

12. Кокеткина А.И., Щербаков А.А., Бутерин В.А. Влияние органических добавок на фазовый состав, степень гидратации и структуру цементного камня // Сб. научн. тр. НИИЖБ: Структурообразование бетона и физико-химические методы его исследования. – М.: НИИЖБ, 1980. – С. 97-103.

13. Житкевич Р.К., Моисеева Л.П. Влияние суперпластификатора С-3 на формирование структуры высокопрочного керамзитобетона и физико-химические методы его исследования. – М.: НИИЖБ, 1980. – С. 88–97.

УДК 625.746.533.85

Ю.І. Орловський, д.т.н., проф., Р.В. Пархоменко, к.т.н. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ТЕРМОПЛАСТ ДЛЯ РОЗМІТКИ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНОЇ СІРКИ

У статті приведені вимоги до матеріалів, які призначені для розмітки дорожніх покриттів. Запропоновано в якості термопласту для розмітки склад на базі модифікованого сірчаного в'язучого, обґрунтовано його вибір, ціль та методики випробувань. Викладені основні характеристики властивостей та параметрів складів, що запропоновані для розмітки дорожніх покриттів. Описані сучасні тенденції вибору матеріалів для розмітки та критерії оцінки їх ефективності

1. Матеріали для розмітки дорожніх покриттів та вимоги до них.

Одним з елементів дорожнього покриття є його розмітка, основна задача якої є керування і забезпечення безпеки руху. У дорожній мережі світу в сучасному будівництві й експлуатації доріг з кожним роком використовується усе більше різних за своїми характеристиками матеріалів для розмітки. Так, у Польщі вже зараз ринок пропонує близько 50 видів матеріалів, що застосовуються в обсязі близько 4 тис. т/рік, і потреба в них систематично зростає [1].

Для розмітки дорожніх покриттів служать матеріали, що умовно можна розділити на 3 групи: фарби, мастики і готові елементи у виді стрічок, що наклеюються, стрічок, плівок або елементів, що монтуються у покриття. Класифікація і вимоги до них показані на схемі рис. 1.

Термопластики у виді мастик є менш розповсюдженими матеріалами розмітки дорожніх покриттів, ніж фарби, тому що вони порівняно дорожчі, а товщина розмітки в 2 рази більша, ніж при розмітці покриттів фарбами. Ще в 70-і роки минулого сторіччя в БілдорНДІ (Білорусія) був розроблений склад мастики на основі одного з найдешевших і порівняно недефіцитних матеріалів – інден-кумаронової смоли з температурою розм'якшення 110°C. Властивості мастики з високим наповненням полімерним в'язучим (20 – 24%) на основі одномірного піску (0,63 – 0) мм приведені в таблиці 1 [2]. Властивості розробленого в БілдорНДІ складу мастики порівнювались з властивостями рекламованої в той час німецької мастики „Нилопласт” при однакових умовах експлуатації і вони виявилися рівнозначними, але через 2 роки зносилися. Перевагою білоруської мастики є значна економія коштів.

У 1979 році УкрдорНДІ (Київ) розробив інструкцію з технології виробництва термопластика на основі інден-кумаронової смоли і продукту Дмт-мд, одержуваного при виробництві диметилтерефталата [5].



Рис. 1. Класифікація і вимоги до матеріалів розмітки дорожніх покриттів

Загальні вимоги до дорожньої розмітки регламентована ДСТУ 2587-94 „Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування”. Зокрема, розмітка виконана з термопластичних мас не повинна виступати над проїзною частиною більш ніж на 3 мм, коефіцієнт зчеплення повинний бути не менше 0,45, а коефіцієнт яскравості розмітки (%), обумовлений спектрофотометром або колориметром, для білих звичайних матеріалів не менше 60, з матеріалів зі світловідбивними властивостями – 35, для жовтих, відповідно 36 і 27.

Загальним недоліком мастик на основі термопластів є те, що їх властивості істотно залежать від складу і технології приготування, у першу чергу від виду застосовуваних смол. Найбільше застосування одержали поліефірні і нафтополімерні. Перші мають низьку водостійкість, розтяжність. Для досягнення визначеної текучості термопластика потрібне збільшення вмісту смоли в суміші. У процесі готування матеріалу можливе злипання окремих шматків, що утрудняє дозування і виготовлення сухих порошкоподібних сумішей. При транспортуванні суміші схильні до злежування. У процесі експлуатації при підвищених температурах можливе їх прилипання до коліс транспортних засобів. Нафтополімерна смола позбавлена цих недоліків, але вона надає термопластам жовтуватого кольору, має гірші адгезійні і міцнісні характеристики [3].

Необхідність застосування пластифікаторів вимагає ретельного кількісного і якісного підбору складів. Причому, вони можуть погіршувати білизну термопласту, збільшувати липкість і сповільнювати тверднення.

У 90-их роках минулого століття стали поширеними для дорожньої розмітки різні плівкові матеріали на основі термопластів. Так, корпорація Pave-Mark (США) освоїла

виробництво еластичної стрічки HOT-TAPE™, яка наноситься на покриття за допомогою постійного підігріву газовим пальником [4].

Приведені вище вимоги до матеріалів повинні забезпечувати: хорошу видимість розмітки вдень, вночі і під час дощу, однозначну читаність, високу шорсткість і адгезію до покриття, стійкість до атмосферних опадів, сонячної радіації й інших впливів на дорожнє покриття, збереження геометричних розмірів. Товщина розмітки не повинна впливати на динаміку транспорту, що рухається, і водовідвід з покриття.

Близько 80% застосовуваних для розмітки матеріалів становлять розчинні фарби. Їх довговічність від трьох місяців до двох років і залежить від інтенсивності і структури руху, машин і механізмів, які використовуються при для очищення від снігу та бруду, а також від виду покриття і якості розмічувального матеріалу, його водо-, морозо-, зносостійкості [1]. Одним зі способів нанесення розмітки на покриття є присипка фарби, яку щойно нанесли, матеріалами, що поліпшують не тільки зносостійкість, але і світловідбивання в нічний час, наприклад побите скло, відходи склоробного виробництва, скляні мікросфери.

Мікросфери з показником заломлення 1,5 повинні мати діаметр 105 – 840 мкм, а з показником 1,93-105 – 1410 мкм. Максимальні і мінімальні діаметри забезпечують гірше світловідбивання в порівнянні з мікросферами середнього діаметра. Крім того, мікросфери з великим діаметром вириваються з розмітки шинами коліс, а з малим закриваються напливами в'язучої речовини [3].

Розчинні в хімічних речовинах фарби застосовують для розмітки доріг близько 30 років. Містять вони до 30% (м/м) розчинників. Товщина розмічального шару рівна 0,3 – 0,5 мм. Наносяться в рідкому стані, час тверднення становить 15 – 30 хв. Якщо фарба містить більше 30% розчинників, то за екологічними і санітарно-технічними нормами вона не може застосовуватися.

Фарби типу HS (High solids) містять велику кількість наповнювачів і представляють фарби нової генерації (розчинників до 25% (м/м)). Часто їх називають «екологічними» якщо вони не містять ароматичних розчинників, наприклад толуолу, або їх вміст невисокий. Товщина шару розмітки в рідкому стані 0,3 – 0,8 мм. Припустима норма вмісту розчинників (толуолу, ксилолу, етилбензолу) у різних країнах різна, наприклад у Польщі вона становить не більш 10%.

Водорозчинні дисперсні полімерні фарби наносять товщиною шару 0,3 – 0,5 мм. Їх недолік – велика чутливість до температурно-вологих умов при нанесенні, небезпека розмивання дощем; перевага – висока шорсткість і швидке висихання при сприятливих погодних умовах. Емісія летючих речовин з їхньої поверхні найнижча з відомих такого типу фарб.

Двокомпонентні фарби, які тверднуть хімічним шляхом, найчастіше виготовляють на основі акрилової смоли і вони не містять хімічних розчинників. Тверднення розмітки триває близько 30 хв., довговічність – 1-2 роки. Відмінною рисою двокомпонентних фарб є те, що після нанесення на дорожнє покриття, вони присипаються скляними світловідбиваючими мікросферами, покритими органічним перекисом, у кількості рівній нанесеній фарбі. Товщина такої розмітки становить 0,2 – 1,2 мм.

Недоліком плівкових термопластів є необхідність забезпечення їхньої шорсткості і ретельної наклейки на поверхню покриття за допомогою спеціальних клеїв і головне, як і всіх полімерних матеріалів, невисока довговічність, зв'язана зі старінням під впливом зовнішніх факторів, у першу чергу, сонячної радіації і перепадів температури.

Вибір розмічального матеріалу залежить від виду матеріалу дорожнього покриття. Якщо асфальтобетон і пропоновані сучасним ринком фарби та полімерні термопласти за своєю природою є сумісними матеріалами органічного походження і їхня адгезія, як правило, забезпечується, то при розмітці бетонних покриттів цю вимогу виконати важче.

стає очевидним непотрібність оператора «і» в цьому процесі. Таким чином, стає очевидним, що процедура розпалалелювання заодно здійснює оптимізацію технологічного ланцюга.

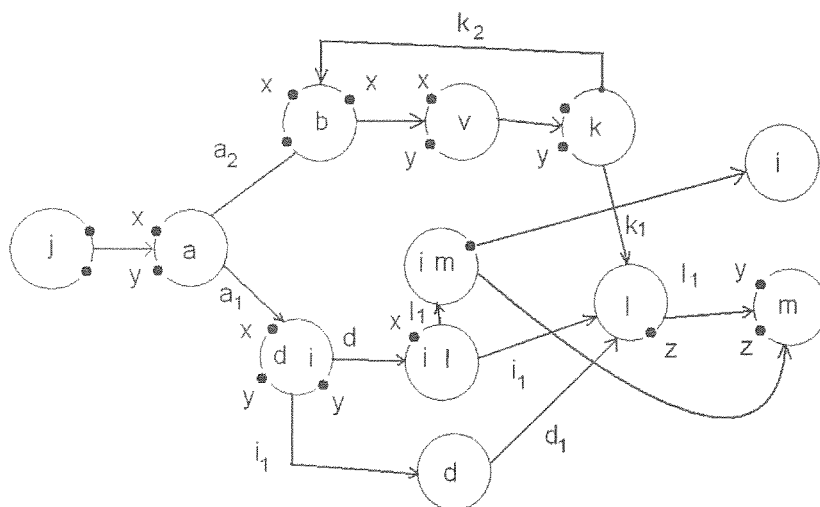


Рис.3 Паралельна топологічна схема (варіант 1)

Подальше представлення графа відповідної топології технологічного ланцюга (варіант 2) буде темою подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вальковський В.А. Распараллеливание алгоритмов и программ: структурный подход. М.: Радио и связь. 1989. – 179 с.
2. Рак Ю.П. Малі друкарські системи: прогнозування, аналіз, синтез – Київ.: Наукова думка, 1999. – 256 с.
3. Кузик А.Д., Рак Т.Є., Ренкас А.Г. Інформаційне забезпечення діяльності оперативних підрозділів при ліквідації надзвичайних ситуацій // Зниження ризиків і мінімізація наслідків надзвичайних ситуацій. Організаційні заходи та проблеми технічного забезпечення. V науково-технічна конференція рятувальників. - Київ, 2003. - С. 58-60.
4. Алгоритмы и программы решения задач на графах и сетях / М.И. Нечипоренко, В.К. Папков, С.М. Найкагашев и др. – Новосибирск.: Наука. Сиб. отд, 1990.
5. Аоки М. Введение в методы оптимизации. – М.: Наука, 1978.
6. Батищев Д.И. Методы оптимального проектирования. – М., 1984.
7. Гаращенко Ф.Г., Пичкур В.В. Структура оптимизация динамических систем на основе обобщенного принципа Беллмана // «Проблемы управления и информатики». - 1997. - № 6. – С.6-13.
8. Rak T., Paramud Y. Features of the system analysis of operative reaction to a call of civil protection service divisions. // The experience of designing and application of CAD system in microelectronics: Proceeding of the VIIIth International Conference CADSM 2005. – Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic National University, 2005. – P. 237-238.
9. Мусеев Н.Н. Элементы теории оптимизации систем. – М.: Наука, 1975. – 528 с.
10. Попов Э.В. Экспертные системы. Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. – М.: Наука, 1987. – 288 с.
11. Половинкин А.И Основы инженерного творчества. – М.: Машиностроение, 1988. – 362 с.

9808-65), що мають найбільш високий коефіцієнт заломлення 2,55 – 2,76 і характеризуються високою стійкістю до атмосферних впливів, кислот, лугів і підвищених температур. Проведені дослідження [8,14] показали, що діоксид титану має високу сумісність з розплавом сірки і забезпечує йому необхідну білизну при витраті 5 - 8% від маси мастики; витрата інших білих пігментів – цинкового білила, літопону може досягати 10 – 12%.

Крім того, введення в композит двоокису титану сприяє поглинанню двоокису азоту, одного з найбільш токсичних газів, які виділяються автотранспортом при спалюванні бензину двигунами внутрішнього згоряння. При нагріванні поверхні матеріалу під дією сонячної радіації двоокис титану вступає в реакцію з двоокисом азоту з утворенням азотної кислоти, що легко змивається водою. За даними фахівців Японії в такий спосіб можна нейтралізувати до 80% вихлопів, а поглинаючі властивості матеріал зберігає протягом багатьох років [1]. Приблизна схема такої реакції:



З іншої сторони, сірка може окислятися азотною кислотою в присутності окислювачів з утворенням сірчаної кислоти, реакція з якою протікає при температурі вище 300°C, а на холоді вона практично не реагує із сіркою [1]. Однак якщо реакції і будуть відбуватися при експлуатації дорожніх покриттів, то швидкість їх протікання буде мінімальною.

З метою економії пігментів, вартість яких висока, і додання термопластам підвищеної кислотостійкості в їхній склад уводять неорганічні компоненти білого кольору: каолін, крейда, тальк, пілоподібний кварц, азбестовий пил, вапно, мелені фарфоро-фаянсові, скляні, гіпсові відходи промисловості, фосфогіпс і інші в кількості 15 – 20%.

Для забезпечення шорсткості розмітки зі збереженням її білизни в її склад уводять чисті білі мінеральні заповнювачі, такі як білі кварцові піски, відсів при дробленні білого мармуру, штучні білі піски з відходів склоробного виробництва (динас), перлітові й ін.

Введення в розплав сірки перерахованих вище матеріалів, як правило, знижує коефіцієнт дифузійного відображення (коефіцієнт контрастності), що є показником білизни розмітки, тому потрібне збільшення витрати діоксиду титану до 10% і вище.

Важливими властивостями забезпечення довговічності і працездатності розмітки є її адгезія до поверхні покриття, ударна міцність, морозо-, зносо-, тріщиностійкість при всіх зовнішніх впливах на дорожнє покриття. Відомо, що для забезпечення тріщиностійкості, міцності на розтяг і зниження деформації усадки ефективно введення до складу композиційних матеріалів скляних, поліпропіленових, вуглецевих і ін. волокон у виді відрізків різної довжини.

При розробці більш ефективного термопласту для дорожньої розмітки за базовий склад був прийнятий раніше розроблений склад [14] на основі газової модифікованої сірки, білого кварцового піску і крейди. У якості відбілювача білого пігменту був використаний двоокис титану. Суміш готувалася в лабораторному реакторі-термостаті з вертикальною лопатевою мішалкою. У розплав газової сірки вводили при інтенсивному перемішуванні пластифікатор з метою його рівномірного розподілу в об'ємі і більш повної співполімеризації із сіркою. Отриману суміш витримували при визначеному температурно-часовому режимі, після чого в розплав вводили двоокис титану, крейду, кварцове борошно і пісок. Суміш ретельно перемішували до одержання однорідної маси і наносили на дослідні зразки: вирубку з асфальтобетону, цементні плитки і базальтову бруківку.

Оскільки вибір пластифікатора був обґрунтований у роботах [8, 11, 12, 14], основна увага приділялася питанням білизни термопласту, підвищенню тріщиностійкості і його адгезії до покриття.

3. Методи досліджень, оцінка властивостей і параметрів розмічального термопласту.

Оцінка властивостей і параметрів розроблених складів проводилась з урахуванням вимог ДСТУ 2587-94 «Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила приймання».

Однією з найважливіших характеристик розмічального термопласту є його адгезія до дорожніх покриттів. За величину адгезії приймалося відношення зусилля, при якому відбувалося зрушення, або нормальний відрив, до площі зразка двома способами. Перший передбачав випробовування зразків циліндричної форми з використанням пристосування, розробленого в БілдорНДІ [18] (рис. 2).

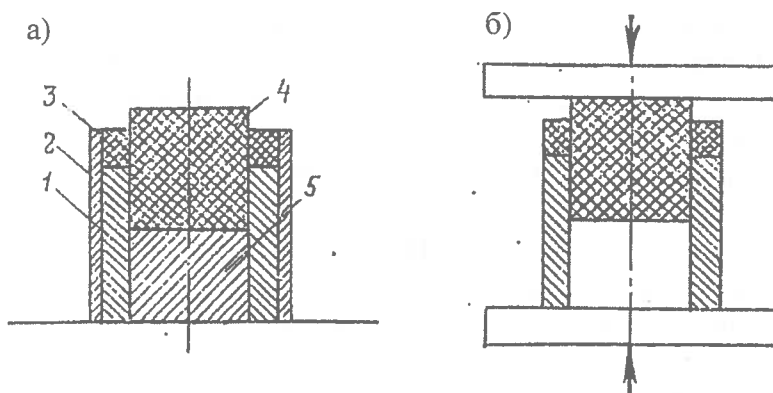


Рис. 2. Пристосування для виготовлення зразків (а); зразок для випробування (б):
1 – порожня циліндрична форма; 2 – зовнішнє кільце; 3 – кільце з термопласту;
4 – зразок матеріалу дорожнього покриття; 5 – вкладки.

Недоліком цього способу є неможливість варіювання температури в процесі дослідження, тому для встановлення залежності опорів зсуву і нормального відривові від температури було використано установку і форми зразків, розроблені З.А.Савицьким і Ю.І.Орловським (рис. 3 і 4).

Показником білизни розмічальних матеріалів є коефіцієнт контрастності, що представляє собою відношення коефіцієнта відбиття поверхні розмічального матеріалу до коефіцієнта відбиття поверхні еталона, яким служило молочно-біле скло, коефіцієнт якого умовно приймається рівним 100%.

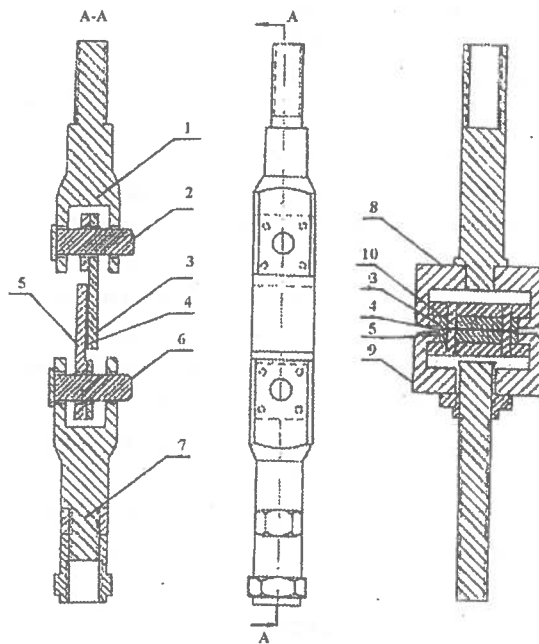


Рис. 3. Конструкція захватів і зразків для досліджень на зсув (а) і відрив (б):
1,7-9 – захвати розривної машини РМ-5; 2,6 – крітільні гвинти; 3,5 – підкладки;
4 – шар випробувального термопласту; 10 – заклепки.

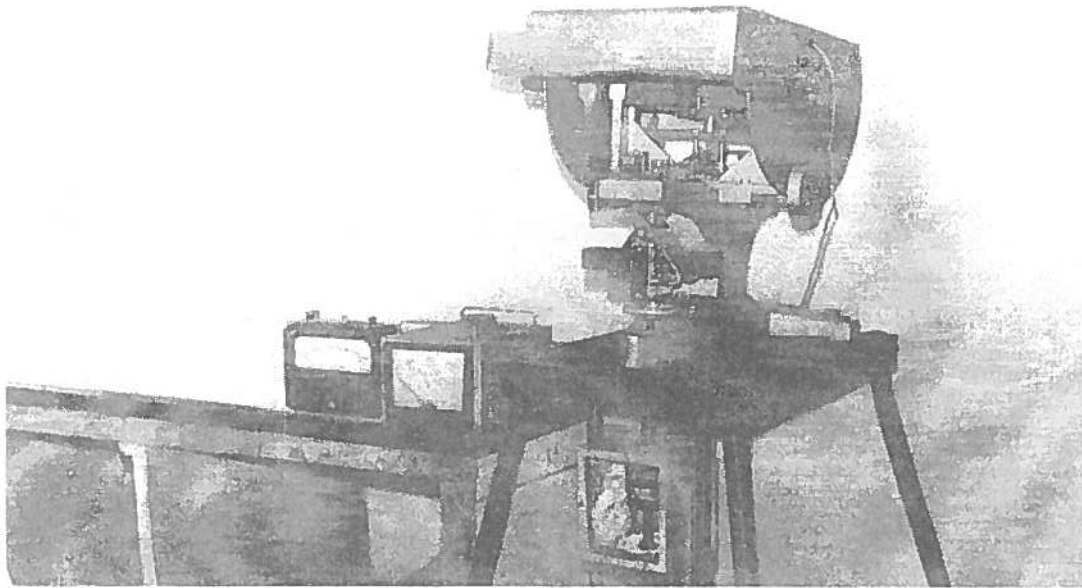


Рис. 4. Установка для адгезійних випробувань при підвищених температурах.

Коефіцієнт відбиття випробовуваних зразків визначався за допомогою фотоелектричного блискоміра ФБ-2. Згідно з ДСТУ 2587-94, білизна повинна становити для свіжонанесеної розмітки не менше 0,5 на дорожніх покриттях з чорними в'язучим і не менше 0,7 на цементобетонних покриттях.

Основні показники властивостей і параметрів термопластів, розроблених на основі сірчаного в'язучого, призначені для дорожньої розмітки, приведені в таблиці 1. З приведених показників найважливішим є адгезія термопласту до дорожнього покриття, оскільки вона значною мірою визначає довговічність і термін служби дорожньої розмітки. Результати досліджень на адгезію розмічального термопласта до поверхні випробовуваних зразків з асфальто- і цементобетону, асфальтових вирубок, базальтової бруківки показали досить високу адгезійну міцність. Адгезія при поперечному зсуві становить 1,5 – 2,3, при нормальному відриві – 2,6 – 3,7 МПа залежно від виду матеріалу поверхні, її шорсткості, вологості і температури.

Вплив відбілюючих компонентів на розплав сірки вивчали шляхом варіювання їхнього виду і складу після модифікування сірки. На першому етапі вивчався відбілюючий ефект від введення в розплав двоокису титану при вмісті 5 – 30%, потім білого кварцового борошна, крейди і, нарешті, білого піску. Установлено, що зі збільшенням вмісту двоокису титану, починаючи з 10%, погіршується рівномірність її розподілу в об'ємі розплаву модифікованої сірки і вплив на білизну незначний. Уведення порошку крейди в суміші з двоокисом титану трохи підвищувало білизну розплаву, однак ефект був незначним. Введення в композицію білого кварцового піску для додання шорсткості розмітки в кількості 20 – 30% від маси суміші показало, що оптимальна його кількість становить 23 – 25%. Подальше збільшення вмісту піску привело до потемніння суміші з одночасним збільшенням шорсткості поверхні розмітки після її тверднення. Колір розмітки при цьому набув сіро-жовтого забарвлення.

З результатів іспитів видно, що склад з добавкою відрізків скловолокна при інших рівних показниках зі зразками без волокна має показники вищі за двома характеристиками: зносостійкість й ударна міцність. Дослідження зразків-вісімок на осьовий розтяг показали, що армування термопласту підвищило міцність на 50 – 70%. Отже, можна очікувати підвищення термостійкості термопласту при виникненні в системі розмітка – дорожнє покриття розтягу вальних деформацій і напружень.

Характеристики властивостей і параметрів мастики для дорожньої розмітки

Показники властивостей і параметри	Мастика на основі інден-кумаронової смоли [2]	Мастика на основі полімерсірчаного в'язучого	
		без волокна	з волокном
Об'ємна маса, кг/м ³	2000-2080	1850-1900	2000-2005
Водонасичення, %	0	0	0,12
Набрякання, %	0	0	0
Коефіцієнт водостійкості	1	1	1
те ж, після водонасичення протягом 15 діб	1	1	1
Адгезія до асфальтобетону після його водонасичення при 20°C, МПа	1,2 – 1,6	Адгезія при зрушенні і сухій поверхні 1, - 2,3; те ж при нормальному відриві 2,6 – 3,7	
Підвищення крихкості після прогріву протягом 1000 год. при 60°C	відсутня	відсутня	
Зміна кольору після витримування в апараті штучної погоди ИП-1-3 у протягом 30 год.	не спостерігається	не спостерігається	
Показник білизни по приладу ФБ-2, відносних одиниць	-	54 - 58	52 - 60
те ж, після випробувань у камері штучної погоди	-	47 - 50	48 - 54
Стиранність на колі ЛКИ-2, кг/м ²	-	0,8 – 1,2	0,5 – 0,8
Ударна міцність, МПа	-	2,7 – 3,0	3,8 – 4,5
Температура розм'якшення за методом кільце-куля при швидкості нагрівання в гліцерині 2 °С/хв	-	120 - 125	
Температура суміші при нанесенні на покриття, °С	140°C	150 ± 5 °С	
Товщина розмітки, мм	не менш 5 при 5 – 10 °С	5 - 7	
Час тверднення розмітки, хв.	-	до 5 хв. при 20 ± 5 °С	

4. Технологія виготовлення полімерсірчаного термопласту.

Технологія виготовлення полімерсірчаного термопласту відпрацьовувалася на устаткуванні заводу «Укрпластмасфурнітура» (Городок, Львівська обл.) і дослідно-промислової установці агрофірми «Зоря» (с. Братківці, Городецького району, Львівської обл.).

Принципова технологічна схема показана на рис. 5.

Технологія передбачає такі основні процеси: сушіння мінеральних компонентів при температурі $110 \pm 5^\circ\text{C}$; помел мінеральних компонентів – білого кварцового піску і крейди в кульовому керамічному млині з форфоровими тілами, що мелють, по питомій поверхні $450 \pm 50 \text{ м}^2/\text{кг}$; плавлення газової сірки і її модифікування в реакторі з вертикальною мішалкою типу Р 2з Эрнв 0,4-4-21-01 (рис. 6) по заданому температурно-часовому режимі; введення в розплав двоокису титану і його перемішування до одержання однорідної суміші. Потім суміш надходить в змішувач шнекового типу ЗШ-100-12к-02, що обігрівается трансформаторною олією з автоматичним регулюванням робочої температури. Одночасно в змішувач надходить мелені матеріали, пісок і відрізки скловолокна і суміш ретельно перемішується до однорідної маси. На кожному етапі кількість компонентів дозується об'ємними дозаторами.

Готова суміш може використовуватися двома способами. Перший – суміш зі змішувача виливається в ємність для плавлення і перемішування самохідної маркувальної машини типу ДЭ-21-1 на шасі автомобіля ГАЗ-53-1. Другий – гаряча суміш гранулюється і затарюється в поліетиленові або паперові мішки для наступного збереження в закритому складі і подальшого використання в якості термопласта для розмітки.

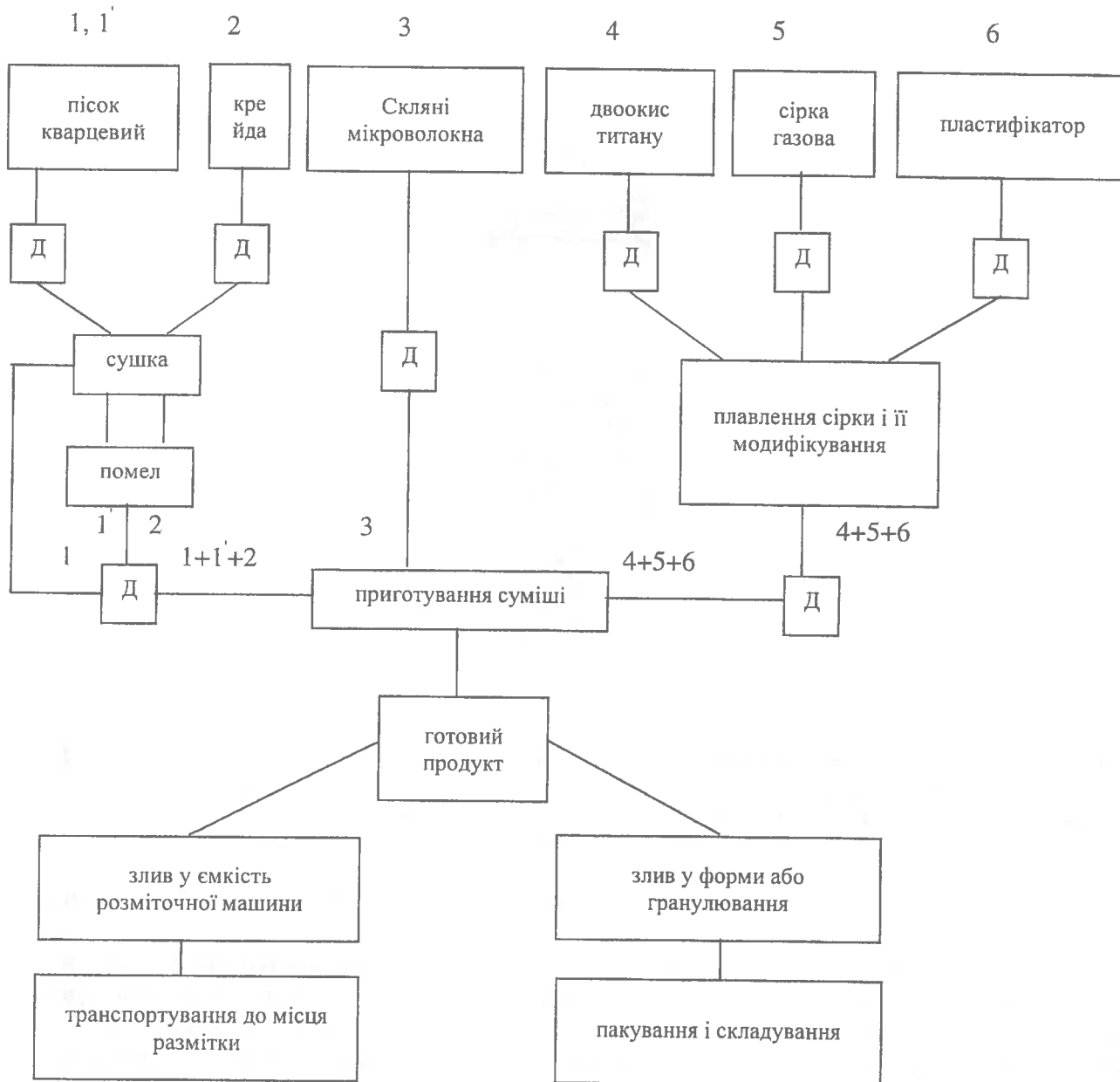


Рис. 5. Технологічна схема виготовлення полімерсірчаного термопласту для дорожньої розмітки: Д – дозатори, 1' – мелений кварцовий пісок.

При промисловому виробництві розмічального білого термопласту і наявності кварцового борошна і порошкової крейди (або тільки борошна), процес помелу може бути виключений і сухі компоненти, після закінчення процесу сополімеризації сірки з пластифікатором, можуть вводитися безпосередньо в реактор. У цьому випадку можливі дві схеми пластифікації сірки. За першою, розплав сірки витримується в реакторі протягом 90% розрахункового часу співполімеризації сірки з пластифікатором з наступним змішуванням з іншими компонентами. Після ретельного перемішування й одержання однорідної суміші проводиться гранулювання, охолодження і пакування продукту. За другою схемою, розплав витримується протягом 100% розрахункового часу співполімеризації, потім перемішується з компонентами – діоксидом титану, кварцовим борошном і відрізками скловолокна. Після ретельного перемішування суміш дозується в гарячий змішувач, куди надходить гарячий білий кварцовий пісок, і відбувається остаточне приготування композиції.

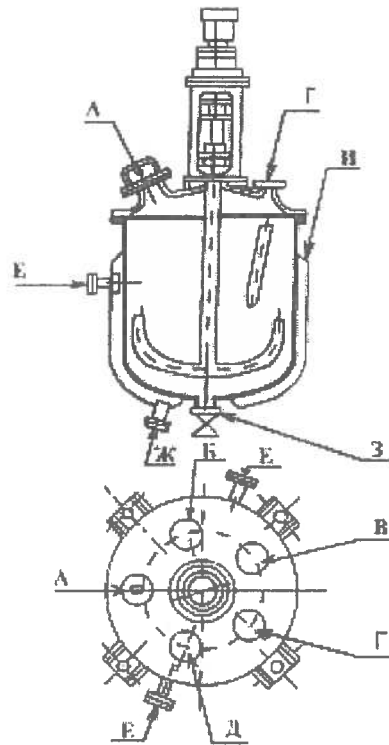


Рис. 6. Загальний вигляд реактора типу Р 2з Эрнв 0,4-4-21-01. Найменування штуцерів:
 А – основний люк діаметром 100 мм; Б – запасний люк діаметром 65 мм; В – технологічний люк для
 контрольно-вимірювальних приладів; Г – гільза термометра; Д – запасний; Е – вхід пари, вихід води;
 Ж – спуск конденсату; З – випуск продукту; И – вихід повітря.

5. Сучасні тенденції технології і вибору матеріалів для розмітки автомобільних доріг і вулиць.

Основна тенденція вибору матеріалів для розмітки – збільшення терміну їхньої служби до 24 місяців і більше. Однак, як правило, вибір матеріалу проводиться за економічним розумінням, тобто чим тонший нанесений шар розмітки, тим матеріал вважається більш економічним, забуваючи, що в цьому випадку знижується експлуатаційна довговічність, зносостійкість і т.д. Вибір критерію оцінки ефективності матеріалів, призначених для розмітки дорожніх і вуличних покриттів, є актуальною задачею. Це зв'язано з ростом ринку дорожньо-будівельних матеріалів завдяки широкому використанню місцевих будівельних матеріалів, техногенних промислових відходів, застосуванню різних добавок і домішок нового покоління для асфальто- і цементнобетонних сумішей, новим технологіям виготовлення сумішей і укладки дорожніх і вуличних покриттів.

У Франції за критерій ефективності дорожньої розмітки прийнята інтенсивність руху. Так, на дорогах де інтенсивність становить 6000 авт/добу систематично вимірюється товщина розмітки і її стан. За результатами спостережень зроблений висновок, що на автострадах з високої інтенсивністю руху варто застосовувати матеріали, що забезпечують не менш 36-ти місячну довговічність експлуатації розмітки при збереженні високої світло відбивної здатності.

Одним зі способів забезпечення світловідбивної здатності розміток є введення в їх склад скляних мікросфер. Відомі мікросфери різної якості і розмірів та способи їх змішування з термопластами [3], що визначає їх світловідбивну здатність під час дощу, туману і навіть тонкого шару снігу [1].

Новим рішенням у розмічальних системах доріг і вулиць є укладання в поперечному напрямку стрічки з хімічностійкої гумоподібної маси, покритої світловідбивними мікросферами. Наїзд машини на таку розмітку сигналізує неувважному водієві про необхідність дотримання правил безпечного руху по трасі.

У країнах Європи велика увага приділяється різнобарвним матеріалам для розмітки велосипедних і пішохідних доріжок, переходів, особливо в районі шкіл, «кишень» автотранспортних зупинок і т.д.

В даний час найбільш ефективним розмічальним матеріалом є продукція французької фірми «Daniers Peintures Maestria» під торговельною назвою «Euro Vandax Pilot», що гарантує 48-ми місячну довговічність розмітки при витраті 480 г/м^2 , що твердне протягом 8 хв. при температурі 13°C і відносній вологості повітря 52%. У Польщі за рецептурою цієї фірми дорожню розмітку виготовляє форма «Farby Maestria Polska» під торговельною назвою «Vandax» [19].

Стадію впровадження в дорожнє будівництво Польщі на основі сірчаного в'язучого «SULCEM» (патент Польщі Р 354669) проходить світловідбивний розмічальний матеріал фірми «МАРВЕТ® - WILL» за назвою «REFVET». Матеріал забезпечує гарну видимість у нічний час доби, високі естетичні вимоги, довговічність, може також наноситися на огороджувальні, вказівні й інші знаки дорожньої обстановки.

Розмітка наноситься як на асфальтобетонне, так і на цементобетонне ретельно очищене покриття при вологості покриття не більш 4%. Нанесення термопласту відбувається шляхом набризкування установкою «SULSPRAY®» конструкції фірми «МАРВЕТ® - WILL» (патент Польщі Р 360203) і пересувного комплексу на автомобільному шасі [20].

Запропоновані склади термопласту для дорожньої розмітки відрізняються від відомих тим, що в якості в'язучих використовується газова сірка, модифікована відомими пластифікаторами з введенням у розплав відбілюючих компонентів, наприклад двоокису титана, крейди, білої кварцового борошна й ін., а для додання матеріалові розмітки шорсткості, зносо- і тріщиностійкості, ударної міцності – білого кварцового піску і відрізків звичайного скловолокна алюмоборосилікатного складу.

Для надання розмітці високих світловідбивних характеристик до складу композиції вводяться скляні мікросфери. Оскільки вони повинні виступати з розмітки на частину свого діаметра, їх безпосереднє введення до складу суміші при виготовленні композиції неефективне і рекомендується робити в процесі укладання термопласту на покриття. Кількість мікросфер визначають у лабораторних умовах за рівномірністю їх розподілу на поверхні зразків, що імітують дорожнє покриття. Кількість мікросфер коливається від 0,06 до $0,08 \text{ г/см}^2$, що становить 7% від маси термопласту за даними [3].

Розроблений склад термопласту можна наносити на покриття за допомогою будь-якої з розмічальних машин, призначених для роботи з подібними матеріалами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Szczepaniak Z. Farbi do znakowania droq // *Materiały Budowlane*. -1997. -№3. - S.88.
2. Ставицкий В.Д. Мастика для разметки дорог // *Автомобильные дороги*. – 1975. – №9. – С.23-24.
3. Полосин-Никитина Н.С. Термопластики для разметки автомобильных дорог // *Автомобильные дороги. Экспресс-информация. Серия: строительство и эксплуатация автомобильных дорог. Приложение к информационному сборнику*. – Вып.4. – М.: ЦБНТИ, 1992. – С.1-11.
4. *Pavement Marking Tape Boasts Special Qualities // Public Works*. – 1975. -№9. –С.23-24. Матеріал Hot Tape™ для нанесення дорожньої розмітки (см.3, С.25).

5. *Временная инструкция по технологии производства термопластика «Дорпласт» на основе инден-кумароновой смолы и продукта ДМТ. ИН 218 УССР 040-79. – К., Укрдорнии, 1979.*

6. *Proceedings of: Sulphur – 81 an International Conference on Sulphur. Calgary, Alberta, Canada, May 25-26, 1981.*

7. *Патуров В.В., Волгушев А.Н., Орловский Ю.И. Серные бетоны и бетоны, пропитанные серой. Обзорная информация. Строительство и архитектура. Серия 7. Строительные материалы. – Вып. 1. – М.: ВНИИС Госстроя СССР, 1985. – 60 с.*

8. *Орловский Ю.И. Бетоны, модифицированные серой: Дис... д-ра техн. наук: 05.23.05. – Харьков, ХИСИ, 1992. – 529 с.*

9. *Хоржевский В.И. Свойства и технология изготовления серных бетонов на основе серосодержащих отходов промышленных производств: Дис... канд. техн. наук: 05.23.05. – Одесса, ОГАСиА, 1995. – 170 с.*

10. *Записоцкий П.П. Мастика и бетон на основе известняковых серных руд Предкарпатья: Дис... канд. техн. наук: 05.23.05. – Макеевка, Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, 1999. – 181 с.*

11. *Щукин В.И., Орловский Ю.И., Ивашкевич Б.П. Термопласт для разметки дорог и улиц на основе серы // Применение серы и серосодержащих отходов в строительной индустрии. – Львов: ЛИЦ «Строитель», 1990. – С. 85-87.*

12. *Ивашкевич Б.П. Разработка оптимальных составов серных мастик и бетонов и исследование воздействий повышенных температур: Дис... канд. техн. наук: 05.23.05. – Харьков, ХИСИ, 1991. – 174 с.*

13. *Zastosowanie siarki modyfikowanej do wytwarzania betonow siarkowych / I. Blasiak, L. Luszczyk, S. Zwiruk, M. Dojka // Chemik. - 1988. - №9. - S. 243-245.*

14. *Каменнов В.А. Декоративные серные бетоны для реставрационных и ремонтно-строительных работ: Дис... канд. техн. наук: 05.23.05. – Одесса, ОГАСиА, 1997. – 232 с.*

15. *Патент Великобритании № 1146551, 1996.*

16. *Строительная газета. - 1988. - №30. Япония. Автодорога ... очищает воздух.*

17. *Меньковский М.А. Природная сера. – М.: Химия, 1972. – 240 с.*

18. *Бочаров В.Ф., Комшилов Ю.Н. Простой метод оценки адгезии термопластов // Автомобильные дороги. - 1975. - № 12. – С. 18.*

19. *Aleksandrowich A. Istotne wlasciwosci farb drogowych // Materialy Budowlane. - 1999. - №7 (323). – S. 18.*

20. *Richter G. MARWILL® Powloki chemo odporne antykorozyjne do zabezpieczenia konstrukcji z betonu i zelbetonu // Ochrona przed korozja. - 2006. - №1. – S. 18-19.*