

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	ст 3
I	РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ БЕТОНУ І ЗАЛІЗОБЕТОНУ ВІД КОРОЗІЇ.....	5
	1.1 Аналіз застосовуваних гідроізоляційних матеріалів для захисту бетонних поверхонь.....	5
	1,2 Оцінка ефективності використання гідроізоляційних матеріалів на основі цементу.....	12
	1,2,1 Тріщиностійкість тонкошарових гідроізоляційних покриттів на цементній основі та способи її підвищення.....	17
	1.2.2 Самоармування цементного каменю та підвищення його міцних характеристик.....	19
	1.2.3 Введення мікронаповнювачів для підвищення густини штучних конгломератів на цементній основі.....	22
	1.2.4 Зменшення пористості тонкошарових гідроізоляційних покриттів за рахунок синтезу додаткових кристалогідратів у цементному камені.....	25
II	РОЗДІЛ 2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	28
III	РОЗДІЛ 3 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
	3.1 Характеристика матеріалів, що застосовуються у роботі.....	29
	3.2 Методи випробувань.....	31
IV	РОЗДІЛ 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СУХОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ СУМІШІ ДЛЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ.....	36
	4.1 Оптимізація складу сухої будівельної суміші методом математичного планування експерименту.....	36
	4.2 Дослідження залежності фізичних та фізико-механічних властивостей затверділої суміші від її складу.....	42
	4.2.1 Визначення фізико-механічних властивостей отриманих оптимальних складів.....	44
V	РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЕДІЯЛЬНОСТІ.....	50
	5.1 Охорона праці при роботі з електроінструментами	50
	5.2 Класифікація електроінструмента та вимоги до нього.....	51
	5.3 Вимоги безпеки перед початком роботи.....	54
	5.5 Дії в аварійних ситуаціях.....	59
	ВИСНОВКИ.....	72
	ЛІТЕРАТУРА.....	74

ВСТУП

Застосування гідроізоляційних складів на цементній основі для реставраційних робіт, у роботах з відновлення бетонних і кам'яних конструкцій та надання їм не тільки підвищених фізико-механічних характеристик, а й спеціальних властивостей з водонепроникності, морозостійкості, корозійної стійкості, підвищеної тріщиностійкості. динамічних і статичних навантаженнях пред'являє до таких складів досить високі вимоги.

Все ширше застосування отримали вітчизняні склади, що часто випускаються у вигляді сухих сумішей. Дані склади, наприклад, широко використовують для відновлення експлуатаційних властивостей таких споруд, як пірси та доки, резервуари питного водопостачання, підземні паркінги. Крім того, їх застосовують для висушування підвальних приміщень, відновлення конструктивних елементів бетонних і кам'яних конструкцій (систем водовідведення, водоочищення, фундаментів тощо). Такі сухі суміші більш адаптовані до умов України з точки зору хімічного складу, а також за доступністю компонентів, що входять до нього, широкого і різноманіття модифікацій щодо застосування в тих чи інших умовах експлуатації.

Природа вихідних компонентів, їх співвідношення, формування певної макро-і мікроструктури в матеріалі, визначають в кінцевому підсумку експлуатаційні властивості конструкцій, відновлених і відреставрованих за допомогою гідроізоляційних складів на цементному в'язучому або застосованих як первинний захист при будівництві.

На сьогоднішній день загальновизнано, що введення мінеральних наповнювачів як самостійної складової бетонних і розчинних сумішей є одним із суттєвих резервів поліпшення їх фізико-механічних властивостей, а також підвищення економічності цементних композицій за вартістю та витратою

цементу. Однак, серед учених немає єдиної думки щодо механізму впливу мінеральних наповнювачів високого ступеня дисперсності на структуру та властивості цементного каменю та цементних бетонів.

Існує зв'язок між ефектом мікронаповнювача або з фізичним ефектом, який проявляється в тому, що частинки мікронаповнювача мають більш тонкий гранулометричний склад, ніж портландцемент, або з реакціями активних гідралічних складових.

Існують кілька точок зору про природу «ефекту мікронаповнювача» при введенні інертного наповнювача. За однією з них – запровадження тонкодисперсного наповнювача знижує пористість цементного каменю. Однак, при введенні наповнювача вище максимального значення, пористість збільшується внаслідок зниження адгезії цементного каменю до заповнювача. Однак, у роботі показано, що введення інертного мікронаповнювача в цементні суміші в кількості менше 10% при $V/C > 0,4$ практично не впливає на мікроструктуру контактної зони (крім сумішей з підвищеним водовідділенням). Для інертного мікронаповнювача оптимальним дозуванням може бути обсяг, який можна порівняти з обсягом капілярних пір і необхідний для заповнення відповідних порожнин, а також ущільнення структури.

Існує також думка, що частинки тонкодисперсних наповнювачів виконують роль центрів кристалізації, тобто. прискорюють початкову стадію хімічного затвердіння.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ БЕТОНУ І ЗАЛІЗОБЕТОНУ ВІД КОРОЗІЇ

1.1. Аналіз застосовуваних гідроізоляційних матеріалів для захисту бетонних поверхонь

Питанням довговічності будівельних конструкцій, будівель і споруд приділяють першорядну увагу, і це не випадково, т.к. за статистичним оцінкам від 15 до 75% конструкцій будівель і споруд різного призначення піддаються впливу агресивних середовищ. Крім того, за різними експертними оцінками, від 5 до 10% будівельних конструкцій щорічно виходять з ладу. З огляду на старіння основних фондів країни цей процес буде прогресувати [11].

В даний час у великих промислових центрах України, у тому числі й у м. Харкові, близько 60-70 % будівель та споруд потребує капітального ремонту через вплив на них у період експлуатації газоповітряних та рідких агресивних середовищ техногенного та природного характеру, що призводить до активних деструктивних процесів. Особливо наочно ці руйнівні процеси спостерігаються в конструкціях, що працюють в зонах змінної дії води, морозу, силових навантажень, впливу агресивних середовищ. За 6-8 років глибина корозії в цих спорудах може досягати 8-10 см, а через 25-30 років - конструкції приходять в аварійний стан. Крім того, у міру проникнення агресивного середовища в тіло конструкції, практично завжди знижуються захисні властивості бетону по відношенню до арматури, яка кородуючи, швидко знижує несучу здатність залізо-бетонних конструкцій [13].

Найбільш корозійно-уразливою складовою бетону та подібних до нього матеріалів є цементний камінь, залізобетону - сталева арматура. При цьому найбільш небезпечними для бетону та залізобетону є неорганічні рідкі середовища, в яких цементний камінь піддається хімічній та фізико-хімічній корозії. Корозія в газоподібних і твердих середовищах аналогічна корозії в

рідких середовищах, оскільки протікає в результаті розчинення газоподібних і твердих агресивних агентів у плівках конденсаційної вологи на поверхні бетону.

Відповідно до досвіду, накопиченого в результаті багаторічних досліджень, захист від корозії залізобетонних конструкцій поділено на первинну і вторинну. До методів первинного захисту відносяться всі ті заходи, які виконуються на стадії виготовлення бетону: призначення вимог щодо щільності та проникності; вибір цементу, наповнювачів; застосування мінеральних та хімічних добавок; вибір арматури та призначення товщини захисного шару бетону для арматури. Однак, цей спосіб захисту виправданий в основному для конструкцій, призначених для роботи в слабоагресивних і деяких середньоагресивних середовищах, що становить близько 30% від загального обсягу конструкцій, що працюють в агресивних середовищах. У більшості середньо-і сильноагресивних середовищ найбільш економічно виправданими є вторинні методи захисту - це поверхневий захист бетонних та залізобетонних конструкцій матеріалами, що дозволяють зберегти експлуатаційні властивості бетонних та залізобетонних конструкцій на розрахунковий термін служби будівель та споруд.

Такий підхід, безумовно, заслуговує на найсерйознішу увагу. За умови правильного вибору засобів і методів захисту, стосовно тих чи інших умов експлуатації, довговічність конструкцій може бути забезпечена, а міжремонтні терміни збільшено в 2-3 рази.

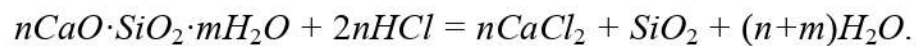
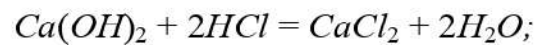
За останні 15-20 років з'явилася велика кількість нових вітчизняних та зарубіжних матеріалів, які не відображені в основній нормативній документації із захисту будівельних конструкцій від корозії. У першому наближенні нові системи захисних покриттів можна поділити на 4 групи:

- плівкові – традиційні лакофарбові матеріали;
- просочувальні полімерні системи;

- полімерні еластичні покриття;
- інтегральні капілярні системи на мінеральній основі.

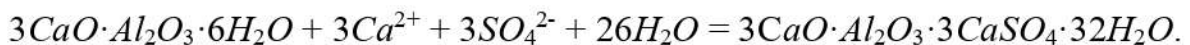
Корозія цементного каменю під впливом рідких середовищ по класифікується на три види. Корозія I виду (фізико-хімічна) - вилуговування, що полягає в розчиненні та виносі м'якими водами гідроксиду кальцію Ca(OH)_2 , а після його вичерпання - гідросилікатів кальцію. Протікає тільки при можливості фільтрації води через бетон. Показником агресивності рідкого середовища є бікарбонатна лужність - чим вона нижча (чим м'якша вода), тим агресивніше середовище.

Корозія II виду (хімічна) - кислотна, лужна, сольова, при якій в результаті взаємодії розчинених в рідкому середовищі кислот, лугів, солей з мінералами цементного каменю утворюються легкокорозинні солі, що вимиваються з бетону, наприклад,

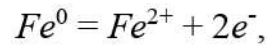


Показниками агресивності рідкого середовища є водневий показник рН, а також концентрації відповідних іонів. Чим нижче рН і вище концентрації зазначених іонів, тим агресивніше середовище.

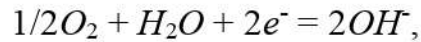
Корозія III виду - сольова (за наявності випаровуваних поверхонь), у тому числі сульфатна, при якій в результаті взаємодії розчинених в рідкому середовищі сульфатів з алюмінатами цементного каменю утворюється гідросульфоалюмінат кальцію - етtringіт, який збільшується в обсязі відносно вихідних твердих сполук приблизно в 4 рази, що призводить до виникнення в цементному камені внутрішніх напруг і його руйнування:



Корозія арматурної сталі (електрохімічна) є електрохімічним процесом, в якому на поверхні арматури відбувається анодний процес (окислення заліза):

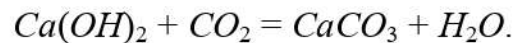


та катодний (відновлення кисню):



а в рідкій фазі бетону – електролітичний з утворенням гідроксиду заліза.

Ці реакції протікають при $pH \leq 11,8$. Поровий електроліт бетонів на портландцементі має $pH = 12-13$, тому в неушкодженому бетоні він надає пасивуючий вплив на арматурну сталь. Зниження pH і корозія арматури відбуваються за рахунок карбонізації бетону, що поширюється фронтом від поверхні вглиб і полягає у взаємодії гідроксиду кальцію (а при його вичерпанні - гідросилікатів кальцію) і вуглекислого газу повітря:



Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії здійснюють у трьох напрямках: зниження агресивності експлуатаційних середовищ, первинний захист, що полягає (для бетону) у нормуванні марки по водонепроникності та призначенні виду цементу, стійкого в даному середовищі (наприклад, сульфатостійкого - в сульфатвмісних, для залізобетонних конструкцій - у призначенні арматурної сталі, стійкою в даному середовищі, призначенні вимог по категорії тріщиностійкості, обмеження максимально допустимої ширини постійного і короткочасного розкриття тріщин, у призначенні товщини захисного шару бетону.

Вторинний захист полягає у захисті поверхні конструкцій стійкими та непроникними в цих умовах покриттями.

Вплив води на будівельні матеріали і конструкції в більшості випадків можна віднести до агресивних впливів. У зв'язку з цим принципи гідроізоляції узгоджуються з принципами антикорозійного захисту. Для первинного захисту в якості гідроізоляції використовуються безпосередньо огорожувальні конструкції з бетону відповідної водонепроникності. При

вторинному захисті виробляється додаткова (просочувальна, штукатурна, обмазувальна) гідроізоляція огорожувальних конструкцій. Первинна гідроізоляція застосовується при новому будівництві, а друга - при реконструкції та ремонті.

Одним з досить перспективних напрямів отримання бетонів підвищеної водонепроникності є застосування в'язучого розширюється або напружуючого цементів, застосування гідрофобізуючих добавок, використання полімерних і ущільнюючих добавок, комплексних добавок, що дозволяють підвищувати водонепроникність і морозостійкість бетонів. Наприклад, відносно нова протиморозна добавка - форміат натрію дозволяє наносити захисні склади на основі цементу при температурі повітря від 0 до -15 0С; добавки на основі поліалкілетиленгліколю використовуються як гідрофобізатори і розширюючі добавки, крім того, гідрофобізуючі добавки входять до складів полімерних порошоків, що редиспергуються; ефіри целюлози та полікарбоксилатні стабілізатори та пластифікатори дозволяють отримувати покриття в тонких шарах і одночасно зберігати їх високі реологічні показники, що дає можливість їх нанесення на вертикальні поверхні.

Одним з популярних способів захисту бетонних поверхонь від корозії можна назвати полімерні захисні покриття. Такі покриття можна розділити на такі види: лакофарбові, металізаційно-лакофарбові, мастики, плівкові та ін. Всі вони є тонкими непроникними покриттями товщиною до трьох міліметрів, нанесені на поверхню ізольованої конструкції. Найбільш широко застосовуються лакофарбові покриття, що становлять у більшості країн до 80% всіх захисних покриттів. Для захисних покриттів по бетонних підставах поряд зі стійкістю до агресивних середовищ дуже важливим є такий показник, як еластичність або «тріщиностійкість». Застосування тріщиностійких покриттів підвищує загальний термін служби як самого покриття, так і конструкції в агресивному середовищі і знижує потребу в ремонтних роботах.

Полімерні лакофарбові покриття можна віднести до традиційних методів захисту, які досить широко представлені в нормативній літературі [17]. Обмазувальна гідроізоляція може бути використана для матеріалів з практично будь-якою пористістю. Покриття має високу деформативність і ізолює конструкцію не тільки від води, але і від пари і газів. Сучасні матеріали на основі полімерних композитів мають високі характеристики міцності, зносостійкість, атмосферо- і хімістійкість, проте їх термін служби обмежений у часі. Як приклад нових видів захисних покриттів з більш тривалими термінами служби можна назвати кремнійорганічні та епо-сидні покриття: КО, ЗАС-1 та ЗАС-3, ЗПСН та ЗПСН-6, а також ЗС-3 [29] та ЗС-3М УкрДАЖД, де термін їхньої служби збільшено до 15-20 років. Досить добре в даний час вивчені та зарекомендували себе захисні покриття на основі поліізоціанатів та поліуретанів. Ці матеріали призначені для захисту метрополітенів, автостоянок, градирень. Для отримання поліуретанових захисних покриттів використовуються одно- та двокомпонентні склади. Однак завжди виявлялося, що для двокомпонентних складів в результаті небажаних реакцій внаслідок порушення порядку розташування молекул на поверхнях, проявляються ефекти омилення. Тому доцільно, особливо якщо йдеться про ущільнення, застосовувати однокомпонентні поліуретани, які реагують з вологою основи і, внаслідок відщеплення вуглекислоти, утворюють стабільну піну. Ущільнююча дія таких поліуретанів дуже висока, особливо на вологих об'єктах, завдяки збільшенню обсягу. Крім того, така технологія є економічною [81, 19]. Захисні склади на основі ізоціанатів та епоксидованого поліпропілену або поліуретану під фірмовими марками Силор, УТК-М, розроблені науково-інженерним центром «Адгезив» у м. Київ Києві, сертифіковані та з успіхом застосовуються на будівництвах не лише України. Для підземних масивних бетонних конструкцій успішно застосовується водна дисперсія сополімерів ВХВД-65, [19].

Однак, слід зазначити, що переробка полімерів, як правило, шкідливе для навколишнього середовища та здоров'я людини виробництво, крім того, полімерні композиції мають високу вартість через зростаючу вартість газу і нафти, що обмежує їх застосування для ізоляційних і відновлювальних робіт по бетону та залізобетону [19, 33,].

До найвідоміших проявів дефектів та пошкоджень у конструкціях з бетону відносяться нещільні шви бетонування (холодні шви), раковини, порожнечі, тріщини. Такі пошкодження досить просто усуваються за допомогою ін'єкції (просочення). Також даний метод може успішно застосовуватися і при вираженому капілярному підсмоктуванні пористих будівельних матеріалів, наприклад, проти підйому вологи в конструкціях, що захищають. Тому при такому способі ущільнення має бути досягнуто також і механічне з'єднання дефектних ділянок в єдиний моноліт конструкції, що не завжди можливо виконати в конструкціях, що експлуатуються.

Поряд з розчинами рідкого скла, що викликають набухання, і солями кремнефторістоводневої кислоти при різних способах ін'єкції або просочення використовуються переважно двокомпонентні рідкі пластичні маси, розчини високополімерних і кремнійорганічних сполук. Чисті розчини рідкого скла придатні для зміцнення пористих розчинів [16]. Ефективність органосилікатних композицій для поверхневої обробки бетону з глибиною просочення до 27 мм досягається за рахунок розробки складів зниженої в'язкості $1,5 \cdot 10^{-3}$ Па*с. Обробка поверхні бетону такими складами дозволяє зменшити водопоглинення у 2-2,5 рази [11].

Епоксидні смоли відіграють сьогодні, безперечно, домінуючу роль, оскільки за їх допомогою можна досягти як ущільнення пористої структури матеріалу конструкції, так і високого ступеня зчеплення з ним. Високі значення механічної міцності, адгезійної міцності з сухою і вологою мінеральною основою, а також зручність в обігу виявилися вирішальними в тому, що саме ця група матеріалів знаходить все більше застосування.

Привертає увагу той факт, що навіть при неповному закритті тріщини епоксидним складом, можна забезпечити високі показники міцності [28].

1.2. Оцінка ефективності використання гідроізоляційних матеріалів на основі цементу

Захист фасадних поверхонь, гідроізоляція підвальних приміщень, внутрішніх перекритій будівель та споруд мають велике значення для забезпечення довговічності конструкції в цілому та виконується в основному цементно-піщаними розчинами. Для підвищення адгезійної міцності, щільності та міцності до складу цементно-піщаних розчинів вводять полівінілацетатну дисперсію ПВАД. Однак ці склади не застосовуються як гідроізоляційні, хоча й мають підвищені показники якості: межа міцності при стисканні – 15...20 МПа, адгезійна міцність – 0,5...1,0 МПа, морозостійкість – не менше 50 циклів. Захисні склади зазвичай не мають декоративних якостей. Готовий розчин, що відрізняється високою пластичною, дозволяє заповнювати тріщини до 6 мм. Основу необхідно очищати від пилу та інших забруднень [16]. Сучасні захисні склади (розчини) бувають сухими або мокрими і виготовляються в заводських умовах у вигляді сухих сумішей. Для захисту від атмосферних впливів стін будівель, складених з цегли, бетону і залізобетону застосовують такі матеріали: вапняно-цементні, цементні або змішані розчини під фарбування вододисперсійними складами або оштукатурювання декоративно-захисними складами, в які входять сучасні гідрофобізуючі добавки цементних складів [15].

Склади захисних штукатурних розчинів визначають з урахуванням їх призначення та умов експлуатації будівель. Рухливість штукатурних розчинів і гранична крупність дрібного заповнювача, що застосовується, для кожного шару різні. Для збільшення рухливості розчинів вводять гідрофобно-пластифікуючі добавки, а надання реологічних властивостей вводять

спеціальні водоутримуючі добавки на основі ефірів целюлози. Такі добавки також підвищують міцність адгезійних захисних складів, стійкість до зсуву, що дуже важливо при нанесенні на вертикальні поверхні [28]. Декоративні (оздоблювальні) розчини виготовляють на білому, кольоровому та звичайному портландцементях. Заповнювачем служить чистий кварцовий пісок або дроблені піски з білого вапняку, мармуру і т.п. Наприклад, фізико-механічні характеристики затверділих сумішей серії «Емако» складають: міцність при стисканні 80 МПа, міцність при згинанні 8,5 МПа, розширення 900 мкм/м, зчеплення з бетоном 6 МПа, морозостійкість 300 циклів [29]. При зменшенні лужності цементного каменю внаслідок його карбонізації значно прискорюється хімічне руйнування бетону, особливо в зоні тріщин. Якщо мікротріщини і тріщини усадки товщиною приблизно до 0,1 мм вважаються, як правило, безпечними, оскільки такі тріщини в здоровому бетоні і при достатній вологості «самозатягуються», то ширші тріщини, особливо наскрізні, слід міцно закривати способом ін'єкції. Великий досвід виробництва захисних складів для штукатурних робіт накопичений фірмою KNAUF. З 1999 року фірма KNAUF пропонує на український ринок нові штукатурні суміші "Зокель-путц УП 310", "Унтерпутц УП 210" та універсальну штукатурну суміш М 150, які виробляються на основі цементного в'язучого зі спеціальними добавками, що забезпечують тонкий шар високу водоутримуючу здатність. Вони призначені як для ручного, так і механізованого оштукатурювання, мають підвищену міцність і призначені для оштукатурювання цокольних поверхів, зовнішніх і внутрішніх стін підвалів, особливо в місцях з підвищеною вологістю. Завдяки застосуванню хімічних добавок підвищується міцність зчеплення із основою (перевищує 1,0 МПа).

У загальному обсязі будівельних робіт нині значний обсяг займає ремонт та реконструкція старих будівель, у тому числі цегляних. У цегляній кладці старих будівель внаслідок або відсутності або руйнування відсічної гідроізоляції за рахунок капілярного всмоктування відбувається накопичення

вологи. Це призводить до зниження морозостійкості матеріалу стін, а також біокорозії.

Солі, що у воді, утворюють висоли лежить на поверхні, які перешкоджають утриманню ремонтних складів. Нанесення штукатурки на такі поверхні тягне за собою відшаровування останньої або подальше руйнування цегли під штукатурним шаром. У світовій практиці існує кілька видів сануючих систем та гідроізоляції.

Система санації старих будівель призначена для комплексного відновлення фасадів будівель та захисту від зволоження. Існують склади для закачування у стіни з метою відновлення міцнісних та гідроізоляційних показників матеріалу стіни. Крім цього використовується три види спеціальних сухих сумішей: обрызговий склад, ґрунтовочна протисольова саніруюча штукатурка, накривальний гідрофобізуючий склад. Перший етап робіт полягає в очищенні фасаду від старої пошкодженої штукатурки, відшаровуються частин матеріалу стін, викарбування швів на глибину 20 мм для подальшого нанесення обрызкового високоадгезійного шару.

Обрызговий склад призначений для отримання рівномірного закріплюючого шару, що забезпечує зчеплення з основою. Залежно від умов застосування, він повинен мати достатню солестійкість. Його зазвичай наносять по всій поверхні у вигляді сітки, покриваючи не менше 70 % площі товщиною 5 мм.

Протисольовий штукатурний склад є таким, що вирівнює. Його основне призначення – запобігати пропусканню солей. Штукатурка наноситься на попередньо зволожений обрызговий склад в один шар товщиною не менше 20 мм з подальшою грубою обробкою поверхні. У теплу погоду зволоження складу після нанесення слід проводити кілька разів.

Для остаточного формування саніруючого пирога на штукатурний склад необхідно наносити гідрофобізаційний накривальний склад, який

характеризується високою паропроникністю, незначним капілярним водопоглинанням і відмінною адгезією з основою. Цей шар забезпечує проникнення водяної пари з внутрішніх шарів стіни в атмосферу. Після затвердіння протягом 30-40 хв. шар вирівнюється і затирається повстю при змочуванні поверхні водою. Оброблену поверхню можна фарбувати паропроникними фарбами на силікатній або латексній основі. У такий спосіб можна відновлювати та встановлювати, як первинний, так і вторинний захист будівельних конструкцій.

Однак, усі наведені вище склади мають вузьку спрямованість у застосуванні та для повного захисту конструкції необхідно наносити кілька видів шарів різними технологічними прийомами.

Вищезазначених недоліків немає інтегральні капілярні системи на мінеральній основі (проникаюча гідроізоляція). Принцип дії проникаючої гідроізоляції заснований на проникненні в бетон хімічно активних елементів по капілярах і порах, з подальшим хімічним взаємодією з вільним вапном і осадженням на поверхні пір. Результатом цього є звуження просвіту капіляра (або мікротріщин) і, відповідно, зростання гідроізоляційних властивостей бетону (водонепроникності). Одночасно штукатурка утворює на поверхні бетону міцне покриття товщиною 2-3 мм, що захищає бетон і перешкоджає вимиванню активних речовин навіть при значному натиску води. У процесі експлуатації конструкції при виникненні нового контакту з молекулами води реакція відновлюється, і процес ущільнення матеріалу розвивається в глибину. Так само відбувається і "самозалікування" мікротріщин. Матеріали, на основі неорганічних в'язучих, що виробляються у вигляді сухих сумішей проникаючої дії, використовуються на підставах та підкладках з розвиненою капілярною пористістю (бетон, залізобетон, цегляна кладка та ін.). До таких захисних матеріалів вітчизняного виробництва належать: Кальматрон, Кальмофлекс, Акватрон, Гідротекс, Віатрон. Аналогами даним матеріалам у зарубіжній практиці є Пенетрон, Ксайпекс. При товщині таких покриттів до 5

мм забезпечено надійний захист бетону конструкцій у ряді агресивних середовищ. Механізм їх дії дозволяє створити проміжний буферний шар між підкладкою та покриттям, регулювати температурно-вологісні та усадкові деформації шарів, що призводить до зниження концентрації напруг у конкретній зоні виробів як у процесі їх виготовлення, так і в процесі експлуатації [5,26]. Суть дії таких матеріалів зводиться до естафети реакцій: проникнення в матричний бетон, розчинення в ньому всього, що піддається розчиненню, розподілу розчину у вільному обсязі тіла бетону та затвердінню єдиним монолітом, властивості якого подібні до реологічних властивостей матричного матеріалу.

Найбільш важливою властивістю захисних складів проникаючої дії є регенерація старих бетонів, що обумовлює їх ефективність при виконанні ремонтних і гідроізоляційних робіт, де повністю виключається необхідність у зачищенні та висушуванні бетонних і кам'яних підкладок, що захищаються.

Порівняльна характеристика деяких матеріалів проникаючої гідроізоляції представлена табл. 1.1. Всі вони включають цемент, пісок і хімічно активну частину (ХАЧ). Їх відсотковий вміст, а також вид в'язучого, модуль крупності піску, склад і пропорції набору хімічних речовин ХАЧ дають можливість створення широкої гами матеріалів, застосування яких переважно для тих чи інших умов.

Таблиця 1.1 Порівняльна таблиця технічних характеристик герметиків проникаючої дії

№ п/п	Найменування	Од. ізм	Кальматрон	Ксайпекс	Акватрон-6	Рекаверон	Гидротэкс-В	Осмосил	Пенетрон
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Колір		Сірий	Сірий	Сірий	Сірий з частинками	Темно-сірий	Сірий	Сірий у рідини

						від білого до темно-сірого			прозорий
2.	Щільність: - насипна - у розчині - захисного шару	г/ см ³			1,4 2,3	1,5 1,9		- 2,1	2,4 0,95
3	Марка з водонепроникності		W 12-15	W8-10	W4	W-6	W-12	W-10	W-8
4	Водоутримуюча здатність	%	97	95	92	94	95	95	94
5	Марка з морозостійкості		400	-	100	Більше 50	200	-	100
6	Глибина проникнення	см	До 15	-	До 5	-	-	-	До 50
7	Кислотність середовища застосування	pH	3-11	-	3-11	-	3-11	-	3-11
8	Рухливість свіжоприготовленого розчину, ОК	см	Нема даних	11	Нема даних	6-9	Нема даних		
9	Витрата	кг/ м ²	0,5-3,5	1,6-4,5	0,8-7,5	от 1,5	2-3	3,0	1,6

1.2.1. Тріщиностійкість тонкошарових гідроізоляційних покриттів на цементній основі та способи її підвищення

На тріщиностійкість і довговічність захисних (гідроізоляційних) штукатурних складів істотно впливає напружений стан конструкції, що виникає при виникненні усадкових деформацій. Тріщини при пластичній усадці виникають у тому випадку, коли рівень випаровування води з покриття перевищує рівень виділення води з бетонної основи. У такому разі зменшення об'єму шару захисного покриття призводить до утворення пластичних тріщин. Більш стійкими до цього виду впливу є такі мінеральні покриття, які містять у своєму складі мікрволокнисті наповнювачі, наприклад, мікропропілен [26].

Дослідження російських учених показали, що зниження усадкових деформацій в цементних сумішах, наповнених мікрволокнами, залежить від їх розмірів, співвідношення довжини і діаметра. Довжина волокон, що забезпечують максимальне зниження усадкових деформацій, в 1000 разів перевищує їх діаметр і діаметр частинок. поверхні волокон розташовуються зернисті частки твердої фази, причому першими до протяжних поверхонь (поверхня волокна) розділу фаз спрямовуються найбільш дрібні з них, тому що їх енергетичний стан регулюється об'ємною концентрацією рідкої фази. геометричними розмірами та кількістю фібри. волокон найчастіше застосовують продукцію таких марок як Technocel або Ricem. Крім того, введений до складу додатково в незначній кількості до 0,02 мас Esaron 1214 збільшує пластичність захисного покриття, що наноситься, зменшує усадкові деформації і сприяє поліпшенню паропроникності та підвищення морозостійкості.

Відомо, що цементний камінь акумулює потенційну енергію пружної деформації. При усадці таких тонкошарових композицій, як гідроізоляція, накопичена пружна деформація досягає таких меж, що викликає появу тріщин. При цьому на тріщиностійкість цементних композицій впливає найбільше такі два параметри, як міцність при розтягуванні σ_p і усадка ε нанесеного композиту, а також значення стандартної ентальпії речовин ΔH^0_{298} , кДж/моль, що утворюються в цементному камені тонкошарової композиції, оскільки енергія тріщини, взаємопов'язана з тепломісткістю компонентів, що формують фази матеріалу. В результаті досліджень [16, 20], авторами на прикладі оксиду заліза Fe_2O_3 показано, що введення оксидів металів, у яких величина $\Delta H^0_{298} > 240$ кДж/моль, здатне підвищити тріщиностійкість тонкошарових цементних покриттів за параметрами співвідношення міцності при розтягуванні 39,4% та співвідношення міцності при розтягуванні до усадки до 567%.

Однак слід зазначити, що всі ці склади мають один дуже суттєвий недолік. При збільшенні навантажень, вібрації та інших несприятливих

факторів сила зчеплення захисних штукатурних складів знижується, що призводить до утворення відшарування штукатурних шарів. Якщо складова таких відшарувань становить понад 20 % від загальної площі покриття, то штукатурний шар необхідно повністю замінювати [27].

1.2.2. Самоармування цементного каменю та підвищення його міцних характеристик

Найважливішими завданнями для створення оптимальної структури цементного каменю в залежності від поставлених завдань із застосування штучного каміння є: підвищення його міцності при розтягуванні, регулювання розширення і усадки при твердінні, підвищення тріщиностійкості. Деякі з мінералів цементного каменю утворюють ниткоподібні та голчасті кристали, міцність яких у десятки та сотні разів перевищувала міцність на розтягування цементного каменю та наближалася до міцності азбестових мінералів. Ці дослідження дозволили сформулювати теоретичні основи самоармування цементного каменю ниткоподібними кристалами гідратних новоутворень. Ниткоподібні кристали можна ввести в в'язуче і механічно, які також будуть надавати цементному каменю підвищену міцність при розтягуванні та згинанні, ударну міцність і тріщиностійкість. Однак не завжди вдається здійснити технологічні прийоми щодо введення мікроармують ниток у в'язку системи. Інтерес до проблеми самоармування викликаний ще й тим, що вирощуючи ниткоподібні кристали в самому камені, можна формувати його структуру спрямовано.

Під час розчинення та твердіння цементних композицій цементний камінь складається з непрогідратованих клінкерних мінералів (C_2S та ін), гелеподібних продуктів гідратації (гідросилікатного гелю, $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$ та ін.) та кристалічних новоутворень ($Ca(OH)_2$, C_3AH_6 , $C_2SH(A)$ та ін), кількість яких зростає в міру збільшення терміну твердіння в'язучого. Розміри кристалів гідросульфоалюмінатів гідроалюмінатів не перевищують кілька

мікрометрів, проте при створенні певних умов можуть утворюватися досить великі волокнисті кристали гідросульфоалюмінатів, гідросилікатів та інших комплексних солей кальцію. Такі кристали можуть розташовуватися як спрямовано, так і хаотично, утворюючи при цьому повсті структури [28]. Самоармування зустрічається також у природних процесах мінералоутворення, прикладом яких можуть бути голки рутила TiO_2 у кристалах кварцу, рубіну, сапфіру, топазу. Міцність каменю на розтяг при цьому збільшилася вдвічі. Каталізатором спрямованого зростання кристалів при цьому є теплове градієнтне поле, яке створює спрямований рух іонів. Таким чином, температурний градієнт тісно пов'язаний з концентраційним градієнтом, так як розчинність компонентів цементу різко підвищується при підвищенні температури і, отже, утворює пересичений розчин, який створює спрямований потік у бік меншої концентрації, сприяючи пересиченню та зростанню додаткових кристалогідратів по всьому об'єму, орієнтованих напрямком руху іонів з вирівнювання концентрації.

Крім температурного градієнта можна використовувати й інші каталізатори росту додаткових ниткоподібних кристалогідратів, наприклад, луг (NaOH), що підвищує розчинність кремнезему, при цьому необхідно дотримуватися умов існування градієнта її концентрації по довжині зразка для спрямованого переміщення іонів $[SiO_4]^{4-}$. Приклади в'язучих матеріалів, що самоармуються, наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 Підвищення міцності штучного каменю шляхом самоармування

Склад в'язучого,	Приєм створення мікроармування,	Армують кристали	Міцність при розтягуванні, МПа
Вапняно-кремнеземисте в'язуче $CaO/SiO_2 = 1$	нема	нема	4
	Градієнтне теплове поле за температури 185 °С	тоберморит	16
	Градієнтне теплове поле за температури 350 °С	ксонотліт	20

Вапняно-кремнеземисте в'язуче $\text{CaO/SiO}_2 = 0,3$	нема	нема	4
	Добавка 0,013 мас. % NaOH викликає спрямовану кристалізацію в тоберморитовому гелі волокнистих кристалів гідросилікатів кальцію з ланцюжковими та стрічковими кремнекисневими аніонами	тоберморит	15

При дослідженні мікроструктури самоармованого штучного камення, отриманого в результаті твердіння в'язучих різних складів, було зазначено, що на електронних знімках спостерігаються як спрямовано армовані структури, так і сплутано-волокнисті, представлені на рис. 1.1-1.4 [24, 28].

Чим більша об'ємна частка ниткоподібних кристалів у цементному камені, тим вища його міцність при розтягуванні. Але так як кристали синтезуються за рахунок матриці, то збільшення їх кількості може призвести в результаті до підвищення пористості, а значить зменшенню щільності. (Табл. 1.3).

Таблиця 1.3 Вплив кількості ниткоподібних кристалів $\text{C}_6\text{S}_2\text{H}_3$ на міцність цементного каменю

Кількість кристалів $\text{C}_6\text{S}_2\text{H}_3$, об%	Міцність на розтяг, МПа	Кількість кристалів $\text{C}_6\text{S}_2\text{H}_3$, об%	Міцність на розтяг, МПа	Кількість Кристалів $\text{C}_6\text{S}_2\text{H}_3$, об%	Міцність на розтяг, МПа
0	6,0	3	18,5	10	18,5
1	18,0	5	19,0	20	18,2



Рис. 1.1. Зміна міцності цементного каменю від об'ємного вмісту ниткоподібних кристалів

З даних табл. 1.3 та рис. 1.1 видно, що введення кристалів гідросилікатів кальцію в кількості до 5% дозволяє підвищити міцність розтягування цементного каменю на 300%, подальше збільшення об'ємної концентрації кристалів $C_6S_2H_3$ призводить до деякого зниження міцності.

Таким чином, цементний камінь можна представити як композиційний матеріал, матрицею якого виступають гелеподібні, субмікрокристалічні продукти гідратації, а як зміцнюючу армуючу добавку є орієнтовані або сплутано-волокнисті ниткоподібні (довжина/діаметр ≥ 100) і голчасті кристали.

1.2.3. Введення мікронаповнювачів для підвищення густини штучних конгломератів на цементній основі

Вивченню впливу на структуру та властивості цементного каменю та бетону мікродисперсних добавок присвячено велику кількість робіт у нашій країні та за кордоном. Сьогодні загально визнано, що введення мінеральних наповнювачів як самостійна складова бетонних і розчинних сумішей є одним з істотних факторів зниження вартості цементних композицій. Однак серед учених досі точаться дискусії щодо механізму впливу мінеральних наповнювачів високої дисперсності на структуру та властивості цементного каменю. Відомо, що гідравлічно активні мікронаповнювачі підвищують щільність структури цементного каменю. На думку авторів [15,17] це

відбувається в період зростання структурної міцності системи та зв'язування портландиту $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і високоосновних гідросилікатів кальцію $\text{CSH}(\text{II})$ додатковими низькоосновними більш стійкими дрібнокристалічними $\text{CSH}(\text{I})$, що веде до утворенню додаткових фазових контактів і отже щільності та міцності всієї структури в цілому.

Підвищення міцності цементного каменю спостерігається при введенні інертних мікронаповнювачів. Як мінеральні мікронаповнювачі використовують побічні продукти різних виробництв. До таких продуктів відносяться металургійні шлаки, золи теплових електростанцій, відходи виробництва феросиліцію, при цьому розміри частинок повинні бути менше 0,16 мм.

Якщо мікронаповнювач вводиться до складу бетону як фракція, яка має менший, ніж у цементу, розмір частинок, зниження пористості відбувається за рахунок заповнення простору між цементними зернами мікронаповнювачем. Ефект заповнення порожнин є фізичним фактором і спостерігається незалежно від гідралічної активності ультрадисперсного матеріалу. При збільшенні дозування мікронаповнювача більше об'єму пір може спостерігатися, на думку авторів [28], зниження міцності цементного каменю за рахунок зменшення площі контактів зрощення. Дослідження деяких авторів показують, що тонкодисперсні інертні наповнювачі виконують роль центрів кристалізації, прискорюючи процеси твердіння цементу і набору міцності. Вважається, що лише через 24 години після початку гідратації на поверхні частинок відбувається хемосорбція іонів: OH^- , Ca^{2+} , K^+ , Na^+ з рідкої фази, що перешкоджає кристалізації етtringіту, а лише через 72 години починається пуцоланова реакція. Збільшення вмісту води в таких композиціях полегшує переміщення іонів Ca^{2+} і OH^- до поверхні частинок мікрокремнезему, що призводить до інтенсифікації процесу утворення та зростання кристалів $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Поверхнева активність мікронаповнювачів пов'язана з їх природою та ступенем дисперсності. У зв'язку з цим та його роль формуванні структури то, можливо різної. Тобто мікронаповнювачі можуть бути активними центрами та утворювати кластери «в'яжуче-наповнювач» ($F_f/F_c > 1$), або власні кластери ($F_f/F_c < 1$), де F_f та F_c - поверхнева активність частинок мікронаповнювача та цементу.

На основі проведених досліджень зазначається, що в контактній зоні між заповнювачами та цементним каменем, концентрація гідроксиду кальцію більша, ніж у камені, що призводить, на думку авторів до утворення мікротріщин, тобто є найбільш слабкою ланкою в бетоні та впливає на його показники міцності. У присутності тонкодисперсних наповнювачів відбувається зміцнення контактної зони між цементним каменем та заповнювачем у бетонах. Причому введення інертних мікронаповнювачів у кількості менше 10% практично не впливають на мікроструктуру контактної зони (крім сумішей із підвищеним водовідділенням) [33]. При введенні пуцоланових мікронаповнювачів значно зменшується пористість контактної зони за рахунок різкого зниження загального вмісту $\text{Ca}(\text{OH})_2$. А підвищений вміст $\text{CSH}(1)$ у контактній зоні позитивно впливає на її мікроструктуру. Наприклад, при отриманні високоміцного самоущільнюваного бетону введення 20 кг активного кремнезему замінює 60 кг цементу і забезпечує еквівалентну міцність, а на ранніх стадіях також тріщиностійкість і водостійкість бетону (рис. 1.2).

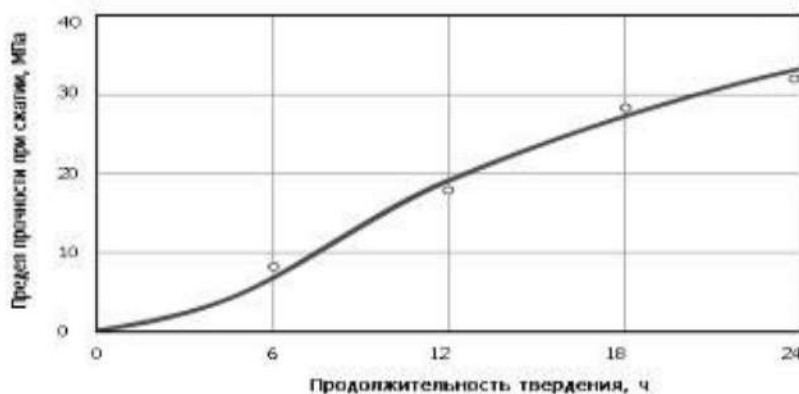


Рис. 1.2. Кінетика зростання міцності бетону, що самоущільнюється, в початкові терміни твердіння

1.2.4. Зменшення пористості тонкошарових гідроізоляційних покриттів за рахунок синтезу додаткових кристалогідратів у цементному камені.

Великий інтерес у всьому обсязі вироблених гідроізоляційних матеріалів на цементній основі представляють так звані інтегральні капілярні системи (проникаюча гідроізоляція). Вперше ідея проникаючої гідроізоляції народилася в Данії, на початку 1950-х років, і фірмою YANDEX було отримано перший однойменний матеріал. На базі цієї розробки з'явилися в різних країнах пенетруючі системи під назвами ХУРЕХ (КАНАДА), PENETRON (США), DRIZORO (Іспанія), Кальматрон, Кальмафлекс, Акватрон. Після відкриття кордонів почалися дослідження й у нашій країні. Ці матеріали, являють собою сухі суміші, що складаються з цементів, кварцового піску, певного гранулометричного складу і так званої хімічно активної частини (ХАЧ) і дозволяють забезпечити міграцію розчинених компонентів у пори бетону і цементного каменю з наступним синтезом кристалогідратів, які осідають і ростуть на стінках пор і капілярів, у вигляді мікрокристалічних. Результатом цього є звуження просвіту капіляра або мікротріщин, і відповідно, поліпшення гідрофізичних властивостей бетону. На рис. 1.3 показана мікротріщина цементного каменю, в якій спостерігаються голчасті кристали етрінгіту, що проростають у вільному просторі, мікротріщини.

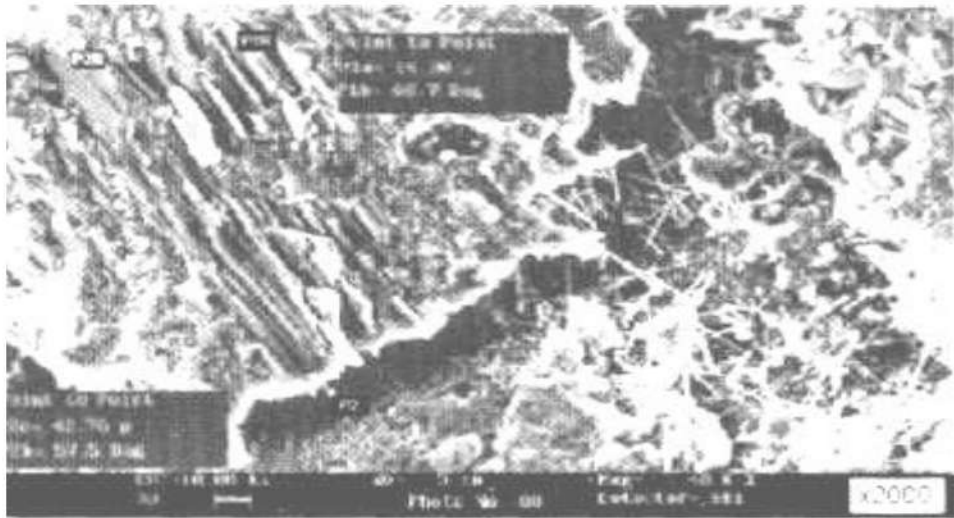


Рис. 1.3. Мікроструктура світлого портландцементного каменю з мікротріщиною, частково заповненою кристалогідратами

Такий механізм дії гідроізоляційних інтегральних капілярних систем дозволяє «проростати» захисному шару в структуру бетонної підкладки та створювати буферний шар у ній, регулюючи температурно-вологий режим та усадкові деформації шарів [10]. Крім того, такий захисний шар стає єдиним цілим з бетонною підкладкою. Завдяки значному скороченню кількості вологи в тілі бетону збільшується його морозостійкість, а ущільнення капілярів кристалічною структурою збільшує міцність бетону, що продовжує термін служби конструкцій. Міграція хімічно активної частини добавок гідроізоляційних покриттів проникаючої дії в пори бетону можлива в напрямку, протилежному натиску води, за рахунок градієнта концентрації ХАЧ, що робить таку гідроізоляцію особливо привабливою для захисту підвалів, резервуарів, фундаментів і т.п. [26].

При високих показниках фізико-механічних та гідрофізичних властивостей такі склади мають суттєвий недолік. Оскільки всі склади проникаючої гідроізоляції містять широкий набір солей (ХАЧ), які розчиняються у воді, то їх надлишок у суміші може призводити до того, що «зарощування» пор кристалогідратами в буферному шарі бетону буде неповним, а це знизить гідрофізичні характеристики складу. Надлишок солей

приведе до того, що при повному зарощуванні порового простору буферного шару кристалогідратами на поверхні покриття будуть утворюватися «висоли», які можуть переходити відповідно і на оздоблювально-декоративні шари. Крім того, «висоли» можуть бути причиною розтріскування захисних покриттів.

РОЗДІЛ 2

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є розробка складу сухої будівельної суміші на основі в'язучого цементного для отримання гідроізоляційного покриття підвищеної тріщиностійкості для підземних споруд ЗСУ

Досягнення поставленої мети вирішувалися такі задачі:

- зменшити капілярну пористість та підвищити гідрофізичні властивості гідроізоляційного складу шляхом введення тонкодисперсних наповнювачів;

- введенням добавки скляного волокна забезпечити ізотропне мікроармування для підвищення тріщиностійкості цементної матриці, а також сприяти ущільненню структури композиту за рахунок зростання на поверхні волокна кристалогідратів;

- введення комплексної хімічної добавки для синтезу додаткових кристалогідратів, що дозволить підвищити гідрофізичні властивості гідроізоляційного складу;

- розробити склад сухої будівельної суміші для гідроізоляційного покриття підземних споруд ЗСУ;

Об'єкт дослідження. Гідроізоляційне покриття на цементній основі підвищеної тріщиностійкості.

Предмет дослідження. Закономірності формування структури та дослідження властивостей гідроізоляційного покриття на цементній основі, що містить тонкодисперсні мінеральні та комплексну хімічну добавку.

РОЗДІЛ 3

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика матеріалів, що застосовуються у роботі

Портландцемент марки ПЦ ІІ-400 (ДСТУ Б В.2.7-46-96 «Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення.. Хімічний склад та фізико-механічні характеристики портландцементного клінкеру та цементу наведено в табл. 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 Хімічний склад портландцементу

Клінкер	Вміст, %						
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	п.п.п.
Виробництва «Івано- Франківськ»	23,63	3,14	5,86	59,88	2,08	2,89	1,60

Таблиця 3.2 Фізико-механічні властивості портландцементу М 400

Цемент	Нормальна густина, %	Терміни схоплювання, годин, мін.		В/Ц	Міцність, МПа, віком, діб.	
		початок	кінець		при стисканні / згині	
					7	28
«Івано- Франківськ»	25,0	1,44	7,20	0,42	25,9/4,5	41,1/6,7

Пісок Кременчуцького кар'єру (ДСТУ Б В.2.7-32-95 «Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови»), відсіяний, промитий, фракції 0,316 -

1,25 мм , що не містить пилоподібних та глинистих частинок. Фізичні властивості піску наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 Фізико-механічні характеристики кварцового піску

Істинна густина, г/см ³	Насипна густина г/см ³	Пустотність, %	Модуль крупності	Пилоподібні, мулисті, глинисті частинки, %	Органічні домішки
2,631	1,727	34,3	1,35	нема	Світліше зразка

Добавки для регулювання властивостей гідроізоляційної суміші:

1. Кальцію хлорид CaCl_2 . Молярна вага 110,99 г/моль. Фізичні властивості: густина 2,15 г/см³, температура плавлення 772 °С, температура кипіння 1935 °С. Хімічні властивості: константа дисоціації pK_a – 8-9, розчинність у воді – 74,5 г/100 мл.

2. Натрію сульфат Na_2SO_4 . У природі кристалогідрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, що утворює мінерал мірабіліт (глауберова сіль). Молярна маса – 142,04 г/моль. Фізичні властивості: білі гігроскопічні кристали, щільність – 2,68 г/см³, температура плавлення – 884 °С, ентальпія утворення (стандартні умови) – 1387,9 кДж/моль. Хімічні властивості: розчинність у воді 16,3 (20 °С), 29,8 (100 °С) г/100 мл.

3. Натрій вуглекислий Na_2CO_3 . Технічне найменування сода кальцинована. Молярна вага 105,99 г/моль. Фізичні властивості: густина 2,53 г/см³, температура плавлення 852 °С, температура кипіння 1600 °С. Хімічні властивості: pK_a 3,67, розчинність у воді при 20 °С - 21,8 г/100 мл. У водному розчині карбонат натрію гідролізується, що забезпечує лужну реакцію середовища. Рівняння гідролізу (в іонній формі): $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$.

4. Натрій азотнокислий NaNO_3 . Технічна назва – натрієва се-літра. Є безбарвними кристалами, розчинність у воді при $20\text{ }^\circ\text{C}$ - $87,6\text{ г/100 г}$. У розчинах – сильний окислювач: $\text{NaNO}_3 + \text{C} = 2\text{NaNO}_2 + \text{CO}_2$. Молярна маса $84,99\text{ г/моль}$, щільність $2,257\text{ г/см}^3$, температура плавлення $308\text{ }^\circ\text{C}$, температура розкладання $380\text{ }^\circ\text{C}$, розкладається на Na_2NO_2 та O_2 . Чи не токсичний. Як воду замішування використовувалася вода звичайна водопровідна, питна, що має водневий показник $\text{pH} > 7$, тобто некислий, що не забарвлює лакмусовий папір у червоний колір, що відповідає ДСТУ Б В.2.7-273:2011 «Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови».

3.2 Методи випробувань

Експериментальні дослідження було виконано у кілька етапів.

Спочатку було досліджено фізико-механічні властивості дисперсних матеріалів, потім виконано дослідження властивостей поверхні цих матеріалів (кварцового піску, цементу, карбонатних добавок, скляного волокна).

На наступному етапі досліджено фізико-механічні характеристики отриманого гідроізоляційного складу у вигляді сухої суміші. Всі експериментальні дослідження виконані відповідно до методик, прийнятих і діючих в Україні. Нижче дано їх коротку характеристику.

Фізико-механічні випробування вихідних компонентів проводилися за стандартними методиками згідно з вимогами державних стандартів: портландцемент – ДСТУ Б В.2.7-185:2009, ДСТУ Б В.2.7-187:2009; пісок – ДСТУ Б.В.2.7-32-95.

Фізико-механічні випробування сухих будівельних сумішей проводили відповідно до ДСТУ Б.В.2.7-126:2006 та ДСТУ Б.В.2.7-23-95.

Адгезію досліджуваних складів до бетонної основи визначали на 5 зразках кожного складу. Гідроізоляційні склади наносили на поверхню, що захищається, за допомогою трафарету з розмірами отворів $5 \times 5\text{ см}$. Після

нанесення складу трафарет негайно знімався. Через 27 діб. до затверділих зразків епоксидним клеєм з міцністю на відрив 6,0 МПа приклеювали штамп і продовжували зберігання зразків при температурі (20 ± 2) °С та відносній вологості $(65 + 5)$ % протягом ще 24 год. Одночасно, були виготовлені по 2 серії з 3-х зразків-балок для визначення межі міцності складів на стиск і вигин. Силу відриву зразків гідроізоляційного покриття від основи визначали за допомогою динамометра. Міцність зчеплення (адгезію) зразка з основою визначали як максимальну силу, прикладену перпендикулярно поверхні зразка, при якій відбувається відрив зразка від основи. Міцність зчеплення (адгезію) з основою при випробуванні одного зразка A_i , МПа, визначали за формулою

$$A_i = \frac{F}{S}, \quad (2.1)$$

де F – максимальна сила відриву зразка від основи, кг;

S – площа контакту поверхні зразка з основою, см².

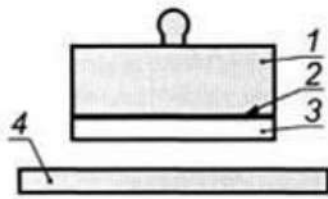
Кожне одиничне значення міцності зчеплення округляли до 0,1 МПа.

За результат випробування приймали середньоарифметичне значення результатів випробування всіх зразків A , МПа, розраховане за формулою

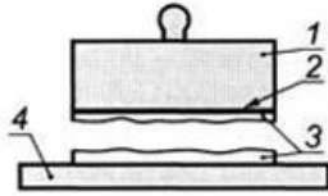
$$A = (A_1 + A_n)/n, \quad (2.2)$$

Середньоарифметичне значення округляють до 0,1 МПа.

Можливі варіанти відриву (АТ-1, АТ-2, АТ-3) наведено на рис. 3.1



АТ-1 - адгезійний відрив межі зразок-основа



АТ-2 – когезійний відрив по тілу зразка.
Міцність зчеплення більша за міцність зразка



АТ-3 – відрив по тілу основи. Міцність зчеплення більше міцності основи

Рис. 3.1. Варіанти відриву зразка від основи: 1 – металевий штамп; 2 – клей; 3 – зразок; 4 – бетонна плита (основа).

Тріщиностійкість складів гідроізоляційної сухої будівельної суміші визначали за садичними деформаціями методом «кільця» за допомогою приладу (рис. 3.2).

Прилад складається з піддона діаметром 140 мм, сердечника діаметром 90 мм і висотою 30 мм і зовнішнього роз'ємного кільця діаметром 127 мм і висотою 30 мм. формах поміщають у ванну з гідравлічним затвором. Через 24 год із зразків знімають зовнішні кільця і переносять у приміщення з відносною вологістю $50 \pm 5 \%$ і температурою $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.



Рис. 3.2. Прилад для візуального визначення тріщиностійкості: 1 – сталевий осердя; 2 – роз'ємне кільце; 3 – піддон

В результаті усадкових деформацій, яким протидіє сталевий сердечник, у зразках розвиваються напруги, і коли вони перевищують межу міцності розчину при розтягуванні, у зразках утворюються тріщини. Поява тріщин фіксують візуальним оглядом зразків у віці 28 діб за допомогою лупи з 4-кратним збільшенням.

Водопоглинення визначали відповідно до вимог 28 добу твердіння: зразки висушували до постійної маси при температурі 105 °С і поступово занурювали у воду на 48 год. Вимірювання маси зразків проводили з точністю до 0,1 г. Водопоглинення розраховувалося за формулою:

$$W_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 \quad (2,5)$$

де W_m – водопоглинення масою, %;

m_1 - маса сухого зразка, г;

m_2 – маса насиченого водою зразка, г.

$$W_v = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot 100$$

де W_v - водопоглинення за обсягом, %;

m_1 - маса сухого зразка, г;

m_2 – маса насиченого водою зразка, г;

V - обсяг зразка, см³

Водонепроникність та морозостійкість затверділих складів визначали за методикою ГОСТ 12730.5-84 «Бетони. Методи визначення водонепроникності за допомогою приладу АГАМА-2РМ на бетонних зразках-плитах, на які наносився досліджуваний гідроізоляційний склад (рис. 2.5). Зразки-плити виготовляли розміром 200×200×20 мм із дрібнозернистого бетону з міцністю при стисканні на 28 добу твердіння 10-20 МПа.

Досліджуваний склад сухої суміші зачиняли водою і пензлем наносили на зразки - плити шаром товщиною 1-2 мм.



Рис.3.3. Вимірювання водонепроникності та морозостійкості експрес-методом за допомогою приладу АГАМА-2Р: а - у – загальний вигляд приладу АГАМА-2Р; г – процес виміру.

Прилад АГАМА-2Р призначений для прискореного визначення проникності матеріалу (бетону, розчину та ін) у зразках, виробках і конструкціях, в т.ч. год. визначення опору бетону проникненню повітря та контролю за цим показником водонепроникності бетону. Прилад встановлювали на поверхню виробу, що випробовується, через герметизуючу мастику. При переміщенні поршня в камері створювали розрідження, зміна якого фіксувалося датчиком тиску. По зміні тиску визначається значення опору матеріалу проникненню повітря. За таблицями, що додаються до приладу, визначали водонепроникність і морозостійкість бетону разом із захисним гідроізоляційним покриттям. Контрольним зразком служив зразок без покриття. Технічні характеристики:

- вакуумметричний тиск у камері приладу: не менше 0,06 МПа;
- зусилля, необхідне створення робочого розрідження: трохи більше 300 Н.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СУХОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ СУМІШІ ДЛЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ

4.1. Оптимізація складу сухої будівельної суміші методом математичного планування експерименту

У попередніх розділах було теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено, що введення в цементний склад хімічних добавок електролітів сприяє прискоренню процесів гідратації цементного каменю з утворенням важкорозчинних подвійних солей гідроалюмінатів кальцію різного складу. мікроармування структури матеріалу навіть при корозії скловолокна в лужному середовищі, за рахунок синтезу на його поверхні кристалогідратів в період гідратації цементу [95] встановлено, що спільне введення карбонатної добавки і скловолокна сприяє підвищенню міцності дрібнозернистого бетону на стиск і згин, що також забезпечує підвищення тріщиностійкості за рахунок зниження усадкової напруги при контракційному твердінні у свіжоукладених цементних складах на підкладках із «старого» бетону.

При плануванні експерименту в якості оптимізованих величин прийняли межу міцності при стисканні та згинанні. Граничні відношення витрати цементу до витрати кварцового піску були прийняті, виходячи з умови забезпечення необхідної міцності, виходячи з умов гідратації цементу. Витрата хімічно активної добавки до цементу була обраний на основі пошукових експериментів відповідно до [90, 91] і склав 5 % від маси цементу.

Розроблений гідроізоляційний склад підвищеної тріщиностійкості за експлуатаційними характеристиками повинен задовольняти вимогам, що пред'являються за фізико-механічними характеристиками до важких бетонів і гідроізоляційних штукатурних складів.

У матеріалознавстві та технології базовими ЕС-моделями є поліноміальні моделі 2-го порядку:

$$Y = A_0 + \sum_{i=1}^k A_i X_i + \sum_{i < j} A_{ij} X_i X_j + \sum_{i=1}^k A_{ii} X_i^2 \quad (41)$$

що описують поверхні, утворені параболою. При цьому розкладанні коефіцієнти A_0 , A_i , A_{ij} , A_{ii} еквівалентні приватним похідним ряду Тейлора для функції k -змінних

$$f(X_1, X_2) = f(a_1, a_2) + \frac{(x_i - a_i)}{1!} \sum_{i=1}^k \frac{\partial f}{\partial x_i} \Big|_{(a_1, a_2)} + \frac{(x_i - a_i)(x_j - a_j)}{2!} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} \Big|_{(a_1, a_2)}, \quad (4.2)$$

і рівні

$$A_0 = f(a_1, a_2);$$

$$A_i = \partial f(a_1, a_2) / \partial x_i;$$

$$A_{ij} = 1/2! (\partial^2 f(a_1, a_2)) / \partial x_i \partial x_j;$$

$$A_{ii} = 1/2! (\partial^2 f(a_1, a_2)) / \partial x_i^2.$$

Таким чином, коваріаційна матриця $D = (x^T x)^{-1}$ не залежить від результатів експерименту, може бути досліджена до його реалізації, дозволяє визначити чисельні значення вектору коефіцієнтів для рівняння регресії \hat{Y} і оцінити характеристики моделі та її параметрів. В даному випадку планування експерименту з оптимізації складу для отримання гідроізоляційного покриття підвищеної тріщиностійкості проводили за планом повного факторного експерименту ПЕФ 3^k , де $k = 2$. Оптимальність такого плану полягає в тому, що матриця коваріаційна матриця D , розміром $(k+1) \cdot (k+1)$ - діагональна, отже, всі оцінки коефіцієнтів незалежності. За змінний параметр X_1 прийнято відсотковий вміст добавки CaCO_3 по відношенню до цементу, а X_2 відсотковий вміст добавки скловолокна по відношенню до цементу. Межі X_1 і X_2 прийняті

та обмежені умовами задачі: $5 < X_1 < 15$; $0,02 < X_2 < 0,5$. Крок варіювання для X_1 дорівнює 1, а X_2 – 0,01.

В експериментально-статистичному моделюванні прийнято переходити до безрозмірних змінних:

$$X_i = (X_i - X_{0i}) / \Delta X_i, \text{ де } \Delta X_i = 0,5 (X_{i\max} - X_{i\min}); x_{0i} = 0,5 (X_{i\max} + X_{i\min}),$$

що дозволяє трансформувати трифакторну призму в куб із вершинами $(\pm 1; \pm 1; \pm 1)$. У результаті експерименту було проведено $N = 9$ число дослідів з $m = 2$ числом повторень кожного. Дані для планування експерименту наведені в табл. 4.1 Результати експерименту та розрахунок допоміжних величин для оцінки коефіцієнтів b_0 , b_i , b_{ii} та b_{12} наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.1 Дані для планування експерименту

Номер експерименту	Значення змінних у нормованих величинах		Значення у натуральних величинах			
	X_1	X_2	Межа міцності при стисканні, Y_μ , МПа	Добавка CaCO_3 , X_1 , %	Добавка скловолокна, X_2 , %	Межа міцності при згинанні, Y_λ , МПа
1	-1	-1	19,5	5	0,02	6,0
2	0	-1	23,1	10	0,02	6,7
3	+1	-1	21,1	15	0,02	6,3
4	-1	0	19,0	5	0,1	6,3
5	0	0	25,5	10	0,1	9,3
6	+1	0	23,3	15	0,1	8,9
7	-1	+1	19,5	5	0,5	7,2
8	0	+1	23,0	10	0,5	7,9
9	+1	+1	21,1	15	0,5	7,6

Таблиця 4.2 Розрахункові значення для знаходження коефіцієнтів регресії

№ опыта	\hat{y}_μ	\hat{y}_λ	$\Delta u Y_\lambda$	$\Delta u^2 Y_\lambda$	$\Delta u Y_\mu$	$\Delta u^2 Y_\mu$	$Y_\mu - \bar{Y}_\mu$	$Y_\lambda - \bar{Y}_\lambda$	$(Y_\mu - \bar{Y}_\mu)^2$	$(Y_\lambda - \bar{Y}_\lambda)^2$
1	21,8	6,4	2,3	5,29	0,4	0,16	-2,18	-1,35	4,75	1,82
2	25,8	7,7	2,7	7,29	1	1	1,42	-0,65	2,02	0,42
3	24,4	7,5	3,3	10,89	1,2	1,44	-0,58	-1,05	0,34	1,10
4	22,6	8,0	3,6	12,96	1,7	2,89	-2,68	-1,05	7,18	1,10
5	26,5	9,35	1	1	0,05	0,025	3,82	1,95	14,59	3,80
6	25,1	9,2	1,8	3,24	0,3	0,09	1,62	1,55	2,62	2,40
7	21,8	7,6	2,3	5,29	0,4	0,16	-2,18	-0,15	4,75	0,02
8	25,7	8,9	2,7	7,29	1	1	1,32	0,55	1,74	0,30
9	24,4	8,8	3,3	10,89	1,2	1,44	-0,58	0,25	0,34	0,06
Середнє за дослідів	24,23			$SS_{\text{ост}}=64,14$ $S^2_{\text{ост}}=7,12$ $S_{\text{ост}}=2,67$ $f_{\text{ост}}=8$		$SS_{\text{ост}}=8,205$ $S^2_{\text{ост}}=0,91$ $S_{\text{ост}}=0,95$ $f_{\text{ост}}=8$			$SS_y=38,33$	$SS_y=11,02$

Розрахунок коефіцієнтів регресії для \hat{Y}_μ і \hat{Y}_λ проводився за формулами:

$$b_0 = 5/9 (0Y) - 1/3 (11Y + 22Y);$$

$$b_{11} = 1/2 (11Y) + 0 (11Y + 22Y) - 1/3 (0Y);$$

$$b_{22} = 1/2 (22Y) - 1/3 (0Y);$$

$$b_1 = 1/6 (1Y);$$

$$b_2 = 1/6 (2Y);$$

$$b_{12} = 1/4 (12Y).$$

На підставі розрахованих коефіцієнтів регресії отримано рівняння регресії для межі міцності при стисканні та згинанні:

$$\hat{Y}_\mu = 26,5 - 2,63X_1^2 + 1,28X_1;$$

$$\hat{Y}_\lambda = 9,35 - 0,7 \cdot X_1^2 - X_2^2 + 0,63X_2.$$

Адекватність моделі перевірялася за критерієм Фішера за формулою

$F = S_y^2 / S_{\text{ост}}^2 < F_{\text{табл}}$ при $\alpha = 0,05$. $F_{\text{табл}}$ знаходиться в додатку 2 [24]. 03. Для рівняння \hat{Y}_μ $F_a = 64,14 / 8 = 8,02$; для \hat{Y}_λ $F_a = 8,205/8 = 1,03$. Оскільки отримані значення F_a менші за $F_{\text{табл}}$, отже отримані рівняння адекватні.

Поверхні відгуку трифакторному просторі (\hat{Y} , X_1 , X_2) для вищенаведених рівнянь показані на рис. 4.1 і 4.2.

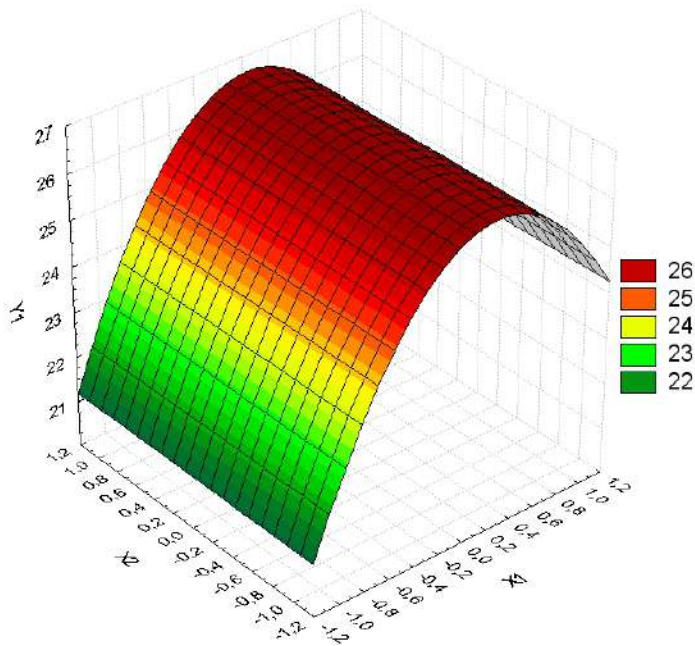
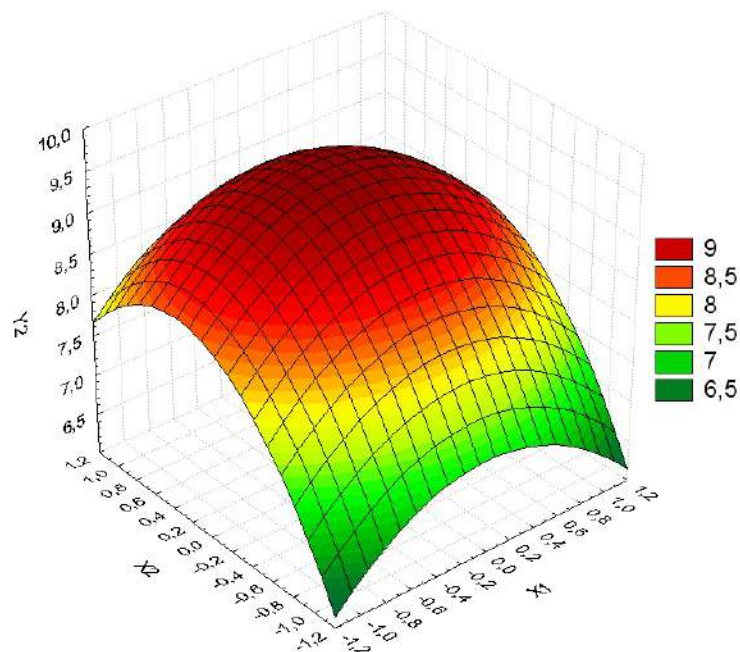


Рис. 4.1. Поверхня відгуку, що відображає залежність межі міцності при стисканні \hat{Y}_μ від вмісту карбонатної добавки X_1 і добавки скловолокна X_2



Мал. 4.2. Поверхня відгуку, що відображає залежність межі міцності при вигині \hat{Y}_λ від вмісту карбонатної добавки X_1 і додавання скловолокна X_2

З рис. 4.1 видно, що поверхня відгуку залежності міцності при стисканні є параболоїд і, отже, \hat{Y}_μ в межах досліджуваної області, не залежить від

значень X_2 , тобто, кількість добавки скловолокна в зазначених межах, не впливає на міцність при стисканні.

З рис. 4.1 також видно, що оптимальні значення \hat{Y}_μ знаходяться на околицях точки $X_1 = 0,6$ вздовж усієї осі X_2 . З рис. 4.2 видно, що оптимальні значення \hat{Y}_λ знаходяться в околицях точки $(0,6; 0,4)$. Для визначення процентного вмісту карбонатної добавки та добавки скловолокна переходимо від нормованих до натуральних величин за формулами: $X_i = (X_i - X_{0i}) / \Delta X_i$, де $\Delta X_i = 0,5 (X_{i\max} - X_{i\min})$; $x_{0i} = 0,5 (X_{i\max} + X_{i\min})$. Тоді $\Delta X_1 = (15-5)/2 = 5$; $\Delta X_2 = (0,5-0,02) / 2 = 0,24$. Тоді $X_i = X_i \cdot \Delta X_i + X_0$. Точці $X_1 = 0,6$, у нормованих змінних відповідає точка $X_1 = 0,6 \cdot 0,5 + 10 = 13\%$ у натуральних змінних, а точці $X_2 = 0,4$, відповідає $X_2 = 0,4 \cdot 0,24 + 0,26 = 0,356\%$. Таким чином, оптимальна кількість добавки карбонату кальцію складе 13% і $0,356\%$ скловолокна від маси цементу для області найбільших значень міцності при стисканні та згинанні. Попередньо за пошуковими експериментами передбачалося, що оптимум перебуватиме в межах 10% і $0,26\%$ відповідно, тобто в центрі плану.

Для перевірки експериментально-статистичної моделі були проведені перетворення рівнянь регресії з нормованих змінних у натуральні. Рівняння набули вигляду:

$$\hat{Y}_\mu = 26,5 - 2,63((X_1-10)/5)^2 + 1,28(X_1-10)/5 = 13 - 0,11X_1^2 + 2,46X_1;$$

$$\hat{Y}_\lambda = 9,35 - 0,7((X_1-10)/5)^2 - ((X_2-0,26)/0,24)^2 + 0,63(X_2-0,26)/0,24 = 4,5 - 0,03X_1^2 + 0,6X_1 - 16,6X_2^2 + 11,28X_2.$$

Підставляючи в рівняння оптимальні значення змінних X_1 і X_2 ($13,0\%$ і $0,356\%$) розраховали, що при даних значеннях межа міцності при стисканні буде дорівнює $R_{ст} = 26,42$ МПа, а межа міцності при згинанні $R_{зг} = 9,16$ МПа.

З оптимізованого за вмістом тонкодисперсних добавок (скловолокна та CaCO_3) були виготовлені зразки балочок $4 \times 4 \times 16$ см і на 28 добу вологого твердіння випробувані на стиск та вигин. Результати випробувань представлені у табл. 4.4.

Таблиця 4.3 Результати випробувань зразків після оптимізації складу

Найменування зразків	Межа міцності при стисканні, МПа (середнє з 2 серій)	Межа міцності при згинанні, МПа (середнє з 2 серій)
Контрольний склад без добавок скловолокна та карбонату кальцію (комплексна хімічна добавка 5%)	19,5	6,0
Склад після оптимізації: вміст скловолокна-0,36% вміст карбонатної добавки-13% комплексна хімічна добавка 5%	26,4	9,1

Таким чином, методом математичного планування експерименту, підбрано оптимальний вміст тонкодисперсних добавок у складі сухої будівельної суміші для гідроізоляції на цементній основі. При цьому показники міцності у оптимізованого складу (порівняно з контрольним бездодатковим) підвищилися на 35% на стиск та на 52% на вигин.

4.2. Дослідження залежності фізичних та фізико-механічних властивостей затверділої суміші від її складу

Для отримання гідроізоляційного покриття з підвищеною тріщиностійкістю була розроблена суха суміш. Як заповнювач був використаний кварцовий пісок, а як в'язучий був обраний портландцемент. Крім того до складу сухої суміші була введена комплексна хімічна добавка і добавка карбонату кальцію для зниження усадкових напруг. Добавка скляного волокна введена до складу в якості підкладки для спрямованого росту кристалогідратів з позитивним знаком заряду поверхні, що дозволить ущільнити структуру гідроізоляційного матеріалу і підвищити його тріщиностійкість.

Приготування складу сухої будівельної суміші здійснювалося шляхом перемішування у сухому стані всіх компонентів суміші. Після приготування ряду пробних замісів сухої суміші було встановлено значення водоцементного відношення, що забезпечує її необхідну технологічність для нанесення в якості гідроізоляційного складу пензлем або валиком. З приготовленої суміші виготовлялися зразки відповідно до нормативних документів на методи випробувань. Аналогічно виготовлялися зразки контрольного складу для отримання порівняльних результатів.

Приклади гідроізоляційних складів сухої суміші в області оптимізації наведені у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 Склади гідроізоляційної сухої будівельної суміші

№ п/п	Найменування компонентів	Склад, мас. %			
		1	2*	3	Контрольний склад
1	2	3	4	5	6
1	Портландцемент	30,0	30,0	30,0	30
2	Кварцовий пісок	66,0	64,76	61,90	64,5
3	Скловолокно	0,10	0,11	0,20	0,5
4	Карбонат кальцію	3,0	3,9	5,0	5,0
5	Нітрат натрію	0,13	0,20	0,53	–
6	Хлорид кальцію	0,13	0,20	0,55	–
7	Карбонат натрію	0,13	0,20	0,55	–
8	Гідроксид кальцію	0,44	0,60	1,20	–
9	Пластифікатор (С-3)	0,02	0,01	0,05	–
10	Перетворювач іржі	0,02	0,01	0,01	–
11	Інгібітор корозії	0,02	0,01	0,01	–

Водо-тверде відношення (В/Т) розчинної суміші у складах варіювалося в межах 0,21-0,23 при розливі «коржика» по Суттарду 25см;

4.2.1. Визначення фізико-механічних властивостей отриманих оптимальних складів

Фізико-механічні характеристики сухої затверділої суміші, отриманого оптимального складу, оцінювали за результатами випробувань зразків балочок $4 \times 4 \times 16$ см, що тверднули в нормально-вологих умовах.

Для визначення усадкових явищ у бетоні були виготовлені серії зразків зі складів, наближених до оптимального. Вимірювання поздовжніх деформацій бетону при усадці виконувалася за допомогою індикаторів годинного типу з ціною розподілу 0,001 мм. Зняття показань приладів при вимірі деформацій проводилося протягом 6 місяців. Середнє значення абсолютних деформацій $\Delta l(t)$ обчислювали як середнє арифметичне збільшення показань приладів стосовно початкового відліку. За середніми значеннями абсолютних деформацій $\Delta l(t)$ обчислювалися деформації усадки (ε_y): $\varepsilon_y = \Delta l(t)/l$, де l - база вимірювання деформацій у мм. Отримані результати за середніми значеннями для кожної серії зразків представлені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 Результати зміни лінійних (поздовжніх) розмірів зразків у результаті усадки при твердінні

Номер	Початкові лінійні розміри, мм	Зміна лінійних розмірів зразка, мм, (ε_y , %)		
		після 28 діб	через 2 місяці	через 6 місяців
1	41,78	40,78	40,75	41,75 (0,07)
2	41,39	41,36	41,35	41,35 (0,09)
3	40,52	40,47	39,44	39,44 (0,19)
Контрольний	40,15	39,85	39,83	39,83 (0,79)

З результатів табл. 4.5 видно, що контрольний склад та склад № 3 з підвищеним вмістом солей та карбонатної добавки (порядку 20 % від цементу) показали гірші результати, тоді як у складів № 1 та № 2 значення деформацій усадки через 6 місяців становлять менше 0,1 %, що опосередковано говорить про підвищення тріщиностійкості даних зразків.

Тріщиностійкість складів гідроізоляційної сухої будівельної суміші визначали методом «кільця» за методикою, наведеною в п. 2.2. Результати випробувань представлені у табл. 4.6. Аналіз результатів табл. 4.6 підтвердив результати випробувань зразків зі зміни лінійних (поздовжніх) розмірів зразків в результаті усадки при твердінні.

Таблиця 4.6 Результати випробувань тріщиностійкості зразків кільцевого перерізу

Номер	Зміна поверхні зразків при твердінні			
	на 3 сутки	на 7 сутки	на 14 сутки	на 28 сутки
1	Поверхня без тріщин	Поверхня без тріщин	Поверхня без тріщин	Поверхня без тріщин
2	“-“	“-“	“-“	“-“
3	“-“	“-“	Волосяні тріщини	Волосяні тріщини
Контрольний	“-“	Волосяні тріщини	Волосяні тріщини	Волосяні тріщини

Вплив комплексної хімічної добавки зниження капілярної пористості затверділого гідроізоляційного складу оцінювали шляхом дослідження залежності водопоглинення від вмісту добавки. Водопоглинення визначали за методикою п. 2.2. Результати дослідження водопоглинення затверділого гідроізоляційного складу представлені як середнє арифметичне трьох серій у табл. 4.7 та на рис. 4.3.

З табл. 4.7 та рис. 4.3 видно, що у затверділого контрольного складу відкрита капілярна пористість, що відповідає водопоглиненню за об'ємом,

становить 7,22%. Введення оптимальної кількості комплексної хімічної добавки (близько 5%) знижує водопоглинення зразків більш ніж у 5 разів. Подальше збільшення витрати добавки не призводить до зниження водопоглинення.

Таблиця 4.7 Результати дослідження залежності водопоглинення затверділої суміші

Склад розчину	Маса зразка, г		Об'єм зразка V , см^3	водопоглинення, %	
	до насичення, m_1	після насичення водою, m_2		за масою, W_m	за об'ємом, W_v
1	592,6	599,1	1000	1,09	2,50
2	585,5	588,8		0,56	1,28
3	579,1	585,8		1,15	2,61
контрольний	576,6	595,1		3,21	7,22

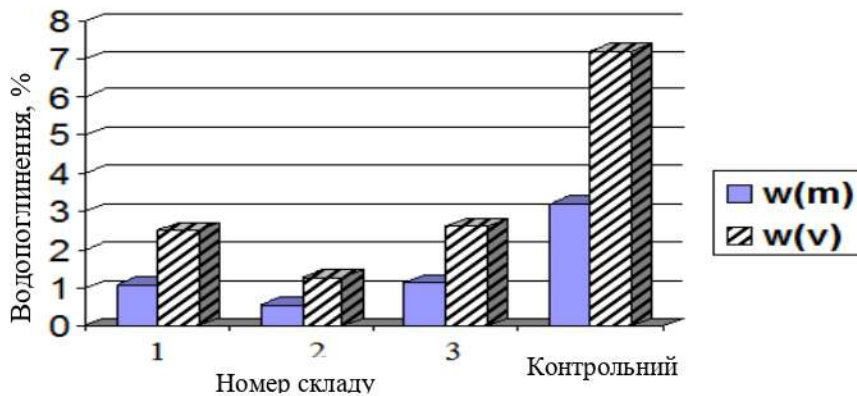


Рис. 4.3. Водопоглинення за масою та за обсягом складів з різним вмістом комплексної хімічної добавки (табл. 4.7)

Водонепроникність та морозостійкість затверділого складу визначали за допомогою приладу АГАМА-2Р за методикою, наведеною вродили 3. Склад наносили шаром товщиною 1 - 2 мм на зразки-плити, міцність бетону яких на 28 добу нормально-вологового твердіння становила 10,5 МПа. Результати вимірювань представлені у табл. 4.8

Таблиця 4.8 Результати випробувань водонепроникності та морозостійкості відкинутих складів.

№ п/п	Номер складу	Стійкість до проникнення повітря, m_c	водонепроникність, W	морозостійкість, F , цикли
1	1	56,3	понад $W8$	200
2	2	62,2	$\approx W12$	понад 200
3	3	18,5	$W8$	150
4	контрольний	8,1	$W4$	100
5	дрібнозернистий бетон плити	1,4	менш $W2$	менш 50
6	Зразок плити з розбитим захисним шаром	60,1	$\approx W12$	понад 200

Взаємозв'язок між водонепроникністю W , морозостійкістю та опором проникненню повітря m_c , при твердінні бетону в нормально-вологих умовах 28 діб, виражена наступною залежністю

$$W = 0,5 + 6,4 \cdot \lg m_c; F = 275 / [1 + 10^{(1,32 - 0,22 \cdot m_c)}]$$

З табл. 4.8 видно, що кращі показники по водонепроникності та морозостійкості у складів 1, 2, 3, що підтверджується попередніми дослідженнями, так як дані склади крім мінеральних наповнювачів (карбонат кальцію і скловолокно) містять комплексну хімічну добавку, що дозволяє ущільнювати структуру бетону за рахунок синтезу додаткових кристалогідратів, як на підкладках зі скловолокна, так і в порах цементного каменю і бетону (зразок № 6), оскільки зразок з порушеним захисним гідроізоляційним шаром показав хороші результати по водонепроникності та морозостійкості, близькі до складу № 2.

Визначення адгезійної міцності гідроізоляційного складу до бетонної основи проводили відповідно до методики, наведеної в п. 2.2. Результати

дослідження представлені у табл. 4.9. Основні фізико-механічні властивості складів затверділого гідроізоляційного покриття наведені в табл. 4.10.

Таблиця 4.9

Результати дослідження адгезійної міцності складу

Номер зразка	Прикладене навантаження при кліренсі, Р, кг	Міцність на розрив, $R_{от}$, МПа	Варіанти розриву по фігурі. 2.3	Міцність складу при стисненні, $R_{ст}$, МПа	Межа міцності складу при згинанні, $R_{зг}$, МПа
1	525	2,1	АТ-3	28,9	9,7
2	602	2,4	АТ-3	47,1	13,4
3	582	2,3	АТ-2	25,5	9,3
контрольний	190	0,7	АТ-1	25,5	8,4

Таблиця 4.10 Узагальнена таблиця результатів з фізико-механічних випробувань

Властивості затверділого розчину	Номер складу відповідно до табл. 4.4			
	1	2	3	контрольний
Міцність при стисненні, $R_{ст}$, МПа	28,9	47,1	25,5	25,5
Межа міцності при згинанні, $R_{зг}$, МПа	9,7	13,4	9,3	8,4
Міцність при видаленні з бетонної підкладки, $R_{от}$, МПа	2,1	2,4	2,3	0,7
водонепроникність, W	більше W_8	$\approx W_{12}$	W_8	W_4
Морозостійкість, F, цикли	200	більше 200	150	100
Компресійні деформації за 6 місяців, %	0,07	0,09	0,19	0,79
Тріщиностійкість, візуально	без тріщин	без тріщин	волосяні тріщини	волосяні тріщини
Водопоглинення по масі, %	1,09	0,56	1,15	3,21
Водопоглинення за об'ємом, %	2,5	1,28	2,61	7,22

З табл. 4.10 видно, що у складу 2, оптимального за вмістом дисперсних наповнювачів і комплексної хімічної добавки, найвищі значення межі міцності при стиску і при розтягуванні при згинанні - 47,1 і 13,4 МПа відповідно, при цьому відрив штампів про -вийшов по тілу підстави підкладки, що захищається, що свідчить про міцність зчеплення більшому, ніж отриманим при випробуванні ($R_{від} = 2,4$ МПа).

Значення міцності при стисканні та згинанні, наведені в табл. 4.10 перевищують значення наведені в табл. 4.4 у зв'язку з введенням до складу композиції добавки пластифікатора і відповідно зменшенням водоцементного відношення з 67% до 55%.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЕДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Охорона праці при роботі з електроінструментами

6.1.1. Інструкція з охорони праці при роботах з електроінструментом встановлює вимоги безпеки, яких необхідно дотримуватися при роботах з електроінструментом у відділі освіти.

6.1.2. За порушення вимог даної інструкції працівники несуть відповідальність згідно з чинним законодавством.

6.1.6. Дозволяється застосовувати тільки інструмент, що відповідає вимогам нормативних документів на інструмент конкретного типу.

6.1.7. Необхідно виконувати роботу, доручену безпосереднім керівником, та проводити її справним інструментом, використовуючи його за призначенням, зазначеним в паспорті інструмента.

6.1.8. Обов'язкові вимоги до персоналу, що працює з електроінструментом

- До роботи з електроінструментом допускаються особи, які пройшли навчання безпечним методам праці, перевірку знань з питань охорони праці, одержали відповідне посвідчення із записом про допуск до роботи з електроінструментом, мають кваліфікаційну групу з електробезпеки, а також практичні навички роботи з електроінструментом.

- Особи, що працюють з електроінструментом, повинні знати заходи надання потерпілим першої (долікарської) допомоги.

6.1.9. Свердлити отвори та пробивати борозни у конструкціях будівель, у яких розташовані заховані електропроводка, трубопроводи тощо, слід тільки після зняття напруги з відповідних електромереж (перекриття відповідних трубопроводів). Виконувати ці роботи необхідно по наряду-допуску, у якому

зазначені схеми розташування захованих електропроводки, трубопроводів тощо, а також необхідні додаткові заходи безпеки.

5.2 Класифікація електроінструмента та вимоги до нього

- До електроінструменту належить інструмент, що одержує живлення від джерел електричного струму: електромолоток, електрозубило, електродріль, електрорубанок, електропила, електрошліфувальна машина, електропаяльник тощо.

- Класифікація електроінструмента стосовно техніки безпеки наведена у таблиці 1.

- Електроінструмент класу II виробляється тільки на напругу вище 42 В і має маркування.

- Конструкція вилки інструмента класу III повинна виключати можливість її з'єднання з розеткою на напругу вище 42 В.

- Для приєднання електроінструмента до мережі живлення необхідно застосовувати тільки кабель (шнур), що входить до комплекту інструмента.

У разі необхідності подовження кабелю (шнура) живлення дозволяється застосовувати шланговий провід, наприклад, типу ШРПЛ чи ШПРС з поперечним перерізом, що відповідає потужності інструмента. При відсутності таких проводів дозволяється застосування гнучких проводів (наприклад, типу ПРГ) з ізоляцією на напругу не нижче 500 В, розташованих у гумовому шлангу.

Таблиця 5.1 Класифікація електроінструмента

Клас електроінструмента	Характеристика інструмента
I.	Захист від ураження електричним струмом забезпечується як основною ізоляцією, так і додатковими заходами безпеки, коли доступні струмопровідні частини з'єднані з захисним проводом мережі таким чином, що не можуть опинитися під напругою у випадку пошкодження основної ізоляції.
II.	Захист від ураження електричним струмом забезпечується як основною ізоляцією, так і додатковою підвійною чи підсиленою ізоляцією, та інструмент не має захисного контакту заземлення.
III.	Захист від ураження електричним струмом забезпечується живленням інструмента безпечною понаднизькою напругою.

- Заземлення корпусу електроінструмента класу I необхідно здійснювати за допомогою спеціальної жили проводу для живлення, яка не повинна одночасно служити провідником робочого струму. Використовувати для цього нульовий заземлений провід забороняється. Тому для живлення

трифазного електроінструмента класу I необхідно застосовувати чотирижильний, а однофазного - трижильний шланговий провід.

Шланговий провід живлення інструменту класу I повинен мати на кінці штепсельну вилку з відповідною кількістю робочих контактів та одного - для заземлення. Конструкція вилки повинна забезпечувати вмикання контакту для заземлення до вмикання інших контактів та його вимикання після вимикання інших контактів. Якщо такі штепсельні вилки відсутні, дозволяється заземлювати інструмент голим гнучким багатожильним мідяним проводом з поперечним перерізом не менше 4 мм, який необхідно приєднувати до спеціального болта для заземлення, розташованого на корпусі інструмента.

- У тих випадках, коли електроінструмент живиться від знижуючого трансформатора, корпус електроінструмента необхідно заземлювати приєднанням провода для заземлення до затискача заземлення цього трансформатора.

- Весь електроінструмент підприємства повинен бути проінвентаризований, мати на корпусі порядковий номер та бути записаним у спеціальному журналі, в якому відзначаються періодичні його огляди.

- Електроінструмент повинен зберігатися у сухому приміщенні, що опалюється, в шафах чи на стелажах.

- Для роботи дозволяється використовувати електроінструмент, який пройшов перевірку відсутності замикання на корпус, обриву провода заземлення чи провода живлення, а також перевірку опору ізоляції (перевірку необхідно здійснювати мегометром напругою 500 В не рідше 1 разу на 6 місяців).

- Ремонт електроінструмента слід проводити у спеціалізованих підприємствах (підрозділах).

6.1.11. Правила застосування електроінструмента

- Можливість і правила застосування електроінструмента визначаються категорією приміщення, в якому інструмент застосовується, стосовно ступеню небезпеки ураження електричним струмом. Категорія приміщення стосовно ступеню небезпеки ураження електричним струмом вказується на вхідних дверях приміщення.

- При виконанні будівельно-монтажних робіт дозволяється застосовувати тільки інструмент класів II та III і тільки з індивідуальними засобами захисту.

- Робота поза приміщеннями дозволяється тільки з електроінструментом, захищеним від впливу вологи (в складі маркування інструмента є "крапля в трикутнику" або "дві краплі"). З інструментом, що не має такого маркування, робота поза приміщеннями дозволяється тільки в суху погоду, а під час дощу та снігопаду - під навісом на сухій землі чи настилі.

5.3. Вимоги безпеки перед початком роботи

5.2.1. До початку робіт необхідно:

- одягнути робочий одяг;

- у разі необхідності підготувати спеціальні віброзахисні рукавиці (м'які рукавиці з подвійною прокладкою), захисні окуляри (окуляри з небитким склом), наколінники, налокотники, запобіжний пояс та ін.;

- оглянути робоче місце, забрати речі, які заважають роботі, та звільнити проходи.

5.2.2. Залежно від характеру роботи необхідно:

- отримати наряд-допуск на виконання робіт, зазначених у п. 1.9.;

- перевірити відповідність типу та класу електроінструмента (згідно маркуванню) характеру роботи, яку необхідно виконувати;

- одягнути захисні окуляри, а також спеціальні віброзахисні рукавиці при роботі з інструментом ударної дії;

- застебнути обшлагаи рукавів та забрати кінці одягу, які звисають, при роботі з інструментом, який має частини, що обертаються;

- підготувати та надягнути запобіжний пояс при роботі на висоті більше 1,5 м;

- одягнути наколінники та налокотники при роботі лежачи;

5.2.3. Переконалися в достатньому освітленні робочого місця та за необхідністю застосувати переносний електричний світильник, який необхідно оснащувати запобіжною сіткою з рефлектором та гачком для підвішування, перевіривши справність його проводу. В приміщеннях з підвищеною небезпекою допускається застосовувати переносні електричні світильники напругою не більше 42 В, а в приміщеннях особливо небезпечних та поза приміщеннями - не більше 12 В.

5.2.4. Перевірити затягування гвинтів, що кріплять вузли та деталі інструмента, стан проводу, відсутність зовнішніх пошкоджень його ізоляції та злому жил, справність вимикача та заземлення, роботу інструмента на холостому ході. При цьому підключати електроінструмент до мережі живлення дозволяється тільки при знаходженні вимикача у стані "Відключено".

Не допускається наявність таких дефектів:

- пошкодження штепсельного з'єднання, кабелю (шнура) живлення чи його ізоляції;

- нечітка дія вимикача;

- пошкодження кришки щіткоутримувача;

- тріщини та інші пошкодження, що знижують міцність корпусу, рукоятки;

- витікання мастила з редуктора чи вентиляційних каналів.

5.2.5. Провід живлення електроінструмента слід, якщо це можливо, підвісити. У разі прокладання проводу по землі (підлозі) його слід захистити від механічних пошкоджень: закрити, встановити огорожі, вивісити попереджувальні плакати.

Безпосереднє зіткнення проводу з металевими, гарячими, вологими та покритими мастилом поверхнями не допускається.

5.2.6. При роботі з електродреллю виробу, що підлягають сверлінню, необхідно надійно закріплювати.

5.4. Вимоги безпеки під час роботи

5.4.1. Інструмент необхідно негайно вимкнути вимикачем у випадку раптової зупинки (внаслідок зникнення напруги живлення, заклинювання деталей, що рухаються, тощо).

5.4.2. Інструмент необхідно вимкнути з мережі живлення:

- при раптовій зупинці внаслідок причин, зазначених у п. 3.1.;
- при перерві у роботі;
- при перенесенні інструмента з одного робочого місця на інше;
- на час відсутності працівника на робочому місці;
- після закінчення роботи або робочої зміни;
- при сильному нагріванні корпусу інструмента;
- при виявленні слабкої дії електричного струму;
- при виході з ладу вимикача;

- при встановленні, заміні або регулюванні робочого інструмента.

5.3.3. При виявленні несправності електроінструмента, сильного нагрівання його корпусу або слабкої дії електричного струму після вимкнення інструменту з мережі живлення повідомити керівника робіт (безпосереднього керівника) про необхідність заміни електроінструмента та здачі несправного електроінструмента на перевірку (ремонт).

5.3.4. При рубанні, клепанні та інших подібних роботах, при яких можливий відліт частин металу, користуватися захисними окулярами та

встановлювати переносні щити для обгороджування, щоб люди, які працюють чи проходять біля місця проведення робіт, не одержали травми.

5.3.5. При роботі з електродреллю металеву стружку видаляти спеціальними гачками та щітками після зупинення дрелі.

5.3.6. При роботі з важким електричним молотом, шліфувальною машиною та іншими інструментами масою більше 10 кг підвішувати їх на пружинному балансірі чи спеціальному підвісі.

5.3.7. Вироби, що обробляються, встановлювати та закріплювати так, щоб виключити можливість їх зміщення під час роботи.

5.4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

5.4.1. Вимкнути електроінструмент вимикачем, від'єднати провід живлення електроінструмента від мережі живлення, вийняти робочий інструмент з патрону електроінструмента.

5.4.2. При необхідності провести профілактику електроінструмента згідно з інструкцією по експлуатації конкретного інструмента.

5.4.3. Привести до порядку робоче місце.

5.4.4. Здати електроінструмент чи забрати у відведене для постійного зберігання місце.

При роботі з електроінструментом ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- працювати у вибухонебезпечних приміщеннях;
- виконувати без наряду-допуску роботи, зазначені у п. 1.9.;
- застосовувати для роботи інструмент, що має дефекти;
- заземлювати корпуси електроінструмента класів II і III;
- перевищувати зазначену у паспорті інструмента тривалість безперервної роботи;
- передавати інструмент навіть короткочасно іншим особам, які не мають права працювати з електроінструментом;
- доторкатися до ріжучих частин інструмента чи частин, що обертаються;
- триматися за провід електроінструмента;
- виймати стружку чи тирсу руками;
- працювати з приставних драбин;
- обробляти обмерзлі та мокрі дерев'яні деталі;
- натягувати та перегинати кабелі електроінструмента;
- перехрещувати кабелі живлення електроінструмента з іншими кабелями, тросами, електрозварювальними проводами і шлангами газорізки.
- застосовувати для живлення електроінструмента автотрансформатор;
- охолоджувати корпус електроінструмента при перегріванні снігом чи водою;
- продовжувати роботу при появі диму або запаху, характерних для ізоляції, що горить, кругового вогню на колекторі внаслідок підвищеного

іскріння щіток, підвищеного шуму, стукоту, вібрації, пошкодження робочого інструмента.

5.5. Дії в аварійних ситуаціях

6.5.1. При роботі з електроінструментом можливими є такі аварійні ситуації:

- коротке замикання в мережі живлення електроінструмента з можливим подальшим загоранням електропроводки;
- пошкодження захованої електропроводки з можливим коротким замиканням і загоранням;
- пошкодження захованих трубопроводів з можливим викиданням небезпечних рідин, парів, газів;
- ураження працівника електричним струмом;
- ураження працівника небезпечними рідинами, парами, газами;
- інші аварійні ситуації, не пов'язані безпосередньо з роботою електроінструментом.

5.5.2. Кожний працівник, що першим виявив загрозу виникнення аварійної ситуації, повинен негайно припинити роботу та подати команду "СТОП!".

5.5.3. Команду "СТОП!", подану будь-яким працівником, повинні негайно виконати усі працівники, що її почули.

5.5.4. Про загрозу виникнення або про виникнення аварійної ситуації працівник повинен негайно повідомити керівника робіт (безпосереднього керівника).

5.5.5. При виникненні короткого замикання у мережі живлення електроінструмента або у іншій електромережі (електроустановці) негайно

припинити роботу і відключити пошкоджену електромережу (електроустановку).

Самостійно усувати коротке замикання забороняється.

5.5.6. При загоранні електропроводки (електроустановки) негайно припинити роботу, відключити електромережу (електроустановку) і приступити до гасіння пожежі вуглекислотним вогнегасником.

Гасити пожежу в електроустановках пінними вогнегасниками забороняється.

Про пожежу в електромережі (електроустановці) повідомити пожежну охорону.

5.5.7. При пошкодженні захованих трубопроводів припинити роботу, по можливості перекрити пошкоджені трубопроводи і залишити небезпечну зону.

5.5.8. При ураженні працівника електричним струмом звільнити потерпілого від дії електричного струму: відключити електромережу; відділити потерпілого від струмопровідних частин з застосуванням діелектричних захисних засобів або інших ізолюючих речей і предметів (сухого одягу, сухої жердини, прогумованого матеріалу тощо); перерізати або перерубати провід будь-яким інструментом з ізолюючою рукояткою.

5.5.9. При ураженні працівника небезпечними рідинами, парами, газами вивести (віднести) потерпілого в безпечне місце.

5.5.10. У всіх випадках до потерпілого викликати лікаря, а до його прибуття надати потерпілому першу медичну допомогу.

Охорона праці на пресах

Дія інструкції поширюється на всі підрозділи підприємства.

За даною інструкцією робітник, що виконує ковальські роботи на молотах та гідропресах (далі штампувальник) інструктується перед початком роботи (первинний інструктаж), а потім через кожні 3 місяці (повторний інструктаж).

Результати інструктажу заносяться в «Журнал реєстрації інструктажів з питань охорони праці», в журналі після проходження інструктажу повинен бути підпис особи, яка інструктує, та штампувальника.

Власник повинен застрахувати штампувальника від нещасних випадків та професійних захворювань.

В разі пошкодження здоров'я штампувальника з вини власника, він (

За невиконання даної інструкції штампувальник несе дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність.

До самостійного виконання штампувальних робіт допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд та спеціальне навчання для роботи на пресах, вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці та інструктаж з питань пожежної безпеки.

Інструкція з безпечної експлуатації преса повинна бути вивішеною на робочому місці.

Штампувальник повинен:

. Виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку.

Користуватися спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту.

Пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та безпеку товаришів по роботі.

Виконувати тільки ту роботу по якій проінструктований та яка доручена керівником робіт.

Не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце.

Вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим при нещасних випадках.

Утримувати в чистоті своє робоче місце.

Не виконувати вказівки, які суперечать правилам безпеки.

Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть діяти на штампувальника.

- захаращення робочого місця;
- відсутність спеціальних пристроїв, інструменту, пристосувань;
- частини металу, що відлітають;
- гострі кромки, краї, задирки заготовок, деталей та виробів;
- термічні фактори;
- підвищені рівні шуму, вібрації.

Місце виконання штампувальних робіт повинно бути оснащено устаткуванням, пристроями та інструментом згідно з нормативно-технологічною документацією.

Штампувальник забезпечується спецодягом:

- костюм бавовняний;
- рукавиці комбіновані.

Поверхня пускової педалі повинна бути плоскою і неслизькою. Висота педалі над рівнем підлоги не повинна перевищувати 120 мм.

Пускова педаль повинна мати огороження чи інший запобіжний пристрій, який запобігає випадковому включенню преса.

Електродвигун для індивідуального приводу преса повинен мати кнопкове пускове пристосування і пристосування для зупинки і, крім того індивідуальний рубильник для включення преса під час ремонту, доведення штампу і в інших випадках.

Преси повинні мати спеціальні запобіжники, які зупиняють прес при його перевантаженні в будь-якому положенні.

Преси повинні також мати запобіжні пристрої, які б не допускали пошкодження рук діючими штампами.

Преси повинні мати гальмівні пристрої, які б запобігали самовільному опусканню повзуна після виключення преса.

Штампи повинні бути закритого типу в усіх випадках, коли це можливо по умовам обробки деталей, щоб між матрицею і пуансоном не попадали пальці працюючого.

Подача заготовок і стрічки повинна бути в усіх випадках механізованою, коли це можливо по умовам виробництва.

Під час механізованої подачі стрічки і заготовок на матрицю необхідно обладнати огороження чи інше пристосування для запобігання попаданню рук під пуансон.

Штампи відкритого типу можуть допускатися в експлуатацію, як виняток. Небезпечна зона цих штампів повинна мати огороження, для запобігання попадання рук в цю зону.

Встановлення на преси штампів з направляючими колонками, які виходять з втулок забороняється.

Штampi повинні надійно закріплюватись на столах пресів за допомогою спеціальних болтів, скоб і мірних підкладок.

Всі обертаючі частини преса, які знаходяться на висоті 2,5 м від підлоги і нижче, повинні бути надійно огорожені.

Під час роботи штампувальник крім даної інструкції повинен керуватися інструкцією з безпечної експлуатації преса заводу-виготовлювача.

Вимоги безпеки перед початком роботи

Одягнути спецодяг і застібнути його на всі гудзики. Волосся сховати під головний убір.

Одержати завдання від керівника робіт.

Перевірити і впевнитись в справності:

Всіх частин преса і правильності їх взаємодії.

Дії зупиночно-пускових пристроїв (важелів, пускових кнопок, педалей та інше).

Дію гальм і муфти зчеплення.

Заземлюючого проводу і контактів його з'єднання.

Впевнитись в правильності встановлення штампа при штампуванні деталей на провал; в цьому випадку в плиті стола преса повинен бути отвір для виходу деталей та відходів.

Перевірити наявність огорожень на обертаючих механізмах, особливо звернувши увагу на наявність захисного огороження небезпечної зони преса чи штампа (рухомі і нерухомі решітки, щитки та екрани).

Перевірити справність ручного інструменту (пінцетів магнітних і простих, гачків та інше), який передбачений технологією для виконання даної операції.

Перевірити роботу преса на холостому ході.

Перевірити плавність руху повзуна і роботу педалі, справність гальмівного пристрою, правильність роботи запобіжних пристроїв, встановлення штампів (надійність кріплення його на столі преса, щоб направляючі втулки не виходили за межі направляючих колонок при верхньому положенні повзуна; якщо це неможливо, то необхідно прослідкувати наявність телескопічного огороження колонок і втулок).

Перевірити правильність регулювання захисних решіток відповідно з висотою площини матриці чи пуансона на столі преса; перевірити точність встановлення матриць і пуансонів при відсутності на штампі колонок.

Вимоги безпеки під час виконання роботи

Включати прес на робочий хід тільки після того, як заготовка буде правильно вкладена в штамп, а руки виведені з небезпечної зони.

Під час руху преса не можна поправляти заготовку.

Під час штампування деталей з довгих стрічок, необхідно користуватися технологічними підставками і авто подавальниками для стрічок.

Під час укладання заготовки, знятті відштампованої деталі і відходів за допомогою пінцета, пінцет необхідно тримати по можливості ближче до кінця рукоятки, щоб рука знаходилась за межею небезпечної зони штампа.

Якщо деталь застрягла в штампі необхідно виключити прес і повідомити про це керівника робіт.

Під час укладання заготовки і зняття деталі з штампа не тримати ногу на

Необхідно слідкувати за тим, щоб педаль преса була огорожена і не виникло самовільне включення преса від випадково упавших на неї деталі чи інструмента.

Включення пускової кнопки чи педалі преса необхідно виконувати до відказу, щоб не викликати подвоєного ходу повзуна.

Укладання виробів на штамп і зняття їх з штампа виконувати тільки при повній зупинці повзуна в верхньому положенні.

Не можна самовільно переключати роботу преса з встановленого керівником робіт режиму.

Заклинювати пускові кнопки включення забороняється.

Ручна подача матеріалу на матрицю при штампуванні окремих заготовок допускається у разі:

. Наявності штампа закритого типу.

. Відсутності необхідності під час роботи вводити руки в

Наявності захисних пристроїв, які не допускають пошкодження рук робітника.

Застосування спеціального інструмента, що виключає можливість введення рук працюючого в зону руху пуансона (пінцети, щипці, гачки і інше).

Застосування вказаних інструментів допускається тільки в тих випадках, коли виконання вищевказаних заходів технічно не можливе.

Під час штампування з окремих заготовок з ручною подачею їх на матрицю, робота преса самоходом (безперервна робота) не допускається.

Під час штампування з листового матеріалу ручне подавання матеріалу на матрицю допускається тільки при наявності направляючої лінійки і упорів на штампі.

Для довгих листів крім того повинні застосовуватись роликові столи (рольганги).

Під час штампування з стрічкового матеріалу ручне подавання смуги на штамп відкритого типу допускається за умов нерухомого огороження небезпечної зони, наявності столика з направляючою лінійкою і роликками чи направляючих скоб.

Під час ручного подавання листа і смуги на штампи відкритого типу робота повинна бути організована таким чином, щоб в кінці подачі листа і смуги не було необхідності вводити руки працюючого в небезпечну зону.

Не дозволяється самовільно виконувати налагодження та інші будь-які виправлення у преса чи штампа.

Технічне змащення робочих частин штампа і листового металу виконувати тільки спеціальними щітками без введення рук в небезпечну зону штампа і тільки після зупинки преса.

Не дозволяється залишати інструмент та інші предмети на столі преса; спиратися на прес; передавати чи приймати будь-що через небезпечну зону штампа.

Не дозволяється застосовувати для сидіння ящики та інші випадкові предмети. В необхідних випадках працювати сидячи, треба користуватися гвинтовим сидінням з спинкою.

. Прибирання преса і штампа, а також змащення механізмів преса виконувати тільки при виключеному електродвигуні і повній зупинці маховика.

Під час роботи в вечірню і нічну зміну освітлення робочого місця повинно бути направлено справа від себе.

Відходи від штампування необхідно складати в відповідну тару.

У разі необхідності відлучення з робочого місця необхідно зупинити прес і виключити електродвигун.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Зупинити прес; відключити електродвигун від електромережі.

Прибрати робоче місце; інструменти, пристосування покласти у відведене для них місце.

Зняти спецодяг і покласти у відповідне місце.

Помити руки, обличчя з милом; при можливості прийняти душ.

Доповісти керівникові робіт про всі недоліки, які мали місце під час роботи.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Аварійна ситуація та нещасні випадки при штампувальних роботах можуть бути у разі: відсутності необхідних огорож та запобіжних пристосувань, несправності блокувань, несправності важелів управління, ураження електричним струмом та інше.

Під час виникнення такої ситуації необхідно відключити прес від електромережі, огородити небезпечну зону; не допускати в неї сторонніх осіб; повідомити про те, що сталося, керівника робіт.

Якщо є потерпілі надати їм першу медичну допомогу; при необхідності

Надання першої медичної допомоги.

Перша допомога при ураженні електричним струмом.

У разі ураження електричним струмом необхідно негайно звільнити потерпілого від дії електричного струму, відключивши електроустановку від джерела живлення, а при неможливості відключення – відтягнути його від струмоведучих частин за одяг або застосувавши підручний ізоляційний матеріал.

У разі відсутності у потерпілого дихання і пульсу необхідно робити йому штучне дихання і непрямий (зовнішній) масаж серця, звернувши увагу на зіниці. Розширені зіниці свідчать про різке погіршення кровообігу мозку. При такому стані необхідно негайно приступити до оживлення потерпілого і викликати швидку медичну допомогу.

Перша допомога при пораненні.

Для надання першої допомоги при пораненні необхідно розкрити індивідуальний пакет, накласти стерильний перев'язочний матеріал, що міститься у ньому на рану і зав'язати її бинтом.

Якщо індивідуального пакету якимсь чином не буде, то для перев'язки необхідно використати чисту носову хустинку, чисту полотняну ганчірку і т. ін. На те місце ганчірки, що приходиться безпосередньо на рану, бажано накапати декілька капель настойки йоду, щоб одержати пляму розміром більше рани, а після нього накласти ганчірку на рану. Особливо важливо застосовувати настойку йоду зазначеним чином при забруднених ранах.

Перша допомога при переломах, вивихах, ударах.

При переломах і вивихах кінцівок необхідно пошкоджену кінцівку укріпити шиною, фанерною пластикою, палицею, картоном або іншим подібним предметом.

Пошкоджену руку можна також підвісити за допомогою перев'язки або хустки до шиї і прибинтувати до тулуба.

При переломі черепа (несвідомий стан після удару голови, кровотеча з вух або роту) необхідно прикласти до голови холодний предмет (грілку з льодом або снігом, чи холодною водою) або зробити холодну примочку.

При підозрінні перелому хребта необхідно потерпілого покласти на дошку, не підіймаючи його, чи повернути потерпілого на живіт обличчям

униз, наглядаючи при цьому, щоб тулуб не перегинався, з метою уникнення ушкодження спинного мозку.

При переломі ребер, ознакою якого є біль при диханні, кашлю, чханні, рухах, необхідно туго забинтувати груди чи стягнути їх рушником під час видиху.

Перша допомога при опіках кислотами і лугами.

При попаданні кислоти або лугу на шкіру, ушкоджені ділянки необхідно ретельно промити цівкою води на протязі 15-20 хвилин, після цього пошкоджену кислотою поверхню обмити 5%-ним розчином питної соди, а обпечену лугом - 3%-ним розчином борної кислоти або розчином оцтової кислоти.

При попаданні на слизову оболонку очей кислоти або лугу необхідно очі ретельно промити цівковою води протягом 15-20 хвилин, після цього промити

2%-ним розчином питної соди, а при ураженні очей лугом - 2%-ним розчином борної кислоти.

При опіках порожнини рота лугом необхідно полоскати 3%-ним розчином оптової кислоти або 3%-ним розчином борної кислоти, при опіках кислотою - 5%-ним розчином питної соди.

При попаданні кислоти в дихальні шляхи необхідно дихати розпиленням за допомогою пульверизатора 10%-ним розчином питної соди, при попаданні лугу - розпиленням 3%-ним розчином оцтової кислоти.

Перша допомога при теплових опіках.

При опіках вогнем, парою, гарячими предметами, ні в якому разі не можна відкривати бульбашки, які утворюються, та обв'язувати опіки бинтом.

При опіках першого ступеня (почервоніння) обпечене місце обробляють ватою, змоченою етиловим спиртом.

При опіках другого ступеня (пухирі) обпечене місце обробляють спиртом, 3%-ним марганцевим розчином або 5%-ним розчином таніну.

При опіках третього ступеня (зруйнування шкіряної тканини) накривають рану стерильною пов'язкою та викликають лікаря.

Перша допомога при кровотечі.

Для того, щоб зупинити кровотечу, необхідно:

- підняти поранену кінцівку вгору;

- кровоточиву рану закрити перев'язочним матеріалом (із пакета), складеним у клубочок, придавити 2 зверху, не торкаючись самої рани, потримати на протязі 4-5 хвилин; якщо кровотеча зупинилася, то не знімаючи накладеного матеріалу, поверх нього покласти ще одну подушечку з іншого пакета чи кусок вати і забинтувати поранене місце (з деяким натиском);

-при сильній кровотечі, яку не можна зупинити пов'язкою, застосовується здавлювання кровоносних судин, які живлять поранену область, при допомозі згинання кінцівок в суглобах, а також пальцями, джгутом або закруткою; при великій кровотечі необхідно терміново викликати лікаря.

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

Виконувати всі вказівки керівника робіт по ліквідації небезпеки

ВИСНОВКИ

1. Аналіз літературних даних показав, що в даний час застосування гідроізоляційних покриттів із сухих будівельних сумішей на основі портландцементу розширюється. Склади та властивості цих сумішей постійно удосконалюються, проте до теперішнього часу можливості такого вдосконалення для покриттів конструкцій з бетону на весь період їхньої експлуатації залишаються до кінця не реалізованими.
2. Встановлено, що добавка скляного мікрОВОлокна забезпечує ізотропне мікроармування і самоуцільнення структури портландцементу, що твердіє, за рахунок зростання на поверхні волокна кристалогідратів і дозволяє отримувати тонкошарове тріщиностійке покриття товщиною 1,5-2 мм, що наноситься прийомами малярних робіт.
3. Встановлено, що зниження усадки цементно-піщаних складів, що затверділи, досягається шляхом введення до його складу тонкомолотих наповнювачів.
4. Встановлено, що спільне введення карбонату кальцію та скловолокну забезпечило збільшення міцності гідроізоляційного складу при стисканні на 20 %, при згинанні – на 76 %.
5. Встановлено оптимальний вміст тонкодисперсних добавок у складі гідроізоляційної сухої будівельної суміші на основі портландцементу:
6. Визначено, що зміна вмісту добавки скловолокну в межах від 0,02 до 0,5 % на межу міцності при стисканні R_{ct} затверділого складу не впливає.
7. Розроблено склад гідроізоляційної сухої будівельної суміші підвищеної тріщиностійкості на основі портландцементу, що забезпечує міцність покриття при стисканні та згинанні 47,1 і 13,4 МПа, відповідно, адгезію до бетонної основи більше 2,4 МПа.

8. Розроблений склад і технологія нанесення сухої будівельної суміші підвищеної тріщиностійкості дозволяють влаштовувати гідроізоляційне покриття товщиною 1,5-2,0 мм.

формування властивостей бетонів/О.І. Дьоміна, Є.Б. Деднева, Т.А. Костюк, М.Г. Салія // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. – Вип. 63. – С. 230-233.

12. ДСТУ Б В.2.7-69-98. Будівельні матеріали. Добавки для бетонів. Методи визначення ефективності.

13. ДСТУ Б В.2.7-42-97. Методи визначення водопоглинання густини та морозостійкості будівельних матеріалів та виробів.

14. Патент 37906 Україна. Спосіб отримання поліуретанової композиції для захисного покриття // Ю.В. Савельєв, Л.А. Марковська, Н.Й. Пархоменко, О.О. Савельєва. – Опубл. 10.12.2008. – Бюл. №23.

15. Патент 38576 Україна. Спосіб отримання поліуретанової композиції для захисного покриття // Ю.В. Савельєв, Л.А. Марковська, Н.Й. Пархоменко, О.О. Савельєва. – Опубл. 12.01.2009. – Бюл. №1.

16. Патент 57543 UA МПК С04В 24/00 Суха будівельна суміш для ремонтних робіт / Т.О. Костюк, О.Г. Вандоловський, М.Г. Салія, Д.А. Бондаренко; заявник та патентовласник Т.А. Костюк, О.Г. Вандоловський, М.Г. Салія, Д.А. Бондаренко, заявл. 22.03.2010; опубл. 10.03.2011, Бюл. №5.

17. Патент 93322 UA МПК С04В 41/65, С04В 103/65, С04В 24/00, С04В 14/00, С04В 28/00. Мінеральна суміш, що самоущільнюється, для гідроізоляційного покриття / Т.А. Костюк, М.Г. Салія, Д.А. Бондаренко, Ю.М. Ізбаш; заявник та патентовласник Т.А. Костюк, М.Г. Салія, Д.А. Бондаренко, Ю.М. Хат, заявл. 29.01.2009; опубл. 25.01.2011, Бюл. №2

18. Пługін А.А. Управління міцністю дрібнозернистого бетону одразу після формування на основі урахування електроповерхневих властивостей його складових / О.О. Пługін, Т.О. Костюк, В.І. Бабушкін // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 1999. – Вип.7. – С. 63-67.

19. Пługін А.А. Ізотропне мікроармування цементного каменю продуктами гідратації для підвищення фізико-механічних характеристик гідроізоляційних покриттів / О.О. Пługін, М.Г. Салія, Т.А. Костюк // Вісник НТУ "ХП": 36. наук. ін. Тематичний випуск "Хімія, хімічна технологія та екологія". – Харків: НТУ «ХП», 2011. – № 50. – С. 97-103.

20. Пługін А.А. Відновлення експлуатаційних властивостей основ, фундаментів, заглиблених та підземних споруд / О.О. Пługін, Л.В. Трикоз. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 141 с.

21. Пługін О.М. Відновлення та захист промислових будівель та споруд на залізничному транспорті / О.М. Пługін, О.О. Пługін, О.О. Калінін та ін. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – Ч.1. – 137с.; Ч.2. – 74с.

22. Пługін О.М. Основи теорії твердіння, міцності, руйнування та

довговічності портландцементу, бетону та конструкцій з них / О.М. Плугін, А.А. Плугін, Л.В. Трикоз, А.С. Кагановський, Ал.А. Плугін // Том 1. Колоїдна хімія та фізико-хімічна механіка цементних бетонів. – Київ, 2011. – 331 с.

23. Салія М.Г. Вибір добавок-наповнювачів для покращення властивостей бетону/М.Г. Салія // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУ Bendz Dale P. Simulation studies of the effects of mineral admixtures on the cement paste-aggregate interfacial zone / P. Bendz Dale, J. Garfodzi Edward // ACI Mater. J. – 1991. – V88. – №8. – pp. 518-529.

24. Collepari M. Admixtures-Enhancing concrete performance / M. Collepari // 6th International Congress, Global Construction, Ultimate Concrete Opportunities, Dundee, U.K. – 5-7 July 2005.

25. Feng Nai-Qian. High-strength and flowing concrete with a zeolitic mineral admixture / Nai-Qian Feng, Gui-Zhi Li, Xuan-Wu Zang. // Cem., Concr., and Aggreg. – 1990. – V12. – №2. – pp. 61-69.

26. Kalousek O. L. Fundamental factors in the drying Shrinkage of concrete block / O. L. Kalousek. — J ACI, 1954. – v. 26. – N 3.

27. Larbi J.A. Effect of water-cement ratio, quantity and fineness of sand on the evolution of lime in set portland cement systems / J.A. Larbi, J.M Bijen // Cem. and Concr. Res., 1990. – V20. – №5. – pp. 783-794.

28. Larbi J.A. The chemistry of the pore fluid of silica fume-blended cement systems / J.A. Larbi, J.M. Bijen // Cem. and Concr. Res., 1990. – V20. – №4. – pp. 506-516.

29. Roberts L.R. Microsilica in concrete.1 / L.R. Roberts, W.R. Grace // Mater. Sci. Concr.1. – Westerville (Ohio), 1989. – pp. 197-222.

30. Sarkar Shendeep L. Microstruktura of a very low water/cement silica fume concrete / L. Sarkar Shendeep // Microscope, 1990. – V38. – №2. – pp. 141-152.

31. Taylor N. F. Cement Chemistry / N. F. Taylor // Academic Press, New York, 1990. – pp. 62-63.