МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ КОМПОЗИТІВ З РІЗНОВИДАМИ МІНЕРАЛЬНИХ ЗВ´ЯЗУЮЧИХ І НАПОВНЮВАЧІВ

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»,

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2019

Виготовлення та тестування композитів з різновидами мінеральних зв'язуючих і наповнювачів. Лабораторний практикум: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. Пахомова В.М., Дорогань Н.О., Черняк Л.П., - К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2019. - 67 с.

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 5 від 24.01.2019 р.)
за поданням Вченої ради хіміко-технологічного факультету (протокол № 12 від 27.12.2018 р.)

Н а в ч а л ь н е в и д а н н я

ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ КОМПОЗИТІВ З РІЗНОВИДАМИ МІНЕРАЛЬНИХ ЗВ'ЯЗУЮЧИХ І НАПОВНЮВАЧІВ

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

Укладачі: *Пахомова Вікторія Миколаївна*
к.т.н. Дорогань Наталія Олександрівна
д.т.н., професор Черняк Лев Павлович

Відповідальний редактор *В.Я. Круглицька, канд. техн. наук, професор*

Рецензент *І.С. Суббота, канд. техн. наук, доцент,*
кафедра хімічної технології кераміки та скла
КПІ ім. Ігоря Сікорського

,

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019

АНОТАЦІЯ

В навчальному посібнику «Виготовлення та тестування композитів з різновидами мінеральних зв’язуючих і наповнювачів. Лабораторний практикум» наведено зміст і порядок виконання лабораторних робіт з виготовлення та тестування композиційних матеріалів із застосуванням різновидів мінеральних в’яжучих речовин як матриці та наповнювачів як армуючих при варіації їх кількісного співвідношення, способу підготовки сировинних сумішей, формування та умов тверднення.

Посібник складається з 12 лабораторних робіт, які включають викладення теоретичного матеріалу, опис методики проведення роботи, контрольні запитання і завдання для самопідготовки.

Розроблено на кафедрі хімічної технології композиційних матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського на основі програми навчальної дисципліни та робочих програм кредитного модуля «Сировинні компоненти, мінеральні зв’язуючі та наповнювачі для композиційних матеріалів» для студентів денної та заочної форм навчання. Навчальний посібник призначений для викладачів і студентів вищих навчальних закладів технічного профілю, а також інженерно-технічних спеціалістів промисловості будівельних матеріалів і будувництва, працівників науково-дослідних інститутів і проектних організацій.

ЗМІСТ

Вступ 5
Основні поняття та визначення 7
Лабораторна робота №1. Визначення гранулометричного складу порошкових наповнювачів ситовим аналізом 14
Лабораторна робота №2. Визначення питомої поверхні дисперсних компонентів композитів 18
Лабораторна робота № 3. Особливості методів виготовлення та тестувань зразків композитів з мінеральними зв'язуючими матеріалами та наповнювачами 23
Лабораторна робота № 4 Дослідження фізико-механічних властивостей дисперсноармованих повітряних в'яжучих 27
Лабораторна робота № 5 Дослідження фізико-механічних властивостей повітряних в'яжучих, армованих волокнами 32
Лабораторна робота № 6 Аналіз раціонального співвідношення мінерального зв'язуючого і волокна в складі будівельних композитів 36
Лабораторна робота № 7 Дослідження впливу дисперсного волластоніту на властивості композиту на основі повітряних в'яжучих 41
Лабораторна робота № 8 Визначення оптимальної кількості поліпропіленового волокна в складі композиту із зв'язуючим повітряного тверднення 45
Лабораторна робота № 9 Аналіз ефективності застосування волокна для регулювання властивостей бетонів як будівельних композитів 48
Лабораторна робота № 10 Дослідження впливу кількості скловолокна на фізико-механічні властивості бетонів 52
Лабораторна робота № 11 Застосування базальтового волокна як армуючого компоненту бетонів 58
Лабораторна робота № 12 Аналіз застосування поліпропіленового волокна для армування бетонів. 62
Заключення 65
Рекомендована література 66

ВСТУП

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- формулювати і вирішувати задачу раціонального вибору мінерального зв'язуючого та наповнювача для композитів різного призначення;
- використовувати професійно профільовані знання для отримання і тестування будівельних композитів;
- скласти кількісний та якісний прогноз властивостей та характеристик нових складів композитів на основі теорії та практики виробництва будівельних матеріалів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- стану і перспектив розвитку виробництва будівельних композитів.
- різновидів і функції матриці та наповнювача у структурі композиційних матеріалів;
- методів застосування мінеральних зв'язуючих і наповнювачів для виготовлення композитів.

уміння:

- формулювати та ставити задачі раціонального вибору мінеральних зв'язуючих і наповнювачів для отримання композитів;
- вирішувати задачі вибору способу гомогенізації та змішування мінеральних зв'язуючих при поєднання з армуючими елементами:
- аналізувати властивості композитів при застосуванні різних мінеральних зв'язуючих і наповнювачів.

досвід:

- використання мінеральних зв'язуючих як матриці та наповнювачів як армуючих для композитів будівельного призначення;

- застосування сучасних методів тестування будівельних композитів при використанні мінеральних в’яжучих речовин і наповнювачів.

При виконанні лабораторних робіт студенти закріплюють теоретичні положення навчальної дисципліни, набувають навиків аналізу та узагальнення шляхом пов’язання матеріалів лекцій і інформаційних джерел з практичним досвідом виготовлення та тестування зразків композитів з мінеральними зв′язуючими та наповнювачами.

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Композиційний матеріал (composite material), *композит* (composite) - суцільний продукт, що складається з двох або більше матеріалів, відмінних один від одного за формою чи фазовим станом, хімічним складом, властивостями, поєднаних, як правило, фізичним зв'язком з границею розділу між матрицею та наповнювачем.

Матриця і наповнювач композиту утворюють єдину структуру та діють спільно, забезпечуючи необхідні властивості кінцевого виробу за функціональним призначенням.

Матриця композиту (matrix) - тверда структура, що утворюється мінеральним в'яжучим матеріалом і забезпечує суцільність композиту, передачу та розподіл напруги в армуючому наповнювачі та визначає теплостійкість, вологостійкість, вогнестійкість і хімічну стійкість композиту.

Матриця утворюється внаслідок тужавлення і тверднення водної системи мінерального в'яжучого матеріалу.

Наповнювач композиту (filler, reinforcement) - речовина неорганічної та органічної природи, яка відносно рівномірно розподіляються в об'ємі композиції, що утворюється, і має чітко виражену межу розділу з матрицею. Він є відносно інертним матеріалом і вводиться для зміни або додання необхідних властивостей матриці композиту.

Структура матеріалу (structure of material) - організація взаємного розташування компонентів матеріалу.

Дисперсія (dispersion) - гетерогенна система, в якій тонкомелений матеріал рівномірно розподілений в іншому матеріалі.

Мінеральні в'яжучі речовини як зв'язуючі композитів

Мінеральні в'яжучі (mineral astringent) - порошкові речовини природного або штучного походження, які здатні переходити за відповідних умов у каменеподібний стан і утворювати конгломерат (композит) у поєднанні з наповнювачем.

Вапно (lime) - продукт випалу карбонатних порід або суміші цього продукту з мінеральними добавками.

Гіпсові в'яжучі (gipseous astringent) - продукт термічної обробки природної гіпсової сировини - гіпсового каменю до напівводного сульфату кальцію $CaSO_4 \cdot 0.5H_2O$.

Сухі будівельні суміші (dry building mixtures) - порошкоподібні композиції, що складаються з мінеральної в'яжучої речовини, наповнювачів і добавок, які виготовляють у заводських умовах.

Цемент (cement) - гідравлічна в'яжуча речовина, тонко подрібнений неорганічний матеріал, який при змішуванні з водою утворює тісто, яке тужавіє та твердне внаслідок реакцій та процесів гідратації і після тверднення зберігає свою міцність та стабільність у воді.

Гідравлічні властивості (hydraulic properties) - здатність тонкоподрібненого матеріалу після замішування з водою тверднути на повітрі та у воді.

Цементний камінь (cement stone) - матеріал, що утворюється в результаті тверднення цементного тіста і має певну міцність.

Наповнювачі композитів

Крейда (chalk) - м`який дисперсний мінеральний наповнювач, що підвищує білизну, зменшує анізотропію усадки та короблення.

Каолін (kaolin) - глинистий дисперсний наповнювач, що збільшує жорсткість і термостійкість, зменшує анізотропію усадки та короблення.

Тальк (talc) - м´який дисперсний мінеральний наповнювач, що помірно збільшує міцність, жорсткість, термостійкість, зменшує анізотропію усадки та короблення.

Волластоніт (wollastonite) - мінеральний наповнювач, коротковолокнистий силікат кальцію, що сприяє підвищенню жорсткості та термостійкості композитів.

Волокно (fiber) - гнучке і міцне тіло обмеженої довжини, з малими поперечними розмірами по відношенню до довжини, призначене для армування

композитів.

Базальтове волокно (basait fiber) - волокно для армування композитів, утворюване з розплаву базальту або базальту із спеціальними добавками.

Скловолокно (glass fiber) - наповнювач із довжиною частинок 1-16 мм, діаметром 10-15 мкм, що стабілізує розміри композитів, збільшує міцність, жорсткість, твердість, термостійкість.

Полімерне волокно (polymeric fiber) - м'який наповнювач (арамідні, поліамідні, поліефірні та інші синтетичні волокна), призначений для армування композитів.

Виготовлення зразків композитів

Сировина (raw materials) - матеріал природного, штучного або техногенного походження, призначений для подальшої обробки та виготовлення готового продукта.

Хімічний склад (chemical composition) - сукупність компонентів (хімічних елементів, оксидів), з яких складається речовина або суміш речовин.

Маса (mass) - фізична величина, характеристика матерії, що визначає її інерційні, енергетичні та гравітаційні властивості

Істинна густина (real density) - маса одиниці об'єму матеріалу в абсолютно щільному стані.

Середня густина (apparent density) - маса одиниці об'єму матеріалу, включаючи пори і пустоти.

Питома поверхня (specific surface) - відношення площі поверхні частинки до її маси.

Тонкість помелу (milling fineness) - характеристика дисперсності матеріалу після помелу, що виражена масовою часткою у відсотках залишку порошку на одному або декількох контрольних ситах або величиною питомої поверхні .

Об'ємне дозування (volumetric feeding) - спосіб завантаження матеріалу, при якому його кількість контролюється за об'ємом.

Вагове дозування (weight feeding) - спосіб завантаження матеріалу, при якому його кількість контролюється за масою.

Дозатор (metering device) - пристрій для автоматичного відважування заданої кількості матеріалу.

Формування (forming) - процес надання матеріалу форми методами лиття, пресування, вібропресування, екструзії.

Цикл формування (moulding cycle) - 1) повна послідовність операцій протягом процесу формування, що необхідна для виробництва певного композиту; 2) час, необхідний для завершення операцій в процесі формування).

Змішувач (kneader, mixer) - аппарат для інтенсивного перемішування матеріалів в твердому та рідкому станах.

Прес-форма (mould) - пристрій, що складається з пуансона і матриці, призначений для отримання виробів різної конфігурації під дією тиску, створюваного на спеціальному обладнанні.

Тиск формування (moulding pressure) - тиск, що діє на матеріал під час формування композиту.

Тиск пресування (compression-moulding pressure) - тиск, що діє на матеріал під час пресування композиту.

Фізико-механічні та експлуатаційні властивості

Властивості композитів (properties) - показники фізико-механічних і експлуатаційних властивостей композиту.

Деформація (déformation) - зміна лінійних розмірів або форми матеріалу під впливом механічної напруги.

Усадка (shrinkage) - зменшення лінійних розмірів і об'єму виробу при формуванні структури матеріалу.

Міцність (strength) - здатність матеріалу чинити опір руйнуванню під дією напруг, які виникають у ньому під впливом прикладеного навантаження.

Границя міцності (breaking stress) - механічна напруга, вище за яку відбувається руйнування зразка.

Міцність при згині (flexural strength) - найбільше навантаження, що витримує зразок матеріалу при випробуванні на згин до моменту руйнування.

Міцність при стиску (compressive strength) - найбільше навантаження, що витримує зразок матеріалу при випробуванні на стиск до моменту руйнування.

Твердість (hardness) - властивість матеріалів чинити опір деформуванню або руйнуванню при місцевому силовому впливі, характеризується мірою проникнення у нього іншого, більш твердого матеріалу.

Жорсткість (rigidity) - здатність композита чинити опір деформації при навантаженні.

Водопоглинання (water absorption) - кількість води, поглиненої матеріалом при вказаних умовах випробування.

Вологостійкість (moisture resistance) - властивість матеріалу чинити опір руйнуванню водою при почерговому зволоженні та висиханні, яка оцінюється відношенням границі міцності зразка матеріалу, що піддається зволоженню та висиханню, до початкової його міцності, характеризується показниками 0,8-1,0 для вологостійких матеріалів.

Пористість (porosity) - сукупна міра розмірів і кількості пор у твердому тілі.

Набрякання (swelling) - збільшення об'єму твердого тіла внаслідок поглинання ним з оточуючого середовища рідини або пари.

Об'ємне розширення (volume increase) - зміна об'єму зразка при випробуванні в певних умовах.

Пластичність (plasticity) - здатність твердих тіл змінювати форму без руйнування під впливом зовнішних сил і зберігати повну або остаточну деформацію після зняття навантаження.

Пружність (elasticity) - здатність тіла відновлювати вихідний розмір і форму після зняття навантаження.

Крихкість (friability) - властивість твердих матеріалів руйнуватися під впливом механічних напруг, які в них виникають, без помітної пластичної деформації.

Плавкість (fusibility) - властивість матеріалу переходити з твердого стану у рідкий; характеризується температурою плавлення, при якій відбувається такий перехід.

Проникність (permeability) - властивість матеріалу пропускати через себе гази і рідини в процесах дифузії і сорбції.

Хімічна стійкість (chemical resistance) - здатність композиту зберігати масу, геометричні розміри та інші властивості під впливом агресивного середовища кислот і лугів.

Термостійкість (thermal firmness) - здатність матеріалів витримувати різкі коливання температур, не руйнуючись; визначається числом циклів попеременних нагрівань і охолоджень.

Термостабільність (thermal stability) - властивість матеріалу чинити опір деструкції під впливом нагрівання.

Втома (fatigue) - зміна механічних і фізичних властивостей матеріалу під тривалою дією напруг і деформацій, що циклічно змінюють в часі. Втома призводить до падіння жорсткості, міцності і твердості, утворенню тріщин і, зрештою, до повного руйнування матеріалу.

Вогнестійкість (fire résistance) - здатність елементу конструкції або матеріалу протягом вказаного періоду часу задовольняти вимогам стійкості, цілісності, теплоізоляції та іншим, що визначені у стандарті випробувань на вогнестійкість.

Світлостійкість (light fastness) - здатність матеріалу зберігати свій колір під дією сонячного або штучного світла без прямого впливу атмосферних факторів.

Довговічність (durability) - комплексне поняття про здатність матеріалів зберігати потрібні якості до граничного стану, який задається умовами експлуатації або випробувань; оцінюється часом або числом циклів від початку експлуатації, випробування до моменту досягнення граничного стану

Лабораторна робота (laboratory-based work) - форма навчального заняття, при якому студент під керівництвом викладача особисто проводить

експерименти з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень навчальної дисципліни.

Зразок для випробування (specimen; test piece) - частина проби, що безпосередньо піддається експерименту при випробуваннях.

Методика експерименту (methodology of experiment) - постановка та послідовність виконання експериментальних досліджень.

Вимірювання (measurement) - відображення фізичних величин їх значеннями за допомогою експерименту та обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів.

Інструмент (tool) - прилад, що використовується для впливу на об’єкт: - його зміна або вимірювання.

Точність вимірювань (measuring exactness) - характеристика ступеня наближення результату вимірювання до істинного значення вимірюваної величини.

Повторюваність (repeatability) - міра близькості один до одного незалежних результатів вимірювань, отриманих одним і тим же методом на ідентичних об’єктах в однакових умовах (один і той же оператор, одне і те ж устаткування, одна і та ж лабораторія) в межах невеликого проміжку часу.

Відтворюваність (reproducibility) - міра близькості один до одного незалежних результатів вимірів, отриманих одним і тим же методом на ідентичних об’єктах випробування в різних лабораторіях, різними операторами, з використанням різного обладнання.

Лабораторна робота №1
Визначення гранулометричного складу наповнювачів ситовим аналізом

Мета роботи: на характерних прикладах наповнювачів визначити гранулометричний склад для різних проб.

Матеріали та обладнання:

1. Матеріали - кварцовий пісок, перліт, волластоніт, мікродоломіт та ін. (за завданням викладача).
2. Набір стандартних сит.
3. Лабораторні технічні ваги.

Теоретичні відомості

Гранулометричний склад наповнювачів характеризують розміром частинок і кількісним співвідношенням фракцій частинок різних розмірів.

Методи аналізу гранулометричного складу можна класифікувати таким чином: дослідження під мікроскопом; ситовий аналіз; лазерний аналіз; метод розділення дисперсних частинок за швидкістю їх осадження.

Ситовий аналіз ґрунтується на механічному розділенні частинок за розмірами на ситах з отворами різної величини на фракції за крупністю. Матеріал, який залишився на ситі після просівання, називається «залишок», а той що пройшов через сито - «прохід». Ситові аналізи дозволяють визначити крупність частинок до 40 мкм (мінімальний розмір отворів сит, що використовуються).

Існує декілька систем стандартних сит згідно ДСТУ EN 196-6:2007.

У США і Великобританії збереглася нумерація сит за числои отворів упродовж одного дюйма (25,4 мм). Це число, або номер сита, має назву «меш»,

яке часто вживається при позначенні сит. Наприклад, сито №200 або 200 меш має 200 отворів упродовж одного дюйма.

У технічній практиці Німеччини сита раніше характеризувалися числом отворів на 1 см, зустрічаються також позначення сит за кількістю отворів на 1 $см^2$, наприклад, на обичайці сита №100 (сто отворів на лінійний сантиметр) гравіюється число 10000, що вказує, скільки отворів доводиться на 1 $см^2$ сита. Ширина отворів в такому ситі a=60 мкм і товщина волокна (дроту) b=40 мкм. Полотно сита є сіткою з термічно обробленого дроту із сплавів кольорових металів.

Послідовний ряд розмірів отворів сит, що застосовуються при просіюванні або класифікації, називається шкалою класифікації, а відношення розмірів отворів двох сусідніх сит називається модулем шкали. При великому і середньому грохоченні модуль дорівнює двом. Наприклад, набір сит з цим модулем складатиметься з сит з отворами розміром 50, 25, 12, 6 і 3 мм. Для дрібніших сит застосовується стандартна система з модулем 2. У цій системі за основу прийнято сито 200 меш з отворами розміром 0,074 мм.. Цей модуль застосовується для сит з отворами розміром від 2,362 мм (8 меш) до 0,104 мм (150 меш). Користуючись модулем, можна визначити розмір отворів попереднього і наступного сит. Наприклад, якщо при модулі 1,414 сито з отворами діаметром 0,074 мм, то попереднє сито цієї серії повинно мати отвори 0,104 мм, оскільки $0{,}074 \cdot 1{,}414 = 0{,}104$.

Для ситового аналізу використовується набір стандартних сит (рис. 1.1). Лабораторне стандартне сито є круглою обичайкою діаметром 200 мм і заввишки 50 мм. Сита виготовляють так, щоб можна було скласти комплект сит, вставляючи одне сито в інше. Верхня частина цього комплекту закривається кришкою, а нижня вставляється в піддон для збирання найдрібнішого класу, що пройшов через останнє сито комплекту.

Рис. 1.1. Набір лабораторних сит

Хід роботи

Для визначення гранулометричного складу використовується набір стандартних сит.

На технічних вагах зважують 100 г досліджуваної проби. Встановлюють необхідний набір сит. На верхнє сито (з найбільшим розміром отворів) насипають зважену пробу. Кришку закривають і проводять просіювання протягом 15 хв.

Після закінчення просіювання визначають масу наповнювача, що залишився на кожному ситі, включаючи піддон. Масу фракцій виражають у відсотках до початкової кількості проби наповнювача. Виходячи з розмірів сит, розраховують середній діаметр частинок кожної фракції.

Залишок на ситі x обчислюють за рівнянням:

$$x = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\%,$$

де m_1 - маса початкової проби, г; m_2 - залишок на ситі, г.

Отримані результати заносяться до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Результати визначення гранулометричного складу

Сито, ∅ отв., мм	Залишок на ситі, г	Вміст фракцій частинок в мм, %					
		> 5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	<0,5

Висновки:

Контрольні запитання та завдання

1. З якою метою визначають гранулометричний склад?
2. Які методи аналізу використовують для визначення гранулометричного складу?
3. Дайте визначення ситового аналізу.
4. Що являють собою і як класифікуються стандартні сита?
5. Як виражають кількісний вміст фракцій?
6. Як визначають середній розмір частинок кожної фракції?
7. Яким чином відображають дані ситового аналізу?

Лабораторна робота №2

Визначення питомої поверхні дисперсних компонентів композитів

Мета роботи: визначити питому поверхню дисперсних наповнювачів.

Матеріали та обладнання:

1. Матеріали - кварцовий пісок, мелений перліт, волластоніт, мікродоломіт (за завданням викладача).
2. Лабораторні технічні ваги.
3. Прилад ПСХ-2.
4. Сушильна шафа.

Теоретичні відомості

Дисперсність сировинних матеріалів і в'яжучих речовин є вагомим фактором впливу на структуроутворення та показники властивостей (міцності, середньої густини, пористості, теплопровідності та ін.) силікатних композиційних матеріалів і виробів: Тому варіювання дисперсності наповнювачів і в'яжучих речовин дозволяє регулювати параметри технологічних процесів виробництва для отримання виробів заданої якості.

Залежно від виду матеріалу його дисперсність визначають ситовим, седиментаційним аналізами або виміром його питомої поверхні. Для того, щоб мати уявлення про сумарну поверхню дисперсних матеріалів, вимірюють їх питому поверхню.

Питома поверхня - поверхня всіх частинок матеріалу в одиниці об'єму або маси. Оскільки одиниця об'єму містить ρ одиниць маси (де ρ - густина матеріалу), то поверхня припадає на одиницю об'єму, в ρ разів більше поверхні, що припадає на одиницю маси.

Середній розмір частинок матеріалу D зв'язаний з їх питомою поверхнею S співвідношенням:

$$D = \frac{60000}{\rho S}(мкм),$$

де S - питома поверхня, $см^2/г$;

ρ - істинна густина матеріалу, $г/см^3$.

Відбір середньої проби проводиться методом квартування. Для цього подрібнений матеріал висипають на лист скла і після перемішування розрівнюють у вигляді диска. Двома перпендикулярними діаметрами ділять диск на чотири частини. Для подальшої роботи відбирають дві протилежні чверті. Відібраний матеріал знову розсипають у вигляді диска, знову ділять на чотири частини (квартують), відбирають дві протилежні з них. Цю операцію проводять кілька разів, до отримання проби потрібної маси. Прийнято, що для визначення питомої поверхні маса проби повинна бути в 3,33 рази більше густини матеріалу, тобто P=3,33 ρ (г). Залежно від густини матеріалу проба становить 8-15 г.

Відібрана проба матеріалу просушується в сушильній шафі до постійної маси при 105-110 ^{0}C. Необхідність сушіння залежить від виду і стану матеріалу. Висушену пробу зважують з точністю до 0,01 г.

Визначення питомої поверхні ведуть з допомогою приладу ПСХ-2 (рис. 2.1). В основі методу лежить визначення повітропроникності матеріалу. Чим крупніші частинки, тим більші пори між ними, тим, отже, вище повітропроникність і нижче питома поверхня частинок матеріалу.

Прилад ПСХ-2 рекомендується застосовувати до значень питомої поверхні 5000 $см^2/г$, оскільки при перевищенні цього значення отримують дещо занижені результати.

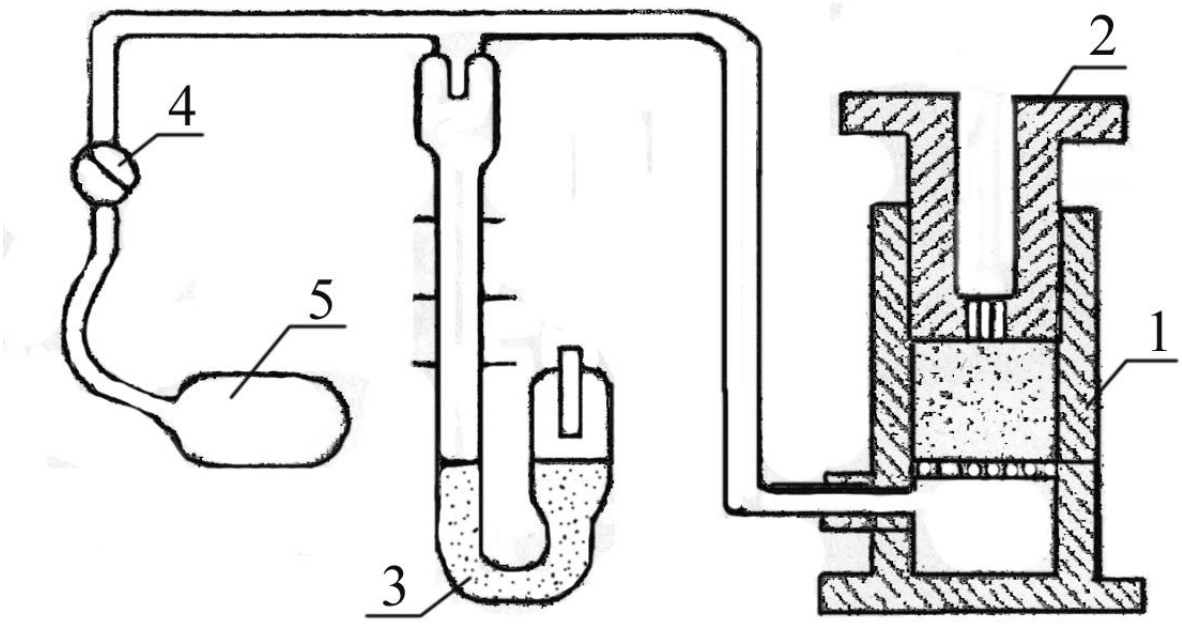

Рис.2.1. Схема приладу ПСХ-2

1 - кювета, 2 - плунжер, 3 - манометр, 4 - кран, 5 - гумова груша і сполучна трубка

Хід роботи

Пробу досліджуваного матеріалу необхідно помістити в кювету, на дно якої попередньо укладається фільтрувальний папір відповідного розміру. Легким постукуванням розрівнюють шар порошку в кюветі і також покривають кружком фільтрувального паперу. В кювету вставляють плунжер і легким натисканням на нього ущільнюють порошок в кюветі. За допомогою конуса на планці плунжера і шкали на зовнішній поверхні кювети вимірюють висоту шару матеріалу L (см). Потім плунжер видаляють з кювети, відривають кран і за допомогою груші створюють розрідження під шаром матеріалу, при цьому рідина в манометрі повинна піднятися і зайти в розширення у верхній частині манометра. Кран закривають і вимірюють секундоміром час τ (в секундах) проходження меніска рідини в манометрі між двома рисками. Вибір рисок для вимірювання часу визначається швидкістю спуску меніска рідини: якщо швидкість висока, то вибирають найбільш віддалені один від одного риски 1-3 або 2-4, в іншому випадку - риски 1-2 або 3-4. Дослід повторюють 3-8 разів

(залежно від необхідної точності), обов'язково зазначаючи температуру навколишнього повітря.

Для збільшення точності вимірів і самоперевірки необхідно провести перенабивку кювети пробою. Для цього пробу з кювети висипають на лист скла, перемішують її і, зваживши, знову засипають в кювету.

За виміряними значеннями висоти шару L і температури повітря t, залежно від якої змінюється динамічна в'язкість повітря η, розраховують величину M_i, для кожного з n визначень.

$$M = \frac{1{,}5336}{L}(4.9L - 3.33)^{\frac{3}{2}}\sqrt{\frac{1}{\eta}}$$

де L - висота шару матеріалу в кюветі, см;

η - динамічна в'язкість повітря, П.

Величину $\sqrt{\frac{1}{\eta}}$ приймають за даними таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Залежність в'язкості від температури повітря

t,°C	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\sqrt{\frac{1}{\eta}}$	75,41	75,21	75,00	74,79	74,58	74,37	74,16	73,96	73,78	73,58	73,38

Розрахунок питомої поверхні (см^2/г) проводять за формулою

$$S_{пит} = k\frac{M\sqrt{\tau}}{P},$$

де k - константа приладу, що визначається за еталонам (порошків з відомою питомою поверхнею) для кожної пари рисок, між якими реєструється проходження меніска рідини; Р - маса проби, г; τ - час падіння стовпа рідини в манометрі, с.

Розрахунок проводиться з точністю до 0,1.

Висновки:

Контрольні запитання та завдання

1. Що лежить в основі методу визначення питомої поверхні на приладі ПСХ-2?
2. Як впливає пористість на питому поверхню дисперсного наповнювача?
3. Як проводять відбір середньої проби?
4. Що проводять для збільшення точності вимірів і самоперевірки?
5. Як залежать фізико-механічні властивості композиту від питомої поверхні наповнювача?

Лабораторна робота № 3

Особливості методів виготовлення та тестувань зразків композитів з мінеральними зв'язуючими матеріалами та наповнювачами

Мета роботи: засвоїти методики виготовлення та тестувань зразків композитів з мінеральними зв'язуючими матеріалами та наповнювачами.

Матеріали та обладнання:

1. Матеріали - гіпс будівельний, волокна армуючі.
2. Технічні ваги.
3. Різальний прилад.
4. Металева та фарфорова чаші для змішування.
5. Форма металева.
6. Шафа сушильна.
7. Прес для тестування зразків на згин.
8. Прес для тестування зразків на стиск.

Теоретичні відомості

Визначення складу, точність дозування та гомогенізація суміші наповнювача та мінерального зв'язуючого є необхідними умовами виготовлення будівельних композитів.

Низьковипалювальне гіпсове в'яжуче одержують шляхом термічної обробки гіпсового каменю до напівгідрату сульфату кальцію. Таке повітряне в'яжуче використовують для отримання будівельних виробів, при виконанні будівельних робіт, в медичних цілях, для виготовлення форм та моделей в фарфоро-фаянсовій, машинобудівній та інших галузях промисловості.

Залежно від умов теплової обробки мінералогічний склад гіпсового в’яжучого характеризується наявністю α- або β-напівгідрату сульфату кальцію, що в основному і визначає його водопотребу і міцність.

Згідно з ДСТУ Б.В. 2.7-82:2010 залежно від границі міцності при стиску та згині. розрізняють марки гіпсу від Г-2 до Г-25. Мінімальна границя міцності кожної марки в’яжучого повинна відповідати значенням, наведеним в табл. 3.1.

Таблиця 3. 1

Мінімальні границі міцності марок гіпсового в’яжучого

Марка в’яжучого	Границя міцності зразків-балочок 40х40х160 мм у віці 2 год, МПа, не менше	
	при стиску	при вигині
Г-2	2	1,2
Г-3	3	1,8
Г-4	4	2,0
Г-5	5	2,5
Г-6	6	3,0
Г-7	7	3,5
Г-10	10	4,5
Г-13	13	5,5
Г-16	16	6,0
Г-19	19	6,5
Г-22	22	7,0
Г-25	25	8,0

Знаходження границь міцності полягає у визначенні мінімального навантаження, яке призводить до початку або повного руйнування зразка.

Для виготовлення трьох зразків-балочок розміром 40х40х160 мм необхідні чаша і ручна мішалка для приготування гіпсового тіста, мірний циліндр місткістю 1 л, технічні ваги, металічна розбірна форма, прилад для випробування на міцність при згині, металічні натискні пластини, гідравлічний прес для визначення границі міцності зразків при стиску.

Для виготовлення зразків беруть пробу гіпсу масою 1 кг і рівномірно протягом 5-20 с висипають в чашу з водою, яку беруть в кількості, що відповідає нормальній густоті тіста. Потім в'яжуче інтенсивно перемішують з водою ручною мішалкою протягом 60 с до утворення однорідного тіста, яке виливають в змащену форму, заповнюючи одночасно всі три її ємності. Після заливання форму струшують 5 разів для видалення залученого повітря. Надлишок тіста після досягнення початку тужавлення знімають лінійкою. Через 15±5 хв. після кінця тужавлення зразки виймають з форми і витримують в лабораторії при кімнатнійтемпературі або для експрес-аналізу в сушильній шафі при температурі 70 ± 5^0С. Випробування проводять через 2 години після замішування в'яжучого водою.

Зразки випробовують спочатку на згин. Одержані після випробувань на згин шість половинок балочок зразу ж підлягають випробуванню на стиск. Половинку балочки розміщують між двома металевими пластинами так, щоб її бокові грані знаходились на площинах пластин, а упори пластин щільно прилягали до торцевої стінки зразка. Зразок разом із пластинами піддають стиску на пресі. Границю міцності при стиску розраховують як середнє арифметичне результатів шести випробувань, окрім найбільшого і найменшого значення.

Хід роботи

Відібрати проби вихідних сировинних матеріалів.

Провести дозування компонентів: в'яжучого - за масою шляхом зважування (1000 г), волокнистого наповнювача - за розмірами (20 мм) та кількістю (200 шт.).

Виконати сухе змішування компонентів.

Провести замішування суміші водою (450 мл) та ретельне змішування.

Заповнити металеві форми підготовленою сумішшю.

Розібрати форми через 45 хвилин.

Після тверднення зразків виконати тестування їх міцності.

Результати заносять до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Показники армованих волокнами композитів

Код проби				
Матриця	Гіпс		Гіпс	
Армуючі	Скловолокно		Базальтове волокно	
Властивості	Міцність, МПа		Міцність, МПа	
	на згин	на стиск	на згин	на стиск

Висновки:

Контрольні запитання та завдання

1. Яку функцію виконують мінеральні в’яжучі у будівельних композитах?
2. Яку функцію виконують наповнювачі у будівельних композитах?
3. Назвіть різновиди волокнистих наповнювачів для будівельних композитів.
4. Назвіть різновиди повітряних в’яжучих матеріалів.
5. Наведіть приклади будівельних композитів з мінеральними в’яжучими.
6. Назвіть основні стадії підготовки зразків будівельного композиту.
7. Яке значення має фактор гомогенізації компонентів при виготовленні зразків для тестування?
8. Як проводиться тестування зразків композиту на згин і стиск?

Лабораторна робота № 4

Дослідження фізико-механічних властивостей дисперсноармованих повітряних в'яжучих

Мета роботи: Порівняти основні властивості зразків композитів при застосуванні повітряних в'яжучих з різновидами дисперсних наповнювачів.

Матеріали та обладнання:

1. Матеріали - гіпс будівельний, дисперсні наповнювачі.
2. Технічні ваги.
3. Металева та фарфорова чаші для змішування.
4. Форма металева.
6. Прес для тестування зразків на згин та прес для тестування зразків на стиск.

Теоретичні відомості

Міцністю називають властивість матеріалу чинити опір руйнуванню під дією зовнішніх сил, що викликають внутрішню напругу. Під впливом різних зовнішніх навантажень у композиційному матеріалі виникають різні внутрішні напруги - стискування, розтягування, вигину та ін. Міцність є важливою властивістю для багатьох композиційних будівельних матеріалів, від її величини залежить навантаження, яке може сприймати цей елемент при заданому перерізі. Якщо матеріал має більшу міцність, то площа перерізу та габарити будівельного елементу можуть бути зменшені.

Міцність будівельних матеріалів прийнято характеризувати межею (границею) міцності при стиску $R_{ст}$, при згині $R_{зг}$ і при розтягуванні $R_{р}$. Визначають її шляхом випробування зразків матеріалу відповідної форми на гідравлічних пресах (рис. 4.1), випробувальних машинах, що вигинають або розривних, наприклад МИИ-100. На машині МИИ-100 відразу визначається величина межі міцності при згині $R_{зг}$ як середнє арифметичне з трьох

випробувань (в МПа), а межу міцності при стиску потрібно розраховувати. Час від початку рівномірного навантаження зразка до його руйнування повинен складати від 5 до 30 с, середня швидкість наростання навантаження - 1,0±0,5 МПа на секунду.

Рис. 4.1. Гідравлічний прес CTE 5000 для тестування міцності на стиск

Межею міцності при стиску матеріалу називають напругу, що відповідає стискаючому навантаженню, при якому відбувається руйнування матеріалу. Межу міцності при стиску визначають за формулою: $R_{ст} = P_{ст} / F$, де: $R_{ст}$ - руйнівне навантаження, Н (кгс); F - площа поперечного перерізу зразка ($м^2$ або $см^2$).

Межу міцності при стиску одного зразка визначають, як частку від ділення величини руйнівного зусилля на робочу площу пластини, яка дорівнює

25 $см^2$. Межу міцності при стиску розраховують як середнє арифметичне результатів шести випробувань без найбільшого і найменшого показників.

Широке використання гіпсу стримується через його недостатню водостійкість і міцність порівняно з іншими в'яжучими матеріалами. Введенням мікродисперсних наповнювачів в оптимальній кількості можна певною мірою підвищити вказані характеристики. Міра впливу мінеральних наповнювачів на ті або інші властивості гіпсу залежить від їх хімічного складу, дисперсності, форми частинок, стану поверхні, кількісного вмісту різних фракцій та інших чинників.

Наповнювачі характеризуються наступними показниками якості: мнералогічний та хімічний склад; реакційна здатність; насипна та істинна густина; пористість; вологість.

До мінеральних наповнювачів для в'яжучих матеріалів належать природні і техногенні речовини в дисперсному стані, переважно неорганічного складу, не розчинні у воді (основна відмінність від хімічних добавок) і такі, що характеризуються крупністю зерен менше 0,16 мм.

Найбільш часто застосовуються наступний розподіл наповнювачів:

- за походженням:

1) природні або мінеральні;

2) штучні;

- за хімічним складом (у більшості випадків він визначає можливість використання наповнювача):

1) оксиди (наприклад, оксид алюмінію Al_2O_3 або корунд, глинозем; гідроксид алюмінію $Al(OH)_3$ або гіббсит);

2) солі (наприклад, карбонат кальцію $CaCO_3$ (кальцит, вапняк, крейда, мармур, арагоніт); $CaMg(CO_3)_2$ або доломіт; сульфат кальцію $CaSO_4$ або ангідрид; двохгідрат сульфату кальцію $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (гіпс, біла земля);

3) силікати (наприклад, волластоніт, каолін, тальк);

4) окремі елементи (наприклад, різні метали, графіт);

5) органічні наповнювачі (наприклад, кам’яне вугілля або антрацит; деревне борошно; лігнін).

Введення порошкоподібного наповнювача у матрицю відбувається шляхом сухого замішування на стадії підготовки в’яжучого.

Підготовка зразків проводиться за методикою, викладеною в лабораторній роботі № 3.

Хід роботи

Відібрати проби вихідних сировинних матеріалів.

Провести дозування компонентів за масою шляхом зважування: в’яжучого (850 г) і дисперсного наповнювача (150 г).

Виконати сухе змішування компонентів.

Провести замішування суміші водою (450 мл) та змішування.

Заповнити металеві форми підготовленою сумішшю.

Розібрати форми через 45 хвилин.

Після тверднення (через 2 год) зразків виконати тестування їх міцності.

Результати заносять до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Показники дисперсноармованих композитів

Код проби				
Матриця	Гіпс		Гіпс	
Наповнювачі	Волластоніт		Мікродоломіт	
Властивості	Міцність, МПа		Міцність, МПа	
	на згин	на стиск	на згин	на стиск

Висновки:

Контрольні запитання та завдання

1. Як класифікують композиційні матеріали за різновидами наповнювачів?
2. Яку функцію виконують наповнювачі у будівельних композитах?
3. В чому різниця між дисперснозміцненими та дисперсноармованими композитами?
4. Назвіть різновиди дисперсних наповнювачів для будівельних композитів.
5. Назвіть різновиди повітряних в’яжучих матеріалів.
6. Назвіть основні стадії підготовки зразків будівельного композиту.
7. Яке впливає фактор гомогенізації компонентів при виготовленні композиту на його властивості ?
8. Як проводиться тестування міцності зразків композиту?

Лабораторна робота № 5

Дослідження фізико-механічних властивостей повітряних в'яжучих, армованих волокнами

Мета роботи: Порівняти основні властивості зразків композитів при застосуванні повітряних в'яжучих з різновидами наповнювачів.

Матеріали та обладнання:

1. Матеріали - гіпс будівельний, поліпропіленове волокно.
2. Технічні ваги.
3. Металева та фарфорова чаші для змішування.
4. Форма металева.
5. Шафа сушильна.
6. Прилад для тестування зразків на згин.
7. Прес для тестування зразків на стиск.

Теоретичні відомості

Значна частка будівельних композиційних матеріалів (КМ) представлено у вигляді матриці з рівномірно розподіленим в ній волокном. Найбільше поширення отримали скляні, мінеральні і базальтові волокна. При цьому базальтові волокна перевершують скляні і мінеральні за деякими параметрами. Використання різновидів волокон дозволяє підвищшити необхідні характеристики будівельних матеріалів, які мають широкий спектр застосування.

Наповнювачами КМ можуть служити деревні (целюлозні) і іноді інші види рослинних волокон (льон, бавовна й ін.), скляні та мінеральні волокна, вуглецеві та полімерні волокна, азбест. Довжина волокон найчастіше лежить в межах від 3 до 20 мм. Вміст наповнювача - 12-60%.

Широке застосування в будівельній практиці отримали поліпропіленові волокна за рахунок поєднання факторів їх позитивного впливу на властивості в’яжучих матеріалів, доступності та ціни (рис. 5.1).

Рис. 5.1. Поліпропіленове волокно для армування будівельних композитів

Промислове виробництво поліпропіленових волокон і ниток концентрується в Західній Європі, США і Японії, на які припадає 70% світового випуску поліпропілену. В Україні поліпропіленові волокна також виробляються та мають попит.

Аналізуючи властивості поліпропіленових волокон, можна помітити, що ці волокна і нитки мають найнижчу густину серед усіх інших - 0,92 г/см^3, Відносно мала густина поліпропіленового моноволокна поєднується з відмінною міцністю і високою еластичністю. В той же час поліпропіленове волокно має меншу пластичну деформацію при постійному навантаженні, стійкіше до вицвітання і здатне витримувати дію більш високих температур, ніж, наприклад, поліетиленове.

Введення поліпропіленових волокон у матрицю відбувається шляхом сухого замішування на стадії підготовки мінерального зв’язуючого.

Підготовка зразків та дані за міцністю отримують за методикою, викладеною в лабораторній роботі № 3 та 4.

Хід роботи

Відібрати проби вихідних сировинних матеріалів.

Провести дозування компонентів за масою шляхом зважування: в’яжучого (850 г) і поліпропіленового волокна (9 г).

Виконати сухе змішування компонентів. Провести замішування суміші водою (450 мл) та змішування. Заповнити металеві форми підготовленою сумішшю. Розібрати форми через 45 хвилин.

Після тверднення (через 2 год.) зразків виконати тестування їх міцності.

Результати заносять до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Показники армованих волокнами композитів

Код проби				
Матриця	Гіпс		Гіпс	
Армуючіі	Поліпропіленове волокно (18 мм)		Поліпропіленове волокно (6 мм)	
Властивості	Міцність, МПа		Міцність, МПа	
	на згин	на стиск	на згин	на стиск

Висновки:

Контрольні запитання та завдання

1. Яку функцію виконують волокнисті наповнювачі у будівельних композитах?
2. Назвіть різновиди волокнистих наповнювачів для будівельних композитів.
3. Назвіть різновиди повітряних в’яжучих матеріалів.
4. Наведіть приклади будівельних композитів, армованих волокнами.
5. Назвіть особливості підготовки зразків композиту з волокнистим наповнювачем.
6. Як пов’язані фактори об`ємного розподілу волокна та властивості композиту?
7. Вкажіть особливості тестування зразків волокнистих композитів.

Лабораторна робота № 6

Аналіз раціонального співвідношення мінерального зв′язуючого і волокна в складі будівельних композитів

Мета роботи: Порівняти основні властивості зразків композитів при варіюванні кількісного співвідношення в’яжучих як матриці та наповнювачів.

Матеріали та обладнання:

1. Матеріали - гіпс, скловолокно, базальтове волокно.
2. Технічні ваги.
3. Різальний прилад.
4. Металева та фарфорова чаші для змішування.
5. Форма металева.
6. Шафа сушильна.
7. Прилад для тестування зразків на згин.
8. Прес для тестування зразків на стиск.

Теоретичні відомості

В промисловості скловолокно виготовляють із шихти відповідного складу шляхом розплаву та екструзії через тонкі отвори, охолодження ниткоподібного матеріалу та обробки замаслювачем.

Завдяки цьому скловолокно набуває унікальних властивостей - підвищених показників тепло- і електропровідності, ударної стійкості та гнучкості. З матеріалів, що виробляються на його основі, виготовляють ряд виробів, які ефективно замінюють традиційні матеріали, сферою застосування яких є будівництво, автобудування, дорожні роботи та ін. (рис.6.1).

Рис. 6.1. Арматурна склопластикова сітка 100х100 мм для виготовлення будівельного композиту

Сировиною для виробництва скловолокна є кварцовий пісок, сода, каолін, крейда, магнезит, доломіт, поташ. Для виробітку безперервного скловолокна найчастіше застосовують малолужні склади (в %): SiO_2 - 54; $A1_2O_3$ - 14,5; B_2O_3 - 10; CaO - 16,5; MgO - 4; Na_2O - 0,7; SO_3 - 0,5. Рідше використовують лужний склад (в %): SiO_2 - 71; $A1_2O_3$ - 3; CaO - 8; MgO - 3; Na_2O - 15. Скловолокно малолужне є більш хімічно стійким, температуростійким і міцним, ніж лужне.

Суміш подрібнених сировинних матеріалів (шихта) піддається високотемпературній обробці у скловарильній печі для одержання заготовок, в тому числі скляних кульок.

В промисловості залежно від довжини отримують два види скловолокна - безперервне (рис. 6.2) і дискретне (штапельне) з довжиною до 0,5 м.

Рис. 6.2. Пристрій для підігрівання і розділення ниток скловолокна

Штапельне скловолокно формують шляхом роздування струменя розплавленого скла парою, повітрям або гарячими газами. При цьому існують два способи виготовлення дискретного скловолокна - дуттєвий і відцентровий.

Загальний принцип формування скловолокна при відцентровому способі полягає в тому, що відцентрові сили спочатку розділяють струмінь розплаву на окремі цівки або краплі, а потім витягають їх у волокна. Струмінь розплаву через отвір у фідері ванної печі виливається на поверхню плоского або конічного диску, закріпленого на вертикальному валі відцентрової машини. Диск обертається із швидкістю 3000--5000 об/хв. На верхній площині диска радіально розташовані насічки, по яких розтікаються тонкі цівки розплаву, що витягуються у волокна.

При виготовленні будівельного композиту введення скловолокон у матрицю відбувається шляхом сухого замішування на стадії підготовки в’яжучого.

Підготовка зразків та дані за міцністю отримують за методикою, викладеною в лабораторній роботі № 3 та 4.

Хід роботи

Відібрати проби вихідних сировинних матеріалів - мінерального звязуючого та армуючих волокон.

Провести дозування компонентів: гіпсу (1000 г) - за масою шляхом зважування, волокнистого наповнювача - за розмірами (20 мм) та кількістю (200 та 400 шт.).

Виконати сухе змішування компонентів.

Провести замішування суміші водою (500 мл) та змішування.

Заповнити металеві форми підготовленою сумішшю.

Розібрати форми через 45 хв.

Після тверднення (через 2 год) зразків виконати тестування їх міцності.

Результати заносять до таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Вплив вмісту армуючого компоненту на властивості композиту

Код проби				
Матриця	Гіпс		Гіпс	
Армуючі	Скловолокно (200 шт)		Скловолокно (400 шт)	
Властивості	Міцність, МПа		Міцність, МПа	
	на згин	на стиск	на згин	на стиск

Висновки:

Контрольні запитання та завдання

1. Яку функцію виконують волокнисті наповнювачі у будівельних композитах?
2. Назвіть різновиди наповнювачів із скла для будівельних композитів.
3. Назвіть різновиди повітряних в’яжучих матеріалів.
4. Наведіть приклади будівельних композитів, армованих волокнами.
5. Назвіть особливості підготовки зразків композиту із скловолокном як наповнювачем.
6. Як пов’язані фактори об`ємного розподілу волокна та властивості композиту?
7. Як впливає довжина скловолокна на міцність композитів?

Лабораторна робота № 7

Дослідження впливу дисперсного волластоніту на властивості композиту на основі повітряних в'яжучих

Мета роботи: порівняти основні властивості зразків композитів при варіюванні кількісного співвідношення в'яжучих як матриці та дисперсних наповнювачів.

Матеріали та обладнання:

1. Матеріали - гіпс, мікроволластоніт.
2. Технічні ваги.
3. Різальний прилад.
4. Металева та фарфорова чаші для змішування
5. Форма металева.
6. Шафа сушильна.
7. Прилад для тестування зразків на згин.
8. Прес для тестування зразків на стиск.

Теоретичні відомості

Волластоніт - це природний силікат кальцію з формулою $CaSiO_3$. Будучи відомим як шаруватий шпат з кінця XVIII століття, в 1822 році він був названий волластонітом на честь англійського хіміка й філософа Вільяма Хайда Волластона (William Hyde Wollaston).

Волластоніт є унікальним серед промислових мінералів завдяки комбінації білого кольору, голчастої форми кристалів і лужному ph. Промислові сорти волластоніту зазвичай мають високий ступінь очищення. Зазвичай супутніми волластоніту мінералами є кварц, кальцит, діопсид, гранат.

Одержання промислових сортів волластоніта часто вимагає спеціальних зусиль з видалення або зниження вмісту небажаних домішок. Руда спочатку

подрібнюється й мелеться для подальшого збагачення. Гранат і діопсид, - забарвлюючі компоненти волластонітової руди мають слабкі магнітні властивості й можуть бути вилучені магнітними сепараторами. Кальцит видаляється флотацією.

Промисловий волластоніт має середню довжину голок від 200 мкм для довгорозмірних до 20 мкм для мікроголчастих сортів (рис. 7.1).

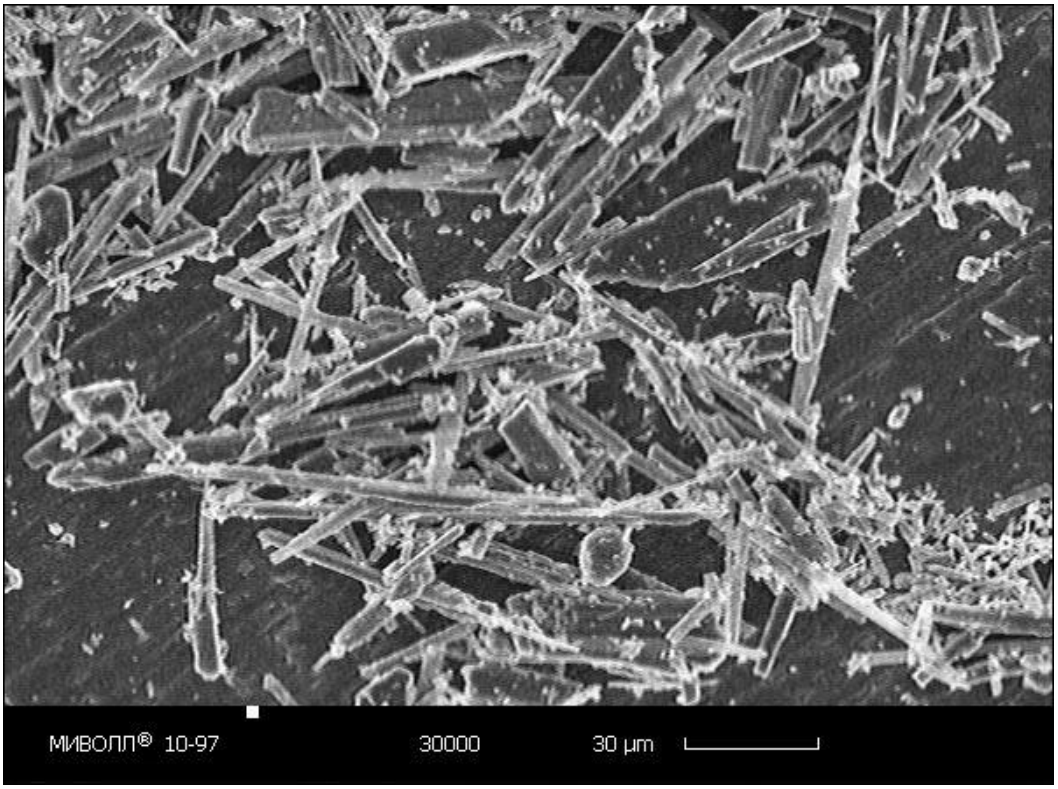

Рис. 7.1. Мікроволластоніт фракціонований

Цементно-волластонітові композити можна з успіхом використовувати для виготовлення корозійностійких бетонів з підвищеною межею міцності при вигині. Мікроармуючі властивості волластоніту, що забезпечують безусадковість матеріалів, використовуються при виробництві сухих будівельних сумішей різного призначення. Завдяки гарним адсорбційним властивостям, волластоніт протидіє висолоутворенню, що особливо важливо при застосуванні декоративних фарб з мінеральними й органічними пігментами. Мікроармуючі властивості воластоніту та висока адгезія

забезпечують підвищення міцності сухих будівельних сумішей та їх зчеплення з поверхнею інших матеріалів.

Підготовка зразків композиту та дані за міцністю отримують за методикою, викладеною в лабораторній роботі № 3 та 4.

Хід роботи

Відібрати проби вихідних сировинних матеріалів.

Провести дозування компонентів за масою шляхом зважування: гіпсу (1000 г) , мікроволластоніту (100 та 200 г).

Виконати сухе змішування компонентів.

Провести замішування суміші водою (450 мл) та змішування.

Заповнити металеві форми підготовленою сумішшю.

Розібрати форми через 45 хв.

Після тверднення (через 2 год) зразків виконати тестування їх міцності.

Результати заносять до таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Вплив вмісту волластоніту на властивості композиту

Код проби				
Матриця	Гіпс		Гіпс	
Наповнювачі	Волластоніт (100 г)		Волластоніт (200 г)	
Властивості	Міцність, МПа		Міцність, МПа	
	на згин	на стиск	на згин	на стиск

Висновки:

Контрольні запитання та завдання

1. Як класифікують композиційні матеріали за різновидами дисперсних наповнювачів?
2. Яку функцію виконують дисперсні наповнювачі у будівельних композитах?
3. Які особливості складу дисперснозміцнених та дисперсноармованих композитів?
4. Назвіть різновиди наповнювачів різної гранулометрії для будівельних композитів.
5. Як впливає ступінь дисперсності наповнювача на зв’язок із матрицею?
6. Назвіть основні стадії підготовки зразків будівельного композиту.
7. Як впливає фактор гомогенізації компонентів при виготовленні композиту на його властивості?
8. Як впливає ступінь дисперсності наповнювача на міцність зразків композиту?

Лабораторна робота № 8

Визначення оптимальної кількості поліпропіленового волокна в складі композиту із мінеральним зв'язуючим

Мета роботи: Порівняти основні властивості зразків композитів при варіюванні кількісного співвідношення в'яжучих як матриці та наповнювачів.

Матеріали та обладнання:

1. Матеріали - гіпс, поліпропіленове волокно.
2. Технічні ваги.
4. Металева та фарфорова чаші для змішування.
5. Форма металева.
6. Шафа сушильна.
7. Прилад для тестування зразків на згин.
8. Прес для тестування зразків на стиск.

Теоретичні відомості

Загальні характеристики поліпропіленового волокна наведені в теоретичних відомостях до лабораторної роботи № 5.

Треба відмітити, що в промисловості поліпропіленові волокна застосовуються, як і мінеральні волокна, у безперервному, так і дискретному вигляді (фібра), залежно від поставленої задачі.

Поліпропиленова фібра перешкоджає усадковому тріщиноутворенню, підвищує опір статичним і динамічним навантаженням. Використання поліпропиленової фібри істотно скорочує терміни проведення робіт. Вона суттєво знижує утворення усадкових мікротріщин (які з часом мають тенденцію переростати в макротріщини), підвищує зносостійкість поверхні, збільшує водонепроникність - за рахунок блокування волокнами фібри капілярів затверділого в'яжучого.

Введення поліпропіленових волокон у матрицю відбувається шляхом сухого замішування компонентів на стадії підготовки в'яжучого.

Виготовлення зразків композиту та дані за міцністю отримують за методикою, викладеною в лабораторних роботах № 3 та 4.

Хід роботи

Відібрати проби вихідних сировинних матеріалів.

Провести дозування компонентів: гіпсу (1000 г) - за масою шляхом зважування, поліпропіленового волокна - за розмірами (6, 12, 18 мм) і за масою (6 та 12 г).

Виконати сухе змішування компонентів.

Провести замішування суміші водою (500 мл) та змішування.

Заповнити металеві форми підготовленою сумішшю.

Розібрати форми через 45 хв.

Після тверднення (через 2 год.) зразків виконати тестування їх міцності.

Результати заносять до таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Вплив вмісту армуючого компоненту на властивості композиту

Код проби				
Матриця	Гіпс		Гіпс	
Армуючі	Поліпропіленове волокно (6 г)		Поліпропіленове волокно (12 г)	
Властивості	Міцність, МПа		Міцність, МПа	
	на згин	на стиск	на згин	на стиск

Висновки:

Контрольні запитання та завдання.

1. Яку функцію виконують волокнисті наповнювачі у будівельних композитах?
2. В чому полягає різниця між м`якими та твердими волокнистими наповнювачів для композитів?
3. Назвіть різновиди в’яжучих матеріалів як матриці композитів.
4. Наведіть приклади будівельних композитів з мінеральними в’яжучими.
5. Назвіть основні стадії підготовки зразків композиту з волокнистим наповнювачем.
6. Яке значення має фактор гомогенізації компонентів при виготовленні композитів?
7. Як вливають характеристики наповнювача на властивості композиту?

Лабораторна робота № 9

Аналіз ефективності застосування волокна для регулювання властивостей бетонів як будівельних композитів.

Мета роботи: засвоїти особливості методики виготовлення та тестувань зразків композитів з цементним розчином та наповнювачами.

Матеріали та обладнання:

1. Матеріали - цемент, пісок, скловолокно.
2. Технічні ваги .
3. Різальний прилад.
4. Металева та фарфорова чаші для змішування.
5. Форма металева.
6. Шафа сушильна.
7. Прилад для тестування зразків на згин.
8. Прес для тестування зразків на стиск.

Теоретичні відомості

Цемент - загальна назва великої групи штучних порошкоподібних вяжучих матеріалів (табл. 9.1), здатних при взаємодії з водою утворювати пластичну масу, що поступово густіє, твердне і переходить в каменеподібний стан.

За межею міцності при стиску цементних зразків, випробуваних на 28-у добу після виготовлення, встановлюється марка цементу (наприклад, марка 300 означає, що межа міцності при стиску зразка становила 300 кг/см^2 або 30МПа. Міцність портландцемента наростає нерівномірно: на третій день вона досягає приблизно 50, а на сьомий - 70% В подальший період зростання міцності цементу ще більше сповільнюється, і на 28-й день цемент має досягати заданої марки.

Таблиця 9.1

Умовні позначення та склад цементів згідно ДСТУ Б В.2.7-46:2010

Тип цементу	Найменування цементу	Умовна познака цементу	Речовинний склад цементу, у відсотках за масою [1)]					
			Портланд-цементний клінкер К	Гранульо-ваний доменний шлак Ш	Пуцоланові матеріали П	Зола-винесен-ня З	Вапняк В	Додат-кові ком-поненти
I	Портландцемент	ПЦ I	95-100	-	-	-	-	0-5
II	Портландцемент з шлаком	ПЦ II/А-Ш	80-94	6-20	-	-	-	0-5
		ПЦІ I/Б-Ш	65-79	21-35	-	-	-	0-5
	Портландцемент з пуцоланом	ПЦ II/А-П	80-94	-	6-20	-	-	0-5
	Портландцемент з золою-винесення	ПЦ II/А-З	80-94	-	-	6-20		0-5
	Портландцемент з вапняком	ПЦ II/А-В	80-94	-	-	-	6-20	0-5
	Портландцемент композиційний	ПЦII/А-К	80-94	сумарно 6-20				0-5
		ПЦII/Б-К	65-79	сумарно 21-35				0-5
III	Шлакопортланд-цемент	ШПЦ III/А	35-64	36-65	-	-	-	0-5
		ШПЦ III/Б	20-34	66-80	-	-	-	0-5
		ШПЦ III/В	5-19	81-95	-	-	-	0-5
IV	Пуцолановий цемент[2)]	ПЦЦ IV/А	65-79	--	21-35			0-5
		ПЦЦ IV/Б	45-64	--	36-55			0-5
V	Композиційний цемент[2)]	КЦ V/А	40-64	18-40	10-20			0-5
		КЦ V/Б	20-39	41-60	20-40			0-5

[1)] Значення в таблиці 9.1 відносяться до суми основних та додаткових компонентів цементу, що прийнята за 100% і не враховують сульфат кальцію і технологічні добавки.

[2)] У портландцементі композиційному, пуцолановому та композиційному цементах основні компоненти (окрім порт ландцементного клінкеру) мають бути наведені в позначках цементу.

Випробування цементних розчинів як різновиду будівельних композитів відбуваються наступним чином. Зібрану і змащену металічну форму з насадкою закріплюють на віброплощадці і заповнюють її на 1 см у висоту розчином. Потім вмикають режим вібрації та протягом перших 2 хв. всі три ємності форми рівномірно невеликими порціями заповнюють розчином. Після 3 хв. від початку режим вібрації завершують, знімають форму, зрізують ножем, змоченим у воді, надлишок розчину і маркують зразки. Потім форму із зразками вміщують на 24±2 години у ванну з гідравлічним затвором. По

закінченні вказаного часу форму розбирають і укладають зразки у ванну з водою так, щоб вони не контактували один з одним.

Вода повинна покривати зразки не менше ніж на 2 см. Воду міняють через 14 діб. Через 28 діб зразки виймають з води і не пізніше, ніж через 1 годину піддають випробуванню після попереднього витирання насухо.

При випробуванні зразків на згин на приладі МИИ-100 записують експериментальні дані. Границю міцності при згині вираховують як середнє арифметичне значення з двох найбільших результатів випробувань трьох зразків.

Одержані після випробувань на згин шість половинок балочок зразу ж піддають випробуванню на стиск. Половину балочки вміщують між двома металічними пластинами так, щоб її бокові грані, які при виготовленні прилягали до стінок форми, знаходились на площинах пластин, а упори пластин щільно прилягали до торцевої стінки зразка. Зразок разом із пластинами піддають стиску на пресі. Середня швидкість наростання навантаження зразка при випробуванні становить 20±0,5 МПа в секунду.

Границю міцності при стиску окремого зразка визначають як частку від ділення величини руйнівного навантаження на робочу площину пластини, яка дорівнює 25 см^2:

$$P_{ст} = P/F,$$

де P - руйнівне навантаження, кг; F - робоча площа пластини, см^2.

Границю міцності при стиску розраховують як середнє арифметичне результатів шести випробувань без найбільшого і найменшого показників.

Хід роботи

Відібрати проби вихідних сировинних матеріалів.

Провести дозування компонентів: цементного розчину (1500 г) - за масою шляхом зважування, волокнистого наповнювача - за розмірами (20 мм) та кількістю (100 та 200 шт.).

Виконати сухе змішування компонентів.

Провести замішування суміші водою (250 мл) та змішування.

Заповнити металеві форми підготовленою сумішшю.

Встановити форми в гідрозатвор.

Розібрати форми через 24 год.

Зразки помістити у водне середовище.

Виконати тестування через 28 діб на згин та стиск.

Результати заносять до таблиці 9.2.

Таблиця 9.2

Вплив кількості армуючого компоненту на зміну властивостей композиту

Код проби				
Матриця	Розчин (цемент/пісок)		Розчин (цемент/пісок)	
Армуючі	Скловолокно (100 шт)		Скловолокно (200 шт)	
Властивості	Міцність, МПа		Міцність, МПа	
	на згин	на стиск	на згин	на стиск

Висновки:

Контрольні запитання та завдання.

1. Яку функцію виконують волокнисті наповнювачі у будівельних композитах?
2. Назвіть різновиди наповнювачів із скла для виготовлення композитів.
3. Назвіть різновиди цементу як матриці композитів.
4. Наведіть хронологічні приклади застосування бетону як будівельного композиту.
5. Назвіть основні стадії підготовки зразків композиту з волокнистим наповнювачем.
6. Яке значення має фактор розподілу волокна при виготовленні композитів?
7. Як впливають характеристики волокна на властивості композиту?

Лабораторна робота № 10

Дослідження впливу кількості скловолокна на фізико-механічні властивості бетонів

Мета роботи: Порівняти основні властивості зразків композитів при варіюванні кількісного співвідношення в’яжучого як матриці та наповнювачів.

Матеріали та обладнання:

1. Матеріали - цемент, пісок, скловолокно.
2. Технічні ваги.
3. Різальний прилад.
4. Металева та фарфорова чаші для змішування.
5. Форма металева.
6. Шафа сушильна.
7. Прес для тестування зразків на згин.
8. Прес для тестування зразків на стиск.

Теоретичні відомості

Бетон - відомий з давніх часів композиційний будівельний матеріал, що отримують із раціонально підібраної та ущільненої суміші в’яжучої речовини, наповнювачів і води. Кількісне співвідношення компонентів залежить віл марки цементу, різновиду, гранулометрії та вологості наповнювачів, застосування спеціальних добавок. Наприклад, при використанні цементу марки 400 для виготовлення бетону марки 200 застосовується кількісне співвідношення компонентів 1:3:0,5.

Бетонні суміші характеризують показниками якості: легкоукладальність; середня густина; об’єм залученого повітря, розшаровуваність (за необхідності); незмінність властивостей протягом часу.

За видом зв'язуючої речовини бетони поділяють на цементні, силікатні, гіпсові.

Залежно від виду та гранулометрії застосовуваного наповнювача бетони бувають на дрібнозернистому наповнювачі (розмір частинок до 1 см), на грубозернистому заповнювачі (розмір частинок від 1 до 15 см).

За густиною бетони поділяють на чотири види:

- особливо важкі - більше 2500 кг/м^3;
- важкі - від 1800 до 2500 кг/м^3;
- легкі - від 500 до 1800 кг/м^3;
- особливо легкі - менше 500 кг/м^3.

Основною характеристикою визначення класу бетону є показник міцності на стиск (МПа). За міцністю на стиск, наприклад, для важких бетонів, встановлені марки 50, 75, 100, 150...600. Для звичайних залізобетонних конструкцій у цивільному й промисловому будівництві зазвичай застосовують бетони марок 200 і 250.

Довговічність бетонів оцінюють за ступенем морозостійкості. За морозостійкістю (за числом циклів заморожування та відтаювання) бетони підрозділяються на марки Р50, Р75...Р300 і т.д.

Сучасними різновидами наповнювачів або армуючих компонентів бетону є волокнисті матеріали, в тому числі скловолокно.

Скляні безперервні волокна одержують відцентровим філь'єрно-дуттєвим способом. В електропіч автоматично завантажують скляну шихту або кульки зі скла певної ваги (10 г) і діаметра (19 мм). В електропечі матеріал плавиться й отримує той ступінь в'язкості, який необхідний для нормального процесу витягування волокна. У дні печі є 50-200 філь'єр (отворів) діаметром 1-2 мм, виготовлених із платинородієвого сплаву. Розплавлена скломаса під впливом власної ваги виливається з філь'єр у вигляді тонких струменів і витягається за допомогою обертового барабана зі швидкістю 50 м/сек і вище. Мала товщина струменів забезпечує майже повну відсутність неволокнистих включень, а також невеликий діаметр волокон. До потрапляння на обертовий барабан пучок

паралельних волокон змочується мастилом, наприклад, парафіновою емульсією, і формується в одну нитку, яка намотується на змінну котушку. Подібні котушки (бобіни) направляють до текстильних машин на виробіток тканин.

Продуктивність установки при виробленні волокна діаметром 5 - 7 мкм досягає 50 кг/добу, діаметром 10 мк - 150 кг/добу.

Безперервне скловолокно виготовляють за схемою, що наведено на рис. 10.1.

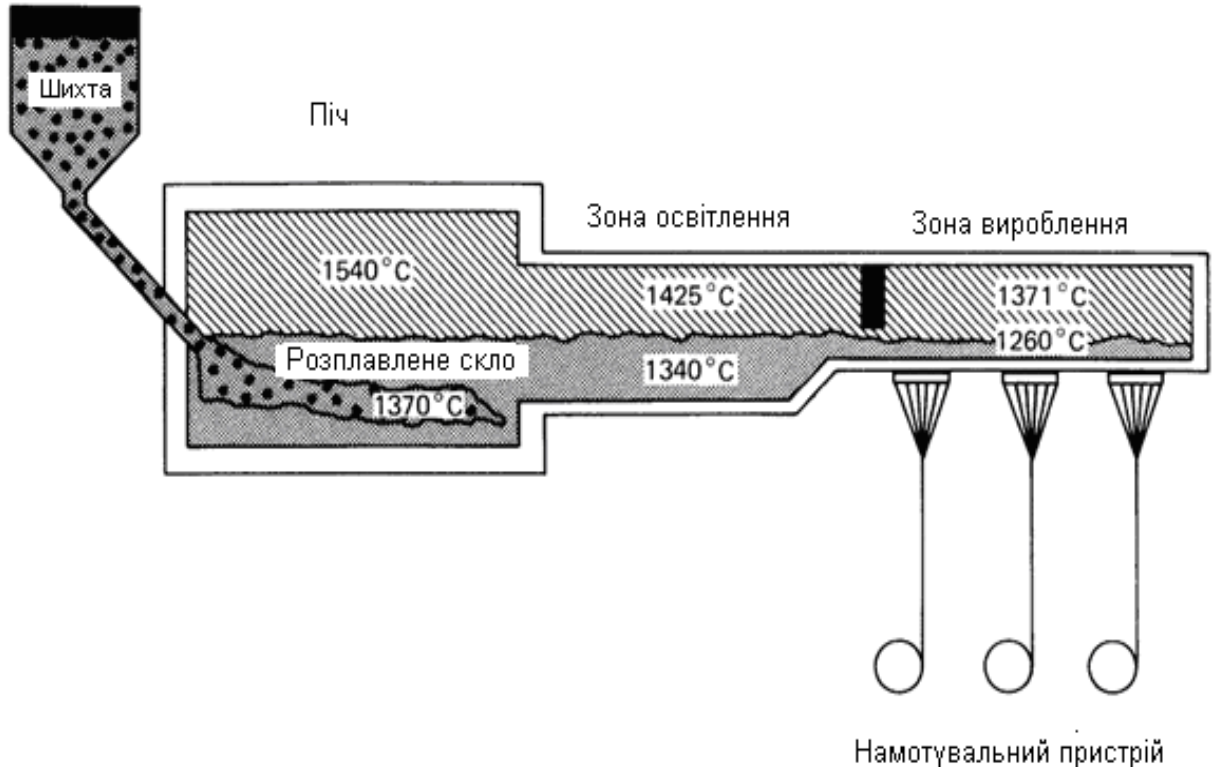

Рис. 10.1. Схема устаткування для отримання скловолокна

Введення наповнювача у матрицю відбувається шляхом сухого замішування на стадії підготовки в’яжучого.

Підготовка зразків проводиться за методикою, викладеною в лабораторній роботі № 9.

Хід роботи

Відібрати проби вихідних сировинних матеріалів.

Провести дозування компонентів: цементного розчину (1800 г) - за масою шляхом зважування, волокнистого наповнювача - за розмірами (20 мм) та кількістю (200 шт. та 400 шт.).

Виконати сухе змішування компонентів.

Провести замішування суміші водою (250 мл) та змішування.

Заповнити металеві форми підготовленою сумішшю.

Встановити форми в гідрозатвор.

Розібрати форми через 24 год.

Зразки помістити у водне середовище.

Виконати тестування через 28 діб на згин та стиск.

Результати заносять до таблиці 10.1.

Таблиця 10.1

Вплив кількості скловолокна на зміну властивостей композиту

Код проби				
Матриця	Розчин (цемент/пісок)		Розчин (цемент/пісок)	
Армуючі	Скловолокно (200 шт)		Скловолокно (400 шт)	
Властивості	Міцність, МПа		Міцність, МПа	
	на згин	на стиск	на згин	на стиск

Висновки:

Контрольні запитання та завдання.

1. Яку функцію виконують волокнисті наповнювачі у будівельних композитах?
2. Назвіть різновиди наповнювачів із скла для виготовлення композитів.
3. Назвіть різновиди цементу як матриці композитів.
4. Наведіть приклади сучасного бетону з волокнистими наповнювачами.
5. Назвіть особливості підготовки зразків композиту з волокнистим наповнювачем.
6. Яке значення має фактор розподілу волокна при виготовленні композитів?
7. Як впливає кількісний вміст волокна на властивості композиту?

Лабораторна робота № 11

Застосування базальтового волокна як армуючого компоненту бетонів

Мета роботи: Порівняти основні властивості зразків композитів при варіюванні кількісного співвідношення в’яжучих як матриці та волокнистих наповнювачів.

Матеріали та обладнання:

1. Цемент, пісок, базальтове волокно.
2. Технічні ваги.
3. Металева та фарфорова чаші для змішування.
4. Форма металева.
5. Шафа сушильна.
6. Прилад для тестування зразків на згин.
7. Прес для тестування зразків на стиск.

Теоретичні відомості

Базальт - це порода вулканічного походження. За хімічною природою базальт є змішаним алюмосилікатом. Типовий його склад наступний: SiO_2 ~50%; Al_2O_3 - 15%; (FeO + Fe_2O_3) - 10%; (MgO) - 5%; TiO_2 - 2%; (CaO, Na_2O, K_2O, P_2O_5) - 10 %; домішки Mn.

Базальтові волокна отримують з породи вулканічного походження шляхом реалізації одностадійного технологічного процесу, що обумовлює їх більш низьку (на 15-20%) собівартість в порівнянні, наприклад, зі скловолокнами і у багато разів меншу ціну порівняно з іншими переліченими вище волокнами, виробленими з багатостадійним технологічними схемами. При цьому з 1 кг базальтової сировини отримують практично той же 1 кг готового високоякісного волокна. Для технологічних цілей базальти

подрібнюють для отримання крихти з розмірами частинки до 1 мм. В промисловості виробляють два види базальтового волокна - безперервні та дискретні.

Товщина безперервних волокон коливається від 7 до 24 мкм. Базальтове волокно одержують в одну стадію за наступною схемою: базальтовий щебінь певної крупності порційно завантажується в малогабаритну плавильну установку, де плавиться при температурі 1460-1500 °С. Далі розплав гомогенізується й під дією своєї ваги видавлюється через платинородієву філь'єру, що має від 200 до 400 каліброваних отворів малого діаметра, утворюючи краплі. Із цих постійно висячих крапель витягаються елементарні волокна діаметром 9 мкм зі швидкістю 50 м/с. Ці 200-400 волокон складаються в одну комплексну нитку (ровінг), на неї наноситься мастило (замаслювач), яке запобігає розпушенню нитки й забезпечує необхідні властивості її поверхні при подальшій технологічній переробці. Потім нитка намотується на бобіни або шпулі.

Базальтове дискретне волокно має товщину 3-9 мкм, довжину 40-60 мм. Виробляється воно за так званим «дуплекс-способом». Суть його полягає в наступному: у плавильний агрегат малогабаритної установки дозатором порційно завантажується мілкий базальтовий щебінь певної крупності. Базальт розплавляється, гомогенізується й під дією власної ваги продавлюється (проливається) через філь'єрні пластини з жароміцної сталі з каліброваними отворами складної форми, утворюючи краплі. Із цих крапель витягуються волокна товщиною 300-350 мкм, які на наступному етапі роздуваються високотемпературною газоповітряною сумішшю, що обдуває волокно під кутом 90°. Відбувається оплавлення первинного волокна й витягування високошвидкісним потоком розпеченого газу вторинних елементарних волокон товщиною 3-9 мкм і довжиною 60 мм.

Ці волокна потоком газу відносяться в камеру волокноосадження, у якій осаджуються на сітчастий транспортер, що рухається, у вигляді килима й намотуються на прийомний барабан. Залежно від швидкості транспортера

одержують базальтовий килим певної товщини. Цей килим знімається з барабана й надходить для подальших технологічних операцій.

Більш сучасною технологією одержання волокна є надшвидкісний багатовалковий відцентровий метод. Розпилення розплаву здійснюється на валкових високошвидкісних (понад 100 об/сек) центрифугах. У процесі формування волокна розплавлена сировина проходить через електромагнітне поле (так звана «ейфелевська» технологія). У результаті отримують якісне волокно діаметром 3-4,5 мкм і довжиною приблизно 35-50 мм із досить малим вмістом неволокнистих включень (не більше 2 %).

Якщо взяти за 100% усі застосовувані в будівництві теплоізоляційні матеріали, то на частку базальтових (або мінеральних) доводиться близько 80%.

Введення волокнистого наповнювача у матрицю відбувається шляхом сухого замішування на стадії підготовки в'яжучого. Підготовка зразків проводиться за методикою, викладеною в лабораторній роботі № 9.

Хід роботи

Відібрати проби вихідних сировинних матеріалів.

Провести дозування компонентів за масою шляхом зважування: цементного розчину (1500 г) і волокнистого наповнювача (в г за завданням викладача).

Виконати сухе змішування компонентів.

Провести замішування суміші водою (250 мл) та змішування.

Заповнити металеві форми підготовленою сумішшю.

Встановити форми в гідрозатвор.

Розібрати форми через 24 год.

Зразки помістити у водне середовище.

Виконати тестування через 28 діб на згин та стиск.

Результати заносять до таблиці 11.1.

Таблиця 11.1

Вплив кількості армуючого компоненту на зміну властивостей композиту

Код проби				
Матриця	Розчин (цемент/пісок)		Розчин (цемент/пісок)	
Армуючі	Базальтове волокно (30 г)		Базальтове волокно (60 г)	
Властивості	Міцність, МПа		Міцність, МПа	
	на згин	на стиск	на згин	на стиск

Висновки:

Контрольні запитання та завдання

1. Яку функцію виконує цементний розчин у бетоні як будівельному композиті?
2. Як змінюється структура композиту при збільшенні вмісту волокнистого армуючого?
3. Як визначається водоцементне співвідношення?
4. Наведіть приклади будівельних композитів на основі портландцементу.
5. Назвіть основні стадії підготовки зразків будівельного композиту.
6. Яке значення має фактор вібрації при виготовленні зразків?
7. Як проводиться розрахунок міцності зразків композиту?

Лабораторна робота № 12

Аналіз застосування поліпропіленового волокна для армування бетонів

Мета роботи: порівняти основні властивості зразків композитів при варіюванні кількісного співвідношення в'яжучих як матриці та наповнювачів.

Матеріали та обладнання:

1. Матеріали - цемент, пісок, поліпропіленове волокно.
2. Технічні ваги.
3. Металева та фарфорова чаші для змішування.
4. Форма металева.
5. Шафа сушильна.
6. Прилад для тестування зразків на згин.
7. Прес для тестування зразків на стиск.

Теоретичні відомості

Одним із способів підвищення міцнісних показників будівельних матеріалів на мінеральному зв'язуючому є введення в суміш волокнистих матеріалів (фібри) і отримання на цій основі армованого композиту.

Фібробетон є дрібнозернистим матеріалом, однією із складових якого є волокнистий армуючий наповнювач. Фібробетонні вкраплення є однаковими за довжиною та товщиною, що дозволяє рівномірно розподілити їх у структурі бетону.

Важливе значення мають вартість армуючих матеріалів і обсяги їх виробництва. В зв'язку з цим заслуговує на увагу саме поліпропіленове волокно.

Поліпропіленова фібра підвищує опір цементного каменю до динамічних навантажень. Літературні дані свідчать про те, що у віці 28 діб ударна в'язкість

зразків при вмісті волокна у кількості від 0,5 до 4 % від маси цементу зростає в 2-6 разів від початкової.

Фібробетон із застосуванням поліпропіленового волокна використовується для створення конструкцій з піноблоків, ніздрюватого бетону. Цей композит має досить велику кількість переваг, таких як зниження витрат на будівництво при використанні фібри для армування замість армуючої сітки або каркаса; витрата бетону із застосуванням фібри значно менша; на відміну від інших видів бетону фібробетон не втрачає своїх технічних характеристик навіть після закінчення терміну служби, оскільки завдяки фібрі матеріал стає в'язким; фібробетон має хороші адгезійні якості, а як недолік - більш висока вартість, якщо порівнювати із звичайним бетонним розчином. Проте цей недолік легко компенсується довговічністю будівельного матеріалу і його стійкістю до зносу.

Введення волоконного наповнювача у матрицю відбувається шляхом сухого замішування на стадії підготовки в’яжучого. Підготовка зразків проводиться за методикою, викладеною в лабораторній роботі № 9.

Хід роботи

Відібрати проби вихідних сировинних матеріалів.

Провести дозування компонентів за масою шляхом зважування: цементного розчину (1500 г), волокнистого наповнювача 18 мм (18 г та 36 г).

Виконати сухе змішування компонентів.

Провести замішування суміші водою (250 мл) та змішування.

Заповнити металеві форми підготовленою сумішшю.

Встановити форми в гідрозатвор.

Розібрати форми через 24 год.

Зразки помістити у водне середовище.

Виконати тестування через 28 діб на згин та стиск.

Результати заносять до таблиці 12.1.

Таблиця 12.1

Вплив кількості армуючого компоненту на зміну властивостей композиту

Код проби				
Матриця	Розчин (цемент/пісок)		Розчин (цемент/пісок)	
Армуючі	Поліпропіленове волокно (18 г)		Поліпропіленове волокно (36 г)	
Властивості	Міцність, МПа		Міцність, МПа	
	на згин	на стиск	на згин	на стиск

Висновки:

Контрольні запитання та завдання

1. Що виконує функцію матриці у бетонах як будівельних композитах?
2. Як змінюються характеристики структури композиту при варіюванні об`ємного розподілу волокнистого армуючого компоненту?
3. Як визначається водоцементне співвідношення?
4. Наведіть приклади будівельних композитів на основі портландцементу.
5. Назвіть основні стадії підготовки зразків будівельного композиту.
6. Яке значення має фактор вібрації при виготовленні зразків?
7. Як впливає анізотропія структури на властивості композитів?

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Внаслідок виконання лабораторних робіт студенти набувають навичок у роботі з лабораторним устаткуванням, обладнанням, обчислювальною технікою, вимірювальною апаратурою, методикою експериментальних досліджень у галузі хімічної технології композиційних матеріалів.

Студент під час проведення лабораторних робіт повинен:

- беззаперечно дотримуватись правил охорони праці;
- ознайомитись з методичними рекомендаціями щодо проведення лабораторних робіт;
- виконати лабораторну роботу за відповідною методикою;
- скласти звіт про виконання лабораторної роботи;
- захистити результати лабораторної роботи;
- одержати оцінку за лабораторний модуль за захистом звітів з лабораторних робіт.

Викладач повинен:

- провести інструктаж студентів щодо правил техніки безпеки;
- керувати проведенням лабораторної роботи із залученням навчально-допоміжного персоналу ;
- здійснити поточний контроль опанування студентами лабораторного практикуму;
- забезпечити дотримування правил техніки безпеки при виконанні лабораторної роботи;
- оцінити навчальну діяльність студента з опанування технікою лабораторного практикуму.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Сайфулин Р. С. Неорганические композиционные материалы. - М.: Химия, 1983. - 300 с.
2. Современные методы оптимизации композиционных материалов.- Под ред. Вознесенского В.А. - К.: Будівельник, 1983. - 144 с.
3. Пащенко А. А., Сербии В. П., Старчевская Е. А. Вяжущие материалы. - К.: Вища школа, 1985. - 440 с.
4. Пащенко А.А., Сербии В.П., Клименко В.С., Паславская А.П. Физико-химические основы композиции неорганическое вяжущее - стекловолокно. - К.: Вища школа, 1979. - 222 с.
5. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. - М.: Стройиздат, 1986.- 463 с.
6. Карапузов Є.К., Соха В.Г., Остапченко Т.Є. Матеріали і технології в сучасному будівництві: Підручник. - К.: Вища освіта, 2004.- 416с.
7. Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини. - К.: ТОВ «Ексоб», 2003. - 472 с.
8. Рунова Р.Ф., Носовський Ю.Л. Технологія модифікованих будівельних розчинів. - К.: Видавництво КНТУБА, 2007. - 256 с.
9. Захарченко П.В., Галаган Ю.О., Гавриш О.М. Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали. Підручник. - К.: КНУБА, 2005. - 512с.
10. Волокнистые и дисперсно-упрочненные композиционные матер иалы. / Под ред. В.Я. Дашевского. - М.: Наука, 1985. - 256 с.
11. Комплексное развитие сырьевой базы промышленности строительных материалов / Удачкин И.Б., Пащенко А.А., Черняк Л.П., Захарченко П.В., Семидидько А.С., Мясникова Е.А. - К.: Будівельник, 1988. - 104 с.
12. ДСТУ Б А.1.1-5-94. Загальні фізико-технічні характеристики та експлуатаційні властивості будівельних матеріалів. Терміни та визначення. - Введ. 01.10.94. - К.: Мінбудархітектури України, 1994. - 49 с.

13. ДСТУ Б В.2.7-91-99. В’яжучі мінеральні. Класифікація. - К.: Держбуд України, 1999. - 60 с.
14. ДСТУ Б В.2.7-82-99. Вяжучі гіпсові. Технічні умови - Введ. 03.02.1999. - К.: Держбуд України, 1999. - 29 с.
15. ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Цементи загально будівельного призначення. Технічні умови - Введ. 01.09.2011. - К.: Мінрегіонбуд України, 2011. - 14 с.
16. ДСТУ Б Г.1-10:2008. Бетони. Номенклатура показників. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - 8 с.
17. ДСТУ-Н Б В.2.6-218:2016. Настанова з проектування та виготовлення конструкцій з дисперсноармованого бетону. - К.: ДП "УкрНДНЦ" , 2017. - 31 с.
18. Гафарова Н.Е. Фибробетон для монолитного строительства // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2017. - № 3-1. - С. 11-14.