

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія



П.П. Бичевий
І.В. Мальований

СУЧАСНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ
Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт

для студентів ЗДІА
спеціальностей 7.092101 “Промислове та цивільне будівництво”
7.092103 “Міське будівництво та господарство”
денної та заочної форми навчання

Запоріжжя
2008

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія

СУЧАСНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт

для студентів ЗДІА

спеціальностей 7.092101 “Промислове та цивільне будівництво”

7.092103 “Міське будівництво та господарство”

денної та заочної форми навчання

*Рекомендовано до видання
на засіданні кафедри ПЦБ
протокол № 8 від 14.02.2008р.*

Сучасні будівельні матеріали. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми навчання спеціальностей 7.092101 „Промислове та цивільне будівництво” та 7.092103 „Міське будівництво та господарство”. /Укладачі П.П. Бичевий, І.В. Мальований. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2008. - 42 с.

Методичні вказівки містять рекомендації до виконання лабораторних робіт з курсу „Сучасні будівельні матеріали” для студентів факультету Будівництва та водних ресурсів денної та заочної форми навчання спеціальностей 7.092101 „Промислове та цивільне будівництво” та 7.092103 „Міське будівництво та господарство”. Приведені основні вимоги та довідкові матеріали.

Укладачі: ***П.П. Бичевий, к.т.н., доцент***

І.В. Мальований, асистент

Відповідальний за випуск: ***зав. кафедрою ПЦБ***

д.т.н., професор І.Д. Павлов

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні вказівки призначені для виконання студентами всіх форм навчання спеціальностей 7.092101 „Промислове та цивільне будівництво” та 7.092103 „Міське будівництво та господарство” учбово-дослідницьких лабораторних робіт по розрахунку характеристик будівельних матеріалів та підготовки студентів до їх захисту та успішної здачі заліку.

Метою даного комплексу є поглиблення і закріплення студентами теоретичних знань, які отримані на лекціях, практичне ознайомлення з характеристиками та властивостями будівельних матеріалів.

До кожної лабораторної роботи наведені мета і рекомендації до її виконання, стислі відомості з теоретичного курсу, опис лабораторного обладнання, порядок виконання робіт і її захисту.

В кінці методичних рекомендацій наведені контрольні питання для підготовки до заліку і список літератури.

Залік проводиться у формі комп'ютерного тестування. Програма тестів складена на базі теоретичного і практичного курсу дисципліни. До заліку допускаються студенти, які у повному обсязі відпрацювали та захистили вправи з лабораторного практикуму.

Лабораторні роботи з дисципліни «Сучасні будівельні матеріали» будуються на раніше освоєних методиках дисципліни „Будівельне матеріалознавство” і призначені розширити уявлення про перспективні напрямки виробництва нових матеріалів. При цьому слід звернути увагу, що розробка сучасних матеріалів базується на відомих та поглиблено вивчених закономірностях. Такий підхід надає змогу краще виявити головні напрямки розвитку виробництва матеріалів покращених властивостей. Набуті знання дозволять в практичній діяльності краще орієнтуватися в тенденціях наповнення ринку сучасними виробами, здійснити їхній правильний вибір, а при певних обставинах виготовити самостійно.

В процесі підготовки та виконання лабораторних робіт рекомендується звертати увагу на те, що сучасні будівельні матеріали, як правило, являють собою композиційні з декількома складовими. Кожна складова взаємно підсилює вплив іншої, а їхній взаємозв'язок та взаємодія зумовлює розглядати будівельний матеріал як систему та оцінювати властивості як результат таких взаємозв'язків.

УЧБОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІПСОВИХ В'ЯЖУЧИХ

Мета роботи: уявити особливості способів підвищення властивостей гіпсових в'язучих.

Вивчення особливостей впливу деяких добавок на властивості допоможе краще зрозуміти закономірності цілеспрямованого регулювання складу і структури, встановити і розширити області раціонального використання гіпсових в'язучих.

Виконання роботи проводять з використанням стандартних методик досліджень гіпсових в'язучих.

1 Визначення впливу поверхньо-активних речовин

Вплив поверхньо-активних речовин визначають по зміні водопотреби (водогіпсового відношення), міцності і водостійкості.

Можливими поверхньо-активними добавками можуть бути: С-3, ЛСТ, ГКЖ та інші, що використовуються в практиці.

Призначення поверхньо-активних речовин - зменшити водопотребу і, тим самим, понизити пористість гіпсового каменю.

Граничну величину добавок визначають шляхом приготування тіста нормальної густини (стандартної консистенції). Граничною вважають кількість, при якій подальше підвищення домішок не впливає на зменшення води в складі гіпсового тіста. Результати досліджень заносять в таблицю 1.1 та будують графіки в системі координат "кількість добавки - водопотреба в'язучого"

Таблиця 1.1

Вплив поверхньо-активних речовин на властивості в'язучих

№ п/п	Показники	Результати досліджень						Примітка
		1	2	3	4	5	6	
1	Маса добавки, г							
2	Маса гіпсового в'язучого							
3	Водопотреба суміші, %							
4	Діаметр роливу суміші, см							
5	Відносний вміст добавок, %							

Для визначення впливу поверньо-активних речовин на міцність та водостійкість гіпсових в'язучих готують по шість зразків - балочок розміром 4 x 4 x 16 см відповідно з домішкою та без домішки.

Після 4,5 год від початку замішування по три зразки - балочки випробовують на згин, а потім одержані половинки - на стиск. Решту зразків розміщують у воді з відношенням 1:10 (маса зразків: маса води). Через 7 діб зразки виймають, протирають м'якою тканиною і теж випробовують.

Результати досліджень заносять в таблицю 1.2.

На основі аналізу результатів роблять висновки.

Таблиця 1.2

Результати досліджень

№ п / п	Назва зразків	Розмір, см	Межа міцності при згині, мПа				Межа міцності при стиску								
			1	2	3	Середня з двох найбільших	Робоча площа, см ²	Зразки						Середня з чотирьох найбільших	
								1	2	3	4	5	6		
1	Гіпсові після витримки у повітряно сухих умовах	4x4x16					25								
2	Гіпсові з добавками ПАР після витримки в повітряно сухих умовах	4x4x16					25								
3	Гіпсові після витримки в воді	4x4x16					25								
4	Гіпсові з добавками ПАР після витримки в воді	4x4x16					25								

2 Визначення впливу активних мінеральних добавок на властивості гіпсових в'язучих

Призначення добавок активних мінеральних домішок - підвищення водостійкості та економія в'язучого.

Серед різних добавок використовують доменний шлак тонкого помелу в кількості до 20 % .

Водопотребу суміші в'язучого з добавками визначають по установленому методу. Потім готують по шість зразків-балочок розміром 4 x 4 x 16 см з гіпсового в'язучого з добавками та без добавок.

Через 7 діб після виготовлення по 3-4 зразки кожного виду розміщують у воді у відношенні 1:10. Після 7 діб витримки всі зразки випробовують при згині та стиску.

Результати заносять до таблиці 1.3, аналогічної до таблиці 1.2.

Таблиця 1.3

Результати досліджень

№ п/п	Назва зразків	Розмір, см	Кордон міцності при згині, мПа				Кордон міцності при стиску									
			1	2	3	Середня з двох найбільших	Робоча площа, см ²	Зразки						Середня з чотирьох найбільших		
								1	2	3	4	5	6			
1	Гіпсові після витримки у повітряно сухих умовах	4x4x16					25									
2	Гіпсові з добавками після витримки в повітряно сухих умовах	4x4x16					25									
3	Гіпсові після витримки в воді	4x4x16					25									
4	Гіпсові з добавками після витримки в воді	4x4x16					25									

На основі аналізу даних роблять висновки.

3 Визначення способів регулювання термінів тужавіння

Терміни тужавіння регулюють, застосовуючи для цього уповільнювач (вапно, глет, малярний клей) або прискорювачі (сульфат натрію Na_2SO_4 , мило, кухонна сіль) у невеликих кількостях (0,5...2,5 %).

Для виконання роботи у воді розчинюють відповідну добавку - ЛСТ в кількості 0,5; 1,0; 1,5 % від маси в'язучого та кухонну сіль у тих же кількостях.

Результати визначення термінів тужавіння заносять до журналу.

На основі визначення будують графік залежності "величина добавки - терміни тужавіння". По даних аналізу роблять висновки про необхідну кількість добавки.

Роблять висновки в цілому по роботі.

Контрольні запитання

1. Які області раціонального використання гіпсових в'язучих?
2. Як можна змінити властивості та підвищити якість гіпсових в'язучих?
3. Як впливають поверхньо-активні речовини на властивості гіпсових в'язучих?
4. Як впливають активні мінеральні добавки на властивості гіпсових в'язучих?
5. Яким чином регулюють терміни тужавіння гіпсових в'язучих?

УЧБОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

СУЧАСНІ БЕТОНИ

Ціль роботи: пізнати характер впливу складових на міцність бетону та навчитися визначати його склад в залежності від призначення.

Загальні положення

Бетонами прийнято називати штучний кам'яноподібний матеріал, який утворено в результаті твердіння правильно (раціонально) підібраної суміші з в'язучої речовини, мілкою та крупною заповнювачів, води і, бажано, відповідних домішок, що здатні покращити властивості.

Сучасні бетони характеризуються чіткою визначеністю співвідношення складових та використанням різних домішок у відповідності з умовами експлуатації.

Звідси видно, що властивості бетону залежать від вмісту та якості складових. Залежність пов'язана з тими функціями, які виконують усі складові бетону. Знання цих функцій допоможе спеціалісту-будівельнику легко орієнтуватися при виборі компонентів для бетону потрібних властивостей і тим самим знизити вартість виробу до оптимального рівня. От чому студентів рекомендується звернути увагу на такі функції складових:

- в'язуча речовина відіграє клейову або цементуючу роль і тим самим з'єднує усі частки в єдине ціле. При цьому кількість в'язучого повинна бути достатньою для утворення нерозривної клейової (цементуючої) плівки оптимальної товщини. В результаті забезпечується потрібна міцність та низька ціна при мінімально можливих витратах в'язучої речовини;

- мілкий та крупний заповнювачі виконують важливу структуроутворюючу роль, яка полягає в формуванні тонкої рівномірної і нерозривної клейової (цементуючої) плівки між зернами заповнювачів. Для цього зерновий (фракційний) склад повинен бути підібраний таким чином, щоб зерна менших розмірів послідовно заповнювали пустоти, утворені більш крупними. Крім того, негативно впливають домішки пилові, глинисті, органічні та інші. Тому для підвищення якості заповнювачів регулюють фракційний склад та промивають для усунення негативних домішок;

- вода відіграє позитивну роль „мастила” та клейоутворюючого компоненту (взаємодіє з в'язучим і разом з ним утворює клейові гідратні сполуки) на стадії приготування, укладання в вироби та твердіння бетонної суміші. Але для можливості перемішування та формування виробів загальний вміст води перевищує ту кількість, яка потрібна для процесів гідратації в'язучої речовини. Тому залишки води після твердіння випаровуються і це призводить до утворення пустот. Звідси завдання

зводиться до вибору мінімально необхідної кількості води у кожному конкретному випадку;

- домішки у невеликих кількостях здатні підвищити властивості у відповідності зі своїм призначенням.

Усі перелічені особливості впливу складових носять чітко виражені закономірності, які математично описуються основним законом міцності бетону:

$$R_{\sigma} = AR_u \left(\frac{C}{B} \pm 0,5 \right)$$

Звідси видно, що міцність бетону (R_{σ}) зростає прямо пропорційно з підвищенням якості заповнювачів (A), активності або марки цементу (R_u), кількості цементу (C) та зменшується при збільшенні кількості води (B).

Залежність властивостей бетону від впливу багатьох компонентів, а також від їхньої різновидності та властивостей приводить до висновку про наявність багатьох видів бетонів. Тому їх поділяють на декілька груп у відповідності до кваліфікаційних ознак:

- по виду в'язучої речовини (цементні або просто бетони, гіпсобетони, силікатобетони - на основі суміші вапна та тонкомеленого кремнезему; рідкого скла; на змішаних в'язучих; лужні та інші);
- за середньою густиною (особливо важкі понад 2500 кг/м³; важкі густиною 2200...2500 кг/м³; полегшені 2000...2200 кг/м³; легкі густиною 500...2000 кг/м³ та особливо легкі менше 500 кг/м³);
- за структурою (щільні, поризовані, ніздрюваті, крупно-пористі) або безпісчяні;
- за міцністю (величина класу міцності при стиску для легких бетонів змінюється від B0,55 до B40; для важких – від B3,5 до B80);
- за призначенням (конструкційні; конструкційно-теплоізоляційні; теплоізоляційні; гідротехнічні; дорожні; корозійностійкі; жаростійкі; вогнетривні; декоративні; радіаційно-захисні тощо);
- за іншими ознаками.

Клас бетону за міцністю (B) визначають при стиску, згині та розтягненні по величині середньої міцності \bar{R} по формулі:

$$B = \bar{R} \cdot 0.778,$$

Якщо відома марка міцності бетону (раніше виданим документам), то перехід від марки до класу визначають по відношенню:

$$B \cong \frac{M}{13.5},$$

Відпускна міцність бетону в елементах збірних конструкцій встановлюється державними стандартами на збірні вироби.

Відпускну міцністю бетону називається міцність його в момент відпуски виробів споживачу. Вона повинна бути не менш 70 % проектної. У ряді випадків (в особливо відповідальних конструкціях чи виготовлених у

зимовий час) відпускну міцність установлюють більш високою - до 100 % проектної.

Для кожного конкретного виробу з бетону в залежності від призначення шляхом розрахунків визначають раціональний склад, який дозволяє забезпечити потрібну міцність при мінімально можливих витратах дефіцитного цементу і тим самим досягти низьку вартість.

Розрахунок складу важкого бетону полягає у тому, щоб знайти раціональне співвідношення між складовими матеріалами (цементом, водою, піском, щебенем чи гравієм), що повинне забезпечити одержання бетонної суміші заданої рухливості чи жорсткості, а також досягнення бетоном необхідної міцності в заданий термін при мінімальній витраті цементу.

Найбільш зручним і поширеним є метод розрахунку складу бетону по абсолютних об'ємах, розроблений Б.Г.Скрамтаєвим і його школою.

При розрахунку по цьому способі виходять з того, що сума абсолютних об'ємів усіх складових повинна складати 1 м³ бетону (1000 л). Після розрахунку обов'язково виконують експериментальні лабораторні заміси з наступним коректуванням складу. Іноді метод називають розрахунково-експериментальним.

Склад бетону потрібних характеристик (характеристики видає викладач) визначають в певній послідовності, виходячи з його призначення.

1. З проекту (або замовлення) відомо, для яких виробів призначається бетонна суміш.
2. Призначення бетону визначає:
 - а) міцність R_b (клас, марку) (табл. 2.1);
 - б) густоту армування;
 - в) потрібну рухливість або жорсткість суміші, яку вибирають згідно рекомендацій таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Рухливість бетонної суміші (на місці укладання) для виготовлення монолітних конструкцій згідно СН 386-74

Вид конструкцій	Осідання конусу, см
Підготовка під фундаменти і підлоги, підстави доріг і аеродромів	0-1
Покриття доріг і аеродромів, підлоги, масивні неармовані чи малоармовані конструкції (підпірні стіни, фундаменти, блоки масивів)	1-3
Масивні армовані конструкції, плити, балки, колони великого і середнього перетину	3-6
Залізобетонні конструкції, сильно насичені арматурою, тонкі стінки і колони, бункери, силоси, балки і плити малого перетину:	
горизонтальні елементи	6-8
вертикальні елементи	8-10
Конструкції, бетоновані в ковзному опалубленні:	
при ущільненні вібратором	6-8
при ручному ущільненні	8-10

Примітка: Осідання конусу бетонної суміші, призначеної для перекачування бетононасосом, приймається не менш 4 см, а пневмотранспортом - не менш 6 см.

3. Показник міцності бетону R_b дозволяє вибрати:
 а) оптимальну величину активності (марки) цементу R_c (табл. 2.2)

Таблиця 2.2

Дані для вибору марки цементу при проектуванні складу бетону
 (рекомендації СН 386-74)

Проектна марка бетону	Марка цементу при					
	твердінні у нормальних умовах		твердінні в умовах теплової обробки і відпускнуї міцності бетону, рівної			
	рекомендована	допустима	70% проектної і менше		85% і 100% проектної	
			рекомендована	допустима	рекомендована	допустима
100	300	200	300	200	не допускається до виробництва	
150	300	200, 400	300	200, 400	400	300, 500
200	400	300, 500	400	300, 500	400	500
250	400	300, 500	400	300, 500	400	500
300	400	500	400	500	500	400
350	400	500	400	500	500	400
400	500	600	500	600	500	600
450	500	600	500	600	600	500
500	500	500	600	500	600	500

- б) якісні показники заповнювачів, тобто коефіцієнти A , A_1 (табл. 2.3)

Таблиця 2.3

Значення коефіцієнтів A , A_1

Кількість наповнювачів	A	A_1
1	2	3
Щебінь із щільних гірських порід високої міцності і пісок оптимальної крупності, при цьому заповнювачі повинні бути чисті, промиті і фракціоновані	0,65	0,43
Нефракціоновані щебінь і гравій із щільних гірських порід високої міцності, непромитий пісок середньої крупності	0,60	0,40
Великі заповнювачі низької міцності і дрібні піски	0,55	0,37

4. Густина армування бетонного виробу регламентує максимальний розмір фракції крупного заповнювача.

Крупність заповнювача визначається наступними вимогами:

- найбільший розмір зерен великого заповнювача не повинен перевищувати 1/3 найменшого розміру конструкції і 3/4 найменшої відстані у світлі між стержнями арматури;
- при бетонуванні плит допускається застосування великого заповнювача з найбільшою крупністю зерен, рівній половині товщини плити.

По міцності великий заповнювач повинний задовольняти наступним вимогам:

- марка щебеню з природного каменю, визначена по дробимості при стиску в циліндрі, повинна бути вище марки бетону не менш ніж у 1,5 рази для бетону марок нижче 300 і не менш ніж у 2 рази для бетону марок 300 і вище.

При використанні гравію і щебеню з гравію попередньо оцінюють їхню придатність (для бетонів різних марок) по міцності (ДСТ 10268-70) і по дробимості (ДСТ 8267-75).

5. Рухливість (осідання конусу, см) або жорсткість бетонної суміші визначає потрібну кількість води В, яку рекомендують вибирати з таблиць (табл. 2.4) або графіків.

Таблиця 2.4

Витрата води

Удобоукладуваність бетонної суміші		Витрата води л/м ³ при найбільшій крупності зерен, мм							
осідання конусу, см	жорсткість, с	гравію				щебеню			
		10	20	40	70	10	20	40	70
9-12	-	215	200	185	170	230	215	200	185
6-8	-	205	190	175	160	220	205	190	175
3-5	-	195	180	165	150	210	195	180	165
1-2	-	185	170	155	140	200	185	170	155
-	30-50	165	160	150	-	175	170	160	-
-	60-80	155	150	140	-	165	160	150	-
-	90-120	145	140	135	-	160	155	140	-
-	150-200	135	130	128	-	150	145	135	-

Примітки: Дані таблиці справедливі для бетонів з витратами цементу не більш 400 кг/м³.

Для пуцоланових цементів витрату води треба збільшити на 15-20 л/м³.

При використанні дрібного піску витрату води треба збільшити на 10 л/м³.

Витрата води зазначена для бетонів на щільних заповнювачах. Якщо водопоглинення великого заповнювача перевищує 0,5% по масі, витрата води повинна бути відповідно збільшена.

Отже, проектне призначення (або замовлення) бетону дозволяє вибрати потрібні характеристики складових, а також потрібну кількість води на основі відомих рекомендацій. Необхідну кількість цементу, мілкового заповнювача (піску), та крупного заповнювача (щебеню) розраховують, виходячи з математичного рівняння основного закону міцності бетону і рівняння абсолютних об'ємів бетонної суміші.

Перш ніж приступити до розрахунку складу бетону, необхідно мати характеристики матеріалів за результатами попередніх лабораторних робіт:

- для цементу - активність, густину зерна, насипну густину;
- для піску - насипну густину, вологість;
- для щебеню - середню густину зерен щебеню, насипну густину, міжзернову пустотність, зерновий склад, найбільшу крупність зерен, вологість і міцнісні характеристики.

Інші відповідні дані, потрібні для розрахунків, розглянуто вище.

1 Розрахунки потрібної кількості складових для виготовлення 1м³ (1000 л) бетонної суміші

1. Для розрахунку кількості цементу спочатку знаходять величину водоцементного відношення (В/Ц), що забезпечує одержання бетону заданої міцності з використанням вище названих характеристик цементу, заповнювачів, кількості води.

В/Ц розраховуємо, виходячи з рівняння основного закону міцності бетону, по наступним формулам:

$$\frac{B}{Ц} = \frac{A \cdot R_u}{R_b - 0,5R_u} \quad \text{при } R_b \leq 1,2R_u;$$

$$\frac{B}{Ц} = \frac{A \cdot R_u}{R_b - 0,5R_u} \quad \text{при } R_b > 1,2R_u;$$

де R_b - проектна марка бетону;

R_u - активність цементу, обумовлена за ДСТ 310.4-76 (табл. 2.2);

A й A_1 - коефіцієнти, що залежать від якості заповнювача, які визначаються по таблиці 2.3.

В/Ц - водоцементне відношення.

2. Витрати цементу обчислюємо по уже відомим витраті води (В) і водоцементному відношенню (В/Ц):

$$Ц = \frac{B}{B/Ц}, \text{ кг}$$

3. Витрати великого заповнювача-щебеню, гравію визначаємо по формулі:

$$K = \frac{1000}{\frac{1000}{\rho_{o.k.}} + \alpha \frac{1000}{\rho_{н.к.} \cdot V_{пуст.}}}, \text{ кг}$$

де $\rho_{o.k.}$ - густина зерен щебеню, кг/м^3 ;

$\rho_{o.н.}$ - насипна густина щебеню, кг/м^3 ;

$V_{пуст.}$ - пустотність щебеню, частки одиниці;

α - коефіцієнт розсунення зерен (приймається по табл. 2.5). Цей коефіцієнт враховує збільшення пустотності внаслідок розсування зерен цементно-пісчаним прошарком, через який ці зерна зв'язуються (склеюються, цементуються).

Таблиця 2.5

Значення коефіцієнта розсунення зерен α

Витрати цементу кг/м^3	Значення при		
	осіданні конуса, см		жорсткість
	5-10	1-4	40-80
200	1,22	1,18	1,10
250	1,28	1,22	1,12
300	1,34	1,28	1,14
350	1,40	1,34	1,16
400	1,48	1,40	1,18
500	1,60	1,48	1,20

Примітка: Значення α приведені для піску середньої крупності ($M_K=2-2,5$). При використанні дрібного піску значення α треба збільшити на 0,03; якщо пісок великий, значення зменшують на 0,03.

4. Витрати піску визначаємо по формулі:

$$П = \left[1 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{B}{\rho_{в}} + \frac{K}{\rho_{o.k.}} \right) \right] \cdot \rho_{п}, \text{ кг}$$

де $Ц, K, B$ - витрати цементу, щебеню, води, кг/м^3 ;

$\rho_{ц}, \rho_{в}, \rho_{п}$ - густина цементу, води, піску, кг/м^3 ;

$\rho_{o.k.}$ - густина зерен щебеню, кг/м^3 .

5. Після попереднього розрахунку складу бетону роблять спробний заміс бетонної суміші (звичайно обсягом 10 л) і визначають її удобоукладуваність.

Якщо бетонна суміш вийшла менш рухливою, ніж потрібно, то в розрахунок складу бетону вносять виправлення – збільшують кількість цементу

і води без зміни водоцементного відношення. Якщо рухливість більше необхідної, додають невеликими порціями пісок і великий заповнювач у відповідному співвідношенні, що рівнозначно зменшенню кількості цементного тіста. У такий спосіб домагаються заданої рухливості.

2 Визначення рухливості бетонної суміші

Рухливість бетонної суміші характеризується її осіданням, вимірюваним стандартним конусом. Осідання конуса визначають у наступній послідовності.

Внутрішню поверхню конуса змочують водою, встановлюють на рівну гладку площадку, покриту металевим листом, заповнюють бетонною сумішшю в 3-и шари рівними по обсязі частинами і кожний шар штикують 25 разів металевим стержнем діаметром 16 мм. Для зручності заповнення конуса бетонною сумішшю на нього надягають насадку, що розширюється догори.

По закінченні штикування верхнього шару надлишок бетону зрізують, поверхня вирівнюється кельмою урівень із краями форми конуса. Конус обережно знімають вертикально вгору і ставлять на площадку поруч з конусом з бетонної суміші. Осідання визначають, вимірюючи відстань по вертикалі між нижнім краєм лінійки, накладеної ребром горизонтально на верхній обріз форми, і серединою верхньої середини конуса бетонної суміші. Осідання конуса визначається як середнє арифметичне двох визначень.

3 Визначення жорсткості бетонної суміші

Жорсткість бетонної суміші, що виражається в секундах визначають технічним віскозиметром, що закріплюють на лабораторному вібростолі. Конус приладу заповнюють бетонною сумішшю з одночасним штикуванням. Потім ущільнюють бетонну суміш у конусі вібруванням при амплітуді коливань 0,35 мм і номінальній частоті (3000 ± 200) хв⁻¹ протягом 5-30сек. (до появи цементного молока з під нижньої підстави конуса). По закінченні віброущільнення вирівнюють верхню крайку бетону і знімають конус строго вертикально нагору без перекосів.

Після цього на віскозиметр встановлюють штатив і опускають диск на поверхню відформованого конуса бетонної суміші. Одночасно включають вібростіл і секундомір. Час, за який диск приладу опуститься настільки, що риска штанги співпаде з верхньою площиною направляючої голівки штатива і є характеристикою бетонної суміші.

Якщо твердість бетонної суміші менш 100 сек., допускається спрощений метод визначення цієї характеристики (метод Скрамтаєва). Для цього на лабораторному вібростолі закріплюють форму з внутрішніми розмірами 200x200x200мм, вставляють у неї стандартний конус без нижніх лапок і заповнюють її бетонною сумішшю з пошаровим штикуванням. Потім, обережно знявши конус, виключають вібростіл, фіксуючи час, протягом якого

бетонна суміш розтечеться, заповнивши всі кути форми і поверхня її стане горизонтальною.

Щоб привести жорсткість бетонної суміші, приведену до показання технічного віскозиметра, треба час, знайдений спрощеним методом, помножити на коефіцієнт 1,5.

Показник жорсткості бетонної суміші обчислюють як середнє арифметичне двох визначень, що не відрізняються більш ніж на 20%.

4 Визначення номінального складу бетонної суміші

Для цього визначають густину (об'ємну масу) бетонної суміші в свіжеущільненому стані за допомогою мірних циліндричних посудин, місткість яких вибирають у залежності від максимальної крупності зерен заповнювача: 5 л (висота і діаметр - по 186 мм) при крупності щебеню до 40мм і 15л (висота і діаметр по 267 мм), якщо крупність зерен заповнювача 70-80мм. У попередньо зважену посудину завантажують бетонну суміш і ретельно ущільнюють вібруванням - до появи на її поверхні цементного молока (але не більш 1,5хв.).

По закінченні ущільнення надлишок бетонної суміші зрізують, поверхню ретельно загладжують урівень із краями мірної посудини і знову зважують його. Густина визначають по формулі

$$\rho_{o.б.с.} = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

де m_2 - маса мірної судини із сумішшю, кг;

m_1 - те ж без суміші, кг;

V - обсяг мірної судини, м³.

Значення її приймають як середнє арифметичне двох визначень.

Витрати матеріалів бетону уточнюють по формулах:

$$Ц = \frac{ц}{\sum m} \rho_{o.б.с.}$$

$$К = \frac{к}{\sum m} \rho_{o.б.с.}$$

$$П = \frac{n}{\sum m} \rho_{o.б.с.}$$

де $\sum m$ - загальна витрата матеріалів на лабораторний заміс по масі, кг;

П, Ц, К - витрати відповідно піску, цементу і щебеню на лабораторний заміс, кг;

$\rho_{o.б.с.}$ - густина бетонної суміші лабораторного замісу у свіжеущільненому стані, кг/м³.

Витрати води уточнюють по формулі

$$В = (В/Ц) * Ц$$

Склад бетону, знайдений таким чином, називається номінальним.

5 Розрахунок витрати матеріалів на заміс бетонозмішувача

Якщо місткість бетонозмішувача задана по сумі обсягів матеріалів, що завантажуються, то витрата матеріалів на заміс бетонозмішувача визначають по формулах:

де $\Pi_{\text{зам}}$, $\text{П}_{\text{зам}}$, $\text{К}_{\text{зам}}$, $\text{В}_{\text{зам}}$ - витрати відповідно цементу, піску, щебеню і води на 1 заміс, кг;

V - місткість бетонозмішувача по сумі обсягів сухих матеріалів, що завантажуються, л;

B - коефіцієнт виходу бетону (звичайно в межах 0,63-0,7)

$$\beta = \frac{1000}{V_{\text{ц}} + V_{\text{п}} + V_{\text{к}}} = \frac{1000}{\frac{\Pi}{\rho_{\text{н.ц.}}} + \frac{\text{П}}{\rho_{\text{н.п.}}} + \frac{\text{К}}{\rho_{\text{н.к.}}}};$$

де $\text{V}_{\text{ц}}$, $\text{V}_{\text{п}}$, $\text{V}_{\text{к}}$ - витрати відповідно цементу, піску і щебеню, л/м³ бетону;
 $\rho_{\text{н.ц.}}$, $\rho_{\text{н.п.}}$, $\rho_{\text{н.к.}}$ - насипна густина маси відповідно цементу, піску, щебеню, кг/м³.

Якщо місткість змішувача задана по виходу бетону з одного замісу (ця характеристика зазначена в технічному паспорті на бетономішалку), то витрата матеріалів на заміс обчислюють по формулах:

$$\Pi_{\text{зам}} = \Pi \cdot \text{V};$$

$$\text{П}_{\text{зам}} = \text{П} \cdot \text{V};$$

$$\text{К}_{\text{зам}} = \text{К} \cdot \text{V}.$$

Робочий склад бетону на один заміс бетонозмішувача визначають перерахунком (коректуванням) складу з урахуванням природної вологості матеріалів (піску, щебеню чи гравію):

$$\text{П}_{\text{зам}}^{\text{вл}} = \frac{\text{П}_{\text{зам}} \cdot 100}{(100 - W_{\text{п}})};$$

$$\text{К}_{\text{зам}}^{\text{вл}} = \frac{\text{К}_{\text{зам}} \cdot 100}{(100 - W_{\text{к}})};$$

$$\text{В}_{\text{зам}}^{\text{вл}} = \text{В}_{\text{зам}} - \left[(\text{П}_{\text{зам}}^{\text{вл}} - \text{П}_{\text{зам}}) + (\text{К}_{\text{зам}}^{\text{вл}} - \text{К}_{\text{зам}}) \right];$$

де $\text{П}_{\text{зам}}^{\text{вл}}$, $\text{К}_{\text{зам}}^{\text{вл}}$, $\text{В}_{\text{зам}}^{\text{вл}}$ - витрати відповідно піску, щебеню і води на один заміс бетонозмішувача з урахуванням природної вологості матеріалів, кг;

$W_{\text{п}}$, $W_{\text{к}}$ - вологість піску і щебеню, %.

6 Визначення межі міцності бетону при стиску

Межу міцності бетону при стиску (ДСТ 10180-78) визначають випробуванням зразків-кубів чи зразків-циліндрів. Розмір ребра зразка-куба повинен бути 300, 200, 150, 100 або 70,7 мм; діаметр зразка - циліндра - 200,

150, 100 і 71,4 мм, висота - відповідно 400, 300, 200 і 143 мм. При цьому за еталон приймають куб розміром 150х150х150 мм.

Форми для зразків повинні відповідати ДСТ 2789-73. Преси для випробувань бетонних зразків повинні задовольняти вимогам ДСТ 8905-73.

Формувати зразки потрібно не пізніше 15хв. після приготування замісу. При виготовленні зразків з бетонної суміші, рухливістю менш 12см і жорсткістю не більш 60сек. форму, заповнену з надлишком суміші, жорстко закріплюють на вібростолі, вібрують з частотою 2800-3000хв⁻¹ і амплітудою 0,35-0,50мм до повного ущільнення та появи на поверхні тонкого шару цементного молока. При рухливості суміші більш 12 см ущільнення виконують без вібрації - шляхом штикування металевим стрижнем діаметром 16 мм. При виготовленні зразків із сумішей жорсткістю більше 60 сек. формування виконують із пригрузом 4 МПа (40 кгс/см²). При цьому застосовують форми з насадками, а амплітуда коливань вібростола повинна бути 0,15 мм. Розміри зразків у залежності від найбільшої крупності зерен заповнювача вибирають з урахуванням даних таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Розміри зразків у залежності від крупності заповнювача

Найбільша крупність зерен заповнювача, мм	Найбільший розмір зразка, мм	
	Ребро кубу, сторона поперечного перерізу балки	Діаметр циліндру
10	70,7	71,4
20	100	100
40	150	150
70	200	200
100	300	-

Навантаження на зразок при випробуванні повинне зростати рівномірно зі швидкістю 0,06-0,1 кН/с (6-10 кгс/с).

Тимчасовий опір бетону стиску в перерахуванні на кубову міцність обчислюють для кожного зразка по формулі:

$$R_{ст} = \frac{P_{разр.}}{S}$$

з урахуванням перехідного коефіцієнту до еталонної кубової міцності по таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Значення перехідного коефіцієнту до еталонної кубової міцності бетону

Форма і нормальний розмір зразку	Перехідний коефіцієнт	Форма і нормальний розмір зразку	Перехідний коефіцієнт
70,7x70,7x70,7	0,85	71,4x143	1,16
100x100x100	0,91	100x200	1,17
150x150x150	1,00	150x300	1,20
200x200x200	1,05	200x400	1,24
300x300x300	1,10		

Середню міцність серії визначають, як правило, за результатами іспиту трьох зразків.

Якщо найменший результат випробувань одного із зразків відхиляється від найбільшого результату зразку-близнюка більш як на 15%, найменший результат відкидають і обчислюють середню міцність бетону по двох показниках, що залишилися.

7 Визначення міцності бетону неруйнівним методом

Склерометричні методи в силу своєї простоти і доступності знаходять усе більше поширення на будівництвах і заводах збірного залізобетону.

Недолік цих методів полягає в тім, що про міцність бетону не завжди можливо судити по твердості поверхневого шару. Тому, якщо є побоювання, що усередині конструкції можуть бути раковини чи міцність по перетині не однакова, варто застосовувати електронно-акустичні методи.

Пристрій приладів, застосовуваних для склерометричних іспитів міцності бетону, засновано, як правило, на використанні двох принципів: пружного відскоку і пластичної деформації.

Перед визначенням міцності бетону методами, що не руйнують, на кожному виробі треба вибрати не менш 12 ділянок для випробувань з таким розрахунком, щоб не менш 2/3 з них приходилося на найбільш навантажені зони конструкцій, а інші були рівномірно розподілені по всій поверхні. Кожна ділянка повинна мати площу не менш 100см², де по розчинній частині (без дотику до великих зерен заповнювача) наносять 5-10 ударів.

Найчастіше міцність бетону визначають еталонним молотком системи Кашкарова (рисунок 2.1). Після удару, нанесеного молотком, діаметр відбитку на бетоні порівнюють з діаметром відбитку на еталонному стержні й обчислюють показник твердості по формулі:

$$T = \frac{d^2}{D^2} Hm;$$

де D - діаметр відбитку на бетоні, мм;

d - те ж, на еталонному стержні, мм;

Hm - твердість еталонного стержня по Майеру, МПа (кгс/мм²).

Міцність бетону визначають по тарувальній кривій, побудованої для обраного складу бетону на даних матеріалах за результатами паралельних випробувань в бетонних зразків еталонним молотком і під пресом.

Тарувальна крива придатна, якщо значення середньої міцності, отримані під час випробувань і нанесені крапками на графік, не будуть відхилятися від середньої міцності, що характеризуються кривою, більш ніж на 15%. Великі відхилення припустимі лише для 5% випробуваних зразків.

Для побудови тарувальної кривої використовують результати випробувань не менш 36 зразків розміром 200x200x200мм чи 150x150x150мм, виготовлених із трьох замісів бетонної суміші однакового складу і випробуваних у віці 3, 7, 28, 90 діб (по три зразка в кожен термін).

Допускається використовувати універсальні тарувальні криві з інструкції до приладу, однак для прив'язки універсальної тарувальної кривої потрібно паралельно випробувати методами руйнівними і неруйнівними не менш п'яти контрольних зразків.

Бетони, вік яких перевищує один рік, випробують після видалення шліфувальним каменем занадто твердого поверхневого шару товщиною 3-5мм.

8 Розрахунково-експериментальний метод визначення морозостійкості по "компенсаційному факторі"

Цей метод (ДСТ 10060-76) прогнозує морозостійкість бетону по результатах проби бетонної суміші, відібраної при бетонуванні конструкцій.

"Компенсаційний фактор" - Φ_k являє собою відношення суми процентного вмісту пор в ущільненій суміші, заповнених повітрям чи газом, V_v у % і контракційних пор V_k , %, до обсягу (у %) вільно замерзаючої при $t=-20^\circ\text{C}$ води в насиченому під атмосферним тиском бетону.

$$\Phi_k = \frac{(V_v + V_k)}{V_l};$$

$$V_k = \frac{12C}{\rho_u};$$

$$V_l = 100C(B/C - 0,27)\rho_v;$$

де ρ_u , ρ_v - густина цементу і води. Звичайно $\rho_u = 3100 \text{ кг/м}^3$ і $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$.

V_v визначають за допомогою пірометра (рисунок 2.4) за наступною методикою. Частину ущільненої бетонної суміші масою 1,2-1,5кг розміщують на дні нижньої посудини, ставлять верхню посудину, обережно вставляють розпушувач і заливають порометр до верху горловини. Струмнь води направляють обережно уздовж розпушувача, щоб не розмити пробу суміші. Розпушувач являє собою металеву смугу довжиною 30 см і перетином 2x20мм. Потім суміш розпушують до припинення зниження рівня води, після чого доливають воду до верху горловини. Обсяг долитої води V , вимірюють з

точністю до $0,5\text{см}^3$. Утворену при перемішуванні піну видаляють. Значення V_f визначають по формулі:

$$V_f = V_1 \frac{m_V^{cm}}{m_{cm}}$$

де m_V^{cm} - густина бетонної суміші, $\text{г}/\text{см}^3$;

m_{cm} - маса проби суміші, г.

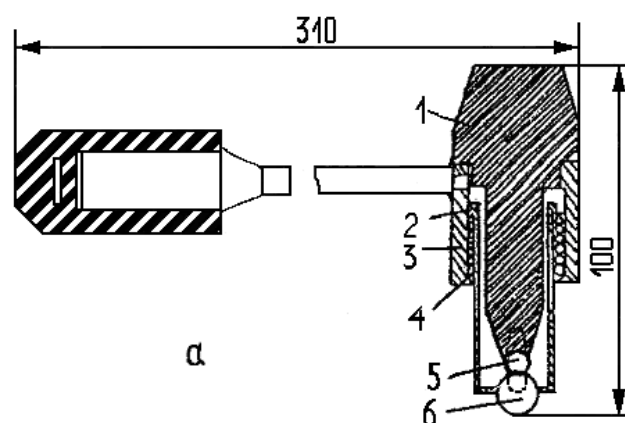
Марку по морозостійкості визначають у залежності від Φ_K :

Проектна марка по морозостійкості M_{mp}	50	75	100	150	200	300	400	500
Φ_K , не нижче	0,35/0,15	0,45/0,25	0,55/0,35	0,70/0,50	0,85/0,65	1,05/0,85	1,20/1,00	1,30/1,10

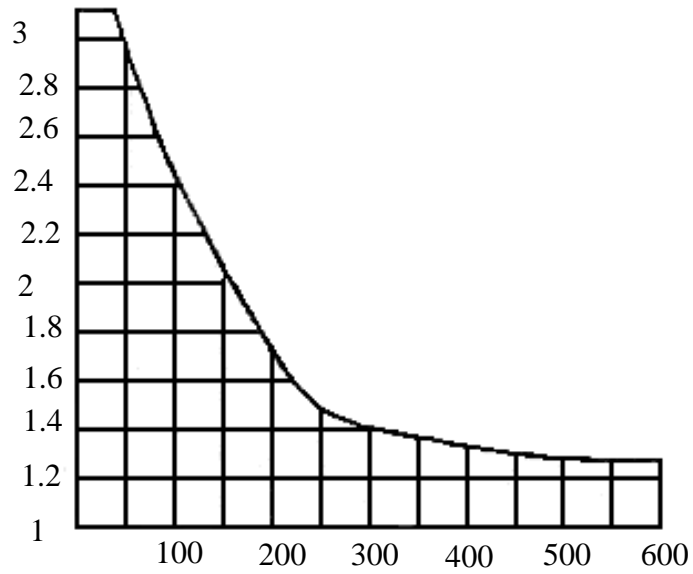
Примітка. Над рискою значення для бетону без добавки, під рискою - для бетону з повітрявтягуючими або газоутворюючими добавками.

Даний метод фактично прогнозує морозостійкість як функцію складу бетону за умови дотримання усіх вимог технології бетону. Щодо зміни $M_{pз}$ внаслідок порушення технології, застосування вихідних матеріалів з різною морозостійкістю не може бути виявлено. Не можливо також врахувати вплив умов твердіння і різного роду обробки затверділого бетону. До переваг методу відноситься те, що для його здійснення не потрібно морозильної установки. Даний метод призначений тільки для бетонів на щільних заповнювачах.

У висновках по роботі варто оцінити вплив вихідних матеріалів і технології бетону на його основні властивості.



Відношення D/d



Границя міцності, кг/см²

Рисунок 2.1 - Еталонний молоток К.П.Кашкарова: а - схема молотка; б - тарувальний графік; 1 - корпус; 2 - склянка; 3 - голівка; 4 - пружина; 5 - еталонний стержень; 6 - кулька

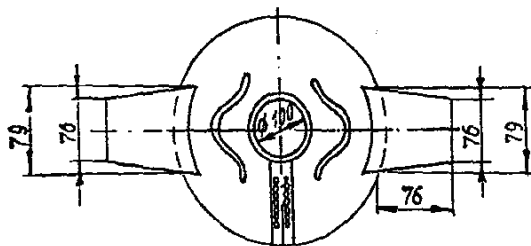
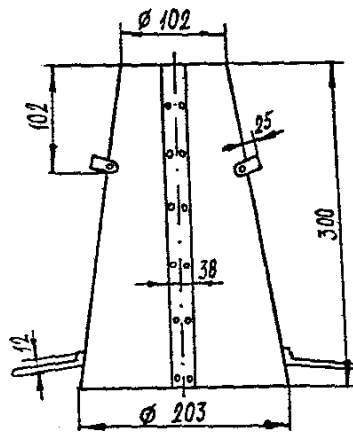


Рисунок 2.2 - Стандартний конус для визначення рухливості бетонної суміші

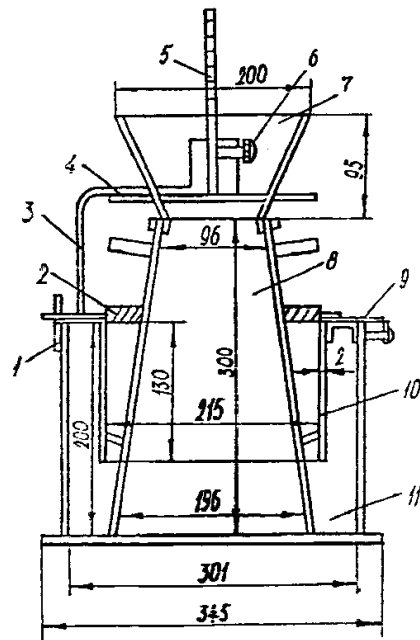


Рисунок 2.3 - Технічний віскозиметр для визначення твердості бетонної суміші:

1- фіксатор; 2 - кільце-фіксатор; 3 - штатив; 4 - диск; 5 - штанга; 6 - затискний гвинт; 7 - насадка; 8 - металевий конус; 9 - опорні пластини; 10 - циліндричне кільце; 11 - циліндрична посудина

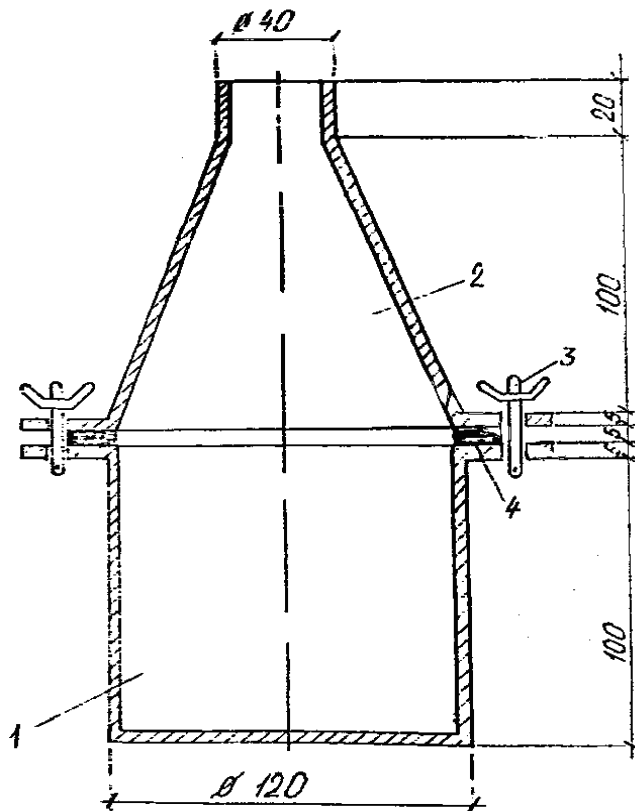


Рисунок 2.4 - Пірометр бетонної суміші

1 - нижня посудина; 2 - верхня посудина; 3 - болти; 4 - гумова прокладка; 5 - розпушувач

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ
(у вигляді питань і задач для програмованого контролю)

1. Назвіть прилад для визначення удобоукладуваності бетонних сумішей:

- 1) конус СтройЦНИЛ;
- 2) стандартний конус;
- 3) технічних віскозиметр;
- 4) прилад Б.Г.Скрамтаєва.

2. Яким приладом визначають удобоукладуваність жорстких бетонних сумішей при стандартних іспитах?

- 1) конусом СтройЦНИЛ;
- 2) технічним віскозиметром;
- 3) приладом Б.Г.Скрамтаєва;
- 4) приладом НДІ-200.

3. Водопотреба бетонної суміші на портландцементі дорівнює 170 л/м^3 . Укажіть найбільш ймовірну водопотребу суміші при використанні шлакопортландцементу.

- 1) 160;
- 2) 165;
- 3) 170;
- 4) 175.

4. Яка ймовірна величина показника жорсткості бетонної суміші у випадку застосування пуцоланового портландцементу, якщо при портландцементі $Ж = 50с$?

Відповідь:

- 1) 30;
- 2) 40;
- 3) 50;
- 4) 60.

5. Склад бетону №1: Ц=350 кг; В=175 кг (л); Ж=25с. Склад бетону №2: Ц= 365кг; В=175 кг (л); Ж-?

- 1) 20;
- 2) 25;
- 3) 30;
- 4) 35.

6. Склад бетону №1: Ц = 300кг; В/Ц = 0,55; ОК = 3см. Склад бетону №2: Ц = 300кг; В/Ц = 0,6кг; ОК-?

- 1) 0;
- 2) 2;

3) 4;

4) 6.

7. Як впливає підвищення вмісту цементу на водопотребу бетонної суміші?

1) знижує;

2) підвищує;

3) не впливає.

8. Чи треба при заміні в складі бетону піску водопотребу $V_{II}=7\%$ піском з показником $V_{II}=10\%$ змінювати його зміст?

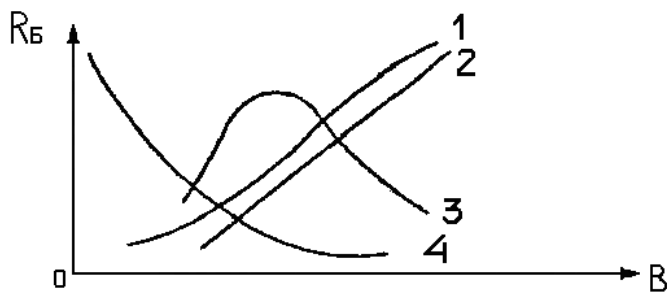
1) не слід змінювати;

2) збільшити;

3) зменшити.

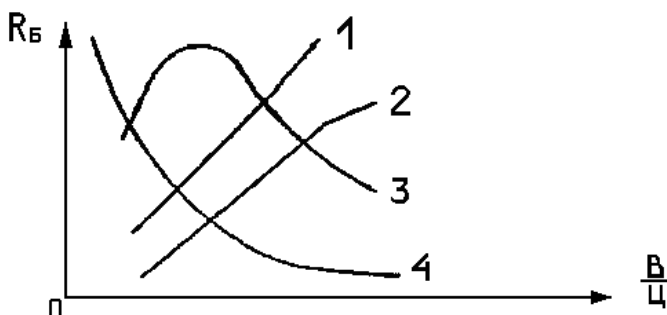
9. Як впливає вміст води в бетонній суміші на міцність бетону $R_B = f(V)$?

Відповідь дати по рисунку.



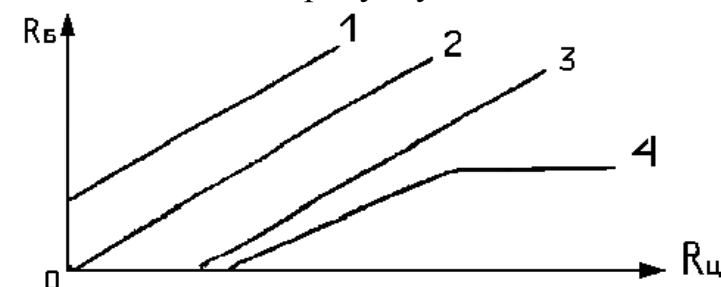
10. Як графічно виражається залежність міцності бетону від водоцементного відношення $R_B = f(V/C)$?

Відповідь дати по рисунку.

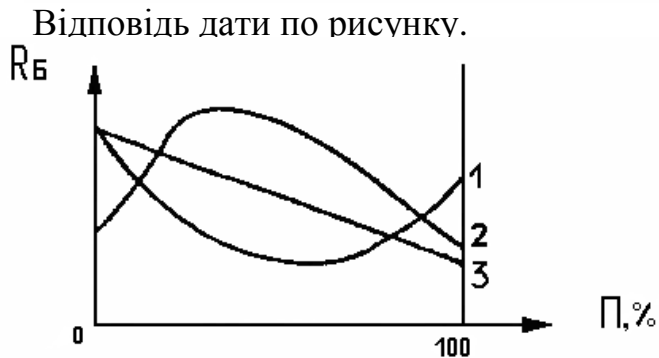
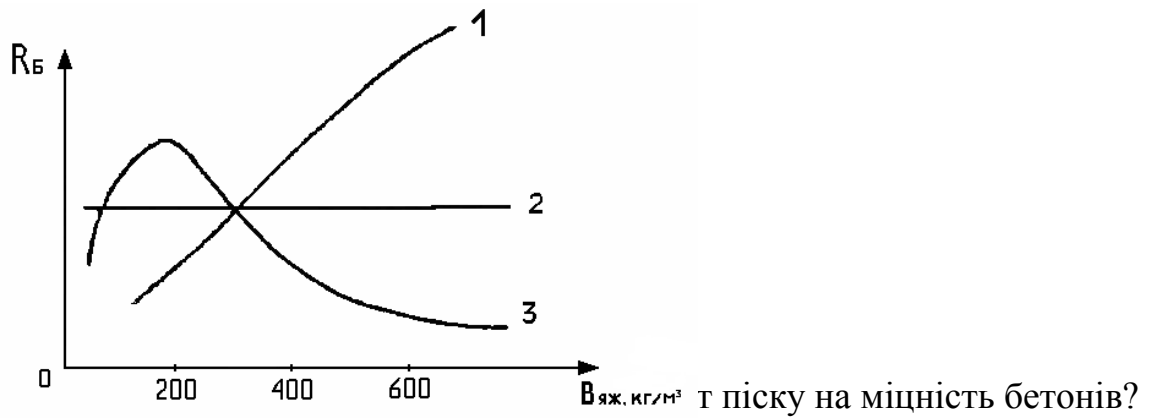


11. Показати залежність міцності бетону від активності цементу $R_B = f(R_{II})$?

Відповідь дати по рисунку.

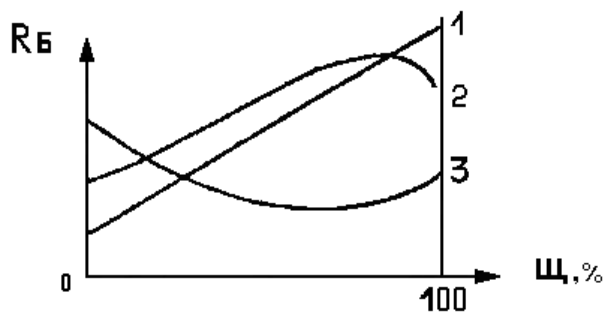


12. Як впливає зміна вмісту цементу ($V_{\text{ц}}/\text{м}^3$) на міцність бетону R_B ?
Відповідь дати по рисунку.



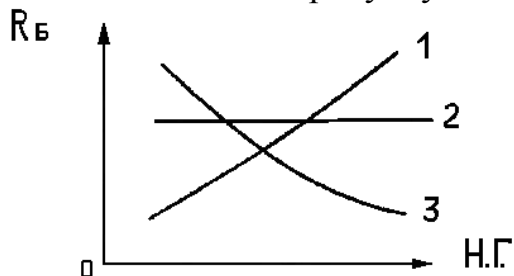
14. Покажіть криву, що показує вплив кількості щебеню в бетоні на міцність останнього: $R_B = f(\text{Щ})$?

Відповідь дати по рисунку.



15. Який вплив робить зміна нормальної густоти Н.Г. цементного тіста на міцність бетону R_B , якщо удобоукладываемость бетонної суміші і вміст цементу будуть залишатися незмінними?

Відповідь дати по рисунку.



УЧБОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН (ПАР) НА ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНІВ ТА БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ

Ціль роботи: пояснити основи механізму впливу ПАР на властивості бетону та розчинну суміші, а також на їхні властивості після твердіння; виробити навички практичного виготовлення будівельних розчинів та методів оцінки їхніх властивостей.

Загальні положення

Поверхнево-активні речовини (ПАР) у світовій практиці займають провідне місце серед інших домішок, які навіть в невеликій кількості здатні суттєво покращити структуру і властивості бетонів та будівельних розчинів.

Так як визначення характеру впливу ПАР на властивості в даній роботі будується по відношенню до будівельних розчинів, то слід звернути увагу на два головних моменти.

По - перше, будівельні розчини розглядають як бетони без крупного заповнювача. Тому усі раніше визначені функції складових бетонної суміші дійсні і для розчинних сумішей. Вода відіграє свого роду функцію „мастила”, яке, покриваючи поверхню зерен плівкою, дає змогу легко здійснити перемішувати суміші та щільно заповнити нею форму виробів. При цьому плівка води повинна повністю охопити поверхню зерен без розривів. Мінімально можлива товщина плівки води на поверхні зерен суміші обмежується силами поверхневого натягу води.

По - друге, в чому полягає роль ПАР? Є декілька точок зору на дію ПАР. Більшість зводиться до того, що ПАР, абсорбуючись на поверхні зерен, здатні покращити реологічні властивості суміші (з грецької реологія означає деформативність та текучість або рухливість в'язко - пластичних сумішей). Звідси з'являється можливість забезпечити таку саму рухливість суміші при меншій кількості води або, що теж саме, при однаковій кількості води, збільшити рухливість або пластичність. Такі ПАР називають пластифікаторами або суперпластифікаторами.

За рахунок включення пластифікуючих ПАР до складу будівельних розчинів та бетонів досягаються такі взаєпов'язані результати:

- а) пониження потрібної води для приготування сумішей;
- в) зменшення пористості, тобто покращення структури матеріалу;
- в) збільшення міцності;
- г) підвищення корозійної стійкості та водонепроникності;
- д) економія до 20% в'язучого.

До найбільш широко використовуваних пластифікаторів належать ЛСТ (лігносульфонат технічний), „Релаксол”. До суперпластифікаторів - „Дофен”, С-3, 10-03 та інші.

Важливе значення для покращення структури, міцності і морозостійкості мають пластифікуюче - повітрявсмоктючі добавки, які крім вище названих ефектів збільшують морозостійкість завдяки здатності утворювати дрібні повітряні пори, що виконують роль амортизаторів при замерзанні води. Це зокрема ГКЖ-10, ГКЖ-11, підмільна лужна рідина та інші.

ПАР крім пластифікуючої та гідрофобізуючої дії можуть проявляти також інші, але менш значні ефекти. Тому їх називають гідрофілізуючими. Якщо ПАР проявляє найбільше гідрофобізуючу дію, тобто ефект водовідштовхування або незмочуванності поверхні, то їх називають гідрофобними. Вони теж покращують морозостійкість і міцність завдяки здатності повітря втягування та пластифікації.

ПАР з однаковою проявою усіх ефектів називають комплексними. ПАР з домінуючою повітря втягуючою дією називають повітрявтягуваними. Сюди відносять смолу деревини омилену (СДО), ОП, каніфольне мило.

1 Методика виконання роботи

Спочатку готують будівельний цементно-пісчаний розчин, склад якого вибирають згідно рекомендацій таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Склад цементно-пісчаних розчинів для мурувальних і монтажних робіт

Марка цементу	Склади в об'ємному дозуванні розчинів марок					
	200	150	100	75	50	25
500	1:3	1:4	1:5,5	1:6	-	-
400	1:2,5	1:3	1:4,5	1:5,5	-	-
300	-	1:2,5	1:3	1:4	1:6	-
200	-	-	-	1:2,5	1:4	-

Визначальним показником властивостей розчинної суміші на першому етапі є її рухливість. Для визначення використовують прилад, який називається стандартний конус (конус Строй ЦНИИЛ).

Стандартний конус має циліндричний стержень зі стрілкою (рисунок 3.1), який переміщуються по направляючим вздовж шкали штатива. Діаметр основи конусу 75 мм, висота 145 мм, загальна маса становить 300г. Посудина (чаша) для завантаження випробуваного розчину має форму зрізаного конусу висотою 180мм Та діаметром до 150мм.

Рухливість розчину оцінюють по глибині занурювання конусу в розчин. Для цього готують суміш прийнятого співвідношення при $V/C=0,5$. Підготовлений розчин завантажують в посудину приладу, там його ущільнюють штикуванням 25 разів за допомогою стержню діаметром 10...12мм та легким постукуванням 5...6 разів об край столу.

Посудину з розчином встановлюють під конус та підводять його вістря до поверхні розчину. По шкалі фіксують початкове положення конусу. Потім одночасно звільнюють затисний гвинт і включають секундомір. Під дією власної маси конус занурюється в розчин. Через 10 с затисним гвинтом фіксують положення конусу і по шкалі визначають його переміщення.

Рухливість розчину визначається як середнє арифметичне двох випробувань.

Знову готують декілька розчинів аналогічного складу, але з домішками ПАР різної величини згідно таблиці 3.2. Проводять випробування та визначають вплив ПАР на рухливість. Результати заносять до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Залежність пластичності суміші від кількості пластифікатора при постійному водоцементному відношенні

Вид пластифікатора	Кількість пластифікатора, %					
	0	1	2	3	4	5
А						
Б						

Наступну партію розчинів готують різного вмісту води та ПАР, але однієї і тієї рухливості, що дозволить виявити вплив домішки на водоцементне відношення. Результати заносять до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Залежність водоцементного відношення та зміна водоцементного відношення від кількості ПАР при постійній рухомості суміші

Вид пластифікатора	Кількість пластифікатора, %					
	0	1	2	3	4	5
	Кількість води затворення, % суміші номінальної рухомості					
	%	Зміна	%	Зміна	%	Зміна
А						
Б						

Для наглядності отримані результати нанести на графік і побудувати графічні залежності у вигляді кривих в системі координат „кількість добавки ПАР, %-рухливість, см” та „кількість добавки ПАР, %-водоцементне співвідношення”.

Суміші останніх розчинів (рівної рухливості, але різного водоцементного співвідношення) використовують для визначення їхньої міцності і, відповідно, характеру впливу величини водоцементного співвідношення на міцність.

З кожного досліджуваного розчину готують по 3-и зразки - балочки розміром 4×4×16 см.

Після витримки в нормально - вологих умовах зразки випробують на згин та тиск по раніше розглянутим методикам.

Результати випробувань заносять до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Результати випробувань розчинів

Номери замірів	Склад розчину, кг			Рухомість розчину, см			Результати вимірів і зважувань зразків			Руйну юче заанта-ження, Н	Межа міцності на стиск, Мпа
	Це-мент	Пі-сок	Во-да	1	2	Серед ня	Роз-міри, см	Об`єм, см	Маса, кг		
1											
2											

Наглядне уявлення про характер впливу пластифікуючих ПАР на властивості розчинів надасть обробіток результатів випробувань з побудовою графічних залежностей в системі координат „величини домішки ПАР, %-міцність розчину, МПа” при рівній рухливості розчинів, але різній величині водоцементного відношення.

З метою кращого розуміння структуроутворюючої ролі води і ПАР рекомендовано результати випробувань в графічному оформленні порівняти між собою.

Отриманні уявлення слід викласти у висновках.

ПИТАННЯ ДО САМОПЕРЕВІРКИ

1. Класифікація добавок в бетони і розчини.
2. Як впливають гідрофобізуючі добавки на бетонні суміші і властивості бетону?
3. Які фактори впливають на удобоукладуваність бетонної суміші?
4. Як змінюються властивості будівельних розчинів при введенні в них пластифікуючих добавок?
5. Чим відрізняються штукатурні розчини від кладочних?

УЧБОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІТУМНИХ МАСТИК ВІД ЇХНЬОГО СКЛАДУ

Ціль роботи: виявити залежності між величиною добавок наповнювачів чи полімеру і властивостями мастик; навчитися визначати раціональний склад мастик на основі результатів випробувань; уміти дати пояснення виявленим залежностям між складом і властивостями з використанням навчальної й іншої літератури; набути навички регулювати склад і властивості бітумних мастик і виявити раціональні області їхнього застосування в будівельній практиці.

Загальні положення

Бітумними мастиками називають суміші нафтових бітумів або дьогтю з мінеральним наповнювачами і добавками полімерів, антисептиків, пластифікаторів та ін. Звичайно застосовують: пилоподібні наповнювачі (здрібнений тальк, магнезит, вапняк, доломіт, крейда, цемент, золи твердих видів палива); волокнисті наповнювачі (азбест, мінеральну вату й ін. полімерні добавки). Наповнювачі адсорбують на своїй поверхні масла і тому підвищують теплостійкість, твердість і довговічність мастики. Крім того, зменшується витрата бітуму чи дьогтю як дефіцитної та коштовної речовини.

Волокнисті наповнювачі армують матеріал, збільшують його міцність, а також довговічність.

Мастики поділяються:

а) за видом в'язучого - на бітумні, бітумно-гумові, бітумно-полімерні, дьогтеві, бітумно-дьогтеві;

б) за способом застосування - на гарячі (застосовують з попереднім підігрівом до 180 °С - для бітумних мастик і до 130 °С - для дьогтьових мастик) і холодні (містять розчинник), використовують без підігріву при температурі повітря не нижче 5 °С і з підігрівом до 60-70 °С при температурі нижче 5°С.;

в) за призначенням – на клейові, покрівельно-ізоляційні, гідроізоляційні, асфальтові й антикорозійні.

В сучасній будівельній та ремонтній практиці використовують мастики, до складу яких входять нафтобітуми та підвищена кількість синтетичних смол (полімерів) або каучуків. Усі сучасні мастики мають індивідуальну назву. Відомі також мастики на основі епоксидних смол, хлорсульфополіетилену, каучукових латексів, інших синтетичних смол з добавками нафтобітумів, отверджувачів, наповнювачів та інших.

Крім мастик використовують емульсії і пасти, які являють собою водні суміші тонко дисперсного нафтобітуму з модифікуючими добавками. Їх виготовляють змішуванням при великій швидкості розплавленого нафтобітуму в водному розчині спеціальних емульгаторів.

Завдяки високій паро- і водонепроникності, підвищеній адгезії, стійкості до впливу атмосферних умов мастики застосовуються для таких цілей: а) гідроізоляції поверхні підземних частин будинків і споруд; б) гідро- і пароізоляції стін; в) в міжповерхових перекриттях приміщень, у тому числі з вологим режимом експлуатації; г) улаштування покрівельних покриттів житлових, промислових чи сільськогосподарських будинків; д) захисного шару м'яких покрівель з рулонних матеріалів; е) тимчасового гідрозахисту об'ємних блоків повної заводської готовності; ж) ремонту покрівельних покриттів.

Бітумно-емульсійні і бітумно-полімерні матеріали застосовуються також для ґрунтовки поверхні, що ізолюється; ремонту експлуатованих рулонних покрівель і гідроізоляцій, як клейові мастики при облицюваннях метласькими плитками. В цілому, наповнювачі і полімери дозволяють поліпшити структуру і підвищити фізико-механічні, хімічні й економічні показники бітумних мастик. На основі знання залежностей можливо регулювати й одержувати склади заданих властивостей з урахуванням призначення мастик.

Включення до складу мастик полімерних добавок, наповнювачів та інших речовин дозволяє значно підвищити експлуатаційні властивості.

1 Підготовка складу

Для виявлення залежності між складом і властивостями варто досліджувати мастики, до складу яких входить різна кількість пилоподібного наповнювача, коротко волокнистого азбесту, полімеру.

В таблицях 4.1 і 4.2 приведені варіанти складу мастик.

Таблиця 4.1

Склад і властивості бітумних мастик

№ варіанту	Склад частин за масою						Властивості				
	бітум	наповнювач	азбест				глибина проникнення голки, мм	температура розм'якшення, °С	розтягання	гнучкість на стрижні діаметром, мм	адгезія
			А	Б	В	Г					
1	100	0	0	5	10	15					
2	95	5	0	5	10	15					
3	90	10	0	5	10	15					
4	85	15	0	5	10	15					
5	90	20	0	5	10	15					
6	75	25	0	5	10	15					
7	70	30	0	5	10	15					
8	65	35	0	5	10	15					
9	60	40	0	5	10	15					

Склад і властивості бітумно-полімерних мастик

№ варіанту	Склад частин за масою						Властивості				
	бітум	полімер	азбест				глибина проникнення голки, мм	температура розм'якшення, °С	розтягування	гнучкість на стрижні діаметром, мм	адгезія
			А	Б	В	Г					
1	100	0	0	5	10	15					
2	97	3	0	5	10	15					
3	94	6	0	5	10	15					
4	90	10	0	5	10	15					
5	88	12	0	5	10	15					
6	85	15	0	5	10	15					
7	82	18	0	5	10	15					
8	79	21	0	5	10	15					
9	75	25	0	5	10	15					

Склади до досліджень можна готувати в наступній послідовності:

- розплавити близько 2 кг нафтобітуму і перемішувати його до повного припинення виділення пухирців;
- розлити розплавлений нафтобітум у 9-ть металевих судин (чашок);
- у кожен судину (чашку) з нафтобітумом ввести пилоподібний наповнювач чи полімер, а також азбест згідно заданого варіанта і перемішувати до одержання однорідного стану;
- у випадку підвищення в'язкості (через зниження температури) суміш підігріти на піщаному прошарку;
- з підготовленої суміші виготовити зразки відповідно до вищевикладених вказівок;
- оформити таблицю 4.1 або 4.2 підготувати координатну сітку згідно рисунку 4.1 або 4.2.

2 Дослідження впливу вмісту наповнювачів або полімеру на температуру розм'якшення бітумних мастик

Дослідження температури розм'якшення варто виконувати за допомогою приладу "кільце і куля" у послідовності, раніше викладеної в лабораторній роботі «Визначення марки нафтового бітуму».

Оскільки в даній роботі вивчаються склади з різною добавкою наповнювачів або полімеру, то всі результати, отримані виконавцями кожного варіанту, заносяться в таблицю 4.1 або 4.2 і наносяться на координатну сітку рисунків 4.1 і 4.2. Потім побудувати графічні залежності складу суміші "сполука-температура розм'якшення" (рисунки 4.1 і 4.2).

Використовуючи навчальну літературу варто знайти пояснення виявленому характеру впливу величини добавок на властивість мастик.

Важливо також зробити висновки про передбачувану раціональну величину добавок і практичне використання отриманої інформації.

3 Дослідження впливу вмісту наповнювачів або полімеру на розтяжність бітумних мастик

Визначення й аналіз впливу змісту наповнювачів і полімерів на розтяжність допоможе виявити доцільність включення таких добавок до складу бітумних мастик.

Дослідження розтяжності бітумних мастик варто виконувати на лабораторному дуктилометрі, у послідовності, описаній в лабораторній роботі № 10 «Визначення марки нафтового бітуму» в курсі будівельне матеріалознавство.

Оскільки в даній роботі досліджуються кілька варіантів складу мастик, то всі результати випробувань, отримані кожним виконавцем, варто занести в таблицю 4.1 або 4.2. Одночасно ці результати наносяться на координатну сітку рисунку 4.2. Нанесені значення використовуються для побудови графічних залежностей "склад - розтяжність".

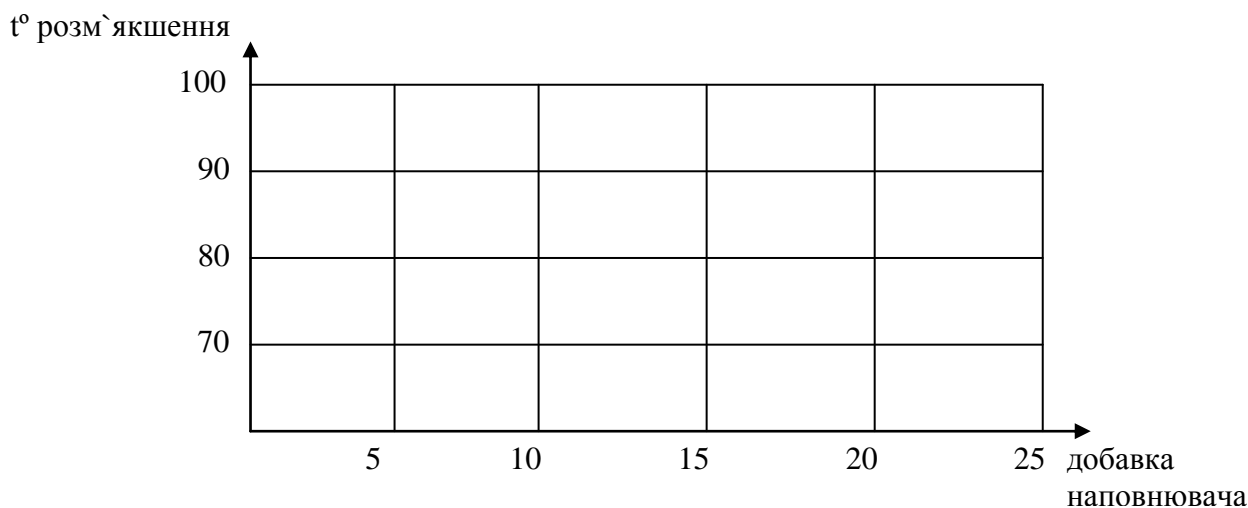


Рисунок 4.1 – Координатна сітка для побудови графічної залежності "склад - розтяжність" для добавки наповнювача

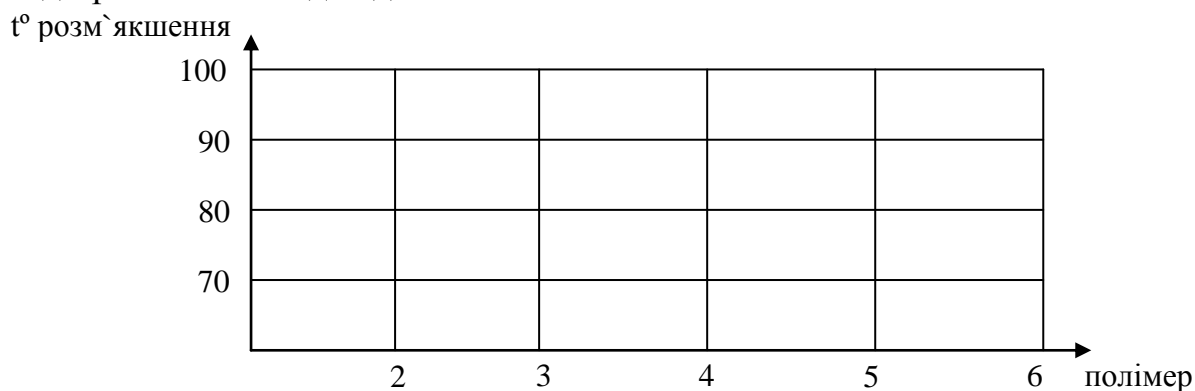


Рисунок 4.2 – Координатна сітка для побудови графічної залежності "склад - розтяжність" для полімеру

За допомогою навчальної літератури варто пояснити отримані залежності і зробити висновки про можливий раціональний вміст добавок і їхнє практичне значення.

4 Дослідження гнучкості бітумних мастик

Попередньо розігріту бітумну суміш, варіант складу якої зазначений в таблиці 2.1, нанести шаром близько 2мм на поверхню зразка з пергаменту розміром 50x100мм. Для кожної серії іспиту варто виготовити 5-ть зразків. Після охолодження мастики до температури 18...20 °С (але не раніше ніж через 2 години) зразок помістити на 15 хв. у воду з температурою 18...20 °С. Потім зразки вийняти з води й протягом 5 сек. рівномірно згинати (мастиком нагору) навколо стержнів у наступній послідовності їхніх діаметрів: 40, 30, 20 і 15мм. При цьому фіксувати відсутність чи появу тріщин на поверхні мастики.

Придатними вважаються ті зразки, у яких не з'явилися тріщини в шарі мастики. За величину гнучкості приймається той мінімальний розмір стержня, при якому випробовуваний зразок витримав випробування - відсутні тріщини в шарі мастики.

Приклад запису результатів дослідження гнучкості (у табл. 4.1): "Ø 15мм".

5 Дослідження властивостей бітумних мастик на склеювання

З рулону пергаменту вирізати по 6-ть зразків розміром 50x140мм (для кожного варіанта складу мастики). Потім на поверхню обох зразків пергаменту нанести нагріту до 140...160°C мастику. Мастика наноситься таким чином, щоб один кінець кожного зразку пергаменту залишився не покритим мастикою на довжину 20мм. Потім зразки склеюють один з одним, розміщуючи з протилежних сторін не промазані мастикою кінці.

Склеєні зразки покрити металевою пластиною і притиснути вантажем масою 1кг. У такому стані зразок витримується протягом 2 годин при температурі 20°C.

Кожний з підготовлених зразків через 2 години після склеювання помістити без перекосів у затиски розривної машини. Випробування зразків на розрив виконувати при постійній швидкості переміщення рухливого затиску (50 мм/хв) до розриву зразку.

За результатами випробувань визначається величина розривного зусилля (за показниками шкали розривної машини) і характер руйнування (розрив по пергаменті чи мастиці).

Результати іспиту занести в таблицю 4.1. Приклад запису: "5 кгс. Розрив по пергаменті чи мастиці".

6 Обробка результатів досліджень

У таблиці 4.1 і на координатній сітці рисунків 4.1 і 4.2 повинні бути представлені результати дослідження властивостей усіх варіантів складів мастик (результати роботи 2...4-х академічних груп).

Порівнюючи отримані залежності властивостей від складу і використовуючи літературні джерела, варто знайти пояснення виявленим закономірностям, визначити передбачуваний оптимальний склад, зробити висновки про можливість практичного використання результатів роботи.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. У чому полягає розходження між бітумними мастиками і нафтобітумами?
2. Яке призначення пилоподібного і коротко волокнистого наповнювачів у складі мастик?
3. Яким чином здійснюється регулювання властивостей бітумних мастик?
4. Яке призначення полімерної добавки в складі бітумно-полімерних мастик?
5. Які марки бітумних і дьогтьових мастик застосовуються в будівництві?
6. Чим відрізняються „гарячі” і „холодні” бітумні мастики?
7. Як змінюються властивості бітумних мастик по мірі підвищення вмісту наповнювача?
8. Як міняються властивості бітумно-полімерних мастик зі збільшенням добавки полімеру?
9. Яким чином можливо підвищити температуру розм'якшення мастик?
10. Які види мастик використовують в будівництві?
11. Що являють собою мастики клейові і покривні?
12. В залежності від яких умов підбирається склад мастик?
13. В чому відмінність покривельних і гідроізоляційних мастик?
14. Які переваги мають бітумно-полімерні мастики в порівнянні з бітумними?
15. Які відомі добавки до бітумних і бітумно-полімерних мастик?
16. Як складається шифр марки мастик?
17. Що являє собою бітумно-гумова мастика?

УЧБОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

СУЧАСНІ РУЛОННІ ПОКРІВЕЛЬНІ ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Мета роботи: виявити характерні особливості сучасних рулонних покрівельних і гідроізоляційних матеріалів та їхні переваги перед традиційними

Загальні положення

Рулонні покрівельні та гідроізоляційні матеріали відіграють вирішальну роль в забезпеченні надійності та довговічності покрівель і тим самим визначають рівень витрат ресурсів на стадії будівництва та експлуатації споруд. Для спрощення вивчення та оцінки рулонованих покрівельних і гідроізоляційних матеріалів краще визначати за такими ознаками:

1. Наявність або відсутність основи. У відповідності з цим поділяються на основні та безосновні.

2. Тип основи, якою може бути покрівельний картон - матеріал різної товщини та одиничної маси; склотканини; склосітки або неткане полотно із скляних ниток; азбестовий картон, полімерні плівки; ткани або клеєні тканини з синтетичних ниток; металева фольга.

3. Вид органічної в'язучої речовини для насичення (пропитки) основи. Це можуть бути легкоплавкі нафтобітуми без або з домішками полімерів, з яких виробляють руберойди (пергамін, різної назви руберойди, склоруберойди, гідро ізол, наплавний руберойд, „Монобітєп”, „Крембіт”, інші). Якщо для цих цілей використовують дьогті, то вироби називають толь (толь покрівельна, безпокрівельна, толь - кожа та інші).

4. Наявність або відсутність шару покриття на поверхні основи. Без покриття пергамін (нафтобітумне насичення); толь безпокривна, толь - кожа. З покриттям руберойд, толь, руберойди спеціальних назв, що мають покриття складними бітумно-полімерними або бітумно-каучуковими композиційними сумішами.

5. Товщина покриття поверхні основи. Руберойди з шаром підвищеної товщини називають наплавними.

6. Вид посипки поверхні рулонного матеріалу. Бувають пиловидна (умовне позначення літерою „П”), мілко зерниста („М”), крупнозерниста („К”), чешуйчата („Ч”).

7. Маса одиниці площі (1м²) покрівельного картону – 00, 320, 350, 380, 420, 500г.

8. По призначенню поділяють для верхнього шару покрівельного покриття (позначають літерою „К”), для нижніх шарів, так званий підкладочний („П”), для гідроізоляції („Г”).

9. Безосновні рулонні матеріали виробляють методом каландрування (каландри - система спеціальних прокатних роликів) сумішей на основі нафтобітуму. Якщо суміш складається з бітумно-гумового в'язучого, то

матеріал називають ізол; якщо гума входить у вигляді відходів старих виробів (подрібнена) матеріал бризол; якщо в'язучим являється бітумнополімерні або бітумнокаучукові суміші матеріали мають різні спеціальні назви. До складу безосновних матеріалів входять також тонкодисперсний наповнювач, коротковолокнистий азбест, пластифікатори та інші спеціальні домішки.

Традиційні рулонні матеріали позначають марками, які включають літери та цифри, за допомогою яких приводять вище названі характерні ознаки. Так перша літера „Р”, „Т”, „П”, „С”, „Г”, „І”, „Б” означає назву відповідно „рубберойд”, „толь”, „пергамін”, „склоруберойд”, „гідроізол”, „ізол”, „бризол”. Друга літера означає призначення: „К” для верхнього шару покрівельного покриття; „П” для нижніх шарів, тобто підкладочний; „Г” гідроізоляційний; „М” металоізол.

Третя літера знаменує вид посипки поверхні: „П” пиловидна; „М” мілко зерниста; „К” крупнозерниста; „Ч” чешуйчата. Група цифр масу одиниці покрівельного картону (основи).

У відповідності з цим можливо привести такі відомі марки рулонних матеріалів: а) руберойд РКК-420; б) толь - ТПП-320; в) склоруберойд - СРЧ.

Виробництво сучасних рулонних матеріалів в світовій практиці спрямовано надати їм багаторазове підвищення властивостей та довговічності.

Головними засобами вирішення поставленої проблеми являються:

- використання для основних матеріалів в якості основи скляних, синтетичних тканих виробів або полімерних плівок;

- для формування покривного шару поверх основи застосовують бітумно-полімерні композиції. Найчастіше в якості полімерної компоненти бувають атактичний поліпропілен (АПП) або синтетичний стирол-бутадієн – стирольний каучук (СБС), які вводять в композиції в підвищених кількостях. Такі добавки попереджають прискорений розвиток процесів „старіння” нафтобітумів, розширюють діапазон температурної стабільності матеріалу (при низьких та високих температурах);

- на лицьову поверхню в покривний шар втоплюють мінеральні зерна, які здатні тривалий час виконувати функцію „екрану” і тим самим успішно здійснювати захист від безпосереднього впливу атмосфери та сонячної радіації;

- зворотну поверхню полотна покривають шаром мастики підвищеної товщини. Цей шар використовують як клейовий, для чого розігрівують полум'ям газової горілки безпосередньо перед наклеюванням. Ця поверхня, як правило, покрита полімерною плівкою і яку знімають під час нагрівання при наклеюванні.

На таких же принципах виробляють і безосновні рулонні покрівельні матеріали. Для їхнього виготовлення використовують бітумно-полімерні (бітумно-каучукові) композиції з добавками наповнювачів, коротких волокон, пластифікаторів та інших. Суміш каландрують (прокатують) за допомогою системи послідовно розташованих здвоєних валків. В результаті з останньої пари валків (каландрів) сходять полотна товщиною 3...5мм. Їхня поверхня покрита полімерною плівкою.

Всі сучасні рулонні покрівельні та гідро-ізолюючі вироби мають індивідуальну назву. Наприклад, Славутського заводу покрівельних матеріалів (Хмельницька область) мають назву „Сполімод”, „Сполісласт”. Заводи Росії виготовляють „Минокром”, „Епофлекс”, „Унифлекс”, „Техноеласт” та інші.

Методика виконання роботи

1 Визначення виду рулонного матеріалу

Для визначення виду рулонного матеріалу на відстані 1 м від краю рулону вирізують зразки розміру 300х300 мм. Кожному зразку надають індивідуальний номер. Виявити вид матеріалу можливо в такій послідовності:

- наявність або відсутність основи;
- наявність або відсутність покривного шару;
- можливий вид в'язучого для насичення основи та її покриття;
- вид посипки;
- маса зразку одиниці площі.

Результати роботи занести до таблиці та визначити можливий вид, області застосування.

2 Визначення водонепроникності в часі

Використовуючи зразок матеріалу розміром 300×300 мм та згинаючи його, готують коробку розміром 100×100×100 мм. При цьому зразок попередньо нагрівають в сушильній шафі до температури 40...50°C.

Виготовлену коробку розміщують на поверхні, покритій лакмусовим або іншим папером, який здатний змінити колір в слабо кислому розчині (рисунок 5.1).

Коробку заповнюють водою з температурою $18 \pm 2^\circ\text{C}$ на висоту 50 мм. Воду підкислюють соляною або сірчаною кислотою. Рівень води підтримують постійним протягом всього часу випробувань до появи ознаки зміни кольору паперу, що є наслідком просочування розчину крізь зразок.

Показником водонепроникності є тривалість діб від початку випробувань до моменту зміни кольору папером.

3 Визначення водонепроникності по гідростатичному тиску

Водонепроникність визначають по трьох зразках розміром 130×130 мм. Для випробувань використовують прилад, показаний на рис.2. Кожен зразок розміщують між гумовими прокладками. Для запобігання деформації, на зразок кладуть металеву сітку з крупними отворами. В такому вигляді зразок закріплюють між металевими фланцями.

Піднятий скляний циліндр з водою утворює гідростатичний тиск, величина якого повинна відповідати нормативу стандарту на даний матеріал. Тривалість випробувань теж приведено в стандартах на матеріал (для

руберойду 10 хв. при тиску $0,7 \times 10^5$ Па). При цьому на зовнішній поверхні зразку не повинно з'явитись ознак проникання води.

4 Визначення гнучкості рулонного матеріалу

Гнучкість є показником міцності і деформативності, які дозволяють знайти граничну можливу кривизну поверхні оклеювання.

Гнучкість визначають на зразках розміром 20×150 мм. Для цього зразок спочатку занурюють в воду на 10...15 хв. Температура води $25..30^\circ\text{C}$. Потім зразки виймають з води і випробують на згин навколо стержнів послідовно діаметром спочатку 40 мм, потім 30, 20, 10 мм.

Відсутність тріщин або ознак відшаровування крупнозернистої посипки свідчить про достатню гнучкість матеріалу. Величиною гнучкості прийнято вважати такий мінімальний діаметр стержню, при згинанні навколо якого на поверхні зразку відсутні тріщини на момент випробувань.

Величина гнучкості пергаміну становить діаметр не менше 10 мм; підкладочного руберойду - 20 мм; покрівельного руберойду - 30 мм.

На основі усіх результатів роботи роблять висновки.

ПИТАННЯ ДО САМОПЕРЕВІРКИ

1. Принципи виготовлення рулонних покрівельних та гідроізоляційних матеріалів.

2. Якими ознаками характеризують сучасні рулонні покрівельні та гідроізоляційні матеріали?

3. Як визначають вид покрівельного матеріалу?

4. В чому полягає різниця між різними видами рулонних матеріалів?

5. Яким чином покращують властивості рулонних покрівельних матеріалів?

6. В чому полягає різниця між традиційними та сучасними рулонними покрівельними матеріалами?

7. Якими методами визначають властивості рулонних покрівельних матеріалів?

8. Що являють собою наплавляючі рулонні матеріали?

9. Які матеріали використовують для покриття основи рулонного виробу?

10. Якими ознаками відрізняються між собою різні види рулонних матеріалів?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кривенко та інші «Будівельне матеріалознавство» Київ: ТОВ УВПК, 2004 –704 с.
2. Строительные материалы. Под ред. Г.И.Горчакова. - М.: Высшая школа, 1982, 352 с.
3. Чехов А.П., Глущенко В.М. Строительные материалы. Лабораторные занятия. - Киев: Вища школа, 1981, 208 с.
4. Попов Л.Н. Справочник. Лабораторный контроль строительных материалов и изделий. - М.: Стройиздат, 1986, 349 с.
5. Єрмоленко Н.Г., Іскра Л.Н. Справочник по гидроизоляционным материалам для строительства. Издание 3-е, перераб. и доп. - Киев: "Будівельник", 1984, 120 с.
6. В.А.Воробьев, А.Г.Комар - Строительные материалы - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М., Стройиздат - 1976, 473 с.
7. А.П.Чехов, А.М.Сергеев, Г.Д.Дибров - Справочник по бетонам и растворам. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Киев, "Будівельник" 1979, 255 с.

З М І С Т

№ п/п	УЧБОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРНА РОБОТА	Стор.
	ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	3
1	СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІПСОВИХ В'ЯЖУЧИХ	4
2	СУЧАСНІ БЕТОНИ	8
3	ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН (ПАР) НА ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНІВ ТА БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ	27
4	ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІТУМНИХ МАСТИК ВІД ЇХНЬОГО СКЛАДУ	31
5	СУЧАСНІ РУЛОННІ ПОКРІВЕЛЬНІ ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ	37
	СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	41
	ЗМІСТ	42