

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ

На правах рукопису

КАМЕННОВ ВОЛОДИМИР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

**ДЕКОРАТИВНИЙ СІРЧАНИЙ БЕТОН ДЛЯ РЕСТАВРАЦІЙНИХ І
РЕМОНТНО-БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ**

05.23.05. - Будівельні матеріали та вироби

Автореферат на здобуття вченого ступеню
кандидата технічних наук

Одеса - 1997



00752362 (P)

Дисертація є рукописом.

Праця виконана в Українському науково-дослідному і проектно-конструкторському інституті будівельних матеріалів і виробів "НДІБМІВ".

Науковий керівник: д.т.н., проф. **Орловський Юрій Ігорович**.

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор

Чернявський Вячеслав Леонідович

- кандидат технічних наук, доцент

Феофанов Вадим Альбертович

Ведуча організація - Державний інститут гірничо - хімічної промисловості, м.Львів

Захист відбудеться 20 травня 1997 р. об 11 годині на засіданні спеціалізованої ради Д.05,09,02 Одеської Державної Академії будівництва і архітектури за адресою: 270029, м.Одеса, вул.Дідріхсона, 4.

Автореферат розісланий 19 квітня 1997 р.

Вчений секретар спеціалізованої ради

Малахова Н. О. Малахова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Розробка принципово нових конструкційних матеріалів для реставрації, реконструкції і ремонту інженерних споруд і архітектурних об'єктів з метою підвищення їх довговічності та забезпечення необхідного архітектурного виразу, кольору та декоративності дозволяє підняти на якісно новий рівень проблему збереження громадських та промислових об'єктів, створення нових конструктивних рішень, збереження історико-архітектурної спадщини.

В останні роки у практиці будівництва знайшли використання мастики та бетони на основі сірки як термопластичного в'язучого. Передумовами до використання сірки є: здатність її розплаву швидко твердіти при охолодженні; висока адгезія до металів та мінеральних матеріалів; високі фізико-механічні характеристики мастик та бетонів, де сірка грає роль термопластичного в'язучого; висока хімічна стійкість, особливо в кислих та сольових середовищах.

В теперішній час накопичено достатній як вітчизняний, так і зарубіжний досвід створення сірчаніх бетонів з високими фізико-механічними характеристиками, розроблено ряд технологій, які дозволяють одержувати високоякісні вироби та конструкції.

Однак, вдосконалення технології приготування бетону не завжди супроводжується покращенням архітектурно-художніх якостей виробів, які виготовляються з нього. Ці якості, в значній мірі, використовуються випадково, в залежності від інтуїції розробників матеріалу.

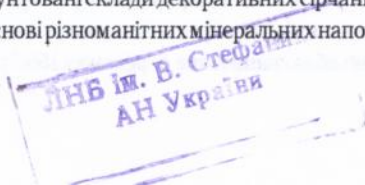
Теоретичне узагальнення питань використання бетону як матеріалу, який має, поруч з конструктивними, цінні декоративні властивості при створенні архітектурних композицій, взагалі відсутнє.

Дисертаційна робота виконувалась у відповідності з Державною науково-технічною програмою "Ресурсозбереження" у складі комплексного проекту 04.06.02.001 / 12 "Створити технологію виробництва будівельних матеріалів і виробів на основі відходів промисловості", затвердженої наказом ДКНТ України № 45 від 31 березня 1993 р.

Метою роботи є розробка складів, вивчення властивостей кольорових сірчаніх мастик та бетонів, призначених для архітектурно-реставраційних та ремонтно-будівельних робіт.

Наукова гіпотеза. Поєднання світлого забарвлення елементарної сірки з високими відбиваючими оптичними властивостями дає підставу припустити, що уведення до оптимізованих складів сірчаніх мастик та бетонів пігментів та модифікаторів сірки дозволить одержати новий декоративний матеріал з високими експлуатаційними властивостями.

Автор захищає: науково обгрунтовані склади декоративних сірчаніх мастик та бетонів, у тому числі кольорових, на основі різноманітних мінеральних наповнювачів та



пігментів; результати досліджень фізико-механічних характеристик розроблених складів; результати досліджень показників кольоровості, кольоростійкості і довговічності; рекомендації по технології виготовлення, основні напрямки та раціональні сфери застосування розроблених матеріалів.

Наукову новизну роботи становлять: оптимізовані склади та рецептури виготовлення декоративних сірчаних мастик і бетонів з різноманітними показниками кольоровості; закономірності зміни властивостей та характеристик розроблених складів з урахуванням виду та дисперсності наповнювачів і пігментів; закономірності зміни кольору сірчаних мастик та бетонів в залежності від виду та забарвлення компонентів; прогнозування довговічності сірчаних мастик та бетонів з урахуванням впливу природних факторів.

Практичне значення та реалізація результатів досліджень.

У 1995 р. на дослідно-промислому обладнанні агрофірми "Зоря" Городоцького району Львівської обл., яке було виготовлено Львівським інженерним центром "Будівельник", автором була відпрацьована технологія виготовлення кольорових сірчаних мастик та бетонів з використанням різноманітних пігментів, наповнювачів та модифікаторів сірки. Дослідні партії тротураних і облицювальних плит та фігурних елементів мощення було впроваджено при благоустрії території агрофірми "Зоря". Склади мастик чорного та білого кольорів використані при ремонтних роботах, для вуличної та дорожньої розмітки асфальтобетонного покриття та бруківки, які були виконані проектно-промисловим будівельним об'єднанням "Електрон" (Львів). При безпосередній участі автора у 1995...1997 роках було розроблено наступні документи: "Рекомендации по технологии изготовления серных бетонов на основе серосодержащих отходов", Львов: ПП "Декон"; "Рекомендации по технологии изготовления серных мастик и бетонов на основе молотой известняковой серосодержащей руды", Львов: ПП "Декон"; "Рекомендации по технологии изготовления и применения цветных серных мастик и бетонов в архитектуре и строительстве", Львов: ПП "Декон"; "Технические условия на опытную партию "Плиты из серного бетона на основе технической серы и барханного песка" по заказу Государственного унитарного предприятия Министерства путей сообщения России"; "Технологический регламент на опытно-промышленную технологическую линию по производству строительных изделий на основе технической серы и местных сырьевых ресурсов Ашгабадского региона Туркменистана".

У 1996 р. технологічний регламент був прийнятий за основу при проектуванні дослідно-промислової лінії по виготовленню виробів з сірчаного бетону. Проектування лінії та розробка робочих креслень обладнання було здійснено АП "Проектбудіндустрія" (Харків) на замовлення Державного унітарного підприємства МПС Росії.

Креслення були передані на завод ім.Малишева (Харків), де по них було виготовлено обладнання, яке передане у 1997 р. замовнику - Товариству з обмеженою

відповідальністю “Арзув” в м. Ашгабад (Туркменія). Лінія змонтована у 1997 р. на промбазі замовника (с. Аннау). Пусконалагоджувальні роботи виконувались при безпосередній участі автора.

Апробація роботи. За матеріалами досліджень, викладених у дисертації, було опубліковано 7 друкованих робіт. Результати досліджень доповідались на наступних семінарах і конференціях: XXXV Міжнародному семінарі з проблем моделювання та оптимізації композитів, Одеса, 1996 р.; XXXVI Міжнародному семінарі “Комп’ютерне матеріалознавство та забезпечення якості”, Одеса, 1997 р.; конференції Державного університету “Львівська політехніка”, присвяченій 125-й річниці інженерно-будівельного факультету, Львів, 1997 р.; Міжнародній конференції, присвяченій 20-річчю інженерно-будівельного факультету технічного університету в Кошицях (Словакія), 1997 р.

Обсяг та структура дисертації. Дисертація містить 238 сторінок, в тому числі 106 рисунків та фотографій, 48 таблиць; складається з вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку літератури з 86 найменувань та додатків.

Короткий зміст роботи.

При розгляді стану питання показано, що пластичні властивості бетону і залізобетону виявляються не тільки в здатності приймати задану форму, що забезпечує їх високу конструктивну якість, але також в їх структурі, фактурі, кольорі. Архітектура як пластичне мистецтво використовує колір, текстуру і фактуру матеріалів та підпорядковує їх основному композиційному задуму.

З досвіду вітчизняного будівництва і зарубіжної практики відомо, що достатньо декоративними і довговічними вважаються кольорові цементні розчини і, особливо, бетони. Основним недоліком цих матеріалів є необхідність застосування коштовного білого портландцементу, оскільки звичайний сірий не дозволяє отримати необхідну кольорову гаму. Спроби розбілювання сірого портландцементу введенням додатків (білої глини, важкого шпату, діатоміту та ін.) виявились малоефективними через низьку якість продукту, який отримують - недостатньої білизни, заниженої міцності та низької морозостійкості. Розроблений П.І.Боженовим та Л.І.Холоповою спосіб синтетичного забарвлення цементу шляхом додавання у шихту малих кількостей сполук матеріалів, які надавали колір клінкеру в процесі його опалення, є технологічно складним і широкого промислового застосування не отримав.

Аналіз досліджень показує, що сірка є термопластичним в'язучим, яке характеризується світло-жовтим кольором, добре суміщується з різноманітними пігментами та мінеральними матеріалами. Однак, комплексні науково-дослідні роботи, які ставлять за мету розробку і вивчення властивостей декоративних сірчанних мастик і бетонів на даний час практично відсутні.

Для досягнення поставленої мети у дисертаційній роботі поступово **вирішувались наступні основні завдання:** на основі аналізу властивостей та складів відомих пігментів, мінеральних наповнювачів та заповнювачів обґрунтувати їх

вибір для виготовлення декоративних сірчаних мастик та бетонів; підбрати та науково обґрунтувати склади мастик та бетонів на основі сірки, пігментів, пластифікаторів та мінеральних матеріалів; вивчити основні фізико-механічні характеристики розроблених складів; колориметричним методом оцінити та підбрати кольорові поєднання компонентів сірчаного бетону. Дослідити кольоростійкість складів при дії атмосферних факторів та тріщиностійкість при дії підвищених температур; розробити рекомендації по технології виготовлення та визначити основні напрямки і раціональні сфери застосування розроблених складів.

У ролі термопластичного в'язучого мінеральних матеріалів використовувались: технічна сірка Язівського родовища Львівської обл. гатунку 9920, яка була одержана методом підземної виплавки; технічна сірка, модифікована діциклопентадієном кам'яновугільним (ДЦПД) Баглейського коксохімічного комбінату Дніпропетровської обл. і технічна сірка, модифікована кубовими залишками ректифікації стиrolу, виробництва Горлівського хімкомбінату Донецької області.

Вибір ахроматичних та хроматичних пігментів проводився на основі аналізу їх властивостей, вивчення досвіду їх використання для забарвлення портландцементу та дорожнього пластбетону, а також можливості сумісності з сіркою. Оцінка пігментів та їх вибір проводився з урахуванням наступних показників: фарбувальної здатності, покривельної здатності, тонкості помелу, світлостійкості, стійкості проти хімічного впливу, сіркоємності, токсичності та вартості.

В результаті аналізу були відібрані наступні пігменти: ахроматичні - титанові, сірчани та цинкові біліла, сажа газова та синтетичний залізоокисний; хроматичні - охра золотиста, сурик залізний, редоксайд, оксид хрому та ультрамарин. Мінеральні пігменти, які були вибрані, забезпечували отримання цілої кольорової гама сірчаної мастики.

В якості мінеральних наповнювачів застосовувались кварцова та вапняна мелена мука, зола виносу Бурштинської ГРЕС, крейда, мелений цегляний бій. Дрібним заповнювачем служив білий кварцовий пісок Тростянецького родовища Львівської обл., великим - подрібнені, на фракцію 5...10 мм природні кольорові мармури і вапняки закарпатських родовищ України та червоний цегляний бій.

В дослідках використовувались наступні методи: оцінка дисперсності наповнювачів здійснювалась мікроскопічним методом (поляризаційний мікроскоп МПН-8) з використанням шкали окуляр-мікрометру.

Характеристики міцності та деформативності встановлювали з врахуванням методів випробувань, які прийняті згідно діючих ГОСТів та рекомендацій НДЗБу. Ударну стійкість оцінювали за методикою ЦНДІБК, стирання - згідно методики ГОСТ 13087 на приладі ЛКИ-2. Динамічний модуль пружності оцінювали резонансним методом за допомогою приладу ІЧМ.

Коефіцієнт лінійного температурного розширення (КЛТР) мастики досліджували за

допомогою кварцового дилатометру ДКВ-2 та спеціально сконструйованого пристрою, відмінністю якого є те, що вимірювання температурних деформацій взірців проводилось за допомогою індукційного давача переміщення. КЛТР бетонів (взірці 4x4x16 см) вивчався при випробуванні на пристрої, до складу якого входять: сушильна термошафа, з автоматичним регулюванням температури, термоелектричні перетворювачі і потенціометр. Вимірювання деформацій проводилось мікроіндикатором годинникового типу при 20, 40, 60 та 80 °С.

Внутрішні температурні напруження, які виникають в результаті термоскорочення матеріалу, вимірювались за допомогою переконструйованих магнітопружних давачів ЦНДБК та комплекту реєструючої апаратури. Конструкція давача, яка була розроблена, дозволяє проводити вимірювання при температурах до 300 °С, що забезпечує весь діапазон можливих температурних параметрів при виготовленні виробів із сірчанних мастик і бетонів.

Визначення кольоровості взірців проводилось на триколірному колориметрі системи Л.І. Демкіної (сірчаної мастики і заповнювачів) і на колориметрі з безпосереднім відліком КНО-3 (бетонів). При оцінці світлостійкості забарвлених взірців використовувались дві методики. Перша передбачала визначення світлостійкості в умовах сонячного опромінювання в природних умовах, друга - дозволяла визначати світлостійкість при штучному освітленні та зрошенні водою з використанням апарату штучної погоди - везерометру.

Дослідження мікроструктури проводилось за допомогою растрового скануючого мікроскопу "JSM-25S" (Японія). Візуальне спостереження та зйомка структур проводилось на мікроскопах МІН-8 та "Неофот-30х" (Чехословаччина). Термогравіметричний аналіз з фотореєстраєю проводився на дериваторграфі ОД - 1000 (Угорщина). Фізико-хімічні дослідження фазового складу матеріалів проводились за методом рентгенофазового аналізу з використанням дифрактометра ДРОН-2.

Технологія виготовлення взірців передбачала наступні основні процеси: виготовлення наповнювачів (керамічний шаровий млин); топлення та модифікування сірки (скляний реактор з пропелерною мішалкою та термостат); приготування сірчаної мастики та бетону (змішувач примусового перемішування з автоматичним контролюванням температури, лабораторний вібростенд). Взірці формувались в металевій оснастці, яка перед формуванням нагрівалась до температури 1450С.

Наповнюваче одним з найголовніших структуроутворюючих компонентів сірчанних мастик та бетонів. По відношенню до сірки наповнювач повинен виявити оптимальну адсорбційну здатність. Якщо вона є невеликою, слід очікувати зниження міцності та водостійкості, якщо занадто висока - частинки наповнювача будуть адсорбувати товсті сірчані плівки, що викликає не тільки підвищення витрати сірки, але й зниження міцності матеріалу.

Вплив характеру поверхні на адсорбційні властивості наповнювачів характеризувався кількістю адсорбції випаровувань води, бензолу та етилового спирту. Встановлено, що активність поверхні зерен наповнювачів та пігментів характеризується різною адсорбційною здатністю, яка залежить від мінерального складу, полярності поверхні та величини електричного заряду. В залежності від сукупності цих факторів відбувається зчеплення з сіркою в більший чи менший мірі. Чим краще змочування і вище зчеплення, тим більше сірки адсорбується поверхнею наповнювача. Інтенсивність "прилипання" залежить від спорідненості сірки та мінерального матеріалу, а також різниці поверхневого натягу на межі розподілу фаз.

Мінеральні наповнювачі, які мають сильно розвинену активну поверхню, чинять найбільший фізико-хімічний вплив на сірку, тому є більш ефективними для її механічної модефікації. Система сірка-наповнювач має достатню стабільність та значно менший поверхневий натяг, ніж розплав сірки, тому краще вкриває поверхню заповнювачів.

Основним процесом при взаємодії сірки та наповнювачів є вандерваальсова адсорбція, а одною з вирішальних властивостей наповнювачів - питома поверхня та геометрія пор. В залежності від вмісту сірки та наповнювача на межі фаз відбуваються адсорбційні процеси та вибіркова фільтрація сірки в глибину мінерального зерна, які призводять до формування структурно-механічних зв'язків. Уведення до розплаву сірки однакової кількості наповнювачів з відмінними властивостями поверхні та ступенем дисперсності призводить до утворення структур неоднакової міцності.

Вапняний наповнювач взаємодіє з сіркою більш активно, ніж кварцовий, що пояснюється його пористістю та гідрофільністю, щільною, гладкою поверхнею часток, а отже, більш слабкими адгезійними зв'язками з сіркою. Це підтвержується більш низькими показниками міцності мастики на кварцевій муці.

Пігмент, що додається до мастики, слід розглядати як супертонкий наповнювач, який відіграє структуроутворюючу роль. Впровадження пігменту збільшує загальну дисперсність наповнювача, що призводить до його більш щільного упакування та збільшує витрату сірки. Зменшення розмірів часток та збільшення центрів кристалізації сірки тягне за собою зміну структури мастики в бік підвищення її аморфності та дрібнокристалічності, що, в кінцевому результаті, підвищує її міцність.

Характеристики міцності мастики є функцією питомої поверхні наповнювача та його вмісту.

Від кількості пігменту залежить дисперсність наповнювача та міцність мастики. Якщо його кількість не перевищує 3% від маси сірки, збільшення міцності є незначне (таблиця 1).

Витрата пігментів залежить від їх дисперсності та необхідної інтенсивності забарвлення мастики. У пігментів з високим ступенем дисперсності (100% часток розміром менше 0,074 мкм) фарбувальна здатність підвищується, у білих - проходить

через відповідний мінімум.

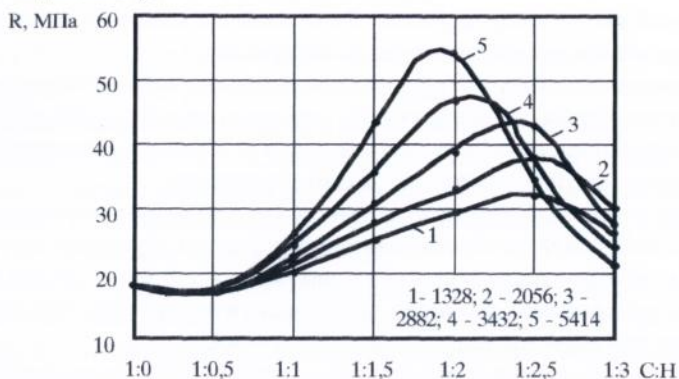


Рисунок. Залежність межі міцності на стискування сірчаної мастики від вмісту і питомої поверхні кварцового наповнювача.

Пігменти та наповнювачі, що досліджувались, не утворюють з сіркою хімічних зв'язків та їх взаємодія обумовлюється дією молекулярних сил і величиною поверхневої енергії на межах розподілу фаз.

Таблиця 1 - Залежність міцності сірчаної мастики від вмісту пігменту (в мас. % до сірки)

Вид пігменту	Межа міцності на стиск, МПа при вмісті пігменту в %				
	1	3	5	10	15
Двоокис титану	48,3	47,9	49,9	53,5	55,6
Сажа газова	56,5	56,8	58,0	59,5	60,3
Охра золотиста	49,5	50,1	53,2	54,5	56,0
Редоксайд	50,7	50,6	53,5	55,3	56,5
Окис хрому	53,5	53,0	54,6	56,2	57,9
Ультрамарин	51,0	51,5	53,2	55,2	57,1

Модифікування сірки збільшує міцність, зносостійкість та опір удару мастики, підвищує ймовірність утворення хімічних зв'язків. Пластифікатори сповільнюють кристалізацію сірки, забезпечують підвищення деформативності в результаті зміни алотропного складу сірки в контактній зоні з наповнювачами, створюють пружні плівки на поверхні зерен.

Дослідження показали високу сприйнятливості сірки до забарвлення пігментами, а її природний жовтий колір є найбільш сприятливим для кольоросполучення зі всіма наповнювачами та заповнювачами, які досліджувались.

Проведена оцінка кольоросполучень сірки, наповнювачів та заповнювачів по трьох основних показниках - кольоровому тону, насиченості кольору та світлоті дозволила оцінити відносну насиченість сумарних кольорів та їх світлоту в межах одного будь-якого кольору мастики, чи, навпаки, одного заповнювача.

Незначна зміна забарвлення кольорових сірчанних бетонів при витримуванні взірців під відкритим небом та при обробці в камері штучної погоди, обумовлено дією сонячних променів, порохів, газів та атмосферних опадів, які часто мають кислий характер. Зміни, які викликані цими факторами, відбуваються в тонкій поверхневій плівці, після видалення якої первісний колір взірців відновлюється.

Встановлено, що визначальний вплив на величину КЛТР чинить модифікований стан сірки, вид та кількість наповнювача і заповнювача. Пігменти, в тих кількостях, які рекомендовані для мастик і бетонів, не чинять помітного впливу на зміну КЛТР. Це не відноситься до пігментів-наповнювачів, наприклад, меленому цегляному бою, піритовим недопалам, золи виносу, крейди, кількості яких в складі мастики можуть коливатись в значних межах. Менші значення КЛТР відповідають складам, отриманим із застосуванням карбонатних наповнювачів і заповнювачів, більші - силікатних.

Наведений КЛТР декоративного сірчаного бетону, за законом сумішей, рекомендовано визначати з врахуванням величини КЛТР та вмісту всіх компонентів, які входять до композиту.

Об'ємне температурне зсідання сірки значно знижується при введенні наповнювачів та пігментів. Встановлено, що із збільшенням ступеню наповнення модуль пружності системи збільшується значно скоріше, ніж знижується її об'ємне термозсідання.

Радіальні стискуючі напруження при твердінні та формуванні структур, що вивчаються, виявляються у перші 10 діб, а потім стабілізуються. Їх величина залежить від кількості та модифікованого стану сірки, виду та дисперсності наповнювачів і чим вона є вищою, тим меншими є радіальні напруження.

Дослідження міцності та деформативності сірчанних мастик підтвердило їх аномальну поведінку, порівняно до полімерних, при підвищених температурах, яка виявляється у збільшенні міцності та модуля пружності при підвищенні температури до 75 °С. Це пояснюється урядкуванням структурного стану сірки та переходом її в однорідну найбільш міцну структуру, яка складається з ромбонної сірки.

Відносна зміна межі міцності при стиску і модуля пружності можна характеризувати коефіцієнтами β , які є змінними величинами, що залежать від температури, тобто $R_{(t)} = \beta R_{(t)}$ і $E_{(t)} = \beta E_{(t)}$ та мають вигляд:

$$\beta = 1 + \beta_0 t + 0,5\beta_1 t^2, \quad (1)$$

де β_0 і β_1 - сталі коефіцієнти. Для оцінки модуля пружності в інтервалі температур 20 ... 50 °С $\beta_0 = 0,0014$, $\beta_1 = 0,00003$.

Вивчення температурних напружень у сформованій структурі сірчаної мастики дозволило зробити висновок про те, що при підвищенні температури виникають значні розтягуючі радіальні напруження величина яких залежить від розміру часток та відмінності в КЛТР сірки і наповнювача. Із збільшенням вмісту сірки, температури і розміру часток величина напружень зростає.

Встановлено, що при впливі від'ємних температур міцність та модуль пружності сірчаного бетону збільшуються. Для оцінки стійкості мастики та бетону при циклічній дії від'ємних та додатніх температур пропонується використовувати динамічний модуль пружності, зміна якого по відношенню до первісного буде характеризувати стабільність структури матеріалу.

Експериментально встановлено незначну зміну в структурі розроблених складів мастик та бетонів при 200 циклах заморожування до -20 °С (до 20%), що є передумовою високої морозостійкості. При циклічному повторенні температурних впливів порушується структура і можуть утворюватися тріщини. Для оцінки тріщиностійкості мастик при дії від'ємних температур критерій має вигляд:

$$k R_{bt} \geq \frac{\sigma_t (1 - \mu)}{E_b \alpha_{bt}}, \quad (2)$$

де k - коефіцієнт, що враховує збільшення міцності; σ_t - розтягуючі тангенціальні напруження, МПа.

В табл.2 наведені результати зміни динамічного модуля пружності після 200 циклів заморожування взірців при -20 °С і наступного їх "відтаювання" при +20 °С.

Таблиця 2 - Зміна динамічного модуля пружності

Серія	Наповнювач	Заповнювачі	Склад	$E_d/E_{до}$
Ік	Кварцова мука	-	С:Н=1:2	0,98
Іпк	Кварцова мука	-	С:Н=1:2,5	0,95
Ши	Вапнякова мука	-	С:Н=1:2	0,97
ІВи	Вапнякова мука	-	С:Н=1:2,5	0,90
Вкп	Кварцова мука	Кварцовий пісок	С:Н:П:Щ=1:2:2:3	0,93
		Гранітний щебінь		
ВІп	Вапнякова мука	Вапняковий пісок і щебінь	С:Н:П:Щ=1:2:2:3	0,82

На основі результатів дослідно-промислового виготовлення сірчаної мастики, бетону та виробів на його основі встановлено, що для одержання кольорових мастик необхідна організація виробництва якісних наповнювачів та використання мінеральних пігментів неорганічного походження, як найбільш атмосферостійких та довговічних. При цьому, для забезпечення чистоти забарвлення мастики та її експлуатаційної довговічності, помел наповнювачів та пігментів слід проводити сумісно в кульових або вібраційних млинах з футеровкою в керамічному або нержавійному виконанні, неметалевими мелючими тілами. Помел матеріалів слід проводити тільки висушених до постійної маси. Режим сушіння та помелу встановлюється дослідним шляхом та регламентується видом, початковою вологістю і розміром фракцій.

Температурно-часовий режим процесу модифікування сірки встановлюється дослідним шляхом, в залежності від виду модифікатора та його кількісного вмісту. Бетонні суміші та мастики слід готувати у змішувачі примусового змішування, які забезпечують автоматичний контроль заданої температури.

Розроблені склади рекомендовано для використання з наступною метою: для вуличного, дорожнього, аеродромного маркування та розмітки; ремонту ям та зарівнювання тріщин в асфальтобетонних та бетонних покриттях; влаштування захисних олицювальних покриттів; обробленні тунелів; влаштування корозійностійких монолітних підлог; виготовлення виробів різного призначення, в тому числі для архітектурно - реставраційних та загальнобудівельних робіт.

Загальні висновки та рекомендації.

Розроблені оптимальні склади сірчаних кольорових мастик та декоративних бетонів на основі технічної немодифікованої та модифікованої сірки, мінеральних пігментів (хроматичних та ахроматичних) і мінеральних наповнювачів та заповнювачів.

Вивчені та виявлені основні фізико-механічні характеристики розроблених складів з урахуванням виду, дисперсності та складу пігментів і наповнювачів, а також модифікованого стану сірки.

Методом електронної мікроскопії та фізико-хімічними аналізами відображена структуроутворююча роль мінеральних пігментів та наповнювачів.

Запропоновано розглядати мінеральні пігменти як супертонкі наповнювачі від вмісту яких залежить загальна дисперсність наповнювача та міцність сірчаної мастики. Якщо його кількість не перевищує 3% від маси сірки, збільшення міцності незначне.

Встановлено, що мінеральні пігменти та наповнювачі, які досліджувались, не утворюють хімічних зв'язків з елементарною сіркою і їх взаємодія обмежена дією молекулярних сил та величиною поверхневої енергії на межах розподілу фаз.

Модифікація сірки, в результаті якої сповільнюються її кристалізація та крихкість, підвищує міцність, зносостійкість і опір удару мастики та бетону.

Розроблені склади, характеризуються високою кольоростійкістю та атмосферостійкістю як в природних умовах, так і при прискорених випробуваннях в

камері штучної погоди.

Вивчені температурні напруження та деформації сірчаної мастики при дії додатних та від'ємних температур. Показано, що під впливом підвищених додатних температур в мастиці виникають значні розтягуючі радіальні, а від'ємних - розтягуючі тангенціальні напруження.

Надаються рекомендації щодо оцінки морозостійкості сірчаних мастик і бетонів зміною динамічного модулю пружності в результаті циклічної дії температур, яка може негативно відобразитись на структурі матеріалу, що викликає її деструкцію.

Розроблені рекомендації по технології виготовлення та застосуванню кольорових сірчаних мастик і бетонів в архітектурі та будівництві. Запропонована номенклатура будівельних виробів та склади сірчаних мастик та бетонів, які призначені для реставраційних та ремонтно-будівельних робіт.

Результати досліджень, використані при розробці інструктивно-нормативної та технологічної документації, робочого проекту та обладнання дослідно-промислової лінії по виготовленню сірчаної мастики, бетону та виробів на їх основі.

Дослідні партії будівельних виробів (плит, фігурних елементів мостіння), білого розмірного термопласту та чорної мастики впроваджені при будівельних та ремонтних роботах.

Рекомендовано, з метою зниження вартості кольорових сірчаних мастик та бетонів, обирати пігменти з природних матеріалів та різних відходів промисловості України.

Основні положення дисертації доповідались та були опубліковані у вигляді тез на семінарах та конференціях в Одесі, Львові та Кошицях (Словаччина) у 1996 - 1997 р.р.

Результати роботи опубліковані у 7 статтях, в т.ч. у вигляді "Рекомендацій":

1. Орловский Ю.И., Каменнов В.А. Роль пигментов и пластификаторов в структурообразовании декоративных мастик. - Одесса: НФП "Астропринт", 1996. - С.91 - 92. (Особиста участь автора - 80% - підбір складів і вивчення властивостей мастики);

2. Орловский Ю.И., Каменнов В.А. и др. Рекомендации по технологии изготовления серных мастик и бетонов на основе молотой известняковой серосодержащей руды. - Львов: ПП "Декон", 1996. (Особиста участь автора - 25% - вивчення властивостей бетонів);

3. Солодкий С.И., Каменнов В.О. Декоративный сірчаний бетон для реставрації та ремонтних робіт. - Львів: Видавн. Державного університету "Львівська політехніка". - 1996. - № 300. - С.136 - 139. (Особиста участь автора - 70% - виготовлення та дослідження звірців);

4. Семченков А.С., Орловская Е.В., Каменнов В.А. Цветные декоративные мастики и бетоны для реставрационных и ремонтных работ. // Бетон и железобетон. - 1996. - №6. - С.21 - 24. (Особиста участь автора - 65% - обґрунтування вибору пігментів, виготовлення та дослідження).

5. Орловский Ю.И., Каменнов В.А. и др. Рекомендации по технологии изготовления и применению цветных серных мастик бетонов в архитектуре и строительстве. - Львов: ПП "Декон", 1997. (Особиста участь автора - 50% - підбір складів мастик, їх випробування, обґрунтування області використання);

6. Орловський Ю.І., Каменнов В.О. и Каменнов І.В. Дослідження напружень у сірчаных мастиках при підвищених температурах і оцінка критерію їх тріщиностійкості. Збірник наукових статей "Проблеми теорії і практики будівництва", т.ІІІ "Технологія будівельного виробництва матеріалів і конструкцій". - Львів: Видав. Державного університету "Львівська політехніка", 1997. - С.106 - 111. (Особиста участь автора - 80% - розробка методики і обробка результатів досліджень);

7. Каменнов В.О. Сірчані кольорові мастики для ремонту і розмітки дорожніх асфальтобетонних покриттів. Збірник наукових статей "Проблеми теорії і практики будівництва", т.V "Мости, автомобільні шляхи". - Львів: Видав. Державного університету "Львівська політехніка", 1997. - С.79 - 83.

Каменнов В.А. ДЕКОРАТИВНЫЙ СЕРНЫЙ БЕТОН ДЛЯ РЕСТАВРАЦИОННЫХ И РЕМОНТНО - СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ.

Диссертация в виде рукописи на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 - строительные материалы и изделия. Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, 1997.

Диссертация содержит экспериментально-теоретические исследования свойств цветных серных мастик и бетонов, раскрытие и анализ их декоративных возможностей при выполнении архитектурно-реставрационных и ремонтно-строительных работ. Установлены основные физико-механические характеристики разработанных составов. Изучено влияние рецептурно-технологических факторов и вида пигментов на структурообразование, внутренне-напряженное состояние, цветоустойчивость и декоративность. Разработаны рекомендации по технологии и осуществлено опытно-примененное внедрение предложенной технологии.

Ключевые слова: Сера, серная мастика, бетон, пигменты, свойства, технология.

Каменнов V.A. DECORATIVE SULPHUR CONCRETE FOR RESTORATION AND REPAIRMENT

Thesis in the manner of manuscripts on submitting teaching degree of candidate of technic sciences on profession 05.23.05 - building materials and products. Odessa State academy of construction and architecture, Odessa, 1997.

Thesis is kept experimental-basic researches of characteristics of colour sulfur mastics and concretes, opening and analysis their decorative possibilities by performing architectural-restoring and is repair-building work. Established main physic-mechanical features of developing compositions. Investigated the influence of recepture-technological factors and type of pigments on the structurization, intrinsically-tense condition, colour stability and decorativeness. Designed recommendations on technologies and realized experienced aplying introducing an offered technology.

Keywords: Sulphur, sulfuric mastic, concrete, pigments, characteristics, technology.

AB 37.612
AB 37.612

Відповідальний за випуск О.В.Каменнов
Коректор І.Т.Каменнова

Підписано до друку 16.04.1997 р. Формат 60x84 1/16
Уч. вид. л. 1,0 Тираж 100 прим. Ціна договірна
ПП "Декон", 290071 м.Львів, вул. Кульпарківська 133-а/15