

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ ІНСТИТУТ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
“ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для проведення лабораторних робіт з дисципліни
“Фізико-хімічна технологія матеріалів”
(для студентів спеціальності 7.070801)

Затверджено на засіданні
кафедри «Будівництво та
експлуатація автомобільних
доріг»
Протокол № 6 від 13.11.07 р.

Затверджено на засіданні
навчально-методичної
комісії факультету
“Автомобільні дороги”
Протокол № 3 від 21.11.07 р.

Таблиця 2.2-числові значення $\sqrt{\frac{1}{\eta}}$ при різних температурах

Температура, °C	Щільність руті $\rho_{\text{руті}}$ г/см ³	В'язкість повітря, η , ПЗ	$\sqrt{\eta}$	$\sqrt{\frac{1}{\eta}}$
8	13,58	0,0001749	0,01322	75,61
10	13,57	0,0001759	0,01326	75,40
12	13,57	0,0001768	0,01329	75,21
14	13,56	0,0001778	0,01333	75,00
16	13,56	0,0001788	0,01337	74,79
18	13,55	0,0001798	0,01342	74,58
20	13,55	0,0001808	0,01344	74,37
22	13,54	0,0001818	0,01348	74,17
24	13,54	0,0001828	0,01352	73,96
26	13,53	0,0001837	0,01355	73,78
28	13,53	0,0001847	0,01359	73,58
30	13,52	0,0001857	0,01362	73,38
32	13,52	0,0001867	0,01366	73,19
34	13,51	0,0001876	0,01369	73,01

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 2.3 - Результати визначення питомої поверхні методом повітропроникливості

Найменування матеріалу	V_0 см ³	$\rho_{\text{сст}}$ г/см ³	Q_0 г	K	t_0 °C	T_0 °C	m г	S_0 см ² /г	Висновок

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

ТЕМА: Фізичні методи випробувань в'язучих речовин

3.1 Визначення виду цементу

Кожна партія в'язучого матеріалу повинна зберігатися окремо від інших партій і мати заводський паспорт. На будівництві показники паспорта перевіряють відповідно до стандарту на випробування того або іншого в'язучого.

У разі відсутності паспорта в першу чергу слід визначити вид в'язучого матеріалу. Це виконують за кольором матеріалу (таблиця 3.1), волопотребом при визначенні нормальної густини цементного тіста, істинною і середньою щільністю, запахом при зачиненні водою, розділенням цементного порошку у важких рідинах, водовіддачею і капілярним підйомом, хімічним складом, рентгено-фазовим аналізом тощо.

Таблиця 3.1 - Колір цементів

Найменування цементу	Колір (приблизний)
Портландцемент	Сірувато-зелений різних відтінків
Пуццолановий портландцемент	Світло-сірий або жовтуватий
Шлакопортландцемент	Сіруватий з блакитним відтінком
Глиноземистий цемент	Темно-сірий, сталевий без зеленого відтінку або коричнево-шоколадний
Романцемент	Світлий, жовтувато-рожевий
Портландцемент з добавкою меленого піску	Світло-сірий із слабким жовтим відтінком

Якщо порошок пуццоланового портландцементу вsipати в пробірку з бромформом $\rho_{\text{сст}} = 2,9$ г/см³ і вміст пробірки енергійно збовтати, то частина порошку (портландцемент) осіде на дно пробірки, а інша частина (тідралійна добавка) спливе вгору.

Коржик шлакопортландцементу для випробування на рівномірність зміни об'єму після пропарювання має в зламі синьо-сірий колір. Матіт, опущений в шлакопортландцемент, при енергійному перемішуванні покривається дрібними частинками металевих опилок. При невеликому зволоженні шлакопортландцемент має легкий запах сірководню.

Найточніше визначити вид в'язучого можна методом рентгено-

фазового аналізу, який дозволяє встановити наявність мінералів основного в'язучого і добавок, і тим самим віднести матеріал до тієї або іншої групи в'язучого.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура. Реактиви і приладдя:

Таблиця 3.2 - Результати визначення виду цементу

Найменування матеріалу	Колір	Запах при зачиненні водою	Наявність гідралічної добавки	Рівномірність зміни об'єму	Інші ознаки	Висновок

3.2 Визначення істинної щільності

Істинна щільність в'язучих речовин у ряді випадків характеризує їх якість. За істинну щільність приймають масу одиниці об'єму матеріалу в абсолютному щільному стані, виражену в г/см³.

Матеріали і апаратура: цемент, що випробовується; безводний керосин, бензин або бензол; фільтрувальний папір; прилад для визначення істинної щільності; скляна судина (батарейна банка); штатив; технічні ваги з важками до них; термометри; ексикатор; сушильна шафа; ложка або совочок; маленький дріт.

У дослідницьких роботах при невеликій кількості матеріалу і при необхідності отримання точніших результатів істинну щільність визначають пікнометричним методом (місткість пікнометра 25 мл).

Сухий і чистий пікнометр зважують на аналітичних вагах, після чого наповнюють безводним спиртом, бензином, толуолом або іншою придатною для цієї мети рідиною і закривають пробкою. Закритий пікнометр занурюють до шийки у водну лазню, що має температуру 15°C, і занеполюють у воді на 20...40 хв, для зрівнювання температури. Після цього пікнометр витирають насухо, встановлюють рівень рідини точно по мітці і зважують. Після другого зважування частину рідини (приблизно 1/2...2/3 об'єму) зливають з пікнометра і за допомогою спеціального совочка вводять нависку цементу, заздалегідь висушену протягом 2 год при 110 ± 5°C, і потім охолодженому. Навіска береться в кількості 5...10 г. Повітря, що міститься в порошокоподібному матеріалі, видаляють шляхом витримки під вакуумом в

ексикаторі (з ексикатора повітря відкачують за допомогою водоструменного або масляного насоса). Після цього пікнометр охолоджують в тій же самій водній лазні, доповнюють рідиною до мітки, досуха витирають і знов зважують. Істинну щільність визначають за формулою:

$$\rho_{\text{ист}} = \frac{m \cdot \rho_{\text{ж}}}{m + m_1 - m_2}, \text{ г/см}^3, \quad (3.1)$$

де m - маса цементу, г;

$\rho_{\text{ж}}$ - істинна щільність рідини, г/см³;

m_1 - маса пікнометра з рідиною, г;

m_2 - маса пікнометра з рідиною і нависуванням, г.

Результати двох дослідів не повинні відрізнятися один від одного більш ніж на 0.005 г/см³.

	$\rho_{\text{ист}}, \text{г/см}^3$	ангідритове в'язуче	високообжиг. гіпс	каустичний магnezит	повітряне вапно (негаш.)	повітряне вапно (гідратне)
ЩЦ	3.0...3.2	2.8...2.9	2.9...3.0	3.1...3.4	3.1...3.3	2.0...2.4
ПЩЦ	2.7...2.9					
ШЩЦ	2.8...3.0					
ГЩЦ	3.1...3.3					
Ізв-ПЩЦ в'яз.	2.2...2.8					

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 3.3 - Результати визначення істинної щільності

Найменування матеріалу	m , г	$\rho_{\text{ж}}, \text{г/см}^3$	m_1 , г	m_2 , г	$\rho_{\text{ист}}, \text{г/см}^3$	Висновок

3.3 Визначення середньої щільності

Під середньою щільністю розуміють масу одиниці об'єму матеріалу в природному стані, включаючи пори. Для порошкоподібних матеріалів розрізняють два види середньої густини: у рихлому і ущільненому стані.

Середню густину в рихлому стані визначають за допомогою воронки або похилої площини.

а) У воронку приладу (рис. 3.1) при закритті засувці намагають 2 л висушеного матеріалу, після чого відкривають засувку і, помішуючи порошок на ситі, змушують його проходити крізь сито і наповнювати літрову судину. Коли судина наповниться з деяким надлишком, засувку закривають, а надлишок порошку зрізають металевим або дерев'яним лінійкою врівні з краями судини, тримаючи лінійку в похилому положенні і притискаючи її до країв судини. При цьому слід уникати поштовхів, сприятих ущільненню матеріалу. Потім судину з матеріалом зважують і визначають середню щільність за формулою:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{m_1 - m}{V}, \text{ г/см}^3, \quad (3.2)$$

де m_1 - маса судини з матеріалом, г;

m - маса порожньої судини, г;

V - об'єм судини, см³

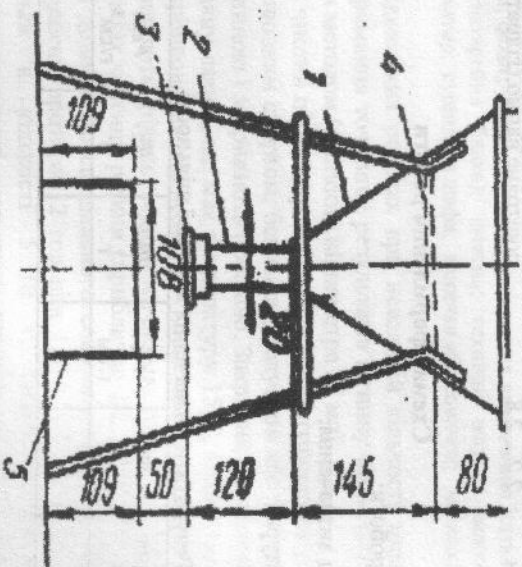


Рисунок 3.1- Воронка для визначення середньої щільності

б) Похила площина (рис. 3.2) є металевим або дерев'яним, оббитим залізом лоток, розташованим під кутом 45°. Під нижнім обрізом лотка поміщається літровова судина, причому відстань між нижнім обрізом похилої площини і верхнім краєм судини повинна бути 50 мм. Цемент намагають на верхню частину площини совком, тримаючи його на відстані 50 мм над площиною. Коли судина наповниться матеріалом з деяким надлишком, його зрізають і далі поступають так, як описано вище.

Визначення середньої щільності виконують три рази і беруть середнє арифметичне з трьох визначень.

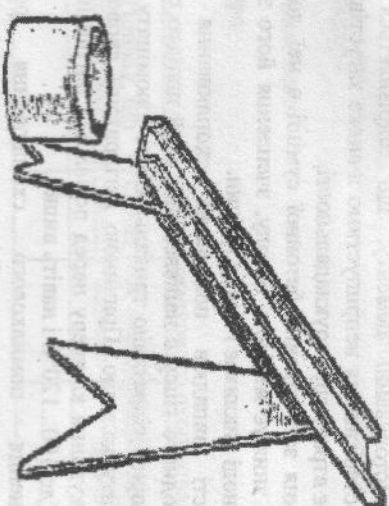


Рисунок 3.2- Похила площина для визначення середньої щільності

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 3.4 - Результати визначення середньої щільності

Найменування матеріалу	m , г	m_1 , г	V , см ³	$\rho_{\text{ср}}$, г/см ³	Висновок

3.4 Визначення помилкового схоплювання цементу

Спостережуване в деяких випадках помилкове схоплювання цементу полягає у тому, що при зачиненні цементу водою і перемішуванні протягом великої короткої маси починає застувати і схоплюється. При подальшому перемішуванні ці пропеси припиняються, маса розробляється і цемент показує нормальні терміни схоплювання. Помилкове схоплювання відрізняється від швидкого схоплювання тим, що воно може бути переране посиленням перемішуванням.

При використуванні цементу, що відрізняється помилковим схоплюванням, спостерігається неприпустимо швидке застування бетонної суміші, що викликає втрату зручності.

Для усунення застування бетонної суміші в неї додають велику кількість води, що знижує міцність бетону, зчеплення його з арматурою і морозостійкість, а іноді викликає і появу тріщин.

В більшості випадків помилкове схоплювання викликається дегідратацією двоводного гіпсу в напівводний, який швидко схоплюється і, окрім цього, прискорює гідратацію трикальцієвого алімінату з утворенням гідросульфатоміну калцію. Причиною дегідратації двоводного гіпсу є недостатнє охолодження клінкеру перед помелом і нагріванням в процесі помелу в порошок (до 100...120°C і навіть вище).

Для усунення помилкового схоплювання рекомендується забезпечити на цементних заводах необхідне охолодження клінкеру перед помелом, а також охолодження млина при помелі. На бетонних заводах подовжують час перемішування бетонної суміші і застосовують повторне перемішування після невеликої перерви, при якому усувають застування через руйнування зв'язків між частинками швидкоохлоплюваного гіпсу і утвореного гідросульфатоміну.

У гіпроцементі розроблений метод визначення помилкового схоплювання з використанням стандартного приладу Віка з пестиком і форми у вигляді призми. Відважують по 600 г стандартного піску і цементу і протягом 1 хв їх ретельно перемішують в сферичній чашці. Потім в суху суміш додають 210 г води ($B/P = 0,35$) і перемішують ще одну хвилину. Потім розчин укладають у форму і ущільнюють триразовим струшуванням форми, піднятої на 5 см над столом. Надлишок розчину зрізають ножом і форму ставлять під пестик приладу Віка. Через 3; 5; 10; 15 хв початку зачинення вимірюють глибину занурення пестика. Цемент вважається тим, що помилково схоплюється, якщо через 15 хв пестик проникає углиб розчину менш ніж на 10 мм.

За методикою НДП цементну суміш готують розчином 1:3 з $B/P = 0,55$ і визначають глибину занурення в цей розчин конуса приладу, який використовується для визначення рухливості суміші розчину. Занурення

конуса в суміш розчину виробляють через кожні 5 хв протягом 30 хв. При глибині занурення конуса 1,5 см і менш ніж через 30 хв цемент визнається таким, що володіє помилковим схоплюванням.

У деяких крайніх випробування цементу на помилкове схоплювання здійснюють шляхом повторного (через 5 хв і більше) визначення консистентності цементного тесту або розчину. Якщо при цьому занурення стрижня зменшується не більше ніж в 2 рази, цемент признається задовільним.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 3.5 - Результати визначення помилкового схоплювання цементу

Метод визначення	Прилад, що використовується	Склад суміші	Час зняття відліку	Відлік за шкалою приладу	Висновок

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

ТЕМА: Механічні методи випробувань в'язучих речовин

4.1 Визначення тріщиностійкості

Визначення тріщиностійкості має значення в першу чергу для цементів, що використовують при будівництві дорожніх і аеродромних покриттів, гідротехнічних і деяких інших споруд. Тріщиностійкість залежить від усадкових деформацій, міцності на розтягування і деформаційної здібності цементного каменя. Ці властивості визначаються мінералогічним, речовинним і зерновим складом цементу.

По методіці гіпроцементу для визначення тріщиностійкості випотовляють три зразки кілець з цементного тіста нормальної щільності, для чого використовують металеві форми (рис 4.1), які складаються з підлону 1 чого використовують металеві форми (рис 4.1), які складаються з підлону 1 діаметром 140 мм і сердечника 2 діаметром 90 і висотою 30 мм. Таку ж висоту має зовнішнє роз'ємне кільце 3 діаметром 127 мм. У сферичній чашці перемішують 2 кг цементу з водою в кількості, відповідній нормальній

пустині. Потім тісто додатково перемішують 2,5 хв в розчиномішалці і після цього поміщають в три форми, рівномірно розподіляючи його по всьому колу кілець. Потім форми з тістом струшують постукуванням об стіл протягом 3 хв. Надлишок тіста зрізають і зразки у формах поміщають у ванну з гідрравлічним затвором. Через 24 год із зразків знімають зовнішні кільця і переносять в приміщення (без протігів) з відносною вологістю $50 \pm 5\%$ і температурою $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

В результаті усадкових деформацій, яким протидіє сталевий сердечник, в зразках розвиваються напруги. Коли останні перевищують межу міцності цементного камені при розтігуванні, в зразках з'являються тріщини. Тріщиноустійкість визначається за часом від виготовлення зразків до появи тріщини. Чим більше цей час, тим менше схильність цементу до тріщиноутворення.

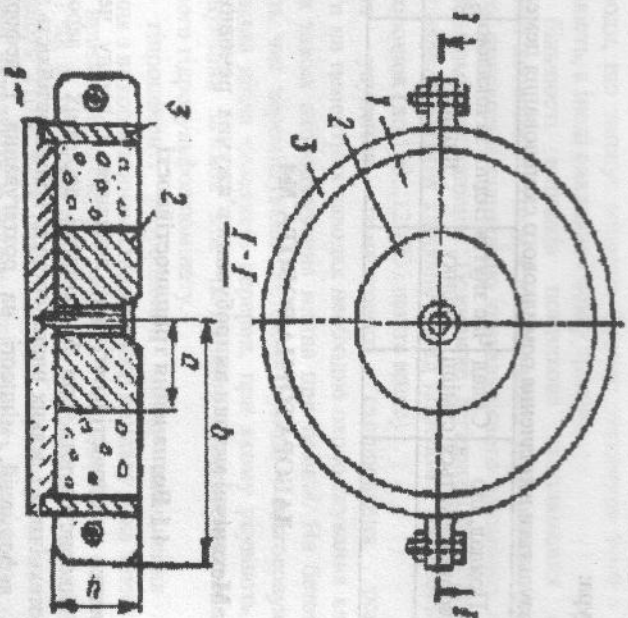


Рисунок 4.1 - Форма для виготовлення зразків - кілець

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 4.1 - Результати визначення тріщиноустійкості

Форма і розміри зразків	Склад цементного тіста	Дата виготовлення зразків	Дата появи тріщини	Опис поверхонь зразків	Висновок
-------------------------	------------------------	---------------------------	--------------------	------------------------	----------

4.2 Випробування на удар

Випробування на удар виконується в тих випадках, коли цемент застосовується для дорожніх покриттів, фундаментів під копирі і молоти тощо. У цих випадках бетон витримує не тільки статичні напруги у вигляді стиснення, розтігування і вигину, але і динамічні напруги у вигляді ударів. Випробування на удар виконується на різних приладах.

Маятниковий копер (рис 4.2) складається із станини і змінного маятника, вісь якого обертається в шарикопідшипниках. Маятник володіє потенційною енергією в 100 і 400 н·см. При вільному падінні з початкового положення він, проходячи станину, утворює кут в 160° , відповідно до чого укріплена на приладі дугова шкала, розділена на градуси від 0 до 160 . Стрілка шкали захоплюється укріпленням на маятнику повідем. На шкалі, починаючи від 90° , є розподіли, які вказують поправку на втрату від тертя при холодному ході. До 90° втрата від тертя незначна і не береться до уваги.

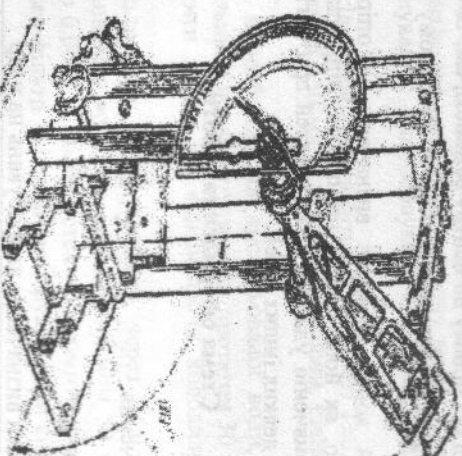


Рисунок 4.2 - Маятниковий копер для випробування на удар

Зразки виготовляються у вигляді призм наступних розмірів: довжина 6 або 12 см, ширина 1 або 1,5 см і висота 0,5 або 1 см. Відстань між опорами 3...6 см. Через встановлений термін твердіння зразок поміщають на опори

станини, а магнітик ставлять в початкове верхнє положення і дають можливість вільно падати. Магнітик ударяє зразок, ламає його і за рахунок залишку потенційної енергії проходить ще деяку відстань, відхиляючись на кут, менший, ніж при холостому ході. Різниця величин потенційної енергії магнітика при холостому ході і при руйнуванні зразка, вимірювана кутовими відхиленнями, визначає роботу удару, витрачену на руйнування зразка.

При обчисленні питомої роботи удару $A_{уд}$ загальну роботу A ділять на площу поперечного перетину зразка F , і ведуть розрахунок за формулою:

$$A_{уд} = \frac{A}{F}, \text{ нсм/см}^2 \quad (4.1)$$

Для швидкого перерахунку кутового відхилення магнітика на загальну роботу користуються таблицями, що є для кожного приладу. У разі їх відсутності загальну роботу, витрачену на ударний злам зразка, визначають по різниці потенційної енергії холостого ходу і залишкової енергії після руйнування зразка за формулою:

$$A - A_1 = m \cdot l \cdot (\cos \beta - \cos \alpha), \quad (4.2)$$

де A - потенційна енергія при холостому ході, нсм; A_1 - залишок потенційної енергії після руйнування зразка, нсм; m - маса магнітика, н; l - довжина магнітика, відстань від осі підвісу до центру важкості, см; α - кут відхилення при холостому ході, град; β - кут відхилення при робочому ході, град.

Магнітний копер дозволяє визначати не опір удару, а опір ударному вигину або, як його інакше називають, опір ударної в'язкості, і застосовується при вивченні ударних властивостей при вигині цементів для дорожніх покриттів і деяких інших цилей.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 4.2- Результати визначення випробувань на удар

Форма і розміри зразків	A , нсм	A_1 , нсм	m , н	l , см	α , град	β , град	F , см ²	$A_{уд}$, нсм/см ²	Висновок

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

ТЕМА: Визначення якості органічних в'язучих матеріалів

Органічні в'язучі (бітуми і дьогті) є чорними або темно-коричневими смолоподібними, твердими, в'язкопластичними або рідкими матеріалами, які складаються переважно з високомолекулярних вуглеводнів і їх неметалічних похідних, утворюючих складні дисперсні системи. Властивості органічних в'язучих залежать від їх хімічного і групувального складу, структури і температури.

5.1 Визначення вмісту водорозчинних з'єднань

До водорозчинних з'єднань належать з'єднання, що витягуються водою у вигляді розчину або виділяються з бітуму у вигляді емульсії. Це низькомолекулярні з'єднання (кислоти або лути) і деякі солі органічних кислот.

Внаслідок вимивання з дорожнього асфальтобетонного покриття або бітумомінеральної основи водорозчинних з'єднань під дією атмосферних опадів покриття починають лущитися, з'являються тріщини, оголюються мінеральні зерна, що може служити причиною руйнувань дорожнього одягу.

Показником вмісту водорозчинних з'єднань є відношення кількості бітумних компонентів, що потрапили у водну витяжку після кип'ятіння, до первинного навішування випробовуваного бітуму. Порядок визначення наступний.

1 Заздалегідь зневоднений бітум в кількості $1 \pm 0,0002$ г помістити в конічну колбу об'ємом 150 мл і, злетка нагрівуючи, рівномірно розподілити його по дну колби.

2 Налити в колбу 25 мл дистильованої води, приєднати до неї зворотний холодильник і прокип'ятити вміст протягом 30 хв.

3 Охолодити колбу, не відключаючи холодильник, до кімнатної температури.

4 Профільтрувати водну витяжку через фільтр, що заздалегідь змочений дистильованою водою, в склянку об'ємом 50 мл, зважений перед цим з точністю до 0,0002 г. Колбу ретельно промити дистильованою водою, яку злити на той же фільтр. Фільтрат випарувати при спокійному нагріванні без кипіння.

5 Сконцентрований в скляночці залишок висушити при $100-105^\circ\text{C}$ до постійної маси, при цьому розбіжності між послідовними зважуваннями не повинні перевищувати 0,0004г.

6 Визначити зміст водорозчинних з'єднань за формулою:

$$A = \frac{m_3 - m_2}{m_1}, \quad (5.1)$$

де m_1 - навіска бітуму, що випробовується г;

m_2 - маса чистої склянки, г; m_3 - маса склянки з сухим залишком, г.

Розбіжність між результатами трьох паралельних визначень не повинна перевищувати 5%.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 5.1 - Результати визначення змісту водорозчинних з'єднань

Найменування матеріалу	m_1 , г	m_2 , г	m_3 , г	A, %	Висновок

5.2 Орієнтовний розрахунок складу розріджених бітумів (кам'яновугільних дьогтей)

У виробничій практиці широко застосовуються середньогустісні рідкі бітуми, що одержують з в'язкого бітуму за допомогою розріджувачів нафтового або кам'яновугільного походження (керосин, літроїн тощо), що мають початок кипіння при 160...180°C та кінець при 260...300°C.

Співвідношення між розріджувачем і в'язким бітумом може бути приблизно визначено за допомогою номограм [1] і уточнено експериментальним шляхом. Розрахунок слід вести в такому порядку:

1 Визначити за відомою методикою глибину проникання (в'язкість) початкового бітуму. Встановити по стандартному віськозіметру умовну в'язкість суміші (40... 50 % прийнятого бітуму і 60... 50 % розріджувача).

2 На шкалі VI номограми відзначити глибину проникання в'язкого бітуму.

3 На шкалі VII відзначити температуру випробування рідкого бітуму, який треба підібрати.

4 Відмічені на шкалах VI і VII крапки з'єднати по прямій і на перетині з шкалою I відзначити точку ϕ .

5 На шкалі II відзначити точку, відповідну в'язкості суміші розріджувача з в'язким бітумом, і відновити з неї вертикаль до перетину (точка 2) з горизонталлю, проведеною від шкали III від точки, що відповідає ім'єстї в'язкого бітуму в його суміші з розріджувачем.

6 Точки ϕ і 2 з'єднати прямою і знайти точку її перетину ϕ з вертикальною лінією, проведеною від точки (шкала II), відповідної в'язкості підбираємо для марки розрідженого бітуму.

7 Знайдену точку знести на вертикальну шкалу IV, по якій визначити процентний вміст чистого розріджувача, необхідний для отримання заданої марки рідкого бітуму.

Експериментальну перевірку слід проводити таким чином.

1 Заздалегідь зневоднений і розплавлений до текучого стану бітум в кількості 150±0,01 г залити в металевий ківш.

2 Додати в бітум розріджувач в кількості, відповідній визначеному по номограмі, інтенсивно перемішати суміш електричною мішалкою або металевого паличкою до повної однорідності суміші.

3 Визначити умовну в'язкість одержаного розрідженого бітуму в стандартному віськозіметрі. Якщо одержана умовна в'язкість нижче тієї, що вимагається, то приготувати ще дві проби бітуму із змістом розріджувача, що змінюється у бік зменшення через 2 % (від визначеного по номограмі). Якщо умовна в'язкість вище тієї, що вимагається, то приготувати дві проби розрідженого бітуму із вмістом розріджувача, що змінюється через 2 % (від визначеного по номограмі) у бік його збільшення.

4 Після визначення в'язкості всіх трьох-чотирьох проб побудувати графічну залежність умовної в'язкості від вмісту розріджувача, для чого по осі ординат відкласти в логарифмічному масштабі показники в'язкості, а по осі абсцис - в звичному масштабі вміст розріджувача (рис. 5.1).

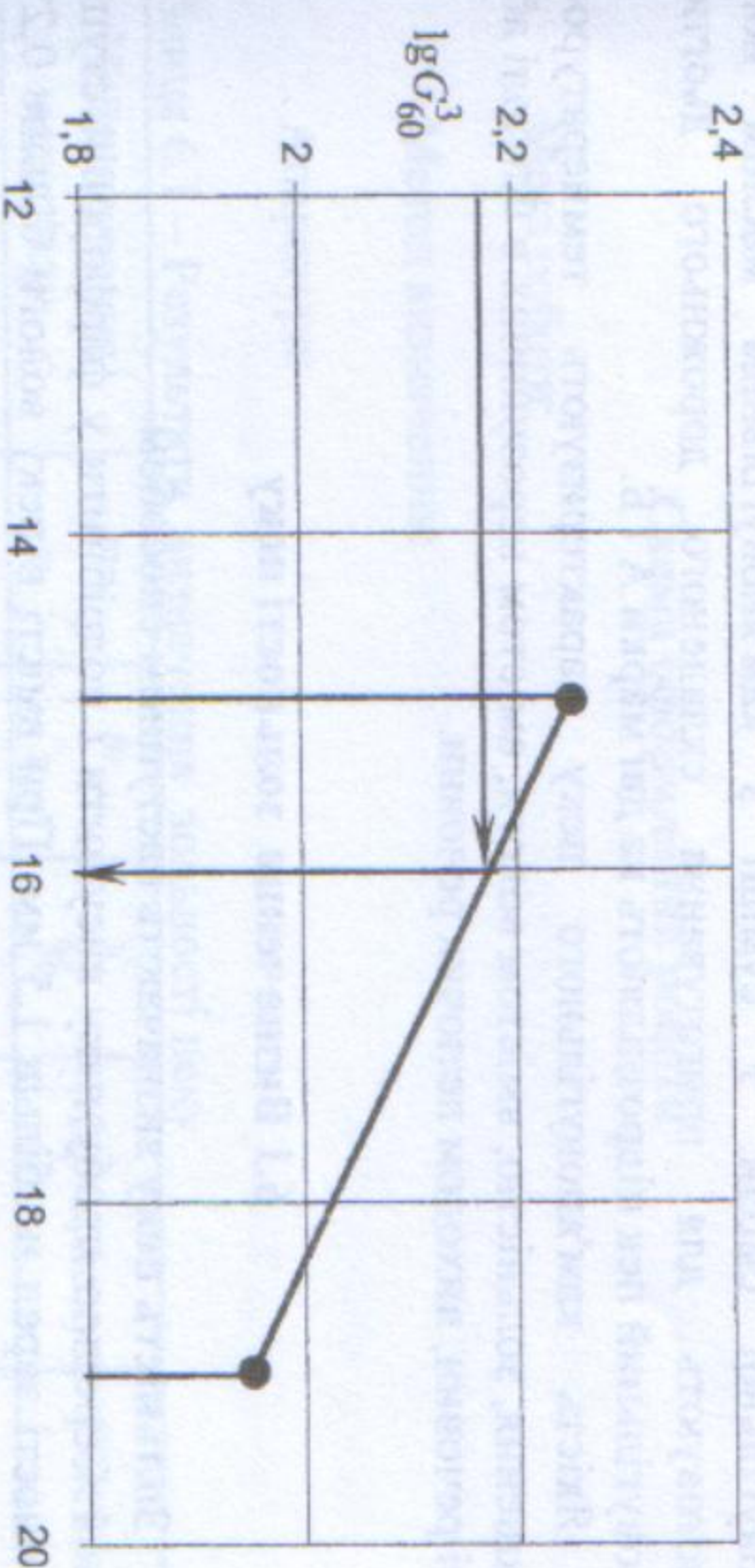


Рисунок 5.1 - Графік для уточнення складу розрідженого бітуму

5 З осі ординат від точки, що відповідає заданій в'язкості, провести лінію, паралельну осі абсцис, до перетину з прямою залежності умовної в'язкості від вмісту розріджувача. Опустивши з точки перетину перпендикуляр на вісь абсцис, визначити уточнений вміст розріджувача.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 5.2 - Результати розрахунку складу розріджених бітумів (кам'яновугільних дьогтей)

Найменування матеріалу	Глибина проникання голки, 1/10 мм	Бітум і розріджувач, %	C_{60}^5 , с	Склад по номограмі, %	Експериментальна в'язкість	Марка рідкого бітуму	Висновок

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

ТЕМА: Визначення якості кам'яновугільного пеку

Кам'яновугільний пек є залишковим продуктом переробки сирови кам'яновугільної смоли. У суміші з кам'яновугільним маслом його використовують для приготування складеного дорожнього дьогтю. Кам'яновугільний пек підрозділяють на дві марки А і Б.

Якість кам'яновугільного пеку характеризують температурою розм'якшення, зольністю, вмістом вологи, вмістом нерозчинних в бензолі або толуолі речовин, виходом летючих речовин.

6.1 Визначення зольності пеку

Зольність пеку визначають наступним способом.

1 Середню пробу пеку висушити і подрібнити у фарфоровій ступці до крупності зерен не більш 1,5 мм. При вмісті в пеку вологи більше 0,2% противень з тонким шаром пеку (близько 10 г) поставити в сушильну шафу. Пек з очікуваною температурою розм'якшення до 100°C (середньотемпера-

турний) просушити протягом 15...20 хв при температурі 50...55°C, а пек з температурою розм'якшення вище 100°C (високотемпературний) просушити протягом 8 хв при температурі 80... 85°C.

2 Відважити 3 г пеку з точністю до 0,0002 г у заздалегідь зважений фарфоровий човник. Шар пеку в човнику вирівняти легким постукуванням.

3 Видалити летючі речовини, підігрівуючи човник на електроплитці.

4 Через 25...30 хв човник з твердим залишком поступово встановити в зону найбільшого розжарення (800±50°C) муфельної печі. Прожарити пек при відкритих дверцях муфельної печі до повного озолення, яке визначають по зникненню окремих плям, що світяться, і утворенню рівного накалу поверхні золи в човнику.

5 Човник із зольним залишком вийняти з муфеля, охолодити спочатку на повітрі протягом 5 хв, а потім в ексикаторі з сірчаною кислотою або гранульованим хлористим кальцієм до кімнатної температури і зважити.

6 Ретельно очистити човник від зольного залишку і знову зважити. Визначити зольність пеку в % (X) за формулою:

$$X = \frac{m_1}{m} \cdot 100, \quad (6.1)$$

де m_1 - різниця в масі між човником із зольним залишком і порожнім човником, г;

m - навіска пеку, г.

Розбіжність між результатами двох паралельних визначень не повинна перевищувати при зольності пеку до 0,3±0,02%, а при зольності більш 0,3±0,05%.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 6.1 - Результати визначення зольності пеку

Найменування матеріалу	m_1 , г	m , г	X, %	Марка пеку	Висновок

6.2 Визначення вмісту летючих речовин

Визначають при нагріванні пеку в закритому кришкою фарфоровому тиглі при температурі $850 \pm 20^\circ\text{C}$ протягом 20 хв і при визначенні втрати маси узятій навіскі пеку. Послідовність випробувань така.

1 З декількох місць заздалегідь підготовленої проби пеку набрати в прожарені до постійної маси тиглі навіски піску по 1 г з точністю до 0,0002 г. Вирівняти пек в тиглі легким постукуванням і закрити тиглі кришками.

2 В муфельну піч встановити підставку для тиглів і термометру для контролю температури. Гарячий спай термометра повинен знаходитися в середній зоні стійкої температури на відстані 20...25 мм від череня муфельної печі. Нагрівати піч до температури $850 \pm 20^\circ\text{C}$.

3 Вийняти з муфельної печі підставку, встановити на неї чотири тиглі з навісками пеку так, щоб відстань від дна тиглів до череня печі складала 20...25 мм. Підставку з тиглями знову помістити в піч в зону стійкої температури і закрити дверці печі.

4 Тиглі витримати в муфельній печі протягом 10 хв, включаючи час вирівнювання температури до $850 \pm 20^\circ\text{C}$, який не повинен перевищувати 4 хв. Потім тиглі вийняти, охолодити спочатку на повітрі протягом 5 хв, потім в ексикаторі до кімнатної температури і зважити з точністю до 0,0002 г.

5 Вихід летючих речовин в % визначити за формулою:

$$X = \frac{m_1}{m} \cdot 100, \quad (6.2)$$

де m - навіска пеку, г;

m_1 - маса залишку в тиглі після нагрівання, г.

За показник виходу летючих речовин прийняти середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень, якщо розбіжність між ними не перевищує 1%.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 6.2 - Результати визначення вмісту летючих речовин пеку

Найменування матеріалу	m_1 , г	m , г	X, %	Висновок

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

ТЕМА: Визначення якості бітумних емульсій

Дорожні емульсії є дисперсними системами, що складаються з двох неміснимо нерозчинних рідин (органічного в'язучого і води), одна з яких диспергована у вигляді крапельок в іншій. Стабільність системи, як правило, забезпечується наявністю спеціальної добавки - емульгатора. Виділяють декілька різновидів емульсій: прямі емульсії, коли бітум або двоготові знаходяться в диспергованому (роздробленому) стані у вигляді дрібних частинок розміром близько 1 мк, зважених у водному розчині емульгатора (в цьому випадку вода є дисперсним середовищем, а в'язуче дисперсійною фазою), і зворотні емульсії, коли в'язуче є дисперсним середовищем, а вода - дисперсною фазою. Прямі емульсії можуть бути концентрованими, якщо вони містять до 74% емульгованого в'язучого, і висококонцентрованими при вмісті в'язучого 74...95%.

Залежно від природи і властивостей емульгатора емульсії бувають лужними з аніоноактивним емульгатором і кислотними з катіоноактивним емульгатором.

За технологічними особливостями (швидкості розпаду, яка характеризує інтенсивність утворення бітумної плівки на поверхні мінеральних матеріалів) емульсії, що розпадаються, розділяють на три класи: швидко, середньо і повільно (відповідно ША, СА і ПА). По в'язкості емульсії, що розпадаються швидко та середньо розділяються на дві марки. Дорожні емульсії, що швидко розпадаються, застосовують для підпругтовування основ під асфальтобетонне покриття, для поверхневої обробки, зміцнення поверхні укосів земляного полотна, догляду за свіжоукладеним бетоном і інших цілей. Емульсії, що розпадаються середньо, використовують для приготування пористих емульсійно-мінеральних сумішей, зерен, що містять, менше 0.071 мм до 4%, поверхневої обробки, просочення. Емульсії, що розпадаються повільно, є в'язучим для приготування чорних бітумо-мінеральних сумішей, що містять не більш 10% зерен 0,071 мм, а також для зміцнення гравійно-піщаних сумішей, зміцнення узбіч і інших цілей.

7.1 Визначення швидкості розпаду емульсії

Швидкість розпаду емульсії у присутності мінеральних матеріалів є принциповою технологічною характеристикою, що дозволяє встановити клас емульсії і область її застосування.

Послідовність визначення така.
1 Висушити 150...200 см³ портландцементу марки 400 або 500 при

105...110°C до постійної маси, охолодити його в ексикаторі і просіяти крізь сито з розміром отворів 0,63 мм.

2 В суху порцелянову чашку діаметром 100 мм відважити 100 г емульсії, а в мірний циліндр місткістю 100 см³ вспипати без ущільнення 50 см портландцементу.

3 Включити секундомір і одночасно почати додавати цемент в емульсію із швидкістю 5 см³ за 1 хв, безперервно перемішуючи суміш, що утворюється, склянкою паличкою.

4 Припинити перемішування суміші і вимкнути секундомір у момент розпаду емульсії, встановлюваний візуально за появою в суміші грудки. Якщо суміш після закінчення 10 хв залишається зручноперемішуваною, то продовжувати перемішувати суміш ще 2... 3 хв, а потім дослід припинити.

5 За показник розпаду емульсії прийняти час (за хв з точністю $\pm 0,5$ хв) від початку введення цементу до моменту утворення грудки, визначене як середнє арифметичне з результатів трьох паралельних випробувань.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 7.1- Результати визначення швидкості розпаду емульсії

Найменування матеріалу	Час початку введення цементу, год:хв	Час утворення грудки, год:хв	Швидкість розпаду, хв	Клас і марка	Область застосування

7.2 Визначення водостійкості півки бітумної емульсії

Ступінь прилипання в'язучого до поверхні мінерального матеріалу характеризується кількістю бітуму, що виділився при розпаді і мінерального матеріалу, що залишився на поверхні, після дії води. Послідовність її визначення така:

1 Пробу щебеню з виверженої гірської породи з розміром зерен 10... 15 мм промити і висушити. Відважити 300 г щебеню у порцелянову або емальовану чашку, додати до нього 3 г води, перемішати шпателем або

склянкою паличкою, додати 18 г емульсії і перемішати до повного обволікання зерен щебеню протягом 1 хв.

2 Розкласти щебінь на скляну пластину розміром 15х15 см шаром в одне зерно і залишити при кімнатній температурі на 24 год.

3 Після закінчення цього часу половину щебеню помістити в чашку, залити повністю холодною дистильованою водою і залишити на 24 год.

4 Після цього щебінь перемішати, злити воду, розкласти щебінь шаром в одне зерно на скляну пластинку поряд з щебенем, що не піддався дії води. Провести порівняльну візуальну оцінку водостійкості півки. Емульсію вважають такою, що витримала випробування, якщо відсутній зсув півки в'язучого з поверхні зерен щебеня.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 7.2 - Результати визначення водостійкості півки бітумної емульсії

Найменування матеріалу	Клас і марка емульсії	Характеристика півки емульсії на поверхні щебеню	Зчеплення	Висновок

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

ТЕМА: Визначення якості асфальтобетону (двогтебетону)

Асфальтобетоном і двогтебетоном називають дорожньо-будівельні матеріали, одержувані в результаті ущільнення при оптимальній температурі раціонально розрахованої і приготованої суміші щебеня, піску, мінерального порошку і бітуму (або дьогтю).

Властивості асфальтобетону і двогтебетону залежать від складу, структури і властивостей матеріалів, що їх становлять. Тому перш ніж приступити до визначення властивостей асфальтобетону і двогтебетону, необхідно оцінити якість матеріалів, що їх становлять: щебеня, піску, мінерального порошку і бітуму (або дьогтю).

Методичні вказівки для проведення лабораторних робіт з дисципліни
"Фізико-хімічна технологія матеріалів" (для студентів спеціальності
7.070801) / Укл. Д.Д. Магдалин-Ковальова, Н.О. Столярова, В.В. Губа. -
Тернопіль: АНД ДНУЕТ, 2007. - 49 с.

У даній методичній вказівці наведено випробування і методи
оцінки якості основних будівельних матеріалів відповідно до діючих ДСТУ і
ІВ. Дано відомості про нові методи фізико-хімічних досліджень будівельних
матеріалів. Наведено схеми оформлення лабораторних робіт.

Укладачі: ст. викл.

Д.Д. Магдалин-Ковальова

ст.. викл.

Н.О. Столярова

к.т.н, доц.

В.В. Губа

Рецензенти: к.т.н, доц.

В.В. Гончаренко

Відповідальний за випуск: к.т.н, доц.

Т.В. Скрипник

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Лабораторна робота №1	
Тема: Хімічний аналіз в'язких речовин.....	5
Лабораторна робота №2	
Тема: Визначення ступеня дисперсності терпких речовин.....	12
Лабораторна робота №3	
Тема: Фізичні методи випробувань терпких речовин.....	19
Лабораторна робота №4	
Тема: Механічні методи випробувань терпких речовин.....	25
Лабораторна робота №5	
Тема: Визначення якості органічних терпких матеріалів.....	29
Лабораторна робота №6	
Тема: Визначення якості кам'яноутільного пеку.....	32
Лабораторна робота №7	
Тема: Визначення якості бітумних емульсій.....	35
Лабораторна робота №8	
Тема: Визначення якості асфальтобетону (дьюгбетону).....	37
ЛІТЕРАТУРА.....	45

8.1 Визначення бітумосемності мінерального порошку

Мінеральний порошок є продуктом тонкого подрібнення вапняків, доломіту, доломітизованих вапняків і інших карбонатних гірських порід міцністю не менше 20 МПа або основних доменних шлаків. Останнім часом широкого поширення набули активізовані порошки, які одержують шляхом помелу гірських порід у присутності активуючої суміші бітуму і поверхнево-активної речовини.

Мінеральний порошок в асфальтобетоні виконує роль добавки, що структурує бітум і утворює з ним асфальтов'язучу речовину, яка багато в чому обумовлює міцність асфальтобетону, його щільність і теплостійкість.

Якість мінерального порошку, що вживається в асфальтобетоні, характеризується мінералогічним складом, тонкістю помелу, питомою поверхнею, порожнистістю, ступенем набухання суміші порошку з бітумом, бітумосемністю, вогістністю та ін.

За величину бітумосемності мінерального порошку, що характеризує його адсорбційну здатність, приймають масову кількість мінерального масла, при якому суміш його з порошком (100 см³ абсолютного об'єму) має певну консистенцію, вимірювану глибиною занурення металевого товкача циліндричної форми діаметром 10±0,1 мм.

Бітумосемність слід визначати в такому порядку:

1 Пробу мінерального порошку масою 200...250 г висушити в сушильній шафі при 105...110°C протягом 5 год, потім охолодити в ексикаторі і просіяти крізь сито величиною отворів 1,25 мм (для активованого мінерального порошку ці операції не виконуються, оскільки його випробовують в легко-сухому стані).

2 Відважити у порцелянову чашку діаметром 8-12 см 15±0,1 г мінерального масла з температурою 20±2°C.

3 До масла невеликими порціями додати мінеральний порошок і ретельно його перемішати. Коли суміш придбає пастоподібну консистенцію і перестане прилипати до стінок порцелянкової чашки, укласти її в металеву чашку діаметром 50 мм і заввишки 20 мм, вигладити ножем або шпателем врівні з краями чашки і встановити чашку з сумішшю на підставку приладу Віка, на верхньому майданчику стрижня якого укріплений додатковий вантаж масою 170 г.

4 Підвести до поверхні зразка товкач приладу Віка і відзначити показання за шкалою. Потім підняти товкач над поверхнею зразка на 20 мм і дати можливість стрижню з товкачем вільно упасти на поверхню зразка.

5 Встановити глибину занурення товкача в мм. Якщо глибина занурення більше або менше 8 мм, зробити нову суміш порошку з маслом, приймаючи кількість порошку на 2...3 г більше або менше первинного, і визначити глибину занурення товкача.

6 По кількості порошку, при якому консистенція суміші його 15 г масла відповідає глибині занурення товкача, рівній 8 мм, обчислити показник бітумосемності (ПБ) в г/100 см³ абсолютного об'єму порошку:

$$ПБ = \frac{15 \rho_{м.п.}}{Q} 100, \quad (8.1)$$

де $\rho_{м.п.}$ - щільність мінерального порошку, г/см³;

Q - кількість порошку встановленої консистенції, г.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 8.1 - Результати визначення бітумосемності мінерального порошку

Найменування матеріалу	$\rho_{м.п.}, \text{ г/см}^3$	Q, г	Показник бітумосемності г/100см ³	Висновок

8.2 Визначення гідрофобності мінерального порошку

Гідрофобність мінерального порошку характеризується його здатністю, що флютує. Порядок її визначення наступний.

1 Хімічний стакан місткістю 500...800 см³ заповнити дистильованою водою на 5 см нижче за край.

2 Пробу активованого мінерального порошку масою 2 г в природньо сухому стані зсипати з шпателя на поверхню води легким постукуванням його об край стакана і залишити стакан у спокої на 24 год.

Порошок вважається гідрофобним, якщо через 24 год проба не осіде на дно стакана і не спостерігатиметься видимого на око змочування порошку водою.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Найменування матеріалу	Використана рідина	Маса мінерального порошку	Час витримування	Результати спостережень	Висновок

8.3 Визначення стійкості, умовної пластичності і умовної жорсткості асфальтобетону (за Маршаллом)

Для визначення цих показників використовують випробувальну машину типу машини Маршалла потужністю 2 т або машину з механічним приводом потужністю не менше 5 т з пристосуванням для випробування за Маршаллом (мал. 8.1).

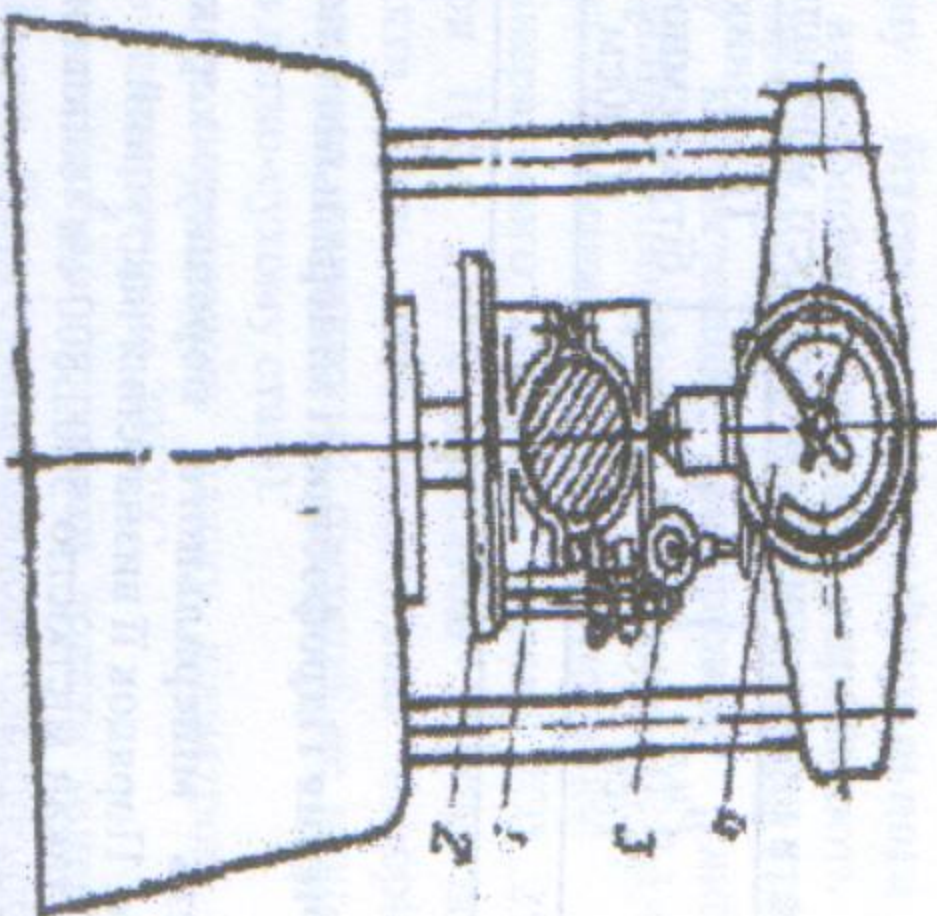


Рисунок 8.1 - Прилад для випробування асфальтобетону за Маршаллом.

Порядок випробування наступний:

- 1 Призначені для випробування зразки і руйнующий пристрій витримати у водній лазні протягом 1 год при температурі $60 \pm 2^\circ\text{C}$.
- 2 В руйнующий пристрій 1 вставити повний металевий циліндр, зовнішній діаметр якого повністю відповідає діаметру зразка.
- 3 Пилу 2 випробувального преса з нижньою частиною випробувального пристрою підняти так, щоб металевий циліндр прийшов в зіткнення з верхньою головною пристрою. Ніжку індикатора 3 встановити на виступ верхньої головки руйнующого пристрою, а стрілку індикатора поставити на нуль.

- 4 Опустити плитку на 5... 10 мм і замість металевого циліндра в руйнующий пристрій вставити витягнутий з водної лазні зразок. Включити мотор випробувальної машини і зруйнувати зразок при швидкості руху нижньої плити 50 ± 1 мм/хв. Час від моменту витягання зразка з лазні до моменту руйнування не повинен бути більше 60 сек.

- 5 Величину стійкості визначають як максимальне зусилля, що фіксується по вимірнику 4. При відхиленні висоти зразка від стандартної (6,35 см) у величину стійкості ввести поправочний коефіцієнт за табл. 8.3.

- 6 За показник умовної пластичності приймають величину критичної деформації, що фіксується індикатором у момент руйнування зразка. Умовну пластичність виразити в $1/10$ мм.

- 7 Показник умовної жорсткості A обчислити за формулою:

$$A = \frac{10P}{1}, \quad (8.2)$$

де P - руйнующе навантаження (стійкість), H ;

1 - гранична деформація (умовна пластичність), $1/10$ мм.

8 Стійкість, умовну пластичність і показник жорсткості обчислити як середнє арифметичне з результатів трьох паралельних випробувань зразків, розбіжність між якими не повинна перевищувати 10%.

Таблиця 8.3 - Визначення поправочного коефіцієнта

Висота зразка, см	Поправочний коефіцієнт	Висота зразка, см	Поправочний коефіцієнт	Висота зразка, см	Поправочний коефіцієнт
2,9	4,55	5,4	1,32	6,4	0,98
3	4,17	5,6	1,22	6,8	0,94
3,5	3,33	5,8	1,17	6,8	0,9
4	2,5	6	1,1	-	-
4,4	1,92	6,2	1,04	7,2	0,82
4,8	1,67	6,35	1		

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 8.4 - Результати визначення стійкості, умовної пластичності та умовної жорсткості (за Маршаллом) асфальтобетону

Тип і потужність пристрою, кН	Форма та розміри зразків, см	Температура водяної лазні, °С	P, Н	l, 1/10 мм	A, Н·мм	Висновок

8.4 Визначення тривалої міцності асфальтобетону

Характерною особливістю асфальтобетону є його здатність деформуватися і руйнуватися під дією постійного навантаження. Час від початку завантаження асфальтобетонного зразка до моменту його руйнування визначає тривалу міцність асфальтобетону.

Тривалу міцність асфальтобетону встановлюють на зразках-балочках розміром 4x4x16 см, виготовлених за стандартною методикою з дрібнозернистих асфальтобетонних сумішей будь-якого типу. Випробування проводять, руйнуючи балочку, шарнірно укладену на дві опори, зосередженим навантаженням, прикладеним посередині (рис. 8.2).

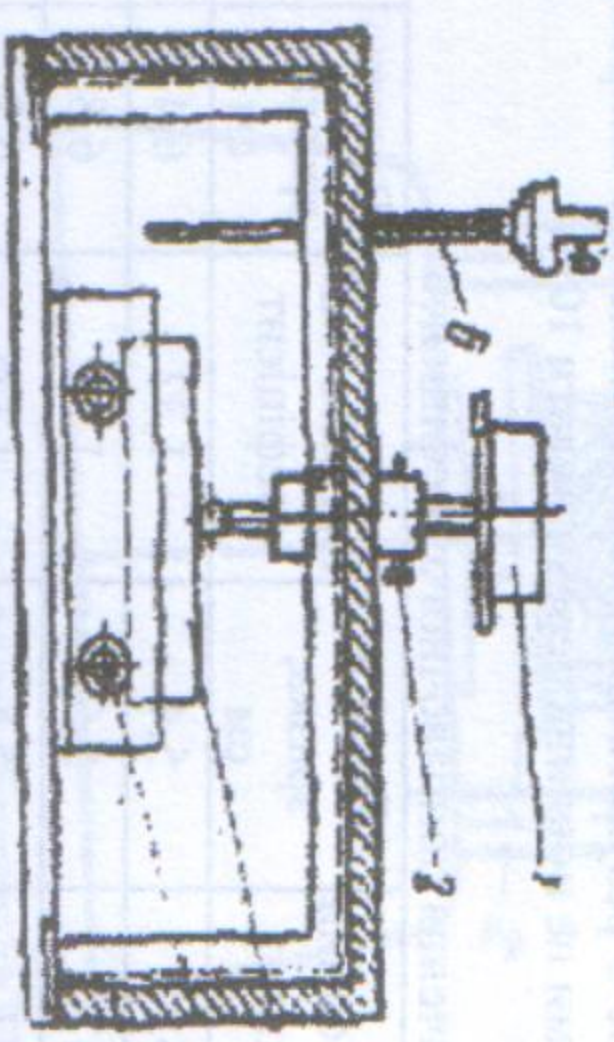


Рисунок 8.2 - Схема пристрою для визначення міцності асфальтобетону

Величину прикладеного навантаження обчислюють за формулою з умови, що виникаюча в зразку напруга знаходиться в межах 0,1...0,5 МПа в залежності від температури.

$$P = \frac{4bh^3\sigma}{6l}, \quad (8.3)$$

де b - ширина зразка, см;
 h - висота зразка, см;

1 - відстань між опорами, см;
 σ - напруга, що виникає в зразку, МПа.

Порядок випробування наступний:

1 Витримані при заданій температурі 1,5 год зразки встановити на двох опорах у випробувальний пристрій.

2 Встановити на завантажувальний майданчик пристрою вибране навантаження, прибрати стопорний болт і одночасно включити секундомір.

3 У момент руйнування зразка вимкнути секундомір і записати в журнал час, необхідний для руйнування зразка.

4 Тривалу міцність асфальтобетону визначити як середнє арифметичне з трьох паралельних вимірювань, якщо розбіжність між ними не перевищує 10%.

Показники тривалої міцності асфальтобетону є виключно чутливими до різного роду дефектів і неоднорідностям структури асфальтобетону, викликаним відхиленнями від заданої технології, допущеними при його виготовленні.

Ступінь неоднорідності структури може бути оцінена коефіцієнтом варіації, який визначають таким чином:

- 1 Визначити тривалу міцність 5...10 асфальтобетонних зразків.
- 2 Визначити середнє квадратичне відхилення по формулі:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(l-a)^2}{n-1}}, \quad (8.4)$$

де l - показник тривалої міцності кожного зразка, Г;

a - середньарифметичне з результатів визначення тривалої міцності всіх зразків, Г;

n - число зразків.

3 Визначити коефіцієнт варіації в % за формулою:

$$K_v = \frac{\sigma}{a} \cdot 100, \quad (8.5)$$

Визначення середньоквадратичного відхилення і коефіцієнта варіації може бути зроблено у формі таблиці (табл. 8.5)

Таблиця 8.5 - Визначення середньоквадратичного відхилення і коефіцієнта варіації

Тривала міцність t в с	$t - a$	$(t - a)^2$	Результати обчислень
301	-4	16	$a = \frac{\sum t}{n} = \frac{2744}{9} = 305с$ $\sigma = \sqrt{\frac{1135}{9-1}} = 11.9с$ $K_v = \frac{\sigma}{a} 100 = \frac{11.9}{305} 100 = 3.9\%$
310	+5	25	
286	-19	361	
304	-1	1	
317	+12	144	
315	+10	100	
291	-14	196	
299	-6	36	
321	+16	256	
$\sum t = 2744$		$\sum (t - a)^2 = 1135$	

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 8.6 - Результати визначення тривалої міцності асфальтобетону

Форма і розміри зразків	Тип д/з а/б суміші	B, см	H, см	L, см	σ_x , МПа	R, Н	Висновок

Таблиця 8.7 - Результати визначення дефектів і неоднорідності структури асфальтобетону

Відхилення від заданої технології	Кількість зразків, шт.	t , с	$t - a$	$(t - a)^2$	Результати обчислень

ЛІТЕРАТУРА

1. Грушко И.М. Дорожно-строительные материалы. – М.: Транспорт, 1991. – 355 с.
2. Гаус К.В., Чистов Ю.Д., Лабзина Ю.В. Технология производства строительных материалов, изделий и конструкций. М.: Высш. шк., 1998. – 403 с.
3. Щербичкий Б.В., Сахаев В.Г., Яценко В.А. Интенсификация производства строительных материалов и рациональное природопользование. К.: Будівельник, 1990. – 136 с.
4. Г.Г. Волоки тин, Н.П. Горленко, В.В. Гузев и др. Физико-химические основы строительного материаловедения: Учебн. пособие. – М.: Изд-во ПСВ, 2004. – 192 с.

Методичні вказівки для проведення лабораторних робіт
з дисципліни "Фізико-хімічна технологія матеріалів"
(для студентів спеціальності 7.070801)

Людмила Леонідівна Магдальон-Ковальова
Наталія Олександрівна Столярова
Вікторія Вікторівна Губа

Підписано до друку 26.10.07
Замовлення 54-07
Умов. друк. арк. 3,2
Тираж 75 прим.
Формат 70×90/16

АДП ДВНЗ "ДОН НТУ"
84646, м. Горлівка, вул. Кирова, 51

ВСТУП

Лабораторні роботи по фізико-хімічній технології матеріалів разом з теоретичним курсом складають одне ціле в підготовці кваліфікованих фахівців.

Майбутні інженери повинні знати сучасні методи фахових досліджень будівельних матеріалів, уміти виконувати ці випробування і керувати роботою по їх організації та проведенню у заводських і науково-дослідницьких лабораторіях.

У даній методичній вказівці надано опис найважливіших методів дослідження фізичних, хімічних і технологічних властивостей основних будівельних матеріалів, систематично методи випробувань сировини, напівфабрикатів, готових в'язучих речовин, розглянуто основні методи фізико-хімічного дослідження будівельних матеріалів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

ТЕМА: Хімічний аналіз в'язучих речовин

При хімічному аналізі в'язучих речовин і сировинних матеріалів для їх випробування роблять наступні визначення: гігроскопічної вологоти, втрати при загартуванні або CO_2 ; нерозчинного в HCl залишку, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SO_3 . Визначення вмісту інших компонентів (лутів Na_2O , K_2O , закиси марганцю MnO , закиси заліза FeO , оксиду титану TiO_2 , фосфорного ангідриду P_2O_5 , оксиду хрому Cr_2O_3 тощо.) виконується рідше, і в цих випадках необхідно користуватися спеціальними посібниками.

Визначення вмісту домішок побічних елементів (мікродомішок, кількість яких знаходиться в межах від тисячних до десятків часток відсотка) в сировинних матеріалах і одержаних на їх основі в'язучих речовинах звичайно виконується методом кількісного емісійного спектрального аналізу.

Метод хімічного аналізу в'язучих речовин і сировинних матеріалів вибирають залежно від їх здатності розчинятися в соляній кислоті. До матеріалів, розчинних в соляній кислоті, належать поргланцементи (без активних мінеральних добавок) і ряд інших в'язучих речовин. Практично, майже не розчиняються в соляній кислоті глина, кварцовий пісок, а також сировинні суміші, що містять їх в істотній кількості. Чисті вапняки розчиняються в соляній кислоті, проте природні вапняки завжди містять глинисті і кремнеземні домішки, нерозчинні в кислоті.

На методи хімічного аналізу цементів є стандарт. За цим стандартом результати аналізу підраховують з точністю до 0,01%. Зважування виробляється на аналітичних вагах з точністю до 0,0002г.

1.1 Визначення гігроскопічної вологоти

З середньої проби відбирають і зважують в заздалегідь висушеному до постійної маси стаканчику з притертою кришкою близько 1г цементу, потім навіску висушують (відкриваючи стаканчик) в сушильний шафі при $105 \dots 110^\circ\text{C}$ протягом 24. Далі стаканчик виймають з шафи щипцями з каучуковими наконечниками, закривають нещільно кришкою і охолоджують в ексикаторі до кімнатної температури. Потім стаканчик з навіскою зважують, заздалегідь закривши його щільною кришкою. Для перевірки постійності маси навішування знову висушують протягом 30 хв і після охолодження зважують.

Зміст гігроскопічної вологоти визначають за формулою:

$$H_2O = \frac{m_1 \cdot 100}{m_0}, \%, \quad (1.1)$$

де m_1 - різниця в масі стаканчика з навіскою до і після висушування, г;
 m_0 - початкова навіска, (повітряно-суха), г.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 1.1-Результати визначення гігроскопічної вологи

Найменування матеріалу	m_1 , г	m_0 , г	H_2O , %	Висновки

1.2 Визначення втрат при загартування

Навіску цементу близько 1г із середньої проби поступово нагрівають в заздалегідь прожареному і зваженому фарфоровому тиглі в муфельній печі при 950...1000°C до постійної маси. Нагрів виконують спочатку при невисокій температурі, а потім поступово доводять температуру до вказаної з витримкою протягом 30 хв. Повторні прожарювання здійснюють протягом 5 хв.

Втрату при прожарювання (ВІПІ) обчислюють за формулою:

$$ВІПІ = \frac{m_1 \cdot 100}{m}, \%, \quad (1.2)$$

де m_1 - різниця в масі тигля з навіскою до і після прожарювання, г;
 m - початкова суха навіска, г.

При перерахунку повітряно-сухого навішування на суху масу слід користуватися формулою:

$$m = \frac{m_0 \cdot (100 - w)}{100}, \%, \quad (1.3)$$

де m_0 - повітряно-сухе навішування, г;
 w - вміст гігроскопічної вологи, %.

Відхилення в результатах паралельних визначень ВІПІ не повинні перевищувати $\pm 0,15\%$. Втрату при прожарюванні шлакопортландцементу визначають прожарюванням його протягом 20...30 хвилин при 800...820°C (при вищій температурі можливе окислення окремих компонентів цементу).

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 1.2-Результати визначення втрат при гартуванні

Найменування матеріалу	m_1 , г	m , г	m_0 , г	w , %	ВІПІ, %	m , г	Висновки

1.3 Визначення гідратної води і двоводного гіпсу в гіпсовому камені

Висушену до постійної маси навіску 1...2 г поміщають в заздалегідь прожарений і зважений фарфоровий тигель і нагрівають в муфельній печі при температурі 400°C протягом 2 год. Після цього тигель з навіскою охолоджують в ексикаторі і зважують. Нагрівання повторюють до досягнення постійної маси.

Зміст гідратної води знаходять за формулою:

$$H_2O = \frac{m_1 \cdot 100}{m_0}, \%, \quad (1.4)$$

Зміст двоводного гіпсу обчислюють за формулою:

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O = 4.7785 \frac{m_1 \cdot 100}{m_0}, \%, \quad (1.5)$$

де m_1 - різниця в масі навіски до і після нагрівання, г;
 m - навіска гіпсу до нагрівання, г;
4,7785 - коефіцієнт перерахунку.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 1.3- Результати визначення гідратної води і двоного гіпсу в гіпсовому камені

Найменування матеріалу	m_1 , г	m , г	Коефіцієнт перерахунку	H_2O , %	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$, %	Висновок

1.4 Визначення напівводного гіпсу в будівельному гіпсі

Навішування подрібненого гіпсу 1...2 г, зазначений висушене до постійної маси при 50...55°C, зачиняють водою. При цьому напівводний гіпс гідратує до двоногого. Затвердлий матеріал висушують при 50...55°C до постійної маси і зважують.

Зміст напівводного гіпсу розраховують за формулою:

$$CaSO_4 \cdot 0.5H_2O = 5.37 \frac{m_1 \cdot 100}{m_0}, \%, \quad (1.6)$$

де m_1 - різниця в масі сухої навіски до і після гідратації, г;

m - вихідна суха навіска, г;

5.37 - коефіцієнт перерахунку.

Схема оформлення роботи

Мета роботи.

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 1.4- Результати визначення напівводного гіпсу в будівельному гіпсі

Найменування матеріалу	m_1 , г	m , г	Коефіцієнт перерахунку	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$, %	Висновки

1.5 Визначення розчинного ангідриду в будівельному гіпсі

Сушу навіску гіпсу 1...2 г витримують 24...30 хв над концентрованим розчином повареної солі, потім навіску висушують і зважують.

Зміст розчинного ангідриду обчислюють за формулою:

$$CaSO_4 \text{ розч} = 1.51 \frac{m_1 \cdot 100}{m_0}, \%, \quad (1.7)$$

де m_1 - різниця в масі навіски до і після витримки над концентрованим розчином повареної солі, г;

m - вихідна суха навіска, г;

1.51 - коефіцієнт перерахунку.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура:

Таблиця 1.5 - Результати визначення розчинного ангідриду в будівельному гіпсі

Найменування матеріалу	m_1 , г	m , г	Коефіцієнт перерахунку	$CaSO_4 \text{ розч}$, %	Висновок

1.6 Визначення нерозчинного залишку

Реактиви і розчини. Соляна кислота густиною 1,19 і розчин 1.9; вуглекислий натрій (сода) безводний 5% розчин; азотнокисле срібло 1% розчин, їдкий натрій 1% розчин; азотнокислий або хлористий амоній 2% розчин; метиловий червоний 0,2% розчин на етиловому синтетичному спирті або гідролізованому технічному етиловому спирті.

Зміст нерозчинного залишку визначають тільки в порцеляновому цинкері або в цементі, що не має добавок, окрім гіпсу. Навіску середньої проби близько 1г обробляють в скляній 25 мл води і 5 мл соляної кислоти, щільністю 1,19, розтираючи при цьому осад паличкою із скла, і доливають води до об'єму 50 мл. Потім склянку закривають годинниковим склом і розмішують над киплячою водною лазнею. Через 15 хв рідину фільтрують через нецільний беззоліний фільтр і осад промивають гарячою

(але не киплячої) водою до зникнення реакції на іон хлору (проба розчинном азотнокислого срібла, що підкислено азотною кислотою).

Осад разом з фільтром переносять в склянку, в якому навіску обробляти водою і соляною кислотою, і обробляють при помішуванні 30 мл гарячого розчину соди. Після цього склянку накривають годинником від скла, розміщують на азбестову сітку і в продовженні 15 хв (видаючи від початку обробки содою) нагрівають при температурі, близькій до кипіння. Потім рідину фільтрують через подвійний нещільний фільтр, осад промивають 5-6 разів гарячою водою, додають 10...12 крапель розчину соляної кислоти і знову промивають гарячою водою до зникнення реакції на іони хлору. Після цього осад з фільтром прожарюють при 900...1000°C у фіфороновому тиглі до постійної маси.

Зміст нерозчинного залишку визначають за формулою:

$$HO = \frac{m_1 \cdot 100}{m_0}, \%, \quad (1.8)$$

де m_1 - приріст тигля, г;

m - маса сухої навіски, г.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура. Реактиви і розчини :

Таблиця 1.6- Результати визначення нерозчинного залишку

Найменування матеріалу	m_1 , г	m , г	НО, %	Висновок

1.7 Визначення оксиду кремнію методом коагуляції желатиною

Прискорене визначення змісту SiO_2 методом коагуляції желатиною засновано на тому, що ці речовини сприяють коагуляції кремнекислоти і при нагріванні швидко переводять її в нерозчинний стан. При коагуляції в концентрованому розчині соляної кислоти зменшується осадження сторонніх іонів, і осад оксиду кремнію не потребує перевірки на чистоту.

Реактиви і розчини. Соляна кислота щільністю - 1,19 і розчин 5:95; желатина харчова 1% розчин, свіжоприготований шляхом розчинення 1г желатини в 100 мл води, нагрітої до 70°C, натрій вуглекислий безводний, хлористий амоній.

При використуванні методу коагуляції желатиною для визначення SiO_2 в поргланцementeах і шлакопортгланцementeах 0,5 г цементу поміщають в суху склянку місткістю 50 мл, накривають годинним склом і обережно додають 10 мл соляної кислоти так, щоб кислота стікала по стінці склянки. Склянку занурюють в нагріту до 60...70°C водну лавно і витримують протягом 10 хв, періодично перемішуючи зміст. Потім додають 10 мл розчину желатини, енергійно перемішують протягом 1 хв, не виймаючи склянку з водної лавні, і нагрівають ще протягом 10 хв. Розчин охолоджують і, в теплову вигляді, фільтрують через нещільний беззолний фільтр, потім ретельно видаляють частинки кремнекислоти, що пристали до стінок склянки, і приєднують до осаду. Осад на фільтрі промивають 2...3 рази гарячим розчином соляної кислоти, а потім - 10...12 раз - невеликими порціями гарячої води, даючи повністю стекти кожній порції. Осад разом з фільтром переносять в зважений платиновий тигель, озолують без запалювання, прожарюють в муфельній печі протягом 20...25 хв при температурі 1050...1100°C, охолоджують і зважують.

Зміст оксиду кремнію визначають за формулою:

$$SiO_2 = \frac{m_1 \cdot 100}{m_0}, \%, \quad (1.9)$$

де m_1 - приріст тигля, г;

m - навішування цементу, г.

Схема оформлення роботи

Мета роботи:

Метод визначення:

Апаратура. Реактиви і розчини :

Таблиця 1.7 - Результати визначення оксиду кремнію

Найменування матеріалу	m_1 , г	m , г	SiO_2 , %	Висновок

ТЕМА: Визначення ступеня дисперсності в'язучих речовин

Ступінь дисперсності в'язучих речовин характеризується: тонкістю помелу, яка визначається ситовим аналізом, питомою поверхнею і зерновим складом, який визначається за допомогою поверхневим, сепаративним і седиментативним приладами і інших апаратів. Розмір, форма і морфологічні особливості поверхні частинок в'язучих речовин можуть визначатися за допомогою оптичного і електронного мікроскопа.

Для характеристики ступеня дисперсності в'язучих речовин доцільно визначати питому поверхню цементного порошку. Цементи, приготувані з одного і того ж клінкеру і доведені за допомогою різних помолівних апаратів до однакової тонкості помелу, яка визначається ситовим аналізом, можуть мати різну питому поверхню і зміст тонких частинок і, отже, відрізняються один від одного також і низкою своїх властивостей. Питому поверхню є дуже важливою однозначною характеристикою цементу, оскільки інтенсивність реакцій, що відбуваються при твердінні цементу, залежить від величини поверхні цементного порошку.

2.1 Визначення питомої поверхні цементів методом повітропроникливості

Цей метод визначення питомої поверхні цементів заснований на вимірюванні опору, що надається повітрю, яке просомоткується через шар цементу встановленої товщини і площі поперечного перетину, уціільненого до певного вмісту пустот в одиниці об'єму.

Поверхнемір для визначення питомої поверхні цементу (рис 2.1, а) складається з п'яти основних частин: гільзи 1, манометра-аспіратора 2, крана 3, регулятора розрідження 4 джерела розрідження 5 (груша або водострумлений насос).

Гільза (рис 2.1, б), в яку поміщається випробовуваний цемент, є сталевим трубою 1 с внутрішнім діаметром $25,2 \pm 0,1$ мм і площею поперечного перетину 5 см^2 . У нижній частині гільзи встановлені запічки, на які поміщається перфорований диск 2. Нижче рівня перфорованого диска є трубка 3, яка служить для приєднання гільзи до приладу. Гільза встановлюється в обійму дна 4. Перфорований диск, на який поміщається шар цементу, виготовляється з сталевих пластинок завтовшки 2 мм з 88 отворами діаметром 1,2 мм, рівномірно розподіленими за всією площею диска.

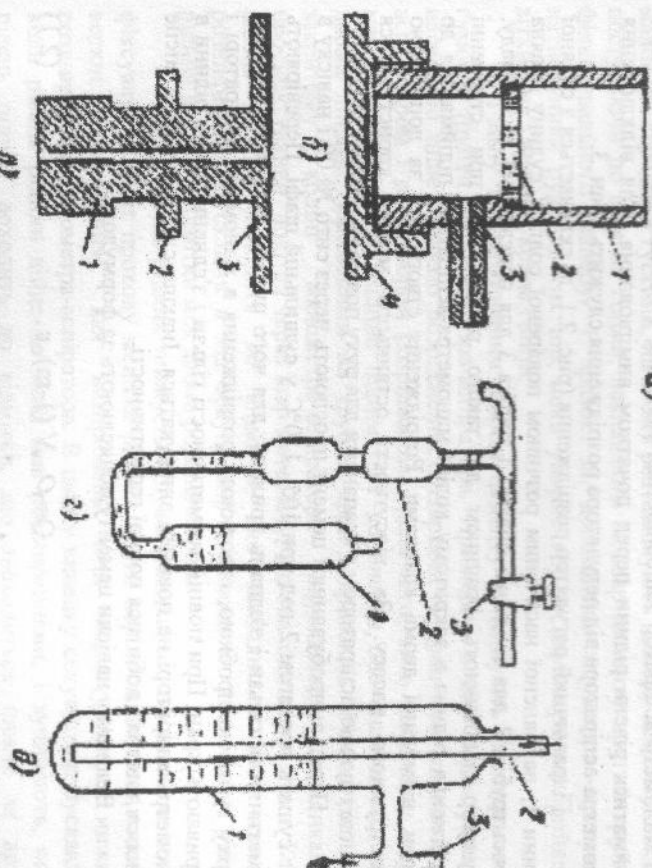
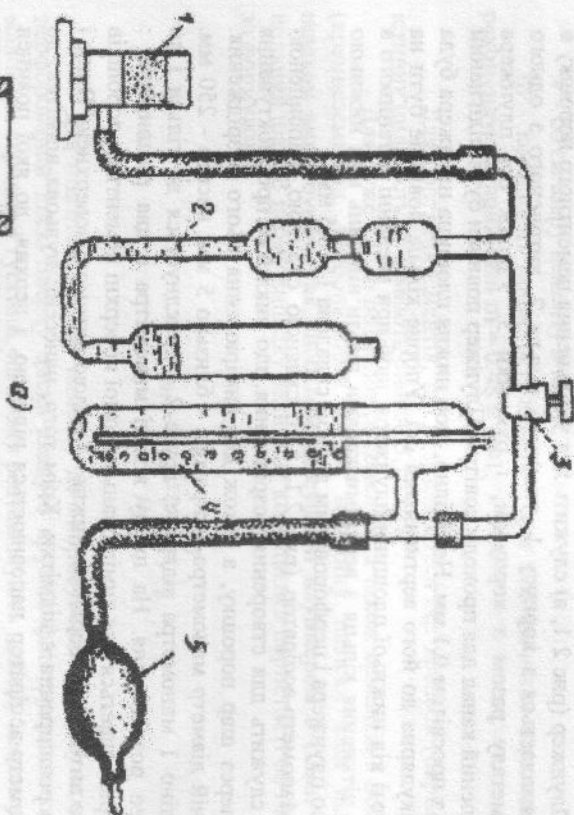


Рисунок 2.1.- Прилад для визначення питомої поверхні цементу

Плунжер (рис 2.1, в) служить для ущільнення цементного порошку в гільзі і складається з корпусу 1, упорного кільця 2, виготовленого з одного шматка металу разом з корпусом, і рукоятки 3. Уздовж осі плунжера просвердлений канал для проходження повітря. Плунжер повинен бути підігнаний до гільзи з просвітом 0,1 мм. Необхідно, щоб нижня площина плунжера була перпендикулярна до його вертикальної осі. Упорне кільце повинне бути на такій висоті від нижньої площини плунжера, щоб при введенні останнього в гільзу до зіткнення кільця з верхніми краями гільзи відстань між нижньою площиною плунжера і перфорованим диском складала $15 \pm 0,5$ мм.

Манометр-аспіратор (рис 2.1, г) є скляною судиною, наповненою водою, і служить для створення розрідження, що викликає просмокування повітря через шар порошку, а також для вимірювання цього розрідження. Внутрішній діаметр манометра-аспіратора - близько 5 мм, висота - 250 мм. Одне коліно 1 манометра відкрите, друге 2 - прислнується до гільзи і до регулятора розрідження. На цьому коліні манометра є два розширення: верхнє, призначене для вимірювань питомої поверхні цементних порошків з великого питомого поверхню, нижнє - з малою питомою поверхню. Вище і нижче за розширення є відмітки. Крім того, нанесені: нульова відмітка, до якої манометр-аспіратор наповнюється рідиною, і верхня, до якої повинен підійматися рівень рідини перед початком вимірювання. Для відключення манометра-аспіратора від регулятора розрідження служить кран 3.

Гідравлічний регулятор розрідження (рис. 2.1, д) складається з скляної судини 1, наповненої насиченим розчином повареної солі. У судину впаивається трубка 2 для введення повітря і трубка 3 для прислання до приладу. Регулятор заповнюють розчином до такого рівня, щоб при створенні розрідження рідина в закритому коліні манометра-аспіратора піднімалася до висоти, відміченої двома крапками. Розрідження створюють за допомогою водоструменного насоса. За відсутності останнього можна користуватися звичайною груше-аспіратором з клапанами для руху повітря в одному напрямі.

Перед випробуванням цемент просіюють через сито № 09 і навіску в 25 г сушать протягом 2 год при $105 \dots 110^\circ\text{C}$ у сушильній шафі. Перевертають термостійкість гільзи і з'єднань приладу, для чого щільно закривають гільзу зверху гумовою пробкою, створюють розрідження в манометрі-аспіраторі і закривають кран. При повній термостійкості гільзи і з'єднань рівень рідини в манометрі-аспіраторі не повинен знижуватися. Інакше слід відшукати місце присосу повітря і добитися повної термостійкості.

Величину навіски цементу обчислюють за формулою:

$$Q = \rho_{\text{гц}} V (1-m), \text{ г}, \quad (2.1)$$

де $\rho_{\text{гц}}$ - істинна густина випробовуваного цементу, г/см^3 ;

V - об'єм шару цементу в гільзі, см^3 ;
 m - коефіцієнт пористості цементу, для забезпечення одноманітності рекомендують приймати $m = 0,48 \pm 0,01$;

Для поргладцементів, що розселяються без добавок (окрім тіпсу), істинну щільність приймають рівною $3,15 \text{ г/см}^3$.

Для дуже тонко розмолотих цементів, а також цементів з добавками (кремнеземними, карбонатними тощо) величину навіски слід підбирати шляхом випробувань так, щоб при пресуванні плунжером в гільзі виштовпівний шар. В цьому випадку величину коефіцієнта пористості обчислюють за формулою:

$$m = \frac{V \cdot \rho_{\text{гц}} - Q}{V - \rho_{\text{гц}}}, \% \quad (2.2)$$

Для підготовки шару цементу до випробування в гільзу поміщають перфорований диск. Зверху диска кладуть кружок фільтрувального паперу малої або середньої густини, на якому розташовують навіску цементу. Злегка постукаючи по стінках гільзи, накладають на шар цементу другий кружок фільтрувального паперу, і зразок за допомогою плунжера пресують натисненням руки до тих пір, поки упорне кільце плунжера не прийде в зіткнення з верхнім краєм гільзи.

Гільзу з пригтованим шаром цементу прислнується за допомогою гумової трубки до манометра-аспіратора. Приводять в дію водоструменний насос або інше джерело розрідження. Відкривають кран між манометром-аспіратором і регулятором розрідження. Після того, як в закритому коліні манометра-аспіратора рідина підніметься до висоти, що знаходиться між двома лініями, нанесеними на трубіці, кран закривають. Рівень рідини в закритому коліні манометра-аспіратора опускається, викликаючи просмокування повітря через шар матеріалу, що знаходиться в гільзі. Коли рівень рідини доходить до відмітки, що знаходиться над верхнім розширенням, пускають в хід секундомір і зупиняють його, коли рівень рідини дійде до відмітки між двома розширеннями.

Якщо рівень рідини знижується дуже швидко, що не дозволяє точно фіксувати момент проходження меніска рідини проти першої відмітки (вище за верхнє розширення), для вимірювань слід користуватися нижнім розширенням манометра-аспіратора. В цьому випадку секундомір пускають, коли рівень рідини дійде до межі між розширеннями, і зупиняють, коли рівень рідини доходить до відмітки, що знаходиться нижче за друге розширення.

Визначення тривалості просмокування повітря для одного і того ж навішування роблять двічі і для подальших розрахунків використовують середнє арифметичне з двох визначень.

При вимірюваннях, що вимагають підвищеної точності, необхідно виконувати 2...3 повторні визначення з окремими навісками цементу.

Питому поверхню цементу обчислюють за формулою:

$$S = \frac{K}{\rho_{\text{лет}}} \cdot \sqrt{\frac{m^3}{(1-m)^2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\eta}} \cdot \sqrt{t}, \text{ см}^2, \quad (2.3)$$

де $\rho_{\text{лет}}$ - істинна щільність випробовуваного цементу, г/см³;

K - стала приладу, вказана в паспорті окремо для роботи з верхнім і нижнім розширеними манометра-аспіратора;

m - коефіцієнт пористості цементу, що знаходиться в гільзі;

η - в'язкість повітря при температурі дослідження, пз;

t - час зниження рівня рідини від відмітки зверху розширення до відмітки знизу розширення.

Числові значення $\sqrt{\frac{m^3}{(1-m)^2}}$ залежно від m розміщені в таблиці 2.1, а

числові значення $\sqrt{\frac{1}{\eta}}$ при різних температурах в таблиці 2.2.

При визначенні питомої поверхні одного і того ж матеріалу з постійною істинною щільністю, наприклад, при поточному контролі тонкості помелу цементу, що виходить з млина, рекомендується виконувати вимірювання при постійній величині коефіцієнта пористості. При цьому розрахунок ведуть за формулою:

$$S = A \cdot \sqrt{t}, \quad (2.4)$$

$$\text{де} \quad A = \frac{K}{\rho_{\text{лет}}} \cdot \sqrt{\frac{m^3}{(1-m)^2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\eta}}$$

Результати обчислень повинні округлитися до цілих десятків, см²/г.

Таблиця 2.1 - Числові значення $\sqrt{\frac{m^3}{(1-m)^2}}$ залежно від m

m	$\sqrt{\frac{m^3}{(1-m)^2}}$	m	$\sqrt{\frac{m^3}{(1-m)^2}}$	m	$\sqrt{\frac{m^3}{(1-m)^2}}$	m	$\sqrt{\frac{m^3}{(1-m)^2}}$	m	$\sqrt{\frac{m^3}{(1-m)^2}}$	m	$\sqrt{\frac{m^3}{(1-m)^2}}$
0,450	0,549	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,451	0,552	0,471	0,611	0,491	0,676	0,511	0,747	0,531	0,825	-	-
0,452	0,555	0,472	0,614	0,492	0,679	0,512	0,751	0,532	0,829	-	-
0,453	0,557	0,473	0,617	0,493	0,683	0,513	0,754	0,533	0,833	-	-
0,454	0,560	0,474	0,620	0,494	0,686	0,514	0,758	0,534	0,837	-	-
0,455	0,563	0,475	0,624	0,495	0,690	0,515	0,762	0,535	0,842	-	-
0,456	0,566	0,476	0,627	0,496	0,693	0,516	0,766	0,536	0,846	-	-
0,457	0,569	0,477	0,630	0,497	0,697	0,517	0,770	0,537	0,850	-	-
0,458	0,572	0,478	0,633	0,498	0,700	0,518	0,773	0,538	0,854	-	-
0,459	0,575	0,479	0,636	0,499	0,704	0,519	0,777	0,539	0,858	-	-
0,460	0,578	0,480	0,640	0,500	0,707	0,520	0,781	0,540	0,863	-	-
0,461	0,581	0,481	0,643	0,501	0,711	0,521	0,785	0,541	0,867	-	-
0,462	0,584	0,482	0,646	0,502	0,714	0,522	0,789	0,542	0,871	-	-
0,463	0,587	0,483	0,649	0,503	0,718	0,523	0,793	0,543	0,876	-	-
0,464	0,590	0,484	0,653	0,504	0,721	0,524	0,797	0,544	0,880	-	-
0,465	0,593	0,485	0,656	0,505	0,725	0,525	0,801	0,545	0,884	-	-
0,466	0,596	0,486	0,659	0,506	0,729	0,526	0,805	0,546	0,889	-	-
0,467	0,599	0,487	0,662	0,507	0,732	0,527	0,809	0,547	0,893	-	-
0,468	0,602	0,488	0,666	0,508	0,736	0,528	0,813	0,548	0,897	-	-
0,469	0,605	0,489	0,669	0,509	0,740	0,529	0,817	0,549	0,902	-	-
0,470	0,608	0,490	0,673	0,510	0,743	0,530	0,821	0,550	0,906	-	-