

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ СІРКИ ТА МЕНІЛІТОВИХ СЛАНЦІВ ДЛЯ РЕМОНТНИХ ТА РЕСТАВРАЦІЙНИХ РОБІТ**

© Брайченко С. П., 2016

Розглянуто бетони і мастики нового покоління, а також перспективи їх використання для ремонтних та реставраційних робіт у будівельній галузі.

З відомих композиційних матеріалів широко використовують полімерну сірку. Швидке набирання міцності, відсутність капілярно-пористої структури, інертність сірки до різних агресивних середовищ дає змогу розробити ефективні композиційні суміші.

У результаті проведених досліджень встановлено, що введення в склад сірчаного бетону та мастики меленого менілітового сланцю підвищує пластичність укладання суміші, а у разі їх тверднення знижується крихкість бетону та мастики за рахунок збільшення частки пружно-пластичних деформацій і зниження початкового модуля пружності. Відсутність у цих матеріалах капілярно-пористої структури, а також гідрофобний характер сірки та менілітового сланцю забезпечує водонепроникність і підвищену водостійкість виробів.

Дослідження показали, що сірчані бетони та мастики на основі менілітових сланців мають такі позитивні властивості: швидкий набір міцності, хімічну стійкість до агресивних середовищ, низьке водопоглинання та високу морозостійкість.

Будівельні матеріали та вироби на основі сірки і менілітових сланців можна застосовувати для ремонтних та реставраційних робіт, а також в автодорожній та гідротехнічних сферах будівництва.

**Ключові слова:** менілітовий сланець, сірка, сірчані мастики та бетони.

New generation concretes and mastics, as well as the prospects of using them for repairing and restoration works in the construction industry have been described in this article.

From known composite materials polymeric sulfur is often use. Speed dialing strength, no capillary-porous structure, the inactivity of sulfur to various aggressive environments enables to develop an effective composite mixture.

As the result of research discovered that putting into the composition milled menilite slate in sulfur concrete and mastic stacking increases the plasticity of mixtures, and at their hardening reduced fragility of concrete and mastic by increasing the share of elastic-plastic deformation and reduced the original modulus of elasticity. The absence of these materials capillary-porous structure and hydrophobic nature of sulfur and menilite slate provides impermeability and increasing water resistance of products.

Research has shown that sulfur concrete and mastic based on menilite slates have the following positive features: speed dial strength, chemical resistance to certain aggressive products, low water absorption and high frost resistance.

Building materials and products based on sulfur and menilite shale received practical applications for repairing and restoration works, as well as road construction and hydraulic engineering industry.

**Key words:** menilit shales, sulfur, sulfur mastics, concrete.

### **Постановка проблеми**

У сучасному будівництві під час реконструкції, ремонту та реставрації будинків, споруд і доріг крім традиційних матеріалів використовують композиційні матеріали у вигляді різних розчинів та бетонів. З часом виявилось, що не всі матеріали стійкі до світла, атмосферних впливів, тому від них змішені частково відмовитись або обмежити сфери застосування.

З відомих композиційних матеріалів найперспективнішими для використання під час ремонтних та реставраційних робіт у будівництві є **полімерна сірка**, яка має високов'язучі та оптичні властивості, є найбільш сумісною за своєю природою з мінеральними наповнювачами та заповнювачами. Природний світло-жовтий колір сірки та додавання дрібнодисперсних мінеральних пігментів дає змогу надавати композиційним сумішам різної кольорової гами.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

У технічній літературі все частіше з'являються повідомлення про результати досліджень і практичне застосування матеріалів і виробів з використанням сірки і сірковмісних композицій [1]. За кордоном розроблено і запатентовано багато нових композиційних матеріалів і технологій їх отримання, в яких сірка використовується як в'язуче або як просочувальна суміш.

Перспективне застосування сірки в будівництві стало реальним завдяки можливості її отримання з другорядних джерел сировини в результаті утилізації сірковмісних газів, відходів виробництва чистої сірки та сульфатної кислоти, очищення нафти, сланців і газу.

З публікацій В. Б. Порфієва, М. Р. Ладиженського [2] відомо, що на території Карпат розвідано значні запаси бітумінозних порід, за якими закріпився термін "менілітові сланці". Основною їх особливістю є алюмосилікатна основа мінеральної частини, з одного боку, і наявність органічної складової – керогена, з іншого. Мінеральні порошки з менілітових сланців мають у своєму складі 30 % керогена, який впливає на властивості породи.

За даними досліджень І. В. Грінберга [3], кероген характеризується великим вмістом кисню, азоту і органічної сірки. У результаті вивчення матеріалів, які подали вчені інституту геології і геохімії горючих копалин АН України, було виявлено, що у складі сланцю міститься  $P_2O_5$ , який є стабілізатором полімерної сірки. Менілітовий сланець з високим вмісту кремнезему, наявністю бітумінозної речовини і  $P_2O_5$ , є ефективним природним наповнювачем з характерними ознаками пластифікатора та стабілізатора сірки. Вплив  $P_2O_5$  полягає у формуванні полімерних зв'язків на межі сірка-наповнювач, що знижує крихкість сірки і внутрішні радіальні напруження, які виникають під час охолодження.

### **Формування цілі статті**

Швидкий набір міцності, відсутність капілярно-пористої структури, інертність сірки до різних агресивних середовищ, висока сумісність з скловолокном, полімерними і практично з усіма мінеральними наповнювачами дає змогу розробити ефективні композиційні суміші, які використовуються для ремонту та реставрації окремих елементів будинків (пліастри, коріатида, колонади, балкони, балюстради тощо), а також під час ремонту бетонних і асфальтобетонних покриттів мостів і шляхопроводів, дорожніх і аеродромних покриттів .

### **Виклад основного матеріалу**

Матеріали і композиції, до складу яких входить сірка, можна поділити на дві групи: матеріали та композиції, у складі яких сірка є в'язучим, частково або повністю замінює інші види в'язучих; матеріали та виробни, в яких сірка виступає в ролі просочувальних речовин або входить до складу просочувальної композиції , що підвищує фізико-механічні властивості вихідних матеріалів і виробів та їх довговічність і корозійну стійкість.

Основними композиційними матеріалами на основі сірки та менілітових сланців є бетони та мастики.

Одним з найважливіших питань під час виробництва композиційних матеріалів на основі сірки є модифікування сірки. Відомо, що основними їх недоліками є крихкість та наявність залишкових температурних напружень після завершення структуроутворення матеріалу. В основі

технології отримання якісних і довговічних будівельних матеріалів лежить процес модифікації сірки, суть якого полягає в перетворенні кристалічної структури в аморфно-кристалічну із стабілізацією полімерної модифікації сірки.

Модифікування сірки можна проводити фізико-механічними, фізико-хімічними та радіаційними методами[4]. На практиці знайшли застосування два перші методи.

У результаті практичних досліджень було перевірено такі наповнювачі: менілітовий сланець, кварцова, андезитова і вапнякове борошно, мелений цегляний бій тощо в якості добавок функціонального призначення (пластифікатори, стабілізатори, антипірени, антисептики) використано фосфор і його сполуки, йод, селен, стирол, бітум тощо. Як показали результати термографічного і рентгенофазного аналізів, інертні наповнювачі (кварцове і вапнякове борошно) не вступає у хімічний зв'язок із сіркою. Навпаки, менілітовий сланець (органічна частина), за даними парамагнітного аналізу, взаємодіє з сіркою, утворює хімічний зв'язок, який підвищує структурну щільність та міцність мастики.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що введення в склад сірчаного бетону меленого менілітового сланцю підвищує пластичність укладання суміші, а у разі її тверднення знижує крихкість бетону за рахунок збільшення частки пружно-пластичних деформацій та зниження початкового модуля пружності. Це впливає на напружено-деформований стан бетону в результаті зниження температурно-усадкових деформацій.

Результати випробувань бетонів на міцність, деформативність та тріщиностійкість (параметричні рівні) показують, що модифікування сірчаного в'язучого менілітовим сланцем дає змогу одержати щільну та однорідну мікроструктуру, яка характеризується зниженими термоусадковими напруженнями і підвищеним адгезійним зв'язком з наповнювачем. Це забезпечує підвищені механічні характеристики і тріщиностійкість порівняно з аналогічними бетонами на основі цементу.

Відсутність у сірчаній мастиці та бетоні капілярно-пористої структури, а також гідрофобний характер сірки та менілітового сланцю забезпечують водонепроникність і підвищену водостійкість виробів.

Результати досліджень показали, що сірчані бетони на основі менілітових сланців мають такі позитивні властивості: швидке набирання міцності, хімічну стійкість до агресивних середовищ, низьке водопоглинання і відповідно високу морозостійкість.

За кордоном сірчані бетони використовують як дорожні покриття. У Канаді для цих цілей застосовують бітумно-сірчані бетони, а на найбільш відповідальних ділянках тільки сірчані бетони. Такі покриття є міцними, мають хороше зчеплення, менше водопоглинання і значно більшу довговічність.

Практика ремонтних та реставраційних робіт показала, що сірку можна використовувати як в'язуче під час виготовлення асфальтобетону. При змішуванні розплаву сірки з бітумом при 120–140 °С утворюється емульсія з розміром частинок до 5 мкм. Дослідження властивостей піщаних і гравійних асфальтобетонів на основі суміші сірчаного і бітумного в'язучих показали, що добавка сірки дає змогу значно поліпшити властивості асфальтобетону. Сіркоасфальтобетонні покриття мають підвищену (на 35–45 %) міцність порівняно з асфальтобетоном, що дає змогу знизити їх товщину, а також підвищує модуль пружності покриттів (з 2100 до 2400 МПа). Це пояснюється тим, що сірка добре заповнює порожнини між частинами наповнювача, а у разі охолодження, переходячи в кристалічний стан, надійно їх з'єднує. Бітумна плівка продовжує виконувати свою звичайну функцію еластичного в'язучого, надаючи суміші пластичність та високу міцність. Модифіковане сірчане в'язуче використовується в сіркоасфальті, що заміняє собою до 40 % дорожнього бітуму. При цьому підвищується зручність укладання суміші, морозостійкість, зносостійкість порівняно із звичайним асфальтом. Використання модифікованої сірки збільшує термін служби сіркоасфальту, а також дає змогу використовувати менш якісні бітуми, що зменшує собівартість сіркоасфальту.

Сіркоасфальтобетонні суміші характеризуються високими експлуатаційними властивостями за дії і низьких, і підвищених температур. Вони стійкі до дії бензину і дизельного палива,

довговічні, мають підвищену зносостійкість та стійкість в умовах поперемінного заморожування – відтанення.

Температура та вологість середовища не впливає на тверднення виробів. Набір міцності виробів відбувається протягом декількох годин і до трьох діб та досягає 100 %, а самі вироби можуть бути використані повторно звичайним переплавленням.

**Висновки.** Завдяки високим фізико-технічним властивостям, будівельні матеріали та вироби на основі сірки та менілітових сланців можуть набути практичного застосування, а з врахуванням цих особливостей дасть змогу встановити найраціональніші галузі їх використання для ремонтних та реставраційних робіт.

Сірчану мастику використовують для з'єднання кислототривких плиток, цегли та заробляння швів, футеровки апаратури, захисту будівельних конструкцій від дії кислот, солей, у разі влаштування кислото-солестійких підлог.

Кольорові декоративні полімерсірчані мастики та бетони призначені для реставраційних та ремонтно-відновлювальних робіт, для виготовлення складних архітектурних деталей, теракоти, білокам'яних деталей, балясин, капітелей, баз, карнизів тощо.

У дорожньо-будівельній практиці та транспортному будівництві ці матеріали призначені для влаштування розмітки проїжджої частини доріг і вулиць, острівків безпеки, а також використовуються під час ремонту бетонних і асфальтобетонних покриттів мостів і шляхопроводів, дорожніх і аеродромних покриттів (див. таблицю).

#### **Сфера застосування композиційних матеріалів на основі сірки та менілітових сланців**

№ з/п	Сфера	Приклади застосування	Основні характеристики виробів
1	Реставраційні та ремонтно-відновлювальні роботи будинків та споруд	Імітації будь-якої складності архітектурних деталей, балясин, капітелей, баз, карнизів тощо	Високий модуль пружності, корозійна стійкість, висока морозостійкість, тривала життєздатність, хімічна стійкість до агресивних середовищ, можливість використання виробів протягом декількох годин після виливання в форму.
2	Автодорожня інфраструктура	Ямковий ремонт, ремонт бетонних і асфальтобетонних покриттів мостів і шляхопроводів	Високий модуль пружності, стійкість до тривалих навантажень, витривалість на стиск, корозійна стійкість, висока морозостійкість, тривала життєздатність, можливість використання виробів протягом декількох годин.
3	Гідротехнічна інфраструктура	Ремонт та реставрація елементів берегоукріплень морських набережних, а також гідротехнічних споруд	Стійкість до тривалих навантажень, витривалість на стиск, корозійна стійкість, висока морозостійкість, тривала життєздатність, хімічна стійкість до агресивних середовищ, можливість використання виробів протягом декількох годин.
4	Інфраструктура водоочисних споруд	Ремонт каналізаційних труб, колодязів, відстійників та елементів резервуарів	Високий модуль пружності, стійкість до тривалих навантажень, корозійна стійкість, висока морозостійкість, тривала життєздатність, хімічна стійкість до низки агресивних продуктів, можливість використання виробів протягом декількох годин.

1. Орловский Ю. И. *Бетоны, модифицированные серой: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.23.05.* – Харьков, ХИСИ, 1992. – 529с. 2. *Менілітові сланці Карпат* / В. Б. Порфієв, І. В. Грінберг, М.Р. Ладженський та інші. – К.: АН УРСР, 1963. – 208 с. 3. Грінберг Н. И. *Исследование химической природы и генетических соотношений органического вещества карпатских сланцев и нефтей.* – К.: АН УССР, 1957. 4. Орловский Ю. И. *Особенности технологии производства полимерсерных бетонов и изделий на их основе / Бетон и железобетон.* – 1993.– № 4. – С. 27–29.