Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра
(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження впливу гідрофобних добавок на властивості бетону

Виконав: студент 6 курсу, групи $МБ_{нм}$ -61

спеціальності 192

Будівництво та цивільна інженерія

_____ Гливий В.І.

Керівник _____ Каспрук В.Б.

Нормоконтроль _____ Данильченко С.М.

Завідувач кафедри _____ Ясній В.П.

Рецензент _____ Янковий С.Ю.

Тернопіль -2022

ЗМІСТ

ВСТУП……..…2

1. СУЧАСНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ БЕТОНУ ВІД ВОЛОГИ

1.1 Практичне застосування гідроізоляції бетону……5

1.2 Сучасні полімерні матеріали як водо відштовхуючий бар'єр……..7

1.3 Шляхи покращення властивостей бетону при використанні добавок…..9

2.МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ВИПРОБУВАНЬ . ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

2.1Огляд сучасних приладів для визначення водопроникності…….12

2.2 Вибір складу бетонної суміші……19

2.2.1Характеристики матеріалів та програма досліджень зразків…….19

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВОДОВІДШТОВХУЮЧИХ ДОБАВОК

3.1 Дослідження бетону з додаванням двохкомпонентної суміші…….23

3.2 Область застосування та призначення приладу ІПС –МГ 4.03……..27

3.2.1Принцип роботи приладу……...27

3.2.2 Правила користування при вимірюванні міцності матеріалу……...28

3.3 Дослідження впливу добавок на характеристики бетону……29

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Законодавча база охорони праці України……..45

4.2. Характеристика об'єкту з точки зору охорони праці……..46

4.3. Виробнича санітарія……...46

4.4. Техніка безпеки……..…..49

4.5 Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях……..…..51

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ……...54

БІБЛІОГРАФІЯ……...…...55

ВСТУП

Найбільшим ворогом любої будівлі є вода, вона може розмити кладку, підмити фундамент, проникати крізь товщу бетону для цього будівлю необхідно захистити від її дії.

Відомо, що гідроізоляційні матеріали проникаючої дії використовуються для захисту бетонних та залізобетонних конструкцій від впливу води, водяної пари, морозу, агресивних середовищ. Хімічно активна частина матеріалу вступає в реакцію зі складниками цементного каменю, утворюючи нерозчинні ниткоподібні кристали, які викликають ущільнення основи та створюють водо непроникний перепону на шляху руху водного середовища в матеріал. При цьому конструкції, оброблені проникаючими гідроізоляційними складами, підвищують свою морозостійкість, водонепроникність і до агресивного середовища.

Вологість і ультрафіолетове випромінювання не змінюють експлуатаційні характеристики бетону, що пройшов обробку гідроізоляційними матеріалами проникаючої дії. Матеріали проникаючої дії незалежно від фірми-виробника мають той самий основний склад: портландцемент без добавок, кварцовий пісок певних фракцій та активні хімічні добавки. Саме склад активних добавок і визначає основну відмінність між складами гідроізоляційних матеріалів, що пропонуються на ринку.

У той же час вміст великої кількості таких хімічних добавок призводить до утворення висолів, тріщин, відшаровування покриттів, недовговічності бетонних та залізобетонних споруд, що спричиняє невдоволення споживачів.

Основою для отримання відомих у наш час гідроізоляційних складів виступають звичайні бездобаткові портландцементи, які мають ряд негативних сторін, оскільки продукти гідратації таких в'яжучих систем недостатньо довговічні і корозійно нестійкі.

Метою даного дослідження є оптимізація складу в'яжучих композицій для отримання гідроізоляційних матеріалів проникаючої дії на основі шлакових цементів, модифікованих комплексними добавками. Такі матеріали призначені для захисту підземних конструкцій від руйнівної дії води та вологи, що дозволить підвищити їхню довговічність та продовжити термін експлуатації.

Відомо, що заміна частини портландцементу доменним гранульованим шлаком сприятиме зв'язування Са $(OH)_2$ в низькоосновні гідросилікати кальцію, забезпечуючи тим самим підвищену стійкість шлакових цементів до дії м'яких та мінералізованих вод. Штучний камінь на основі такого цементу характеризується високою водонепроникністю, морозостійкістю та стійкістю до агресивного середовища – сульфатної корозії, що визначає область його застосування як основи для отримання гідроізоляційних покриттів проникаючої дії.

Підвищити водонепроникність цементного каменю найпростішим методом дозволяють добавки солей-електролітів, що зумовлюють утворення додаткових кристалогідратів

В результаті формуються водонерозчинні новоутворення, які заповнюють пори, капіляри, тріщини бетону до 0,5 мм, а також запобігають фільтрації води навіть за наявності високого гідростатичного тиску. При цьому утворені кристалогідрати вростають в структуру бетону, ущільнюючи її і запобігаючи відшаровуванню гідроізоляційного покриття від бетонної підкладки.

Магістерська робота направлена на обгрунтування можливості використання різного типу добавок для підвищення водонепроникності матеріалу при цьому визначення більш конкретних областей їх використання.

З цією метою було проведено ряд досліджень щодо використання силікату натрію (рідке скло), полівініл ацетату (ПВА), та цинку хлористого як водовідштовхуючих добавок в бетонах. Перед тим як приступити до виконання такого завдання була поставлена задача проведення комплексу експериментально – теоретичних досліджень по вивченню водопоглинаючих властивостей бетону уточненню механізму дії добавок на властивості бетону, оптимізації пропорцій цих добавок і визначення найбільш оптимальної сфери використання таких бетонів у будівництві. В ході роботи проведено аналіз літературних джерел і визначити головні етапи дослідження даної мети роботи.

Предметом дослідження даної магістерської роботи є кількісний вміст водовідштовхуючих добавок у бетоні.

Об’єктом дослідження в даній роботі – технологія виготовлення водостійкого бетону.

Для отримання поставленої мети було поставлені наступні задачі:

1.Дослідити водопроникні властивості бетону без добавок.

2.Уточнити механізм впливу водовідштовхуючих добавок на властивості бетону.

3.Розробити рекомендації з виготовлення водостійкого бетону

4. Дослідити вплив добавок на якісні характеристики бетону. Представити ці дані у вигляді графіків.

Визначення складу бетону та його дослідження властивостей проводились згідно з ДСТУ Б В.2.7-176:2008 «Бетони. Номенклатура показників» та ДСТУ Б В.2.7-215:2009. «Бетони. Правила підбору складу».

А також провели перевірку міцності бетону з допомогою приладу ІПС-МГ4.03.

Наукова новизна полягає у наступному:

1.Розроблено склад і уточнено методику виготовлення бетону з використанням добавок.

2.В ході експерименту отримані результати з найбільш оптимальним якісним складом речовин по підвищенню водовідштовхуючих властивостей бетону.

Практична цінність роботи полягає в отримані нових результатів з використанням стандартних речовин для покращення фізичних властивостей бетону.

Результати роботи опубліковано в збірнику на V Міжнародній студентській науково-технічній конференції « Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» 28-29 квітня 2022 року.

Магістерська робота в своєму змісті має вступ, чотири розділи, висновок та літературні посилання.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ БЕТОНУ ВІД ВОЛОГИ

Методи виготовлення гідротехнічного бетону були відомі ще з дев’ятнадцятого століття при будівництві гідроелектростанцій. Після цього його використання почалося при зведенні гідротехнічних та гідромеліоративних об’єктів і їх частин, які перебували у воді постійно, або періодично. Багаторічним досвідом доведено що застосування бетону для гідротехнічних конструкцій які мають довготривалий термін експлуатації, відповідають вимогам міцності, водонепроникності і морозостійкості.

За іншою класифікацією бетон поділяється на важкий та легкий, а також на матеріал в безнапірних або напірних конструкціях. Судячи за сферою застосування, існують вимоги по водостійкості, водонепроникності (W), морозостійкості (F), міцності на стиск (B) і розтягнення, при дії обмеженого тепловиділення при затвердінні, деформувальною здатністю, обмеженою усадочністю, стійкістю до стирання насосами і водою.

1.1 Практичне застосування гідроізоляції бетону

На практиці часто потрібно забезпечити гідроізоляцію будівельних конструкцій, оскільки будівельні матеріали в переважній більшості не є водонепроникними. Звичайна система гідроізоляції є водонепроникною мембраною. Залежно від сфер використання застосовують один або декілька мембранних шарів (з різних матеріалів: наприклад, бітуму, силікатів, ПВХ та ін.), які діють як бар'єр між водою та будівельною конструкцією. На сучасному етапі розвитку хімічної промисловості існує багато сполук та технологій для створення водонепроникних мембран. Матеріали мають полімерну основу з чудовою адгезією до будівельних матеріалів, підходять для створення безшовного бар'єру навколо зовнішньої структури. Застосовуються для гідроізоляції підвалів, басейнів, дахів та багато яких будівельних об'єктів.

Будівельна промисловість широко використовує самі різноманітні органічні сполуки до яких як відомо відносяться сполуки з вуглецю. При цьому використовують як природні речовини так і продукти переробки а також синтетичні сполуки. Органічні сполуки використовують як добавки до бетону.

1.2 Сучасні полімерні матеріали як водовідштовхуючий бар'єр

Головне значення в будівельному виробництві мають полімери які входять в структуру складними молекулами, які складаються з тисячі атомів.

В залежності від кількості атомів і їх взаємного розміщення, будуть змінюватись і властивості будівельних розчинів. Властивості сполук вуглецю в більшій степені залежать від характеру зв′язків між його окремими атомами. Здатність атомів вуглецю утворювати ланцюги, кільця або складні решітки в які включені інші елементи, обумовлює існування більше трьох мільйонів відомих сполук вуглецю.

Властивість полімерів залежить не тільки від будови їх молекул но і від надмолекулярної структури від особливостей упакування великих молекул в об′ємі.

В будівництві використовують конструктивні матеріали для покриття підлоги, плівки для дахів, гідроізоляційні матеріали звуко та тепло ізолюючі матеріали, герметики клеї. У всіх цих матеріалах крім полімерного матеріалу який є головним містяться наповнювачі у вигляді тонко дисперсних порошків або волокон, а також стабілізатори пластифікатори розчинники та інші компоненти. Властивості полімерних матеріалів покращуються при додаванні у їх склад наповнювачів у вигляді мілко дисперсних матеріалів або волокон. На практиці дослідження показали що наповнювачі не залишаються інертними в полімерах а активно приймають участь в хімічних реакціях. При виборі того чи іншого наповнювача який входить у полімер необхідно враховувати його властивості і як цей наповнювач впливає на його властивості.

В будівництві у багатьох випадках важливо, щоб полімерні матеріли мали хороше щеплення з поверхнею будівельної конструкції найперше з поверхнею

бетону і металу. До таких матеріалів які за останні роки отримали широке розповсюдження відносяться епоксидні смоли. Ці матеріали можна наносити на вологу поверхню так як епоксидні сполуки завдяки гідроксильним групам менш гідрофобні, ніж багато інших полімерних матеріалів. Епоксидні групи здатні взаємодіяти з кальцій – іонами, що призводить до більшого щеплення полімеру з поверхнею бетону.

На практиці в будівельній технології часто використовуються полігідро силоксани.

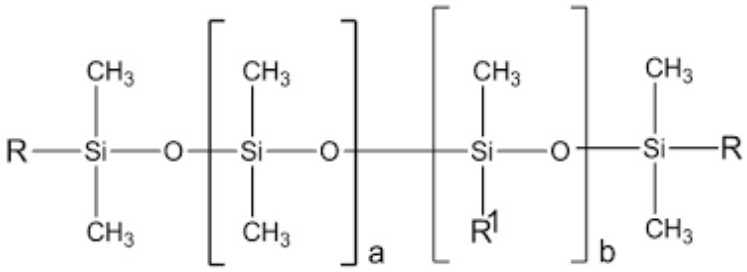

Рис.1 Структурна формула гідросилоксану

Кремнійорганічні сполуки на поверхні бетону утворюють гідрофобну молекулярну поверхневу плівку, яка зменшує поглинання вологи з повітря і не допускає поглинанню води при недовготривалій дії вологи на бетон. Їх також використовують в якості добавок гідро фобізуючих бетонів в об’ємі і підвищують його морозостійкість.

Велике значення в будівельному виробництві відіграють органічні кислоти та їх похідні в особливості їх водорозчинні натрієві та калієві солі.

Молекулярна будова цих кислот має вигляд ланцюжка атомів вуглецю з карбоксильними групами. Довжина вуглецевого ланцюга впливає на властивості продукту. Солі органічних кислот (мила) це сильнодіючі поверхнево активні речовини. Для зберігання при виготовленні цементу до клінкера додають олеїновокислий натрій при цьому цементні частинки не будуть злипатись на протязі певного часу але в подальшому вода проникає через гідрофобну мономолекулярну плівку і гідратація розвивається.

Такий цемент називається гідрофобним і зручний тим що на протязі довгого часу зберігає свої властивості і не піддається впливу вологи та повітря.

1.3 Шляхи покращення властивостей бетону при використанні добавок

Можливість поєднання між собою мінеральних в'яжучих, наповнювачів і піску а також виробів на їх основі з органічними речовинами на сучасному етапі широко використовується в будівництві. Наприклад полівінілацетатну емульсію вводять з водою в цементне тісто, спочатку гідратується цемент а потім твердне органічний складник, який знаходиться в його порах і утворюється структура в якій поєднані позитивні сторони мінеральних і органічних компонентів. Такий склад має не набагато меншу механічну міцність ніж звичайний бетон.

При цьому такі бетони більш деформаційні, еластичні, не пропускають повітря та вологу а також стійкі до удару. А також полімер цементі композиції мають високу адгезію до старого цементного бетону і можуть використовуватись для виготовлень підлоги і реконструкції залізобетонних виробів.

Полімер цементні композиції на основі цементу і латексу (натурального і синтетичного каучуку) використовують для ремонтних робіт в якості прошарку між старим і новим бетоном. Враховуючи їх високу адгезію до резинових поверхонь, еластичність та високу ударну в'язкість їх можна використовувати при будівництві доріг та посадкових смуг аеродромів.

При взаємодії цементу з органічними складниками при гідратації в полімер цементних бетонах показало що головні силікатні фази цементного каменю не взаємодіють на рівні хімічної реакції з органічними складниками полімер цементних композицій. В таких розчинах в бетонах в порівнянні з цементним тістом при відсутності органічного компоненту спостерігається модифікація гідросілоксанів кальцію вони утворюються з іншою швидкістю і утворюють речовини іншої дисперсності.

Значні наукові розробки стали можливими в області гіперпластичних в'яжучих, мікродисперсних сумішей з мікрокремнеземом, реакційно здатних

порошків з високоміцних гірських порід, що посприяло зниженню вмісту води до 60% використовується високоефективний відновник води з олігомерною структурою і високоефективний водовідновник з полімерною структурою.

Проникність бетону не є простою функцією його пористості, але залежить також від розміру, довжини і розподілу пор. Проникність бетону залежить від властивостей цементу. При однаковому водо цементному відношенні цемент грубого помелу утворює більш пористий цементний камінь, ніж цемент тонкого помелу. Добавка розчинного скла знижує проникність бетону, збільшує його стійкість по відношенню до агресивного середовища і підвищує захисні властивості бетону по відношенню до стальної арматури в умовах дії агресивного середовища. Розчинений силікат натрію відносної щільності 142 додають в бетон в кількості 3-5% до ваги цементу. На проникність бетону впливає пористість легкого заповнювача. Зменшується вміст вільної окису кальцію і зростає проникність бетону, внаслідок чого збільшується швидкість карбонізації. Нормальна густота цементного тіста визначається на приладі Віка не повинна перевищувати 28; при густоті більшій 28 можливе збільшення проникності бетону і поява в ньому усадочних тріщин.

Рис1. 1.Залежність коефіцієнта проникності від різних параметрів що отримані в ході досліджень

Комплексні добавки, що знижують водопроникність, виробляють у вигляді порошків, рідин або суспензій, які при перемішуванні зі свіжим бетоном знижують проникність витриманого бетону або надають затверділому бетоні гідрофобні властивості. На сучасному етапі розвитку науки багато вчених працюють над удосконаленням та модифікацією існуючих методів проникності, а також над створенням та вдосконаленням нових. Закон Дарсі, який є фундаментальною залежністю для визначення проникності, був встановлений на основі інтерпретації результатів експерименту, у якому вода проходили через досліджуваний матеріал, і двох манометрів які показували вхідний і вихідний тиск. Водопроникність через бетонний взірець певної товщини визначається за певний час і визначається коефіцієнтом пропорційності К за формулою Дарсі:

$$Q = k_f \frac{S\Delta p}{\eta L}, \text{ де } k_f = \frac{Q\eta L}{\Delta p S}$$

де, *Q*- швидкість фільтрації води см^3 /сек, k_f– коефіцієнт пропорційності Δр- зменшення гідравлічного опору у взірці см, *L*- товщина взірця см, S – площа поперечного перерізу досліджуваного взірця, η – в′язкість рідини. Основний закон *фільтрації підземних вод*, згідно якого швидкість фільтрації лінійно залежить від напірного градієнта:

Такі дослідження дозволять визначити довговічність бетону, який піддається дії фільтруючої води.

Дана робота спрямована на обгрунтування можливості ізоляції бетонної поверхні від проникаючої вологи при зміні додаткових компонентів у розчині бетону які не дозволять проходити цим процесам через тверду поверхню, та визначенню їх впливу на твердість матеріалу.

З цією метою було проведено дослідження щодо можливості використання трьох хімічних складових з різними концентраціями їх в розчині бетону.

Враховуючи погіршення екології довкілля та дбайливе ставлення до навколишнього середовища, дані речовини не є агресивними до оточуючого середовища. Після затвердіння рідке скло повністю екологічно чисте і, на відміну від водонепроникних мастик на бітумній основі, не має запаху.

Рідке скло має багато недоліків: низька механічна міцність, швидка кристалізація.

Швидка кристалізація. Рідке скло твердне досить повільно, але при додаванні в суміш цементу і піску процес прискорюється в рази. Через 10-20 хвилин після перемішування розчин вже не придатний до використання. Волога за своїм впливом призводить до руйнування та розпаду великої кількості будівельних матеріалів, надаючи їм зовсім не естетичного вигляду. Тому для ізоляції вологого середовища на нестійкі конструкції в будівлях застосовуються спеціальні матеріали, які їх захищають і продовжують термін їх використання.

Силікат натрію або калію для гідроізоляції є досить поширеним матеріалом завдяки його чудовим властивостям і невисокій вартості.

Розділ 2

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ВИПРОБУВАНЬ.ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

2.1 Огляд сучасних приладів для визначення водопроникності

За умов використання розчинів і бетонів в спорудах, які експлуатуються під впливом напірної води, велике значення для оцінки якості бетону має випробування на водопроникність. При експлуатації водопроникного бетону через який фільтрується вода при цьому вилуговується вапно а іноді вносить в середину цього розчину шкідливодіючі речовини, які знижують міцність бетону, а в окремих випадках повністю руйнують любий виріб з бетону .

Водопроникність бетону залежить головним чином від його щільності, яка обумовлена застосуванням щільніших наповнювачів, відповідним підбором їх гранулометричного складу, підвищенням змісту цементу з введенням в нього ущільнюючих добавок, а також ущільненням бетону шляхом механічної дії.

Сучасними методами перевірити водонепроникності бетону ДСТУ є:

Метод «мокрої плями», який полягає у вимірі максимально допустимого тиску, при цьому не виникає протікання крізь пори.

Перевірка за коефіцієнтом фільтрації. Метод полягає у вимірюванні співвідношення величини фільтрату і часу фільтрації.

Метод визначення за показником повітропроникності. Він дозволяє прискореним методом виміряти водонепроникності.

Позначення марки бетону по водонепроникності проводиться за максимальним тиском, який не викликає просочування води на дві третини випробуваних за методом «мокрої плями» зразків.

Кінцеві величини показують максимальний тиск води, при якому бетон є водонепроникним і не пропускає вологу.

Для визначення водопроникності застосовується ряд приладів.

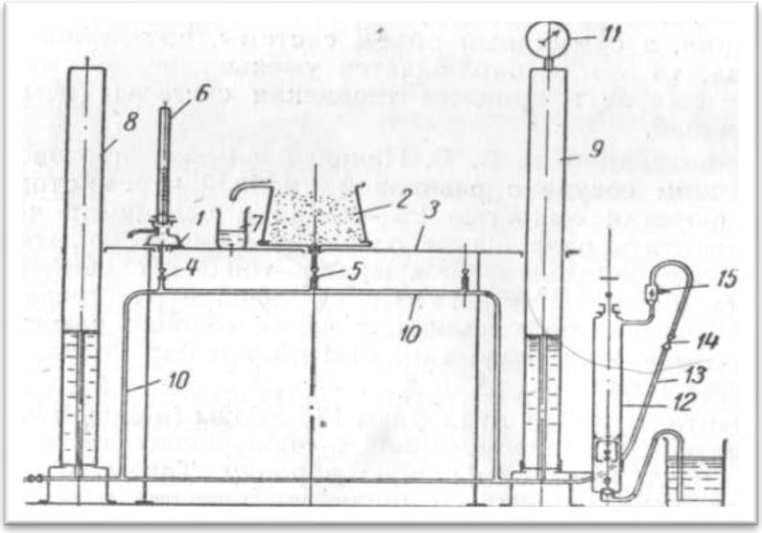

Рис. 2.1. Прилад для визначення водопрон**ик**ності

На Рис.2.1 показана схема приладу з нижньою подачею води.

Для випробування на цьому приладі виготовляють зразки у вигляді усічених конусів двох розмірів: 1) нижній діаметр 6 см, верхній -5 см, висота - 2 см; 2) нижній діаметр 20 см, верхній - 15 см, висота - 15 см. Малі зразки застосовують для дослідження водопроникності розчинів, а більше-бетонів. Зразки, залежно від розмірів, поміщають у форми 1 або 2 які закріплюють на столі 3 таким чином, що більший діаметр розташований унизу, чим досягається щільне притискання зразка до стінки форми при тиску води знизу.

Зразки виготовляють у тих же формах, після затвердіння вилучають із них і зберігають при заданому режимі. Перед випробовуванням зразки знову поміщають в ті ж форми, а щілини між зразком і формою заповнюють бітумом, попередньо підігрівши форми. Вода подається під тиском знизу за допомогою кранів 4, 5 і просочується крізь зразок, причому у разі застосування малої форми 1 вода збирається поверх неї в скляній трубці з поділками 6, а при застосуванні великої форми 2 в жолобі, звідки по трубці стікає в підставлену скляну посудину 7 з поділками. У деяких конструкціях цього приладу вода збирається у скляній трубці і поверх великих форм. Перед використанням в ці трубки наливають воду до нульового рівня. Стіл 3 укріплений на порожніх сталевих колонах 8 та 9, які є також ємності для води, що подається через трубопровід 10 у нижню частину форм. Над поверхнею води в посудинах 8 та 9

знаходиться стиснене повітря, яке витісняє воду до форм. Тиск повітря фіксується манометром 11. Повітря та воду накачують у посудини 8 й 9 ручним насосом 12. На трубопроводі 13, що з'єднує насос з посудинами, є кран 14 який відкривається при наповненні посудин водою або повітрям і закривається під час випробування зразків.

Перед випробуванням всі ємності 8 і 9 наповнюють водою до певної висоти, при якій з крана 15, якщо його відкрити, спочатку бризкає вода, а потім виходить повітря; якщо ж води мало, то з крана буде виходити лише повітря; у цьому випадку потрібно підкачати воду насосом 12. У приладі можна випробовувати одночасно шість зразків при тиску до 50 атм. Загальноприйнятих стандартних методик з випробування на водопроникність немає. Зазвичай зразок піддають заданому тиску води 2; 4; 6 і більше атм на протязі певного проміжку часу, наприклад, двох годин. Водопроникність характеризують тиском, за якого зразки починають пропускати воду, або кількістю рідини яка пройшла через зразки води при даному тиску протягом визначеного проміжку часу. Прилад з верхньою подачею води (Рис. 106) складається з невеликого водяного акумулятора 1, розподільника 2 та манометра 3, за допомогою якого вимірюють тиск рідини в камерах 4-9 де поміщають зразки. Вода подається під тиском на верхню поверхню зразків, просочується крізь зразок і збирається у наявних при камерах скляних посудинах. На плиті 10 є пристрій 11 для загвинчування гайок при розташуванні зразків у камерах. Вода подається в акумулятор по трубі 12 водяний акумулятор дає можливість за допомогою вантажів підтримувати тиск води на зразок протягом додаткового часу.

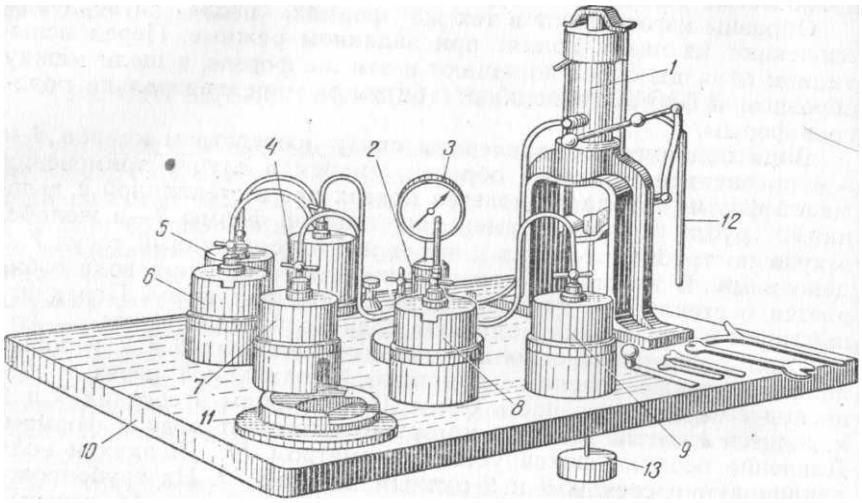

Рис. 2.2. Прилад визначення водопроникності.

Прилад Ленінградського інституту споруд (рис. 2.3)

Складається з водяного насосу 1, балона зі стиснутим повітрям 2 компенсатора тиску 3, затисних фланців 4, манометра 5.

Бокові поверхні конусоподібних зразків заливають воском після чого їх

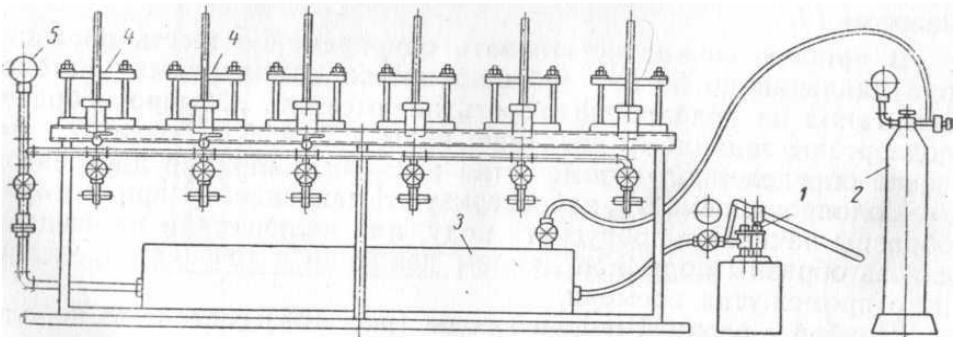

Рис. 2.3. Прилад Ленінградського інституту будівель для визначення водопроникності.

встановлюють у затискних фланцях між гумовими кільцями. Тиск води створюється за допомогою насосу 1 і підтримується на певному рівні стисненим повітрям з балону 2. У разі відсутності стисненого повітря для підтримки постійного тиску необхідно безперервно підкачувати воду насосом, що створює незручності при користуванні цим приладом.

У приладі С. И. Идашкина (рис.2.4) можна досліджувати розчини і бетони на водо і газопроникність. Прилад складається з балона 1 з стиснутим повітрям і автоклава 2, які з′єднані між собою мідними трубками;
камери з досліджуваним взірцем 3; мірного скляного циліндра для визначення водопроникності і газового годинника 4, який використовується при дослідженні газопроникності. Камера представляє собою металевий циліндр, закріплений між двома фланцями. Циліндр вибирають з урахуванням розмірів випробовуваного взірця, який зазвичай є кубиком 7,07х7,07х7,07 см. При складанні приладу циліндр камери входитьу відповідні пази фланців, які

стягують за допомогою чотирьох болтів і тим самим герметизують камеру. Випускний фланець з'єднується з автоклавом, а випускний має патрубок для подачі води в мірний циліндр або для з'єднання з газовим годинником.

На дно камери кладуть резинову прокладку с отворами, які співпадають з випускним отвором нижнього фланця. Боковий простір меж стінками камери і взірцем заливають газо непроникну консистентну замазку з суміші воску і парафіну. Внутрішню сторону циліндра камери виготовляють вигнутою, що усуває переміщення замазки. На поверхню взірця кладуть таку ж резинову прокладку, як і на дно камери і щільно стягують фланці болтами. При випробуванні газопроникності газ з балону поступає в автоклав, а звідти в камеру апарату. Кількість повітря, що проходить через камеру, вимірюють газовими годинами. Тиск газу в автоклаві вимірюють манометром, а впускання газу регулюють редуктором, який оснащений конусний клапаном.

Газо поглинання розраховують за формулою:

$$\mu = \frac{P \cdot a}{F(P_1 - P_2) \cdot v}$$

де: μ— коефіцієнт газопроникності;

P—кількість газу, яка пройшла за час проведення досліду, в *л*

F —площа взірця в $м^2$;

$Р_г$—$Р_2$ — різниця тисків або розрідження в *мм* вод. ст.;

a—товщина взірця в *м*

V — час проведення досліду.

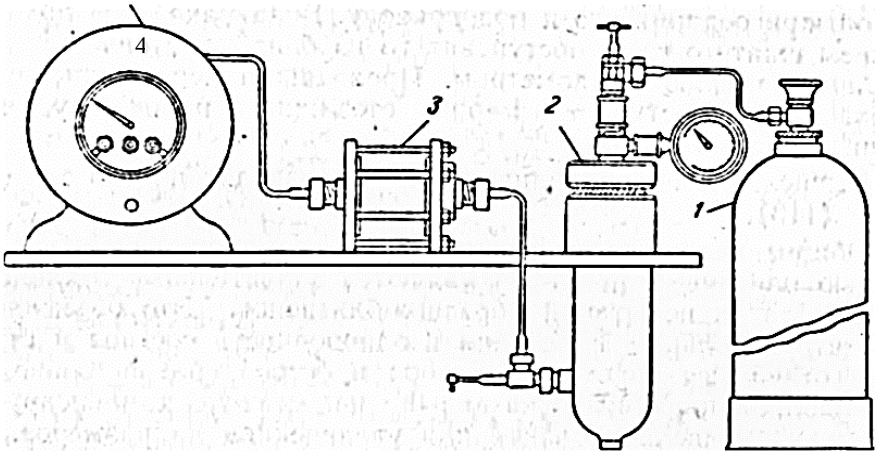

Рис. 2.4. Прилад для визначення водо- та газопроникності.

При випробовуванні водопроникності автоклав заповнюють водою, приєднуючи його до водопроводу. Вода знаходиться під тиском стисненого газу, що поступає з балона. Тиск в автоклаві вимірюють манометром. Що проходить через досліджуваний взірець вода поступає в мірний скляний циліндр, який встановлений під апаратом. Визначення водопроникності проводять за тією ж формулою .

Загальним недоліком досліджень на водопроникність з допомогою описаних приладів є значне ускладнення результатів досліджень для зразків-близнюків. Це пояснюється тим, що невеликі коливання в однорідності складу і структури окремих зразків розчину і бетону сильно впливають на їх водопроникність. Вказаний недолік компенсується збільшенням числа зразків або збільшенням їх розмірів, що ускладнює їх перевірку на даному пристрої.

Згідно *ДСТУ* БВ.2.7176:2008 методи випробувань гідротехнічного бетону, для визначення водопроникності взірці виготовляють у вигляді циліндрів діаметром і висотою по 150 мм по шість штук на кожний термін випробувань. Форми повинні бути розбірні стальні; допустиме відхилення по висоті і діаметру 2 мм. За 1-2 дні до випробування взірці поміщають в металічні циліндричні форми з внутрішнім діаметром155 мм і висотою 150 мм. Проміжок між формою і зразком заливають розплавленим ущільнюючим

компонентом.

Після заповнення проміжку рекомендується прогріти форму і злегка постукуванням по ній, у разі потреби додати деяку кількість ущільнюючого складу. Необхідно стежити за тим, щоб торцеві поверхні зразка були захищені від попадання на них ущільнюючого складу. Після підготовки взірців до випробування і до початку їх випробування взірці потрібно зберігати накритими вологою тканиною.Взірці можна випробовувати на приладі будь-якої конструкції який дає можливість піддати одну з торцевих поверхонь зразка тиску води яка збільшується при цьому спостерігати за станом протилежної торцевої поверхні. Випробування починається при тиску води, що дорівнює 1 кг/см^2;

Надалі через кожні 8 годин тиск підвищується поступово на 1 кг/см^2. У момент появи на торцевій поверхні зразка ознак просочування води відзначається відповідний тиск (в кг/см^2). За ступінь водопроникності бетону, що використовується приймається такий найбільший тиск води, при якому на чотирьох із шести зразків ще не спостерігається просочування води. Температура та відносна вологість приміщення для випитування зразків повинні бути відповідно рівні: 25+5° і 60—70%.

2.2. Вибір складу бетонної суміші

Для кращого розуміння основного процесу при водопоглинанні необхідно знати якісний і кількісний склад бетонної суміші.

2.2.1.Характеристики матеріалів та програма досліджень зразків

Для того, щоб можна було оцінити залежність основних властивостей бетону їх кубикової міцності і впливу вказаної міцності на водопоглинання, проектували бетон класу - С25/30.

Таблиця 2.1.1

П.П.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	SO_3	Na_2O_3	R_2O	Σ

8,05	24,02	4,46	3,62	0,25	55,52	0,86	2,29	0,30	0,63	100

Як в'яжуче для приготування бетонів дослідних зразків використовувався портландцемент Миколаївського заводу марки М400, густиною 3070 кг/м^3 за об'ємної маси 1050 кг/м^3 . Нормальна густина тіста - 26%, початок схоплювання - 2 год. 35 хв., кінець - 4 год. 35 хв. Хімічний склад цементу наведено в табл. 2.1.

Хімічний аналіз цементу (в %)

Дрібним заповнювачем використовується пісок з кар'єру с. Стегниківці, Тернопільської області густиною 2620 кг/м^3 за об'ємної маси 1440 - 1480кг/м . Склад в піску глинистих і пилуватих частинок становив 1,5 - 2,0 %, пустотність - 56 %, модуль крупності 1,15-1,45.

Характеристики піску однієї партії, яку використовували для приготування бетонних зразків, наведені в табл. 2.2 і 2.3.

Таблиця 2.1.2

Основні характеристики піску

№ партії піску	Наявність пилоподібних і глинистих домішок, %	$M_{кр}$ піску	$\gamma_{об}$, кг/м^3	$\gamma_{пит}$, кг/м^3
1	1,21	2,16	1461	2619

Таблиця 2.1.3

Зерновий склад піску

Для приготування трикомпонентного бетону використовували гранітний щебінь з

Залишки на ситахв%	№ складу	Розмір отворів у мм					Прохід через сито
		2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Часткові	1	0,4	0,3	0,17	17,1	68,7	11,4
Повні		0,6	0,8	2,4	19,4	88,7	-

об'ємною масою $y_{об}$=1370 кг/м за питомої ваги $y_{ит}$=2550 кг/м . Гранулометричний склад щебню наведений в табл. 2.1.4.

Гранулометричний склад щебня

Таблиця 2.1.4

Залишки на ситах в %	Розмір отворів сит в мм			Прийшло через сито 5 мм
	20	10	5	
Часткові	5,4	86,4	7,0	1,2
Повні „	5,4	91,8	97,8	-

Воду використовували питну з водопроводу.

Характеристику цементу визначали відповідно до ДСТУ Б В.2.7-46-96. Цементи загально будівельного призначення. Методи фізичних і механічних випробувань піску і щебня - відповідно до ДСТУ Б В.2.7-17-95. Гравій, щебінь і пісок штучні пористі".

Склади бетону проектних марок вибрані (як оптимальні з погляду витрати цементу) для виконання подальших випробувань, наведені в табл.2.1.5

Таблиця 2.1.5

Склад проєктної марки цементу

Клас бетону	Цемент	Щебінь, 10-20мм	Пісок, $М_{кр}$ =2,15	Вода, л
Марка бетону	ПЦ11/А-III-400,кг	кг/м^3	кг/м^3	
	125,76	265,44	151,92	39,84

Із табл. 2.1.5 зрозуміло, що за однієї і тої самої марки і однакової рухливості розчину витрата цементу в бетоні класу С25/30 природного твердіння

на піску з модулем крупності 1Д5 вища, ніж в звичайному трикомпонентному бетоні, що звичайно повинно відобразитися на технології приготування бетонів, на їх властивостях, а відповідно і на поведінці конструкцій із таких бетонів.

Новітній потенціал технології бетону відображений у створенні та виготовленні високоякісного, високотехнологічного, високопродуктивного бетону (high performance beton, HPC). Термін являє собою комбінацію високоякісного багатокомпонентного бетону.

Характеристики, міцність, довговічність, адсорбційна здатність, низькі коефіцієнт дифузії та зносу, надійний захист від арматури, висока хімічна стійкість, бактерицидна та об’ємна стабільність.

Такий бетон, незалежно від сфери застосування, повинен мати певні загальні властивості: достатню міцність для скорочення часу виготовлення такого бетону та швидкість його формування.

Зменшення виробу та конструкції або часу будівництва.

Одним з недоліків багатьох систем «цемент-вода» є відносно повільна швидкість утворення структури, а отже, і її основні властивості. Отже, для реакції гідратації цементних мінералів нормальний час перетворення довготривалий.

Це може зайняти тижні або навіть місяці, тому пошук ефективного способу прискорення цих реакцій є невідкладним завданням.

Щоб пришвидшити тужавіння бетону при виготовленні конструкцій використовують різні методи: що збільшує питому поверхню цементу; змінюють температуру при якій проходить твердіння бетону як при нормальному атмосферному, так і при надлишковому тиску; додавання добавок, що сприяють затвердінню. Однак у кожного з цих методів є свої недоліки. Збільшення питомої поверхні цементу обмежено як кількістю, що призводить до зворотного укрупнення цементних частинок, так і збільшенням вартості виробництва бетону. Також є обмеження для термічної обробки бетону.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВОДОВІДШТОВХУЮЧИХ ДОБАВОК

3.1. Дослідження бетону з додаванням двохкомпонентної суміші.

Провівши широкий огляд наукової літератури, натрапили на проблему захисту будівель від вологи в тій чи іншій мірі. На сучасному етапі в промисловості будівництва використовують широкий спектр водозахисних сумішей які при нанесенні поглинаються поверхнею і мають низький ступінь механічного захисту.

Силікат натрію - універсальна природна сировина, яку можна використовувати для ущільнення ґрунту, виготовлення піноізоляційної піни, водонепроникного бетону, дерев'яних покриттів та склеювання різних матеріалів.

Однак у більшості випадків ця рідина все ж використовується для гідроізоляції пористої поверхні силікатів.

Якщо непросто, колоїдний водний розчин: оксид натрію (масова частка 8,7-12,2%), діоксид кремнію (24,3-31,9%), органічні та неорганічні солі. Щільність розчину 1,3-1,6 г/см^2. Значення модуля силікатної сили коливаються від 2 до 3,5.

Коли відбувається природнє висихання нанесеного матеріалу (випаровуванні) від вологи утворені аморфні кристали забезпечують закриття дрібних пір, розколів і відколів і матеріал на своїй поверхні стає міцнішим на глибині (2-20 мм).

Звичайно, на вітчизняному та імпортному виробничих ринках є багато спеціальних водонепроникних мастик (Техномаст, Техноніколь, Бергауф Гідростоп, Кнауф-Флечендіхт, Лахта, Слов’янка) та багато інших. Можливо, судячи з опису, багато з них є виключно водонепроникними, але не зрівняються з рідким склом з наступних причин:

простота використання, порівнюючи зі способом нанесення сухої водонепроникної суміші «Lucean NC», мінімальний водонепроникний шар повинен бути не менше 10 мм. Після нанесення пневморозпилювачем покриття необхідно захищати від механічного впливу протягом 7 днів і щодня зволожувати.

З силікатним клеєм все набагато простіше. Якісні показники до робочої поверхні мінімальні, тільки буде цікавити її чистота. Як приготувати даний

розчин не дуже суттєво. А рекомендоване співвідношення компонентів у розчині не є обов’язковим, а скоріше показником.

Залежно як і чим відбувається покриття, стану самої поверхні та температура оточуючого середовища компоненти можуть бути дещо вищими або нижчими за рекомендовані.

Тому було нами обрано силікат натрію та полівінілацетат (ПВА). Ці два компоненти нами використано з вище виложених міркувань і вони були приготовлені у певних концентраціях (9%розчину) водного розчину .

Рис.3.1 Бетономішалка марки Кентавр БМ-160Е.

Для цього були використано вище наведену бетономішалку яка дозволила приготувати однорідну суміш з різними компонентами. Для заливання у форми була використана металічна форма на шістнадцять кубиків розміром10Х10Х10 см.

Рис.3.2 Зовнішній вигляд бетонних кубиків

Дані кубики спочатку витримувались на протязі семи, чотирнадцяти, двадцяти одного і двадцяти восьми днів для того щоб нормально відбувся процес затверджування у формі. Для приготування даного бетонного розчину був проведений розрахунок на його склад.

Таблиця 3.1. Якісний і кількісний склад бетону.

Вміст наповнювача в залежності від маси суміші, %	9
Одиниці вимірювання	кг/м^3
Цемент Krumix ПЦ II БК 400	251
Пісок	705,4
Щебінь	1211,3
Вода	142,5
Водо цементне співвідношення, %	0,56
Середня густина розчину	2308,41

По завершенню витримки бетону у формі було проведено визначення міцності з допомогою приладу ІПС-МГ4.03

Рис.3.3. Загальний вигляд приладу для

вимірювання міцності ІПС-МГ4.03

3.2. Область застосування та призначення приладу ІПС-МГ4.03

Даний вимірювач міцності бетону використовується для без руйнівного випробування зразків на принципі ударного імпульсу за ДСТУ Б В.2.7-220:2009

Процес вимірювання твердості відбувається при наданні прискорення кульці вище наведеного приладу з бетонним кубиком, при сталій енергії биття (Е=0,119Дж).

Даний прилад використовується в таких вимірюваннях як визначення міцності бетону в моноліті, збірно монолітних і збірних бетонних та залізобетонних конструкціях при визначенні контролю міцності бетону.

Даний прилад за паспортними даними може працювати при таких умова:

-температура оточуючого середовища від -10^0 до $+40^0$ С;

-відносна вологість повітря не більше 98% при $+25^0$С.

3.2.1 Принцип роботи приладу

Даний прилад призначений для вимірювання без руйнівним методом твердості матеріалу і працює за таким принципом ударно-імпульсному методі для визначення міцності на кореляційному впливі параметрів наданих силових зусиль при імпульсі в залежності від пружно – пластичних особливостей вимірювального предмету.

Коли відбувається виділення енергії при контакті з поверхнею досліджуваного предмету то даний прилад виділяє електричний імпульсний заряд, який відповідає прискоренню індентора, а він контролюється електронним пристроєм. Даний пристрій, згідно до визначеної вимірювальної характеристики, змінює параметри наданого під час вимірювання імпульсу в твердість матеріалу. При цьому результат досліджень показуються на екрані приладу.

3.2.2 Правила користування при вимірюванні міцності матеріалу

1. Дану операцію необхідно провести на площадці розміром не менше 100см^2, при товщині предмету (виробу) в межах 50мм.

2. Скільки та місце вимірювальних замірів при дослідженні матеріалу повинно бути за ДСТУ Б В.2.7-224:2009 при цьому позначатися в технічних умовах на конструкції які зібрані або на робочих кресленнях на монолітні конструкції.

В процесі встановлення міцності бетону при визначенні кількості та місця ділянок необхідно щоб було як за програмою дослідження, при цьому не менше трьох.

3. Довжина ділянки від кінця вимірювального предмета до місця вимірювання лежить в межах 50 мм. Відстань між сусідніми місцями заміру становить не менше 15мм. Площадки для проведення вимірювань призначаєм між частинками щебню і між великими отворами.

4. Нерівномірність поверхні на якій відбуваються заміри не повинна перебільшувати Ra=40мкм, це буде відповідати нерівності поверхні кубиків з бетону, які досліджуються при встановленні правильних показів вимірювачем.

5. В ході встановлення міцності бетону на взірцях то визначення відбувається на бокових сторонах взірців. Тоді взірці повинні бути закріплені

в пресі з зусиллям 30±5 кН 3000кгс.

6. Коли встановлюємо міцність бетону у зразках та вимірювання проводиться на які поруч з корпусом форми заливки бетону.

3.3. Дослідження впливу добавок на характеристики бетону

Як покращити реологічні властивості фізико-механічні властивості цементного тіста та наномодифікованого цементного каміння і бетону на його основі за рахунок рідкофазної активації та пов'язані з нею фізико-хімічні процеси формування композиційної структури.

Результати цих досліджень дозволили знайти шляхи для наших моделей.

Дослідження впливу наномодифікації води на динаміку реакцій гідратації та формування бетонної конструкції всіх рівнів. В результаті кількість збільшиться а продукт гідратації портландцементу за рахунок зменшення кількості води розташований біля його поверхні зменшиться, при цьому він підвищує міцність цементних каменів.

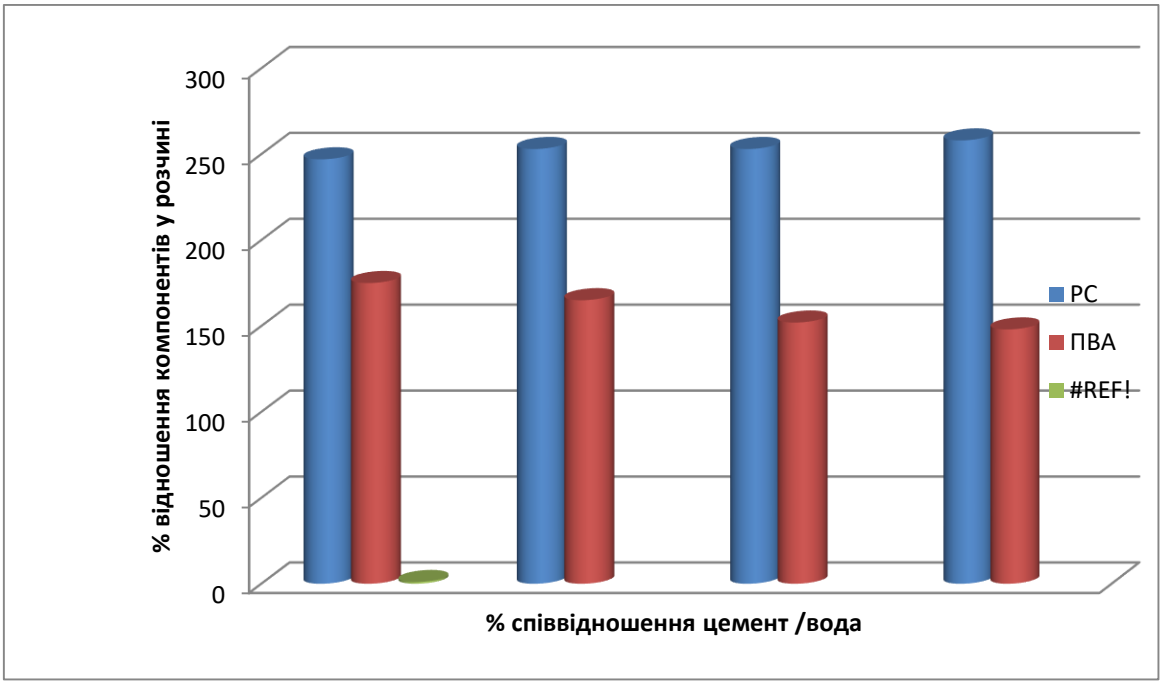

Рис.3.4 – Потрібна кількість цементу і води в залежності від кількості рідкого скла і ПВА

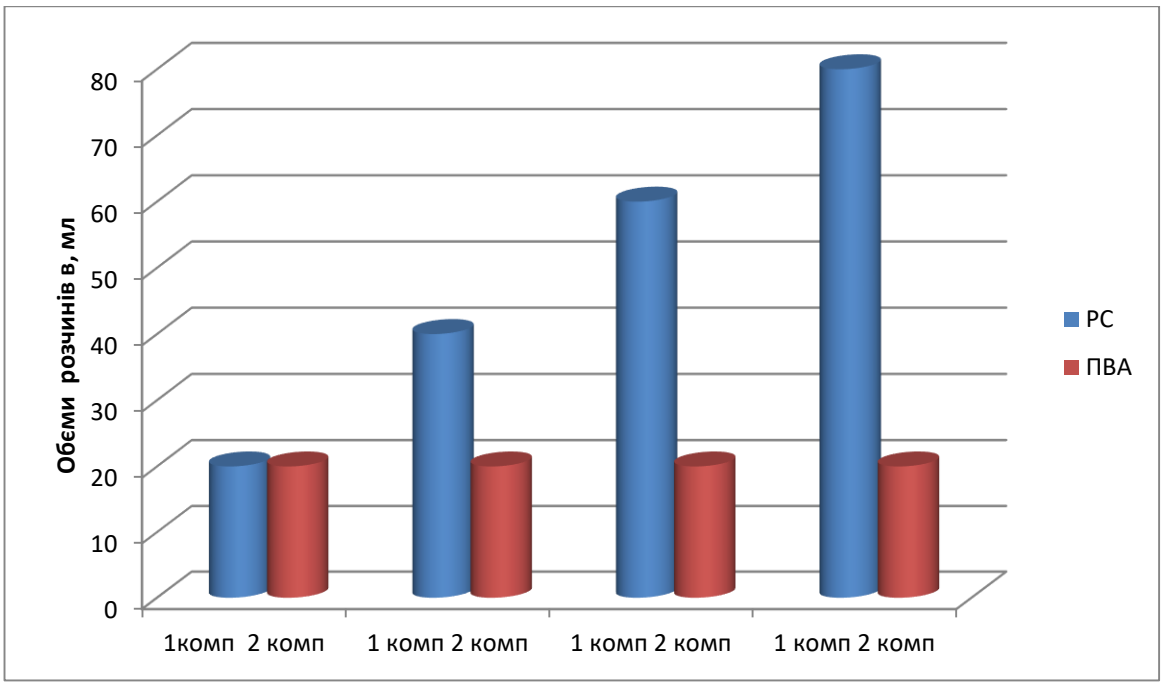

Рис.3.5 Співвідношення двох складових у бетонному розчині рідкого скла і ПВА.

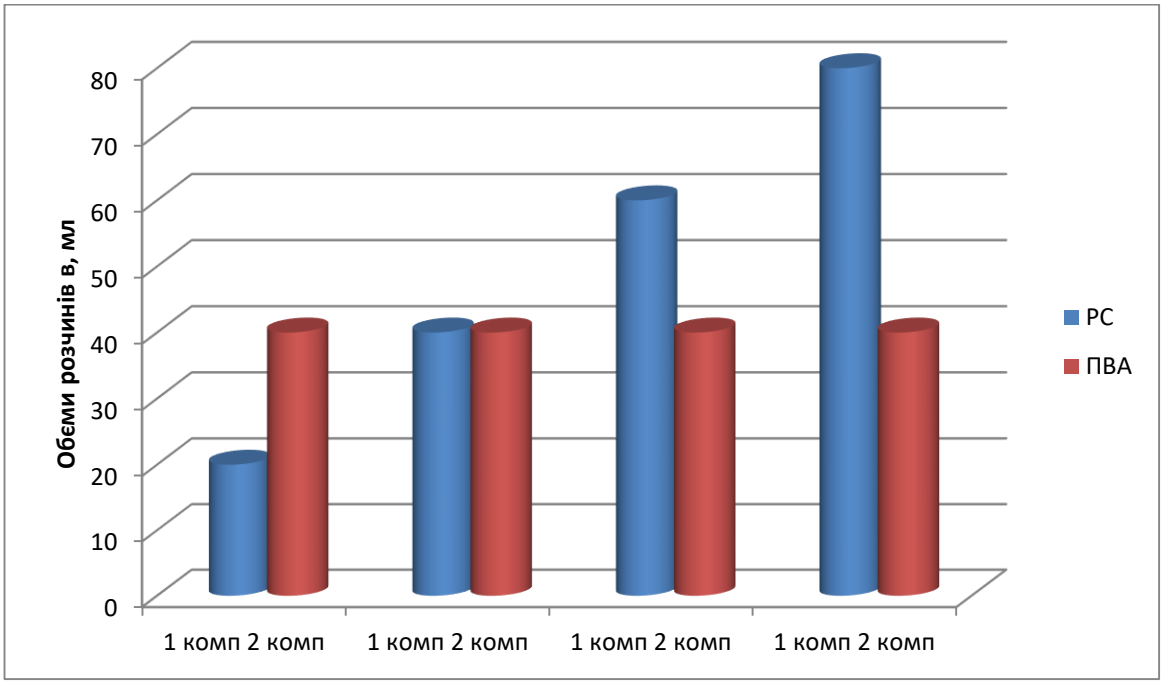

Рис 3.6 Співвідношення двох складових у бетонному розчині рідкого скла і ПВА.

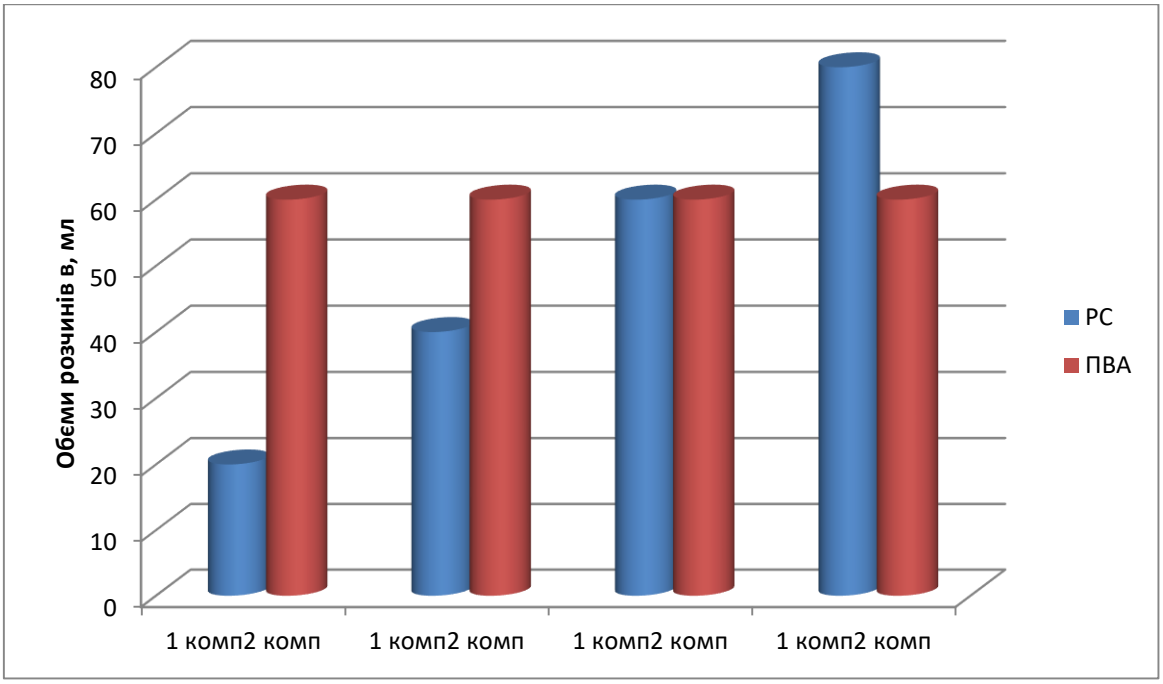

Рис.3.7 Співвідношення двох складових у бетонному розчині рідкого скла і ПВА.

Таке співвідношення двох різних компонентів дозволило отримати шістнадцять різних за складом кубиків що розширило область досліджень як у кількісному так і якісному відношенні і більш детально вивчити вплив цих речовин на властивості бетону.

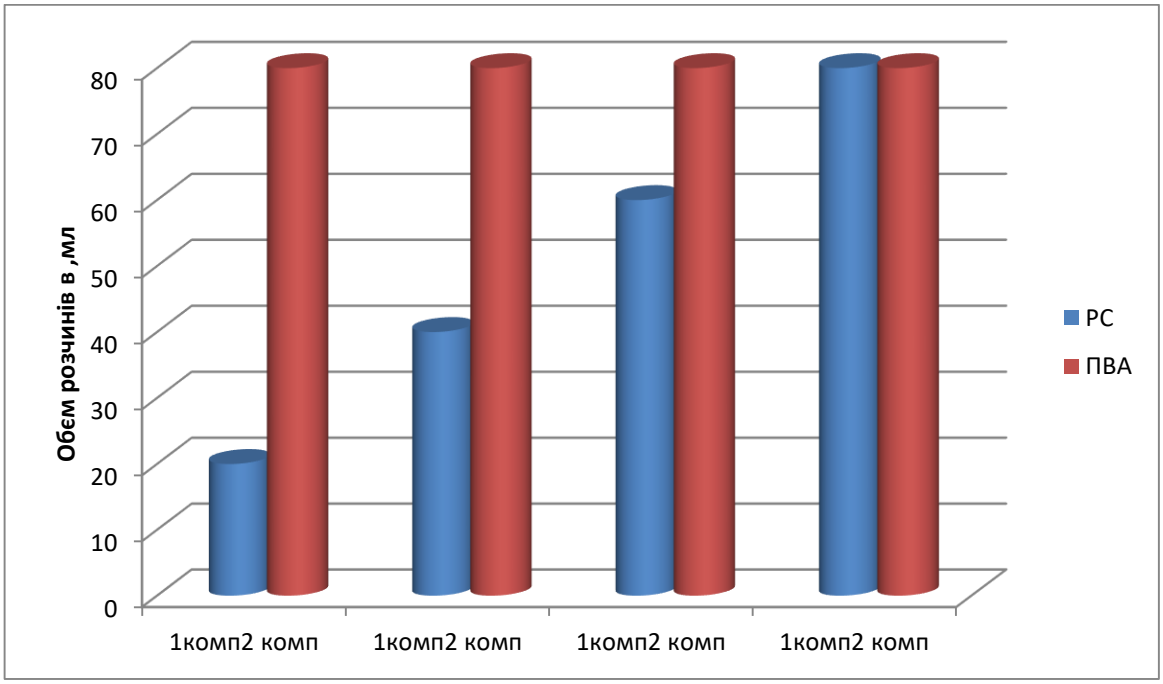

Рис.3.8 Співвідношення двох складових у бетонному розчині рідкого скла і ПВА.

При додаванні до розчину водо непроникних речовин в ході тужавіння вони в більшій степені забирають воду на себе при цьому Рис. 3.4 представлена залежність кількості добавок до витрати цементу і води в розчині.

Рис 3.9 Визначення твердості бетону приладом ІПС-МГ4.03

В ході експерименту дослідили вплив добавок на твердість бетонних кубиків за допомогою приладу ІПС-МГ4.03 який дозволив визначити як впливають добавки на його структуру. Дані випробувань зведені в таблицю 3.1 усереднені показники міцності для всіх кубиків з різним вмістом компонентів у віці 7,14,21,28 діб (МПа)

Таблиця 3.1

термін витримки кубиків, діб % відношення рідкого скла і ПВА	7	14	21	28
20:20	14,3	16,7	19,5	21,3
20:40	10,0	7,9	10,8	13,9
20:60	9,1	13,0	15,8	17,2
20:80	9,7	8,3	9,1	9,5

В результаті досліджень на міцність бетонних кубиків з різним вмістом розчинів спостерігається підвищення міцності матеріалу в тих взірцях в яких співвідношення двох компонентів однакова і становить мінімальну їх кількість у розчині бетону.

А також з таблиці і графіку видно що зростання міцності заготовок збільшується в їх часом затвердіння.

Хороші результати показали кубики з співвідношенням реагентів 20:20 у розчині про шо можна сказати шо надлишок цих речовин у розчині бетону не покращує а навпаки призводить до зменшення міцності.

При цьому дослідження на твердість проводились трьома визначеннями у різних місцях кубика а дані по замірах усереднювались.

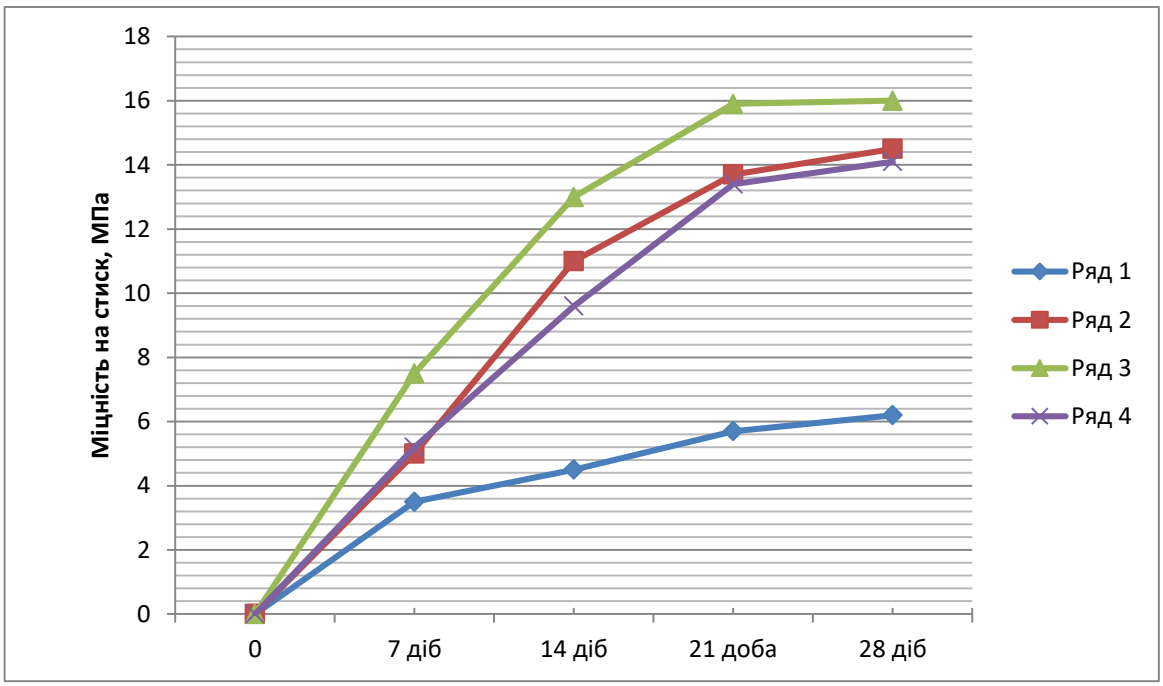

Рис.3.10 Графік залежності міцності від віку бетонних кубиків

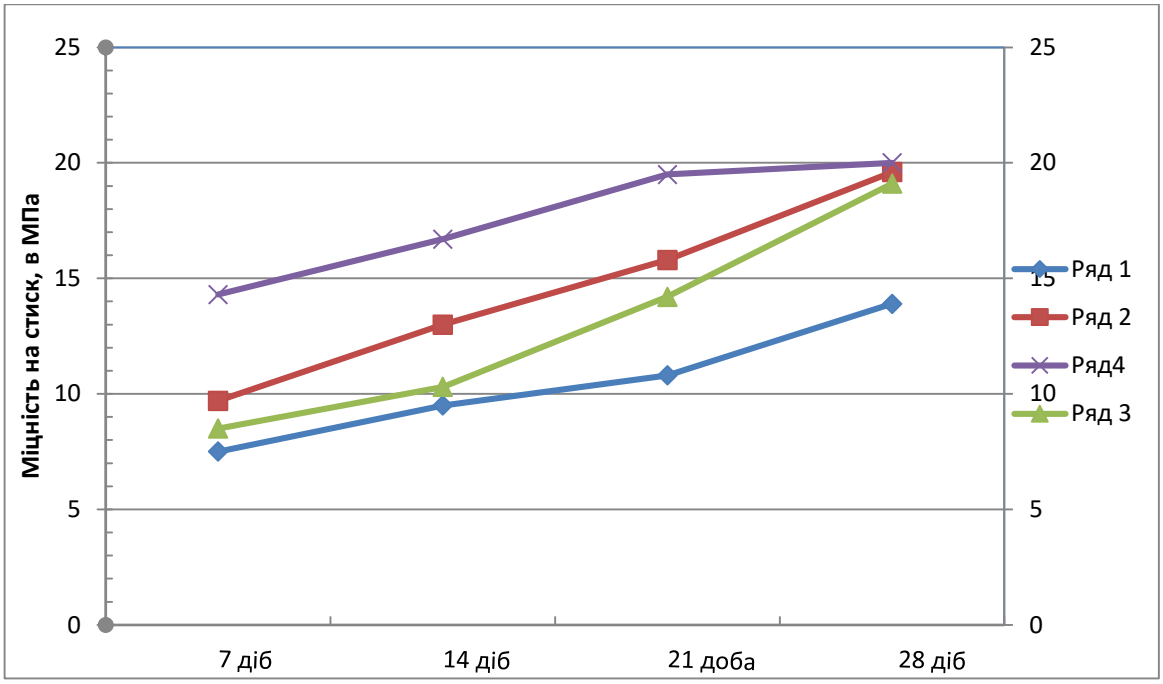

Рис. 3.10 Залежність зміни міцності від терміну витримки та кількості наповнювачів у розчині

Так як засобом підвищення довговічності цементного каменю є усунення або обмеження сили проникнення в йог внутрішню будову агресивного середовища, а також його хімічної стійкості, «гідравлічні в'яжучі» при вивченні структури системи зв'язувач води досліджено не пористість, а проникність. Це визначали методом пропускання повітря за методом ДСТУ.

В умовах експерименту в процесі гідратації дисперсійної системи «Портландцемент-РС-ПАВ-вода»

є можливість створення цементного каменю з низькою проникністю.

Це говорить про те, що агресивне середовище зменшує кількість відкритих пір, які можуть проникнути в тіло цементного каменю, і покращує стабільність цементного каменю.

Для визначення пористості поверхні був використаний мікроскоп з допомогою якого детально вивчили всі зразки кубиків по степені пористості.

Рис 3. 11. Лабораторний мікроскоп для визначення пористості бетонних кубиків.

Для всієї кількості бетонних кубиків було проведено фотографування їх поверхні з послідовною нумерацією кожного з них. Після цього поверхню кожного кубика очистили шіткою і помістили на площадку під мікроскоп.

Рис.3.12 Загальний вигляд пронумерованих бетонних кубиків.

З наведених нижче фотографій можна зробити висновок шо при збільшенні кількості наповнювачів у розчині бетону пористість зменшується, що говорить і про те що дані види бетону будуть мати кращі водовідштовхуючі властивості. Це видно з того що більшість пор на третьому і четвертому зразках закриті кристалізованим матеріалом розчину який був введений.

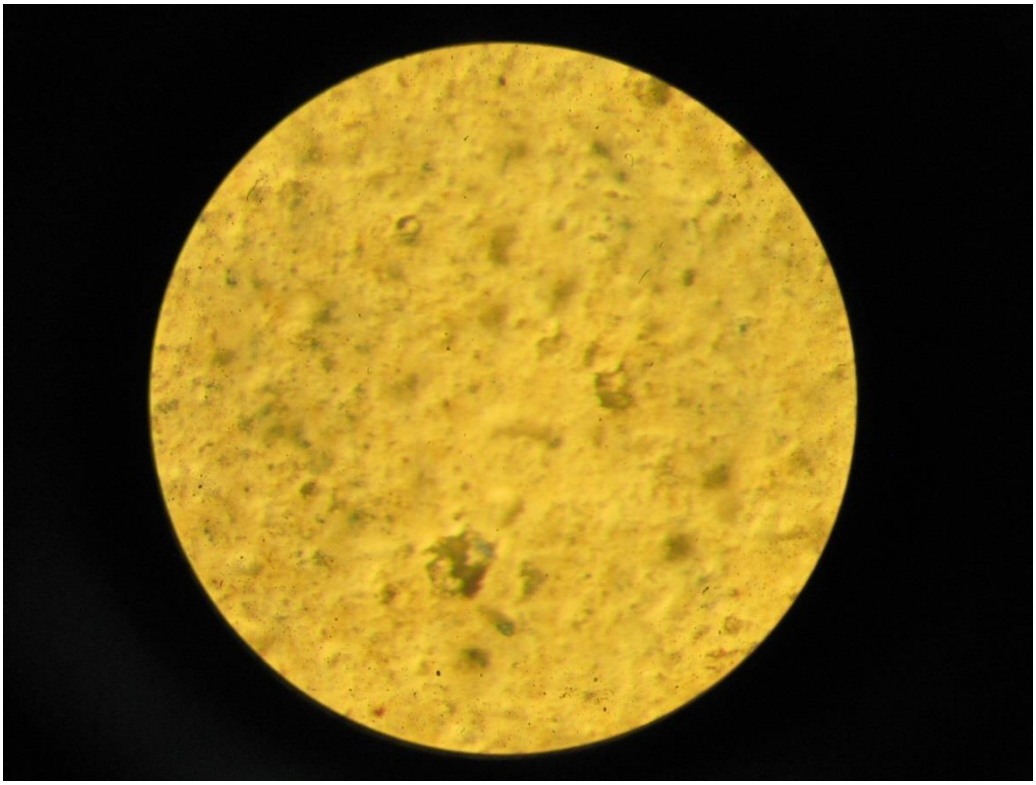

Рис.3.13. Вид першого зразка з першого ряду при семикратному збільшенні

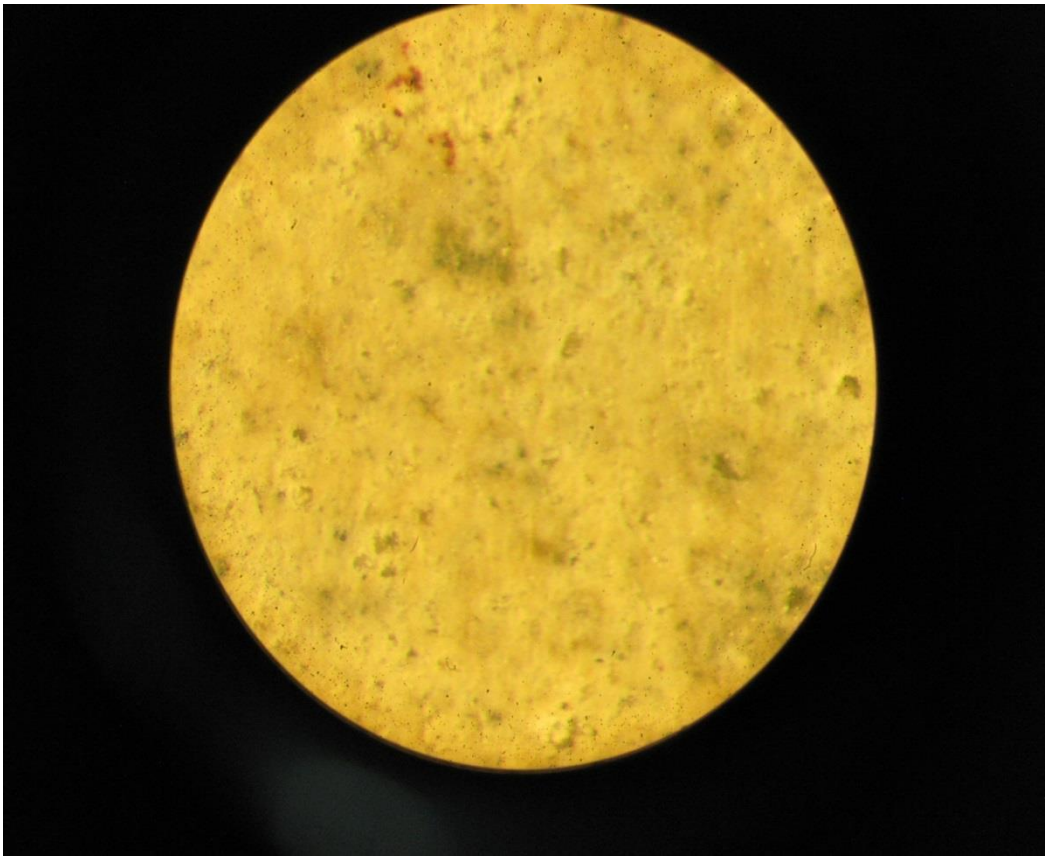

Рис.3.14 Вид одного з кубиків другого ряду при семикратному збільшенні

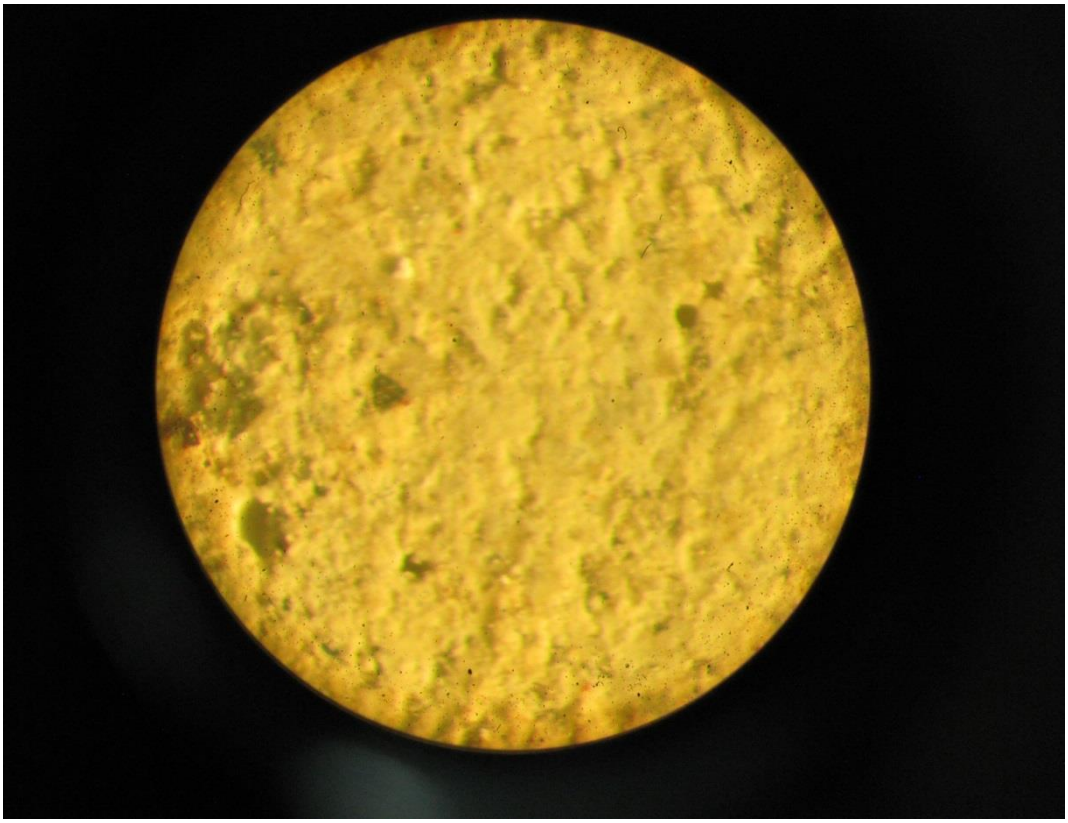

Рис.3.15 Вид одного з кубиків третього ряду при семикратному збільшенні

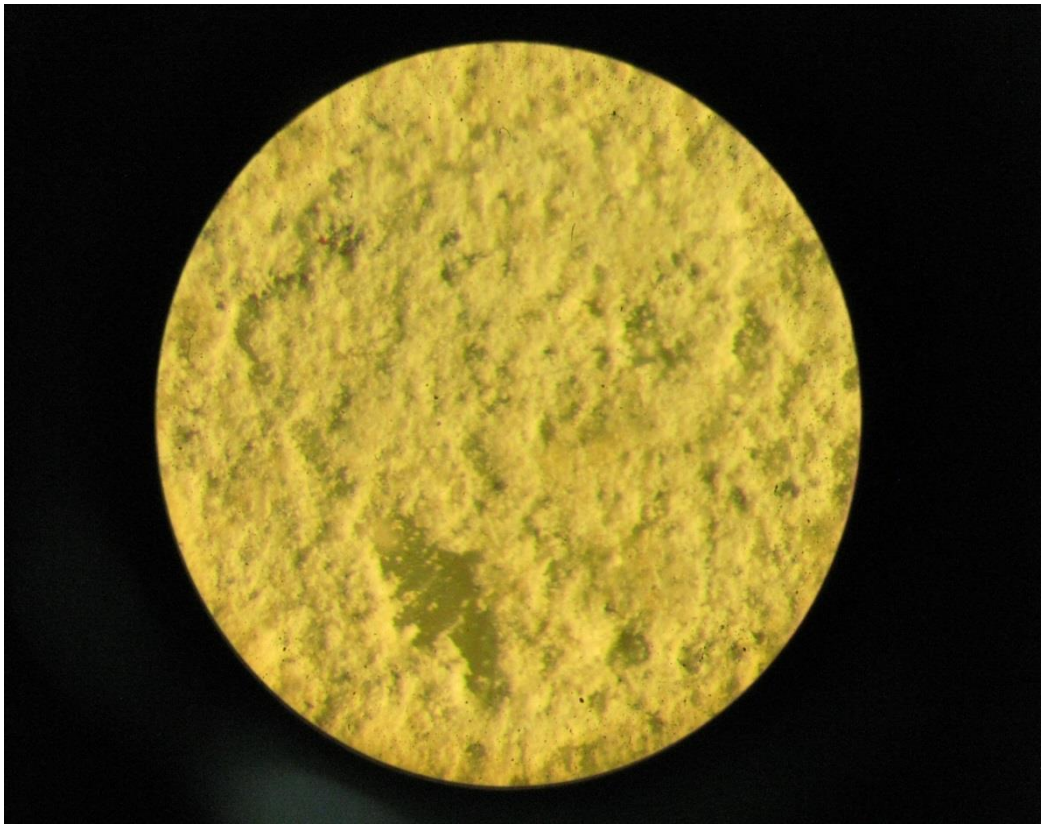

Рис 3.16 Вид одного з кубиків четвертого ряду при при семикратному збільшенні

Для повнішого дослідження проникності поверхні бетону був виготовлений пристрій для створення надлишкового тиску води під дією стиснутого повітря. Схема якого представлена нижче.

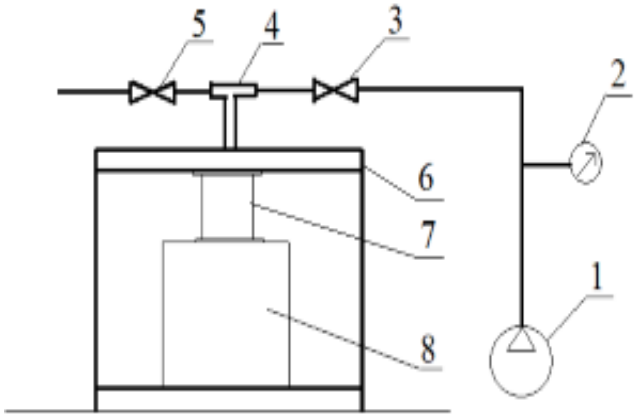

Рис.3 17 Пристрій для випробовування бетонних кубиків водопоглинанням

де: 1 –компресор; 2-манометр; 3-вхідний кран; 4 – трійник; 5-зтравний кран; 6-верхня пластина; 7-циліндр; 8- бетонний кубик.

Даний пристрій складається з двох хрестоподібних пластин одна з яких нижня а інша верхня з прикріпленим до неї повітряним патрубком. Патрубок завершується розгалуженням до якого під’єднані повітропроводи по яких подається стиснуте повітря в закритий циліндр визначеного об’єму. В цилінд який встановлений на куб заливається вода виміряна до мілілітрів і закривається верхньою хрестовиною. При’єднується трубопровід і фіксується все з допомогою чотирьох гайок які стягують весь вузол.

Рис.3.18 Експериментальна установка з кубом першого ряду

Рис.3.19 Експериментальна установка з кубом першого ряду та слідом від вологого середовища на поверхні

В ході досліджень було виявлено що кубики з першого і другого рядів швидко і повністю поглинули задану вологу з поверхні, при цьому кубики третього і четвертого рядів сповільнили процес поглинання вологи що видно на представлених нижче фотографіях.

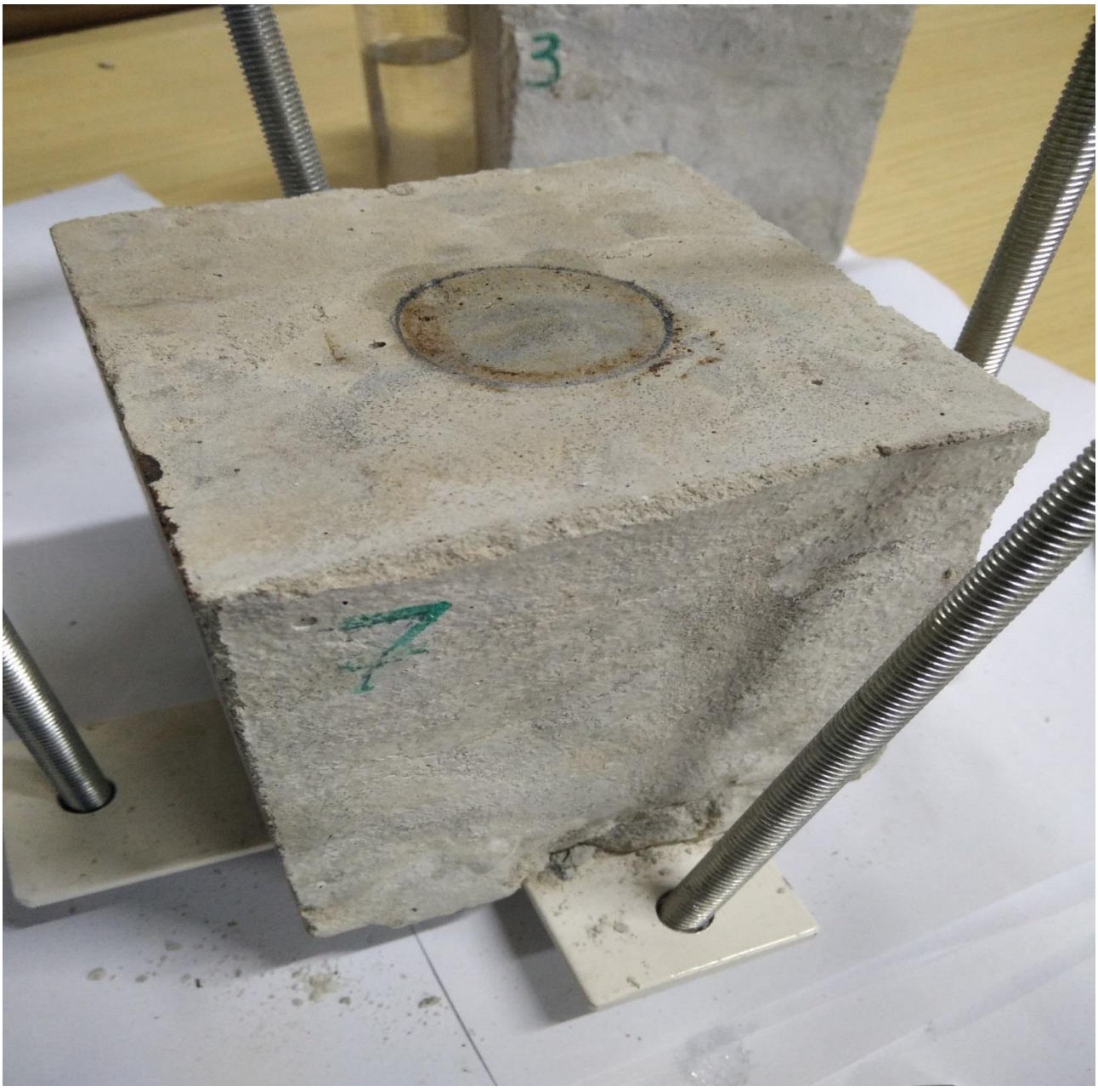

Рис 3.20 Експериментальна установка з кубом другого ряду

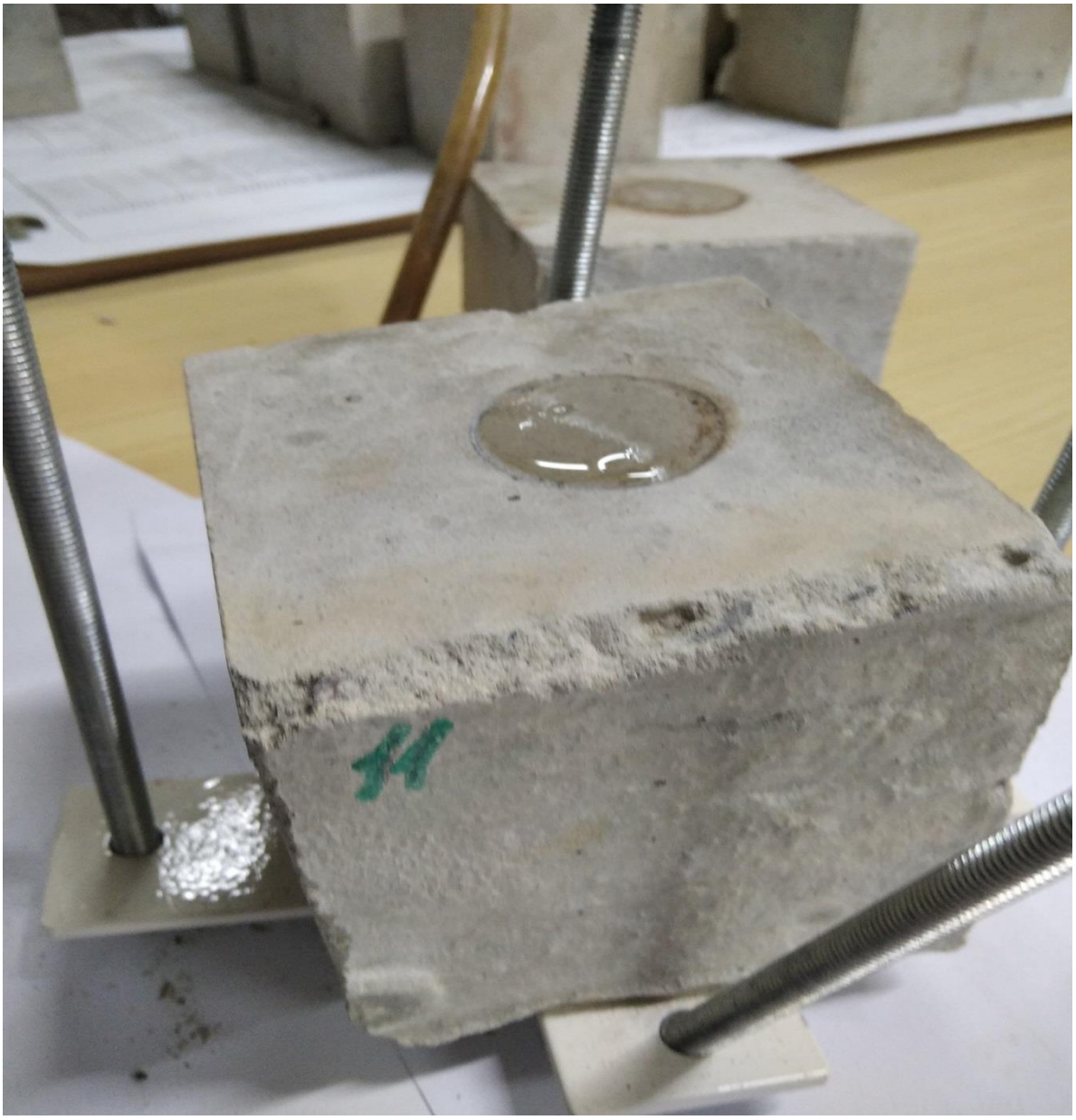

Рис.3.21 Експерименталььна установка з кубом третього ряду

Рисю3.22 Експериментальна установка з кубом четвертого ряду

З даних фотографій проведеного експерименту добре видно як впливають нами вибрані добавки на відштовхування вологи з поверхні бетонного кубика.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Законодавча база охорони праці України

В Україні діють закони, які визначають права і обов'язки її мешканців, а також організаційну структуру органів влади і промисловості. Конституція - основний закон держави - була прийнята Верховною Радою України 28 червня 1996 року. Вона декларує рівні права і свободи всім жителям держави: на вільний вибір праці, що відповідає безпечним і здоровим умовам, на відпочинок, на соціальний захист у разі втрати працездатності та у старості й деякі інші. Всі закони і нормативні документи повинні узгоджуватися, базуватися і відповідати статтям Конституції. Законодавча база охорони праці України налічує ряд законів, основними з яких є Закон України "Про охорону праці" та Кодекс законів про працю (КЗпП). До законодавчої бази також належать Закони України: "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності", "Про охорону здоров'я", Про пожежну безпеку", "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", "Про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку", "Про дорожній рух","Про загальнообов'язкове соціальне страхування зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витратами, зумовленими народженням та похованням", їх доповнюють державні міжгалузеві й галузеві нормативні акти - це стандарти, інструкції, правила, норми, положення, статути а інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання усіма установами і працівниками України. Закон "Про охорону праці", прийнятий Верховною Радою України **14** жовтня **1992** р., був переглянутий і затверджений Президентом України в новій редакції **21** листопада **2002** р. Він складається з преамбули та **9** розділів.

4.2. Характеристика об'єкту з точки зору охорони праці

Експериментальні дослідження, які є частиною магістерської роботи "Дослідження ", виконувались в аудиторії **001,** яка знаходиться в підвалі **1** навчального корпусу університету . Дослідження проводились на бетонних зразках, які необхідно було правильно розташувати, щоб забезпечити проходження обладнання, зручність і безпечність обслуговування. При проведенні експериментального дослідження мали місце роботи з небезпечними речовинами (епоксидні клеї, розчинники), при роботі з якими є небезпека попадання на шкіру, в очі, чи отруєння випарами розчинника. При проведені дослідів також застосовувалося електрообладнання (переносний прожектор, прес), що несе небезпеку ураження струмом, виниканням пожежі внаслідок короткого замикання.

4.3. Виробнича санітарія

Експериментальні дослідження проходять в окремому закритому опалювальному і провітрюваному приміщенні з наступними метеорологічними умовами.

Мікроклімат

Згідно ДСН **33.6.042-99** «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» оптимальні норми для середньої категорії робіт (III - фізичні роботи (охоплюють **види** діяльності, при яких витрати енергії становлять **291 -B49** Вт **(251** - 300 **ккал/год.).** До категорії III належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад **10** кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.): для холодного періоду року

- температура - 16 ... 18°C,
- відносна вологість повітря - 40% ... 60%,
- швидкість руху повітря - 0,3 м/с; для теплового періоду року
- температура - 18 ... 20°C,
- відносна вологість повітря - 40% ... 60%,
- швидкість руху повітря - не більше 0,4 м/с;

В зимовий час в приміщенні необхідно передбачити парове опалення, яке забезпечує достатнє і постійне нагрівання повітря в приміщенні і одночасно задовільняє вимогам по пожежо - і вибухо безпеки.

Вентиляція приміщення.

Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату та чистоти повітря робочих зон передбачено загального обмінну припливно-витяжну вентиляцію. Згідно будівельних норм і правил БНіП 2.04.05-86 приточне повітря з допомогою природної вентиляції в теплий період необхідно подавати на висоті не менше 0,3 м і не більше 1,8 м., а в холодний період - не менше 4 м від рівня підлоги, для того, щоб холодне повітря не потрапляло в зону робочих місць. Загальна площа каналів для подачі повітря через бокові вікна повинна бути не менше 20% площі освітлювальних вікон.

Освітлення приміщень лабораторій.

Одним із важливих елементів організації виробничого процесу є задовільне і раціональне освітлення виробничих зон та приміщень. Воно забезпечує необхідну зорову інформацію при виконанні робіт та для стабільного орієнтування працівників по відношенню до технологічного обладнання.

На робочих місцях штучне освітлення повинне забезпечувати :

освітленість не нижче приведених в таблиці 5.1.

Для створення необхідних умов роботи передбачено природне та штучне освітлення. Освітлення регламентується державними будівельними нормами ДБНВ.2.5-28-2000.

Таблиця **5.1**

Норми освітленості в аудиторіях

Приміщення	Робоча поверхня	Площина	Освітленість, лм	Примітка
Лабораторії будівельної механіки	Стіл	Г	300	Не нижче
	Підлога	Г	100	Не нижче

Примітка: В - вертикальна площина, Г - горизонтальна площина.

Для створення необхідних умов роботи в лабораторії передбачено робоче, загальне, штучне освітлення. Світильники розміщені рівномірно на висоті 2,7 м над рівнем підлоги. Для поверхонь де потребується більше світла передбачено переносне джерело освітлення від електромережі. Джерелом штучного

освітлення є газорозрядні лампи. За спектральним складом видимого світла встановлені люмінесцентні лампи білого кольору.

Шум та вібрація

Шумовий режим у приміщенні, де проводиться наукова діяльність не перевищує 50 дБ, що відповідає нормам ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці промислова безпека у будівництві. Шум. Загальні положення безпеки."

Для забезпечення нормованих рівнів шуму у виробничих приміщеннях та на робочих місцях застосовуються шумопоглинальні засоби, вибір яких обґрунтовується спеціальними інженерно-акустичними розрахунками.

Допустимі значення рівня звуку на робочих місцях слід приймати згідно таблиці 5.2.

Вібраційна безпека. Загальні вимоги.

Таблиця 5.2

Призначення приміщення та умови	Рівні: звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц									Рівні звуку дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання та навчання,	86	71	61	54	49	45	24	40	8	50

Основним джерелом шуму при роботі в лабораторії є прес. Гранично допустимий рівень звуку не повинен перевищувати **80** дБА. Втрата слуху настає при впливі **шуму** в діапазоні частот **3-6** МГц, а порушення розбірливості мови при 1-2 МГц. ССБТ. Для зменшення шумового навантаження до їх нормованого рівня конструкція преса встановлена на шумозахисних прокладках. Джерелом вібрації при роботі в лабораторії є прес. Систематичний плив на людину довготривалої та інтенсивної дії вібрації може стати причиною вібраційної хвороби. Щоб уникнути цього влаштовується віброізоляція. Машини з

вібраційною дією встановлені на окремі масивні фундаменти, ізоляція влаштована від підлоги по периметру пружними прокладками.

4.4. Техніка безпеки

Загальні положення:

- всі проведені інструктажі по техніці безпеки в лабораторії, підтверджуються особистими підписами, що засвоїли інструкції, осіб які проводили інструктаж в журналі інструктажу користувачів.

- для виконання робіт за дисплеєм допускаються користувачі, які знайомились з інструктажем по техніці безпеки, інструктаж по експлуатації обладнання на робочому місці, які вміють надати першу допомогу постраждалим. Інструктаж по техніці безпеки проводиться періодично не рідше 1-**х** раз рік.

- виконання правил техніки безпеки і пожежної безпеки є обов'язковим для всіх студентів, викладачів і осіб, що працюють в лабораторії. Ті, що порушили правила техніки безпеки обов'язково піддаються позачерговому інструктажу і перевірці знань.

Електробезпека

Аудиторія 001 за рівнем небезпеки ураження електрострумом належить до приміщень без підвищеної небезпеки згідно вимог правил будови електроустановок (ПБЕ). Електробезпека регламентується державним стандартом ДСТУ 7237:2011

Використовується обладнання із живленням від мережі змінного струму напругою 220 В. При роботі з таким обладнанням можливими причинами ураження електричним струмом є:

- контакт з корпусом апарата при відсутності або неполадці захисного заземлення;

- оголення проводу живлення (пошкодження ізоляції);

- контакт з поламаним обладнанням при стоянні на вологій підлозі. Основним засобом запобігання електротравмам є захист від контакту до частин

електрообладнання, які перебувають під напругою, і застосування захисного заземлення. Інші засоби захисту від ураження електричним струмом захисне вимикання, застосування малих напруг - мають обмежене застосування.

В приміщенні лабораторії є вимикач, який дає можливість знеструмити мережу лабораторії, а також автоматично вимикає струм при короткому канні чи перевантаженні мережі. Електроприлади повинні бути справними, струмопровідні частини надійно ізольованими, металеві корпуси обладнання обов’язково заземлені.

Необхідний рівень електробезпеки може бути досягнутий за допомогою комплексу взаємозв'язаних заходів, спрямованих не тільки на вдосконалення засобів захисту і підвищення надійності електрообладнання, а й ***на*** навчання працівників правилам безпечної роботи з електричними приладами підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Пожежна безпека

Будівля по своїм конструктивним характеристикам відноситься до **1**-го ступеню вогнестійкості (будинки з несучими та огороджувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів).

Сходова клітка в приміщенні призначена для евакуації людей і проведення пожежно-рятувальних робіт типу СК-1 (з природним освітленням різь засклені прорізи у зовнішніх стінах на кожному поверсі).

Дана будівля є навчальним корпусом вищого навчального закладу, відповідно в ній передбачено систему оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей **4**-го і 5-го типу.

Характеристики системи оповіщення:

-способи оповіщення:

-мовний;

-існує зв'язок зони оповіщення з диспетчерською;

спочатку оповіщення обслуговуючого персоналу, а потім усіх інших за спеціально розробленою черговістю;

повна автоматизація управління СО та можливість різних варіантів організації евакуації з кожної зони оповіщення.

При експлуатації електроприладів можливі виникнення таких аварійних ситуацій, що призводить до пожежі:

Короткі замикання;

Перевантаження;

Покращення перехідних опорів в електро контактах;

Перенапруження;

Виникнення струмів витоку.

При виникненні аварійних ситуацій відбувається різке виділення теплової енергії, яка може стати причиною виникнення пожежі.

У кожен клас об'єднані пожежі, пов'язані з горінням речовин, які мають подібні характеристики. Знання класів пожеж та їх символів необхідне для вибору ефективних для гасіння відповідних пожеж засобів та вогнегасників. Символи класів пожеж вказуються на корпусах вогнегасників.

Дії у випадку пожежі:

1.При виявленні ознак горіння (дим, запах гару), вимкнути апаратуру, знайти джерело займання і вжити заходів щодо його ліквідації, повідомити керівника робіт, не допускати в небезпечну зону сторонніх осіб.

2.Якщо є потерпілі, надавати їм першу медичну допомогу, при необхідності, викликати швидку медичну допомогу.

3.У разі виникнення пожежі викликати пожежну бригаду та приступити до гасіння її наявними засобами пожежогасіння.

4.Виконувати всі вказівки керівника робіт по ліквідації небезпеки.

4.5 Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях

На будівельному майданчику або ж на виробничій ділянці можуть виникати небезпечні ситуації, які можуть нести загрозу життю та здоров'ю робітників. Особливу увагу потрібно приділити там, де використовуються нові методи виконання робіт чи робота з новими видами матеріалів.

Магістерська робота передбачає використання наповнювачів бетону в якості щебню і піску а їх зв’язуючим буде цемент.

Щоб уникнути надзвичайних ситуацій необхідно дотримуватись техніки безпеки і створити правильну організацію праці, яка створить безпечні умови праці. Крім забезпечення організації праці і проведення техніки безпеки необхідно також знати, як поводити себе у надзвичайних ситуаціях.

При небезпечній ситуації необхідно дотримуватись наступних вимог:

1) Зупинити роботу, вимкнути напругу у колі, попередити і заборонити вхід в небезпечну зону усіх сторонніх працівників.

2) Попередити майстра.

3) Якщо в ситуації є люди, які потерпіли, необхідно надати першу медичну допомогу, викликати швидку.

Якщо ураження людини було електричним струмом, необхідно якомога швидше звільнити працівника від дії електричного струму, вимкнувши установку з джерела енергоживлення, якщо така дія неможлива - необхідно відтягнути потерпілого за одяг або ж використавши ізоляційний матеріал (гуму). У випадку, якщо у потерпілого відсутні дихання або пульс, необхідно зробити йому штучне дихання і непрямий масаж серця, перевірити зіниці. Розширені зіниці показують, що у потерпілого наявне погіршення кровообігу мозку. Необхідно терміново приступати до оживлення особи і викликати швидку.

4) Перша медична допомога при фізичному пораненні

Щоб надати першу допомогу при пораненні, що може статись при контакті зі склом, потрібно розкрити індивідуальний медичний пакет, дістати звідти стерильний матеріал (перев'язочний) і зав'язати його бинтом.

Якщо даного пакету немає під рукою, необхідно матеріал замінити тканиною - носовою хустинкою, чистим полотном тощо. На місце полотна, яке буде прикладатись на рану, необхідно накапати декілька грамів йоду, щоб одержати пляму з розміром більше за рану, тоді накласти на саму рану. Настойка з йоду особливо важлива, якщо рана є забруднена і немає можливості її промити.

5) Перша медична допомога при переломах, вивихах і ударах

Якщо потерпілий зазнав перелому кінцівок, то ті необхідно закріпити шиною, пластиною, складеною картонкою, палкою або іншим твердим матеріалом. Пошкоджену руку варто з допомогою підв'язки підвісити за шию і перебинтувати до тіла. При переломі черепа, якщо у потерпілого наявні такі симптоми - несвідомий стан, кровотеча, то необхідно зробити холодну примочку або прикласти до голови лід. Якщо є підозра на перелом хребта, то в такому випадку обов'язково потрібно покласти потерпілого на спину або живіт, необхідно стежити, щоб тіло в такому положенні не перегиналось, шоб уникнути травми спинного мозку. Якщо у потерпілого переломлені ребра, на що вказує біль при диханні, кашлі та рухах, необхідно йому перев'язати бинтом груди під час видиху.

6) Допомога при опіках

Якщо потерпілий зазнав опіків вогнем, парою чи нагрітими предметами, не можна відкривати пухирі, що утворилися чи обв'язувати рану тканиною. Якщо у потерпілого опіки першого ступеню (просто почервоніння), необхідно вражену зону обробити ватою, яка змочена етиловим спиртом. Якщо у потерпілого опіки другого ступеня (пухирі), обпечена ділянка шкіри обробляється спиртом, 3%-им розчином марганцю або 5%-им розчином таніну. Якщо у потерпілого опіки третього ступеню (руйнування шкірної тканини),то рану необхідно накрити стерильною пов'язкою та викликати лікаря.

7) Допомога при кровотечі

Щоб кровотеча зупинилась, необхідно:

- поранену кінцівку підняти доверху;

- як і у випадку з раною, накласти перев'язочний матеріал на рану (із персонального медичного пакету), передавити джгутом кінцівку (за можливості чим вище за рану), перебинтувати поранене місце з натиском;

8) Якщо на будівельному майданчику сталась пожежа, потрібно викликати пожежну частину та почати гасити її можливими засобами.

9) Дотримуватись всіх вказівок керівника.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході виконання експериментальних досліджень та проведення випробувань можна навести такі висновки:

1) Експериментально доведено, що при додаванні в розчин бетону таких хімічних речовин як силікат натрію і полівінілацетат підвищується його водо відштовхуюча властивість на 50% при цьому зменшується його міцність на 7%. Ймовірна втрата міцності пов’язана на нашу думку з слабими зв’язками в бетоні при його розведенні даними речовинами.

2) При замісі розчину спостерігається більше поглинання води і є необхідність в додаванні цементу для дотримання рецептури.

3) В ході додавання добавок спостерігається суттєве збільшення закриття пор в бетоні що спостерігається на фотографіях з під мікроскопу.

4) Проведені дослідження показали, що при встановленій концентрації додаткових розчинів і певній їх кількості покращуються суттєво властивості бетону до протистояння волозі на 52%.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови (EN 206-1:2000, NEQ)
2. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-215:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу
4. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови
5. ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Бетони. Правила контролю міцності
6. ДСТУ Б В.2.7-220:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю
7. ДСТУ Б В.2.7-17-95 Будівельні матеріали. Гравій, щебінь і пісок штучні пористі. Технічні умови
8. ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту
9. 5. Malezhyk, M.P., Pidhurs’kyi, M.I., Rudyak, Y.A., Pidhurs’kyi, I.M. & Voitovych, L.V. (2019) Investigation of the Fracture of an Orthotropic Plate with Circular Hole and Two Edge Cracks Under Pulsed Loading by the Method of Dynamic Photoelasticity. Materials Science, 55(2). P. 254-258.
10. 6. Pidgurskyi, Mykola & Rudyak, Yuri & Pidgurskyi, Ivan. (2019). Research and Modeling of Stress-Strain State and Fracture Strength of Triplexes at Temperatures 293–213K. // Lecture Notes in Mechanical Engineering SerProceedings of the 7th International Conference on Fracture Fatigue and Wear., Belgium, Ghent University, 2018. – P.135-150.
11. 7. Pidgurskyi I. Analysis of stress intensity factors obtained with the fem for surface semielliptical cracks in the zones of structural stress concentrators // Scientific Journal of TNTU. - Ternopil: TNTU, 2018. - Vol. 90. - No 2. - P. 92-104. (Index Copernicus, Google Scholar)
12. 8. Maruschak P., Degradation and cyclic crack resistance of continuous casting machine roll material under operating temperatures / P. Maruschak, D. Baran //

Iranian Journal of Science and Technology Transaction B: Engineering. - 2011. - Vol. 35. - M2. - P. 159-165.