в)

г)

Рис. 10.6. Види тріщин: а) метик звичайний; б) відлуп; в) морозобоїна відкрита; г) морозобоїна закрита

Морозобоїна виникає при сильних морозах і має зовнішній характер. Вона, найчастіше, проходить на всю глибину аж до серцевини дерева. Морозобоїна буває відкритою (рис. 10.6, в) і закритою (рис. 10.6, г). Вона порушує цілісність деревини, змінює форму стовбура, знижує сортність пиломатеріалів, а також сприяє появі гнилі в деревині.

10.3.4. Пошкодження деревини грибами

Гриби інколи забарвлюють деревину і не змінюють її фізико-механічних властивостей, а інколи, навпаки, разом із зміною кольору знижують фізико-механічні характеристики. Видів грибів багато. Деякі з них з'являються на дереві, яке росте, а деякі на зрізаному дереві.

Ознакою зараження деревини грибами є поява на поверхні її білого пушка, ниток або плям гнилі.

Найбільше руйнування дерев'яним конструкціям наносять домові гриби (рис. 10.7).

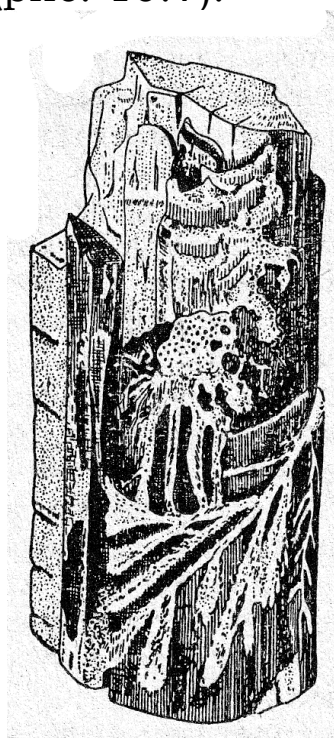


Рис. 10.7. Деревина, пошкоджена домовими грибами

Вологість понад 25%, температура навколишнього середовища $18\pm 20^{\circ}\text{C}$ і відсутність провітрювання – це найкращі умови для появи домових грибів. Спочатку вони утворюють буру гниль, а потім появу тріщин уздовж і впоперек волокон. Впродовж короткого часу дерев'яні конструкції, уражені домовими грибами, можуть стати аварійними.

10.3.5. Пошкодження деревини комахами

Найбільш розповсюджені комахи, які руйнують деревину, – жуки-короїди, жуки-точильники, шашіль.

Жуки-короїди здатні руйнувати деревину всіх порід. Вони утворюють поверхневі ходи.

Жук-точильник вражає дерев'яні елементи будівель. Ці жуки утворюють дрібні круглі отвори, з яких висипається борошно деревини жовтого кольору. Шашіль ще має назву морський хробак, бо руйнує підводні частини дерев'яних портових споруд за дуже короткий термін.

Вивчаємо комах і заміряємо червоточину, яку вони залишають на дереві. Червоточина буває поверхнева, неглибока, глибока і наскрізна (рис. 10.8, а, б, в, г). Червоточину заміряють за найменшим діаметром, мм, і за кількістю штук; у пилопродукції – на 1 м довжини чи всю сторону сортаменту; у шпоні – на 1 м² чи всю площу листа.

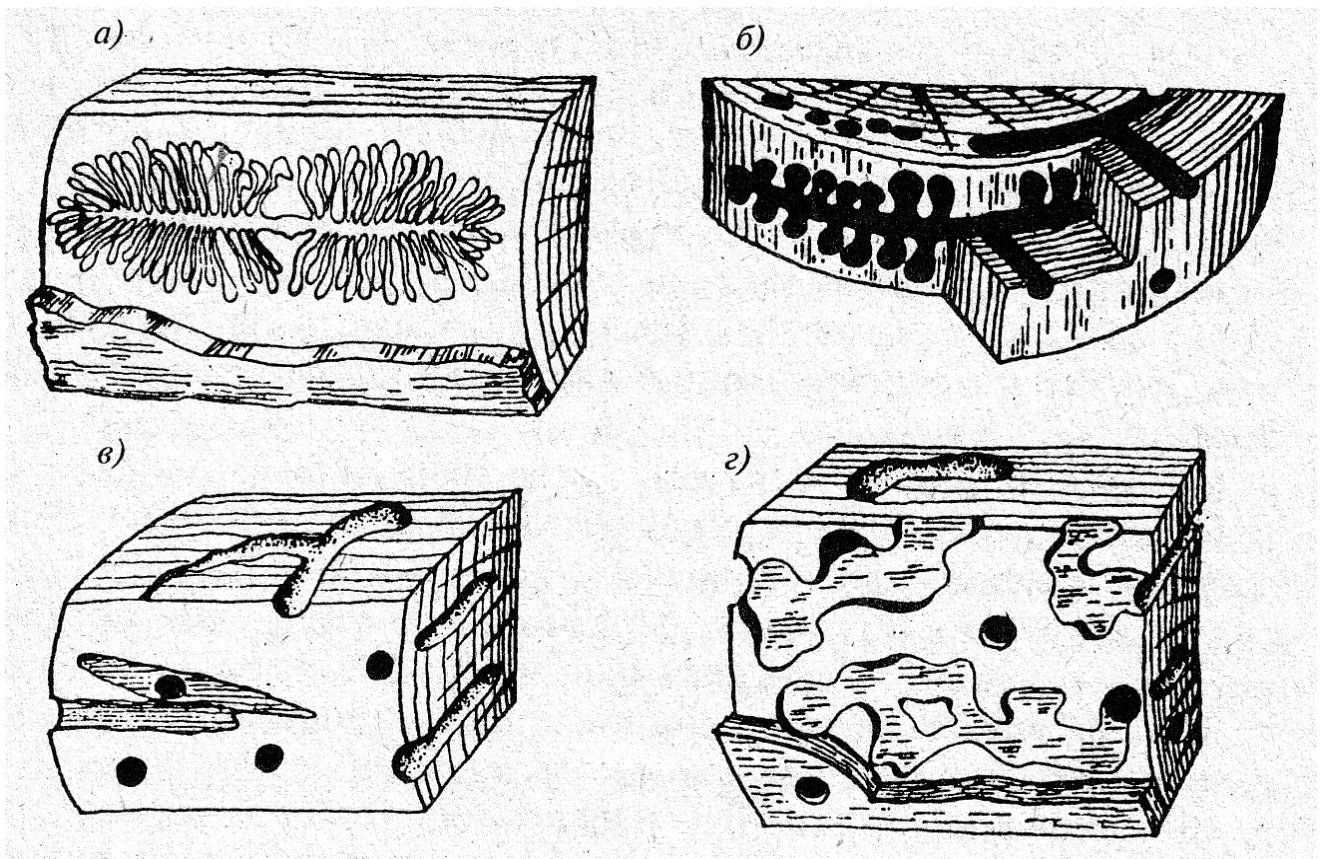


Рис. 10.8. Червоточина:

а) поверхнева; б) неглибока; в) глибока; г) наскрізна

Питання для самоконтролю

1. На які види поділяються дерева, що ростуть?
2. Які дерева становлять більший інтерес для будівельників?
3. Як визначається водопоглинання деревини?
4. Як проводять визначення межі міцності деревини на стиск уздовж волокон?
5. Перелічіть відомі вам вади деревини.
6. Що таке антисептики?
7. Що таке антипірени?
8. На які групи поділяються гриби – шкідники деревини?
9. Які комахи найбільше вражають деревину?



До теплоізоляційних матеріалів належать пористі матеріали, які мають середню щільність не більше ніж 600 кг/м^3 і теплопровідність не більше ніж $0,18 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$.

Теплоізоляційні матеріали виготовляють з неорганічних (скло, азбест, гірські породи) і органічних (пластмаси, торф, рослинні волокна) матеріалів.

Неорганічна група об'єднує мінеральну вату, піноскло і волокна зі скла, перліт, вермикуліт і групу азбестових матеріалів.

До органічної групи належать: картон, волок, фіброліт, арболіт, торфоплити, міпора, пінополістирол, пінополівінілхлорид, пінополіуретан.

Випускають теплоізоляційні матеріали різні за формою: сипкі, рулонні, шнурові і жорсткі.

11.1. Властивості теплоізоляційних матеріалів

Як правило, під час випробування теплоізоляційних матеріалів визначають їх вологість, щільність, коефіцієнт теплопровідності, міцність. У рамках лабораторної роботи для студентів проводимо визначення деяких властивостей популярного теплоізоляційного матеріалу – мінеральної вати.

Мінеральна вата – це теплоізоляційний матеріал у вигляді склоподібних волокон, які отримують із силікатних сплавів. Сировиною можуть бути: базальти, граніти, діорити, вапняки, мергелі, доломіти.

Мінеральна вата має малу щільність, вогне- і біостійкість, малу гігроскопічність і низьку теплопровідність.

Використовують її для ізоляції гарячих трубопроводів з температурою теплоносія до 600°C, напівжорстких плит, прошивних матів.

11.1.1. Визначення вологості мінеральної вати

Беруть три наважки мінеральної вати по 10 г кожна. Наважки висушують у сушильній шафі за температури 105-110°C до постійної маси і зважують з точністю до 0,01 г.

Вологість мінеральної вати визначають за формулою:

$$W = \frac{m - m_1}{m_1} \cdot 100, \quad (11.1)$$

де m – наважка мінеральної вати, г;

m_1 – висушена наважка мінеральної вати, г.

Результат отримують як середньоарифметичне значення трьох вимірів. Вологість не повинна перевищувати 2%.

11.1.2. Визначення щільності мінеральної вати

Зважують 0,5 кг мінеральної вати і вкладають горизонтальними шарами в металевий циліндр 1 приладу (рис. 11.1).

Зверху на мінеральну вату опускають за допомогою підйимального пристрою 4 металевий диск 2 масою 7 кг, що відповідає тиску 2 кПа (0,02 кГс/см²).

Витримують вату під навантаженням 5 хвилин. Висоту стисненого шару мінеральної вати у циліндрі визначають за шкалою, яка знаходиться на стрижні 3.

Щільність мінеральної вати визначають з точністю 10 кг/м³ за формулою:

$$\rho_m = \frac{m}{V(1 + 0,01W)}, \quad (11.2)$$

де m – маса вати (0,5 кг);
 V – об'єм вати, м³, яка перебуває під навантаженням
2 кПа (0,02 кГс/см²);
 W – вологість вати, %.

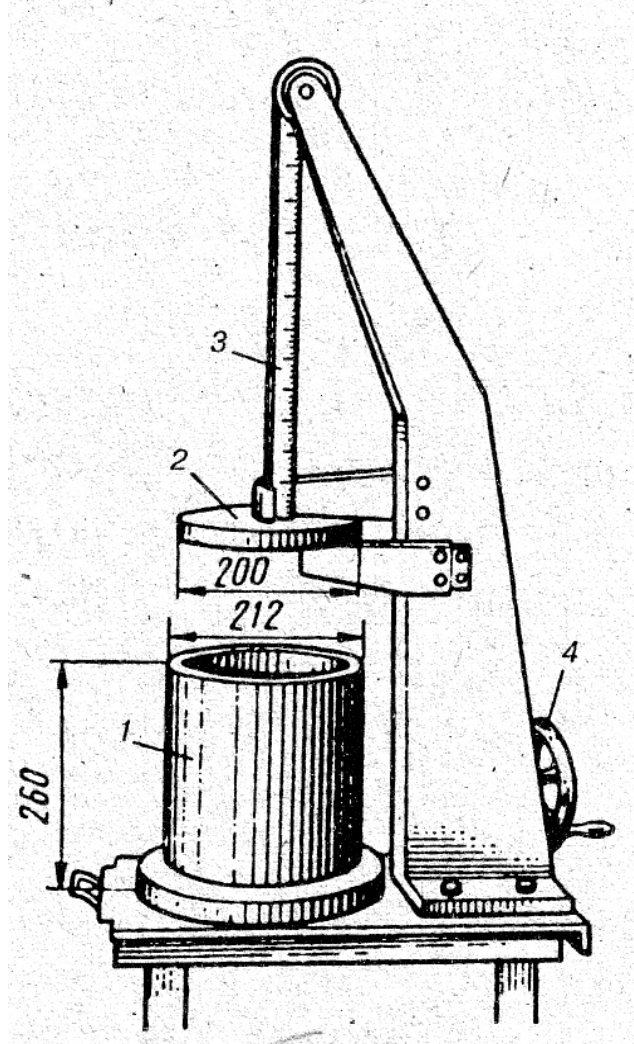


Рис. 11.1. Прилад для визначення щільності мінеральної вати

Проводять три заміри і вираховують результат як середньоарифметичне значення цих вимірювань.

Залежно від щільності мінеральна вата буває трьох марок – 75, 100, 125.

Питання для самоконтролю

1. Які ви знаєте основні характеристики теплоізоляційних матеріалів?

2. Де необхідні теплоізоляційні матеріали?
3. Яка сировина використовується для виготовлення теплоізоляційних матеріалів?
4. Як визначають вологість мінеральної вати?
5. Як поділяються теплоізоляційні матеріали за формою?
6. Яка методика визначення щільності мінеральної вати?

**БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ
ПОЛІМЕРІВ**

Будівельні полімерні матеріали використовують для покриття підлог, для внутрішнього оздоблення стін, облицювання панелей, в якості погонажних виробів, мастик і клеїв.

Полімери – це хімічні сполуки з високою молекулярною масою – від декількох тисяч одиниць до сотень тисяч. До їх складу входять тисячі атомів, пов'язаних один з одним силами головних чи координаційних валентностей.

Велика міцність, невелика об'ємна маса дають змогу отримати легкі і міцні тонкостінні будівельні матеріали на основі полімерів, що є їх великою перевагою порівняно з іншими будівельними матеріалами.

Полімери мають незначну теплопровідність, яка коливається в межах 0,026 – 0,65 ккал/м·год·град., що дає змогу виробляти велику кількість теплоізоляційних матеріалів.

Мала стиранисть полімерів дозволила створити різні види лінолеумів і релінів.

До переваг полімерних матеріалів можна зарахувати водостійкість, хімічну стійкість, здатність рівномірно фарбуватися в різні кольори, легкість обробки, прозорість.

Водночас полімерні матеріали мають низку недоліків: низьку теплопровідність, малу поверхневу твердість, повзучість, горючість, високий коефіцієнт термічного розширення, токсичність, старіння.

Сировиною для отримання полімерів є нафта, газ, вугілля.

За методом отримання розрізняють полімери, отримані методом полімеризації (поліетилен, полістирол,

полівінілхлорид, поліізобутилен) і методом поліконденсації (фенолальдегіди, поліефірні, епоксидні).

За реакцією на нагрівання полімери поділяють на термопластичні (поліетилен, поліпропілен, полістирол, поліакрилати) і термореактивні (фенолальдегідні, поліефірні, епоксидні, кремнійорганічні).

12.1. Визначення твердості пластичних мас

Для визначення твердості пластичних мас використовують прилад ТШМ-2 (рис. 12.1).

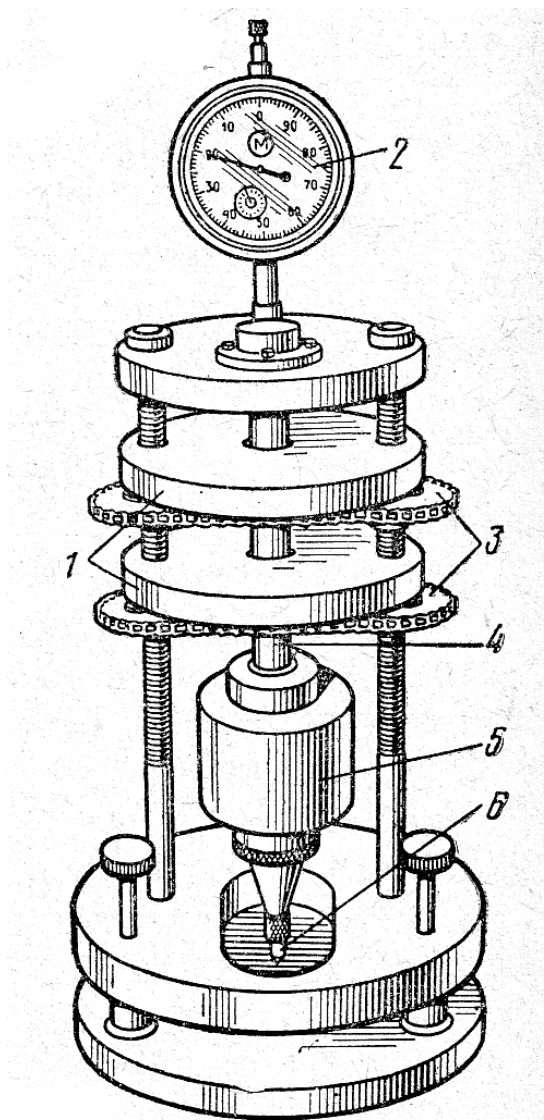


Рис. 12.1. Прилад ТШМ-2 для визначення твердості та пружності пластичних мас: 1 – майданчик; 2 – індикатор; 3 – зірочка з ланцюжком; 4 – стрижень; 5 – вантаж; 6 – кулька

Готують зразки у вигляді брусків товщиною не менше ніж 5 мм і шириною 15 мм. Випробування проводять у приміщенні з температурою $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Перед випробуванням зразки впродовж не менше ніж 16 годин витримують у цьому приміщенні.

Брусок поміщають на опору таким чином, щоб кулька знаходилась у центрі його ширини. Потім кульку притискають пружиною до бруска і на кінець важеля поміщають вантаж, який натискає на кульку зусиллям у 500 кН для пластмас з твердістю до 200 МПа чи 2,5 кН для пластмас з твердістю понад 200 МПа. Ставлять на нульову поділку стрілку на циферблаті індикатора. Навантаження прикладають поступово, збільшуючи його від нуля до вибраного значення впродовж 30 секунд.

Максимальне навантаження витримують упродовж 1 хв, після чого повільно знімають. Глибину відбитку при вибраному навантаженні відзначають з точністю до 0,01 мм через 1 хв після початку прикладення навантаження і через 1 хв після зняття навантаження.

Після проведення першого випробування з важеля знімають вантаж і переводять важіль у початкове положення.

Вдруге визначають твердість бруска, переставляючи його на опорі так, щоб центр другого відбитка був на відстані не менше ніж 7,5 мм від центра першого.

Випробовують три бруски, на кожному з них проводять по два визначення.

Твердість визначають за формулою:

$$HB = \frac{P}{\pi dh}, \quad (12.1)$$

де P – навантаження, яке прикладається до кульки, Н;

d – діаметр кульки, мм;

h – глибина відбитка кульки, мм.

Результат вираховують як середньоарифметичне значення випробування трьох брусків.

12.2. Визначення межі міцності пластичних мас на розтяг

Готують зразки з пластмас, розмірами, вказаними на рис. 12.2.

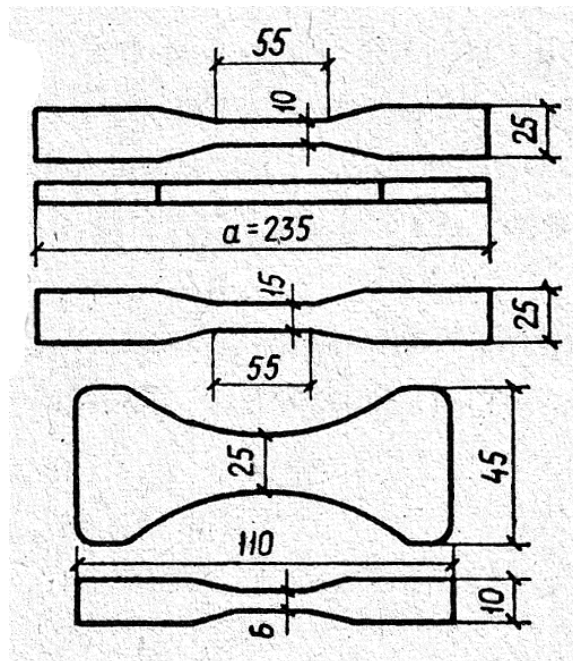


Рис. 12.2. Зразки для дослідження пластичних мас на розтяг

Зразок закріплюють затискачами розривної машини. Вмикаючи електродвигун, поступово збільшують навантаження. Швидкість руху затискачів повинна відповідати при холостому ході 10-15 мм/хв для твердих пластмас і 100-500 мм/хв – для еластичних.

Відзначають руйнівне навантаження після повного руйнування зразка.

Межа міцності пластмаси на розтяг, МПа, дорівнює:

$$R_p = \frac{P}{bh}, \quad (12.2)$$

де p – руйнівне навантаження, Н;

b , h – ширина і товщина зразка до випробування, мм.

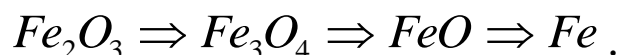
Питання для самоконтролю

1. З якої сировини виробляють пластмаси?
2. Як поділяються пластмаси за методикою отримання?
3. В яких межах коливається теплопровідність пластмас?
4. Як визначається твердість пластмас?
5. Як поділяються пластмаси за реакцією на нагрівання?
6. Яка методика визначення межі міцності пластмас на розтяг?
7. Які будівельні і архітектурні матеріали виробляють із пластмас?



Метали поділяються на чорні і кольорові. Велика потреба будівельної галузі якраз у чорних металах. Для їх отримання в природі є багато різних руд.

З цієї сировини в доменних печах отримують залізо, збагачене вуглецем, за схемою:



Якщо залізо має вуглецю від 2 до 6% – це є чавун.

Випускають чотири види чавунів: білий, сірий, ковкий, високоміцний. Тільки з білого чавуну роблять сталі. Вони мають у своєму складі до 2% вуглецю. Різна кількість вуглецю зумовлює різні властивості чавуну і сталі.

Чавун має високі литтєві якості, малу здатність до пластичних деформацій.

Сталь має високу міцність, твердість та зносостійкість.

Перед тим як використовувати сталі в будівництві, треба чітко знати, як вони чинять опір розтягу, стиску, удару, яку вони мають твердість.

Велика кількість сталей використовується як арматура в різних залізобетонних конструкціях, в армованому склі.

Технологічними випробуваннями встановлюють здатність арматурної сталі сприймати деформації без появи в ній тріщин, розшарувань, надривів.

13.1. Визначення твердості сталі

Твердість сталі – це здатність її чинити опір проникненню в неї іншого матеріалу, більш твердого.

Існує декілька методів визначення твердості: О.Вікерса, М.Роквелла, Л.Брінеля.

Найпоширеніший метод, розроблений Л.Брінелем. Цей метод полягає в тому, що в попередньо відшліфовану поверхню дослідного зразка вдавлюється сталева загартована кулька під визначеним навантаженням. За діаметром отриманого на зразку відбитка визначають твердість сталі.

Прилад (рис. 13.1) складається зі станини 1 з підймальним гвинтом 2, на якому за допомогою опори закріплений столик 3 для дослідних зразків.

У головці приладу 5 розміщується шпindel 4, до якого вставляють наконечники зі сталевими кульками різного діаметра. Шпindel спирається на пружину 6.

За допомогою важелів 7 і 8 та шатуна 11, закріпленого на осі 9, подають навантаження на шпindel. На вільному кінці важеля 8 є підвіска 10 для встановлення на ній вантажу.

Електродвигун, який розміщений на станині збоку, приводить в рух шатун 11. Він опускається, поступово звільнюючи важіль 8.

Вантаж опускається також, у зв'язку з чим сила тиску на шпindel 4 і на зразок рівномірно зростає.

Через проміжок часу шатун 11 підіймається, підхоплює важіль 8, повертаючи його в початкове положення, і знімає навантаження зі шпинделя. У цей момент електродвигун автоматично вимикається.

Сталеві загартовані кульки, які використовуються для визначення твердості сталі, мають діаметр 10 мм. Через них передається навантаження до 30 кН, і кульки витримують це навантаження впродовж 30 с.

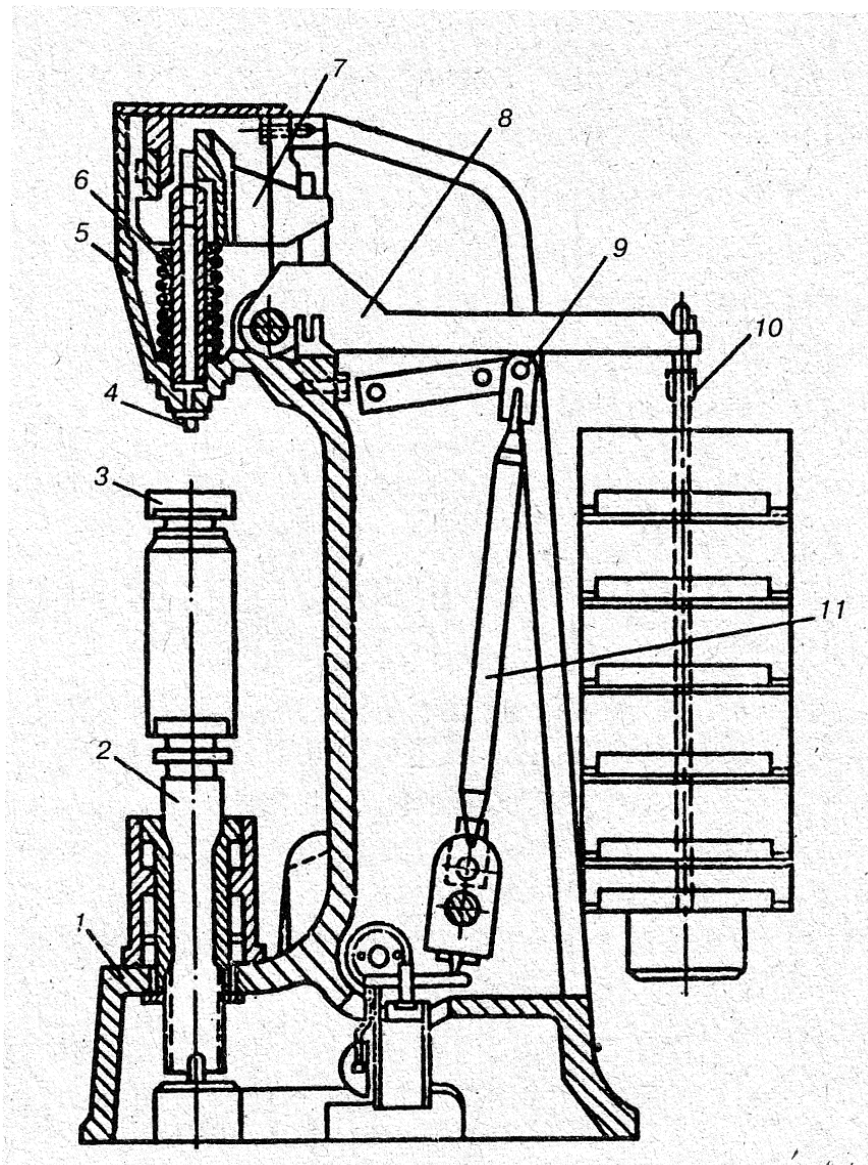


Рис. 13.1. Схема кульового твердоміра ТШ

Відбиток на зразку вимірюють за допомогою мікроскопа з точністю до 0,05 мм у двох взаємно перпендикулярних напрямках і за кінцевий результат беруть середньоарифметичне значення.

Значення діаметра повинно бути в межах:

$$0,2D \leq d \leq 0,6D, \quad (13.1)$$

де D – діаметр кульки, мм;

d – діаметр відбитка, мм.

Твердість, МПа, визначають за формулою:

$$HB = 2\rho \left[\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right) \right], \quad (13.2)$$

де p – навантаження на кульку, Н;
 D – діаметр кульки, мм;
 d – діаметр відбитка, мм.

13.2. Випробування арматурної сталі на загин

Взірці арматурної сталі піддаються холодному загину на гідравлічному пресі за визначеною схемою (рис. 13.2).

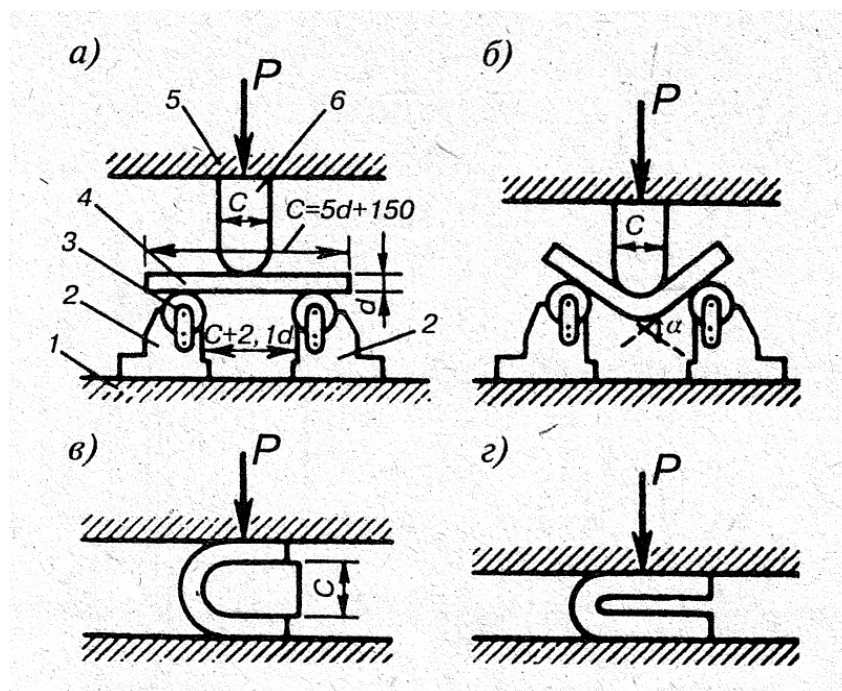


Рис. 13.2. Дослідження арматурної сталі на холодний загин: а) схема встановлення зразка у пресі; б) загин до заданого кута; в) загин на 180° навколо оправки; г) загин впритул; 1, 5 – плити пресу; 2 – опори; 3 – ролики; 4 – зразок; 6 – оправка

На плиті 1 ставлять дві опори 2. Зверху опор обертаються два ролики 3. На опори кладуть зразок 4. Оправкою 6, яка точно встановлюється посередині між опорами, передається навантаження на зразок. Ширина оправки і опор мусить бути більшою за ширину зразка.

Товщину оправки приймають рівною двом діаметрам (товщина) дослідного зразка.

Довжину зразка обчислюють за формулою:

$$L = 5d + 150, \quad (13.3)$$

де d – діаметр дослідної арматури, мм.

Існують три види випробувань: на загин до заданого кута α , на загин до паралельності сторін, на загин впритул.

1. *Випробування на загин до заданого кута α (рис. 13.2, б).*

Зразки кладуть на ролики опор, які розсунуті на відстань $(C+2,1d)$, C – товщина оправки. Оправку поміщають на середину зразка (рис. 13.2, а) і плавно збільшують навантаження на зразок доти, доки кут загины не досягне заданої величини α .

2. *Випробування на загин до паралельності сторін (на кут 180°).*

Це випробування проводять після попереднього загины до кута не менше 150° . На пресі зразок догинають до паралельності його стороні прокладкою, товщина якої дорівнює товщині оправки.

3. *Випробування на загин впритул.*

Беруть зразок, який вже має загин до кута не менше 150° і догинають на пресі до щільного дотику.

Треба пам'ятати, що при всіх описаних випробуваннях навантаження передається плавно до заданого кута загины зразка.

Зразок знімають з преса і оглядають.

Сталь вважається такою, що витримала випробування, якщо при загині не спостерігається розшарування, надривів, тріщин.

13.3. Випробування арматурної сталі на перегин

Прилад, на якому проводять випробування (рис. 13.3), являє собою затискачі, закріплені на дерев'яному столі. Ліва частина затискачів 2 закріплена нерухомо, а

права рухається за допомогою гвинта 7. У затискачі вставляють губки 5, які закріплюються штифтами 6.

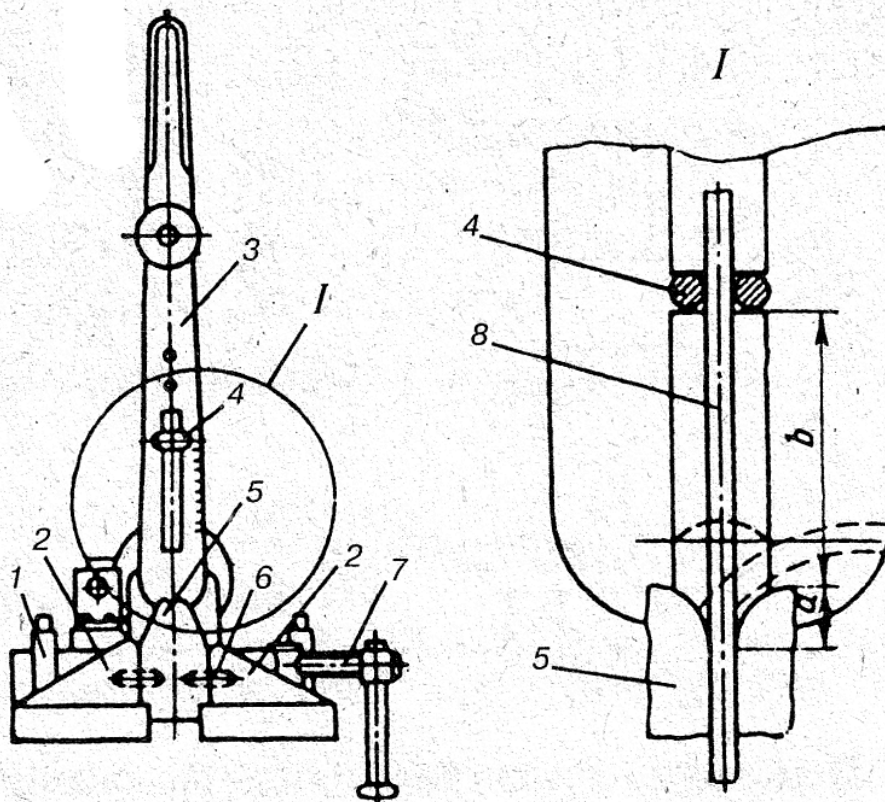


Рис. 13.3. Прилад НГ-1-2 для визначення числа перегинів дроту: 1 – упори; 2 – щічки тисків; 3 – важіль; 4 – повідок; 5 – змінні губки; 6 – штифт; 7 – гвинт; 8 – зразок

У прорізі важеля 3 закріплюються шнурки 4, розмір і висота яких залежать від діаметра дослідного дроту (табл. 13.1).

Верхній кінець зразка дроту вставляють у повідки. Висоту влаштування повідка визначають за шкалою, нанесеною на важелі поруч з прорізом.

Для влаштування натяжного пристосування над прорізом знаходиться отвір. Важіль має здатність відхилятися вручну на кут 90° в обидва боки, а у вертикальному положенні він фіксується за допомогою кульки. Для проведення дослідження готують зразок 8 довжиною 100-150 мм. Його затискають у губках 3 з відповідним радіусом. Верхній кінець зразка пропускають через відповідний за діаметром отвір повідка 4.

Лічильник фіксує кількість перегинів. Випробування дроту на перегин проводиться зі швидкістю 60 перегинів на хвилину.

Перший перегин – це загин зразка на 90° вправо, другий – до початкового положення і загин його на 90° вліво, аж до руйнування зразка. Не рахується тільки останній перегин, на якому зразок зруйнувався.

Таблиця 13.1

Залежність розмірів повідка і губок від діаметра дроту

Діаметр дроту, мм	Радіус заокруглення губок, мм	Діаметр отворів, мм	Віддаль	
			<i>a</i>	<i>b</i>
3-3,5	7,5	4	1,7	25
3,5-4	10	5	2,0	35
4-5	10	6	2,0	35
5-6	15	7	2,8	50
6-7	15	8	2,8	50

Питання для самоконтролю

1. В яких печах видобувають чавуни?
2. Які бувають чавуни?
3. З якого чавуну роблять сталі?
4. В яких печах виробляють сталі?
5. Чим відрізняється чавун від сталі?
6. Як визначити твердість сталі?
7. Опишіть методику випробування арматурної сталі на перегин.



Лакофарбові матеріали – це природні або штучні суміші, завдання яких полягає в тому, щоб захистити поверхню, на яку вони нанесені, від небезпечної дії навколишнього середовища, забезпечити довговічність покритого виробу і водночас надати йому гарного зовнішнього вигляду.

Основними компонентами лакофарбових матеріалів є пігменти, зв'язувальні речовини, наповнювачі.

14.1. Пігменти

Пігменти являють собою тонкодисперсні речовини з визначеним кольором. Вони не розчиняються у зв'язуючих матеріалах, органічних розчинниках і воді, однак здатні добре змішуватися з ними і створювати фарбувальні матеріали.

За використаною для них сировиною пігменти можуть бути органічні і мінеральні.

14.1.1. Визначення м'якості помелу пігменту

М'якість помелу пігменту визначається двома способами: мокрим або сухим просіюванням у ситах із сітками №02, 015, 01, 008, 0075, 0071, 0063, 006.

1. Сухе просіювання

Невелику кількість пігменту висушують у сушильній шафі до постійної маси. Відбирають від висушеної маси пігменту 10 г і висипають наважку на сито. Ручним чи механічним способом просіюють пігмент. Просіювання вважається завершеним, коли на глянцевого папері після 30 с просіювання не буде залишків дослідного пігменту.

Залишок пігменту на ситі збирають, переносять на гасове скло і зважують з точністю до 0,001 г.

Залишок на ситі, %, визначають за формулою:

$$Z = \frac{m_1}{m} \cdot 100, \quad (14.1)$$

де m_1 – маса пігменту до просіювання, г;

m – маса пігменту після просіювання, г.

Середнє арифметичне двох вимірювань є результатом визначення м'якості помелу пігменту.

2. Мокре просіювання

Висушену до постійної маси 10 г наважку пігменту перемішують з 250 мл води. Розтерши грудки, суспензію зливають на сито.

Сито ставлять на чашу, яка наповнена 250 мл води, і проводять по ньому м'яким пензликом, щоб розпалися частини, які зліпилися на ситі.

Воду в чаші змінюють декілька разів, поки не буде помітно слідів пігменту.

Залишок на ситі змочують спиртом, потім ефіром, витримують 30 хв на повітрі і висушують у сушильній шафі за температури 105-110°C до постійної маси.

Після цього залишок на ситі знімають м'яким пензликом на гасове скло і зважують.

Залишок на ситі, %, визначають за формулою (14.1).

14.1.2. Визначення покривельної здатності пігменту

Покривельна здатність – це можливість пігменту закрити колір фарбованої поверхні непрозорим шаром.

Вимірюється покривельна здатність витратами пігменту у грамах на 1 м² фарбованої поверхні.

Чим вища покривельна здатність, тим менше пігменту витрачається.

Покривельна здатність пігментів коливається в межах 10-200 г/м².

На скляну пластину (рис. 14.1) розмірами 100х300 мм і товщиною 2-2,5 мм наносять на рівній віддалі одна від одної по всій довжині три кольорові смужки: з країв чорні, посередині – білу. Ширина кожної смужки 15 мм. Смужки наносять олійними фарбами: білу (посередині) - цинковими білилами, чорні – газовою сажею.

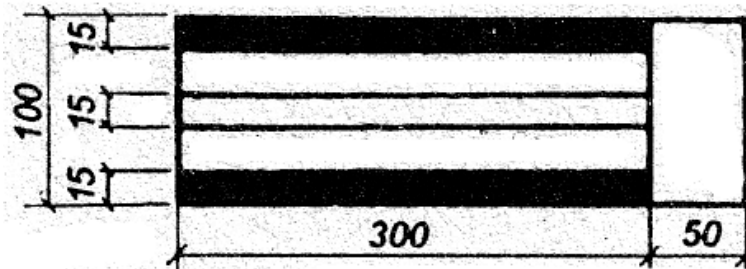


Рис. 14.1. Пластинка для визначення покривельної здатності пігменту

Дають висохнути фарбі на пластинці і зважують її.

Готують фарбу на дослідному пігменті. Зважують 5 г пігменту, додають до нього натуральну оліфу і розтирають суміш, доводячи її до молярної консистенції.

На зворотній стороні скляної пластини тонким шаром за допомогою пензлика наносять приготовлену фарбу.

Фарбують площу розміром 100х250 мм, залишаючи смужку 50х100 мм, щоб було зручно тримати пластину під час фарбування.

Фарбу наносять спочатку вздовж, а потім впоперек пластини доти, доки на пластинці, покладеній на аркуші білого паперу, не будуть помітними у віддзеркаленому світлі кольорові смужки.

Скляну пластину з нанесеною на неї фарбою зважують і, віднявши масу пластини з трьома нанесеними смужками, визначають кількість нанесеної фарби.

Покривну здатність визначають, г/м², за формулою:

$$ПЗ = \frac{a \cdot 10000}{S}, \quad (14.2)$$

рахуючи на фарбу молярної консистенції:

$$ПЗ = \frac{a(100 - b) \cdot 100}{S}, \quad (14.3)$$

рахуючи на сухий пігмент,
де a – кількість нанесеної фарби молярної консистенції, г;

b – вміст оліфи у фарбі молярної консистенції, %;

S – пофарбована площа пластини, см².

Покрівельну здатність визначають двічі. Розбіжність у результатах випробувань не може бути більшою за 5% для фарб з покрівельною здатністю до 100 г/м² і більшою за 7% для фарб з покрівельною здатністю до 300 г/м², вважаючи за 100% максимальну покрівельну здатність.

14.1.3. Визначення маслоємності пігменту

Маслоємність характеризується кількістю олії, яку треба додати до пігменту для отримання фарбувальної пасти.

Чим менша маслоємність пігменту, тобто чим менше олії необхідно для отримання пасти на 100 г пігменту, тим він буде економічнішим і більш стійке буде олійне фарбування.

Зважують 5 г сухого пігменту, висипають до склянки з верхнім діаметром 100 мм. Потім з бюретки на 2 мл доливають олію: спочатку 0,3 мл, потім дві-три краплі, а потім по одній краплі.

Під час доливання олії перемішують пігмент скляною паличкою.

Коли весь пігмент у склянці перетвориться на грудку, завершують процедуру. Кількість витраченої олії, мл, визначають за різницею в бюретці до початку досліду і після його закінчення.

Маслоємність, %, визначають за формулою:

$$M = \frac{V \cdot \rho \cdot 100}{m}, \quad (14.4)$$

де V – кількість витраченої олії, мл;

ρ – густина олії, г/см³;

m – маса сухого пігменту, г.

Маслоємність пігменту в середньому складає 10-100%.

14.1.4. Випробування пігменту на лугостійкість

Лугостійкість – це здатність пігменту чинити опір дії лугів.

Зважуємо дві наважки пігменту по 3 г. Одну порцію розчиняємо у пробірці з 5%-м розчином їдкою калію чи натрію, другу – у воді. Обидві пробірки збовтуємо і даємо відстоятися.

Через 1-2 хв порівнюємо пігменти за кольором. Якщо пігмент змінився, тоді він нелугостійкий. На основі таких пігментів не можна готувати казеїнові, силікатні чи вапняні фарби.

14.1.5. Випробування пігменту на світлостійкість

Світлостійкість – здатність пігменту чинити опір руйнівній дії джерела світла.

Для проведення дослідження беруть 10 г пігменту і змішують його з водою. Отриманий розчин наносять на металеву пластинку. Після висихання пластинку розташовують під лампою, закривши при цьому 4/5 частини її чорним папером.

Через 30 хв відкривають 1/5 частину пластинки, через одну годину ще 1/5 частину і так далі, залишаючи 1/5 частину закритою до кінця випробування.

Після завершення дослідження на зразку спостерігається ряд зон, які піддалися дії джерела світла в різний час. Слід порівняти зміну кольору. Якщо колір різко змінився, пігменти не є світлостійкими.

14.2. Зв'язувальні речовини

Зв'язувальні речовини слугують для з'єднання частинок пігменту між собою і фарбованою поверхнею.

Фарби значною мірою залежать від властивостей зв'язувальних речовин і від їх кількості у складі фарбувальної маси.

14.2.1. Визначення в'язкості зв'язувальної речовини

В'язкість оліфи визначають на приладі НІЛКа (рис. 14.2) за температури 20°C. Треба визначити час, необхідний для витоків 100 мл оліфи через отвір визначеного діаметра.

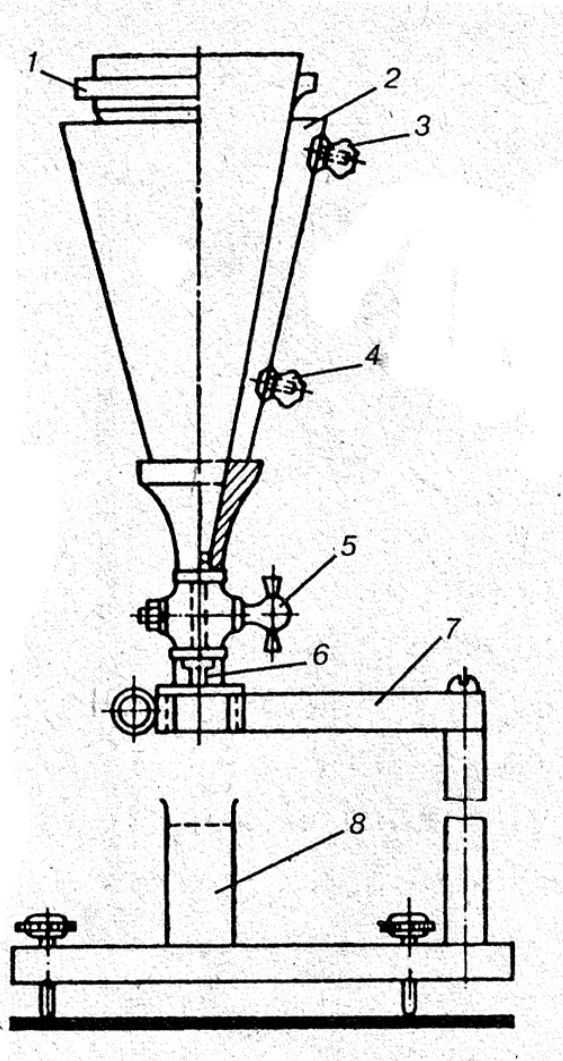


Рис. 14.2. Лійка НІЛКа.

Прилад має металеву лійку 1, яка закріплюється на штативі 7. Верхній внутрішній діаметр лійки 64 мм, висота її 142 мм, нижній діаметр вихідного отвору 7 мм. По конусу 2 під час випробування циркулює вода з температурою 20-25°C. У нього вставлена лійка 1. Воду випускають через штуцер 3, а впускають через штуцер 4.

Мірна колба 8 місткістю 100 мл підставляється під вихідний отвір лійки 6. Лійка до країв заповнюється оліфою. Через конус 2 пропускають нагріту воду. Коли оліфа буде мати температуру 20°C, відкривається кран 5 і одночасно запускається секундомір. Після того як витече 100 мл оліфи, секундомір зупиняють і визначають час, необхідний для виходу 100 мл оліфи.

Таким чином, метод полягає у визначенні часу, необхідного для витікання 100 мл оліфи.

За кінцевий результат беруть середньоарифметичне значення трьох вимірів. В'язкість зв'язувальної речовини вимірюється в секундах.

14.3. Фарби

Існує багато видів фарб, які використовуються як декоративні й антикорозійні покриття:

1. Фарби на мінеральній основі: вапняні, силікатні, цементні.

2. Фарби полімерцементні виготовляються на основі цементу, стійких пігментів з додаванням полімерів.

3. Фарби латексні являють собою пігментовані емульсії чи дисперсії полімеру у воді.

4. Фарби алкідні – це суспензії тонкодисперсних пігментів у гліфталевому, пентафталевому чи інших алкідних полімерах з додаванням розчинників і сикативу.

5. Фарби епоксидні і карбамідні – суспензії пігментів у розчинах епоксидного і відповідно сечовино-формальдегідного полімерів.

6. Фарби олійні – це суміш пігментів і наповнювачів, перетерта з оліфою з рослинної олії.

14.3.1. Визначення в'язкості фарб

В'язкість фарб визначають за допомогою віскозиметра, який зображений на рис. 14.3.

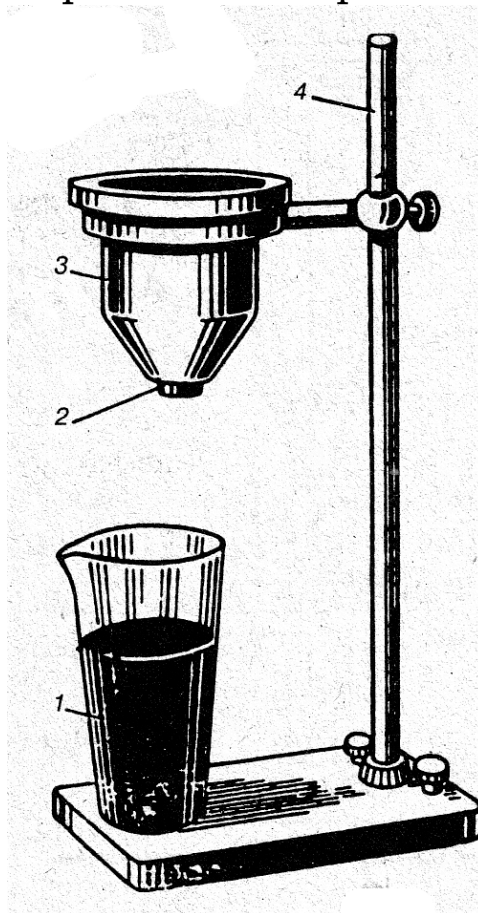


Рис. 14.3. Віскозиметр ВЗ-4

Він має циліндричний резервуар 3, який переходить у конус із соплом 2.

Об'єм віскозиметра – 100 мл, висота схилу – 4 мм, діаметр отвору сопла – 4 мм. Закріплюють віскозиметр на штативі.

Дослідну фарбу треба профільтрувати через сито №028, перемішати і залишити в спокої на 5-10 хв, щоб вийшли бульбашки повітря.

Стакан 1, місткістю не менше ніж 110 мл, для витікання дослідної фарби підставляємо під віскозиметр.

Закриваємо пальцем отвір сопла і заповнюємо резервуар 3 фарбою, яка має температуру 20°C, забираємо палець від отвору і одночасно запускаємо

секундомір. Секундомір зупиняємо при появі перерваного струменя.

Умовною в'язкістю буде час витoku 10 мл фарби з віскозиметра, який вимірюється у секундах. Випробування повторюють три рази і обчислюють середнє значення.

В'язкість треба знати для того, щоб охарактеризувати зручність нанесення фарби на поверхню.

Якщо в'язкість буде малою, фарба буде стікати з вертикальної чи нахиленої поверхні, а якщо завеликою, то це перешкоджатиме нанесенню на фарбовану поверхню тонкого шару.

14.3.2. Визначення міцності лакофарбової плівки на згин

Плівка мусить бути еластичною і здатною згинатися без руйнування.

Вимірювання міцності на згин проводиться на приладі ШГ (рис. 14.4).

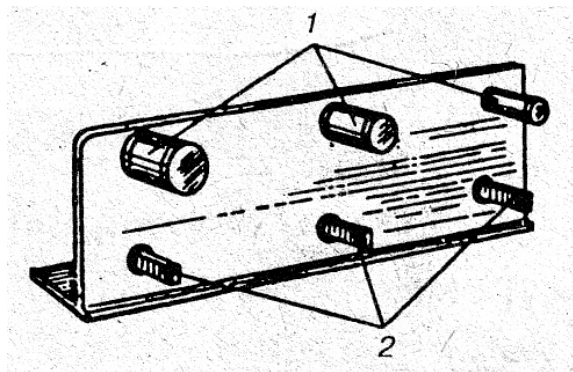


Рис. 14.4. Шкала гнучкості лакофарбованих покриттів (ШГ)

Це станина, на якій закріплені шість стрижнів довжиною 35 мм. Три стрижні 1 мають діаметри – 20, 15, 10 мм. Три плоских заокруглених стрижні 2 мають перерізи: 5x10, 2x10, 1x10 мм. Станина кріпиться до краю стола.

На металеві пластинки розмірами 20x100 мм і товщиною 0,2-0,3 мм наносять дослідний матеріал. Після висихання плівки металеву пластинку щільно притискають до стрижня, плавно гнуть упродовж 2-3 с плівкою доверху на 180° навколо стрижня діаметром 20 мм.

Якщо після згинання на плівці при розгляданні під лупою не помітні тріщини і плівка не відшаровується, тоді роблять згин пластинки в іншому місці навколо стрижня діаметром 15 мм, потім у новому місці навколо стрижня діаметром 10 мм і так далі, поки на плівці не будуть виявлені тріщини.

Міцність плівки на згин визначається мінімальним діаметром стрижня, на якому лакофарбове покриття залишилось непошкодженим.

Якщо гнучкість буде 10, це означає, що плівка не руйнувалась при згині на стрижнях діаметром 15 і 10 мм, але при згині на стрижні 5 мм плівка вже руйнується.

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення пігменту.
2. Опишіть методику визначення покривельної здатності пігменту.
3. Як випробовується пігмент на лугостійкість?
4. Як визначається в'язкість зв'язувальної речовини?
5. Які функції виконують фарби?
6. Які найбільш поширені фарби ви знаєте?
7. Яким приладом користуються для визначення в'язкості фарби?
8. Як вимірюють міцність лакофарбової плівки на згин?

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Кривенко П.В. Будівельне матеріалознавство / П.В.Кривенко. – К., 2004. – 659 с.
2. Кривенко П.В. Будівельні матеріали / П.В.Кривенко. – К., 1993. – 400 с.
3. Дворкин В. Будівельні матеріали / В.Дворкин. – К., 1989. – 271 с.
4. Воробйов В.А. Лабораторний практикум по загальному курсу будівельних матеріалів / В.А.Воробйов. – М., 1978. – 248 с.
5. Піскаръов В.А. Лабораторні роботи по курсу «Будівельні матеріали і вироби» / В.А.Піскаръов. – М., 1976. – 206 с.
6. Мікульський В.Г. Будівельні матеріали / В.Г.Мікульський. – М., 2000. – 311 с.
7. Попов Л.Н. Будівельні матеріали і вироби / Л.Н.Попов. – М., 2000. – 336 с.
8. Комар А.Г. Будівельні матеріали і вироби / А.Г.Комар. – М., 1983. – 487 с.
9. Горчаков Г.І. Будівельні матеріали / Г.І.Горчаков. – М., 1986. – 688 с.
10. Попов Л.Н. Лабораторні роботи з дисципліни «Будівельні матеріали і вироби» / Л.Н.Попов, Н.А.Попов. – М., 2003. – 224 с.

Навчальне видання

**Ніконець Ірина Іллівна
Добрянський Іван Михайлович
Шмиг Роман Андрійович**

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Лабораторний практикум

Редактор **Д.Б.Дончак**
Коректор **Д.В.Митякинська**
Комп'ютерна верстка **І.Б.Шмиг**

ПП “Видавництво “Український бестселер”
79019, Львів, вул. Б. Хмельницького, 63
E-mail: ukrbes@gmail.com
Свідоцтво про державну реєстрацію:
серія ДК № 3611 від 23 жовтня 2009 р.

Підписано до друку 18.10.2011. Формат 60x84/16.
Папір офс. Гарнітура Bookman Old Style. Друк на різнографі.
Обл.-вид. арк. 6,68. Ум. друк. арк. 7,86. Наклад 500 прим. Зам. №921.

Віддруковано ПП “Арал”, м.Львів, вул.О.Степанівни, 49
Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта підприємницької
діяльності №13135 від 09.02.1998 р.