

УДК 625.746.5

Кострульова Т. Є., <https://orcid.org/0000-0002-9554-1285>Нагребельна Л. П., Ph.D., <https://orcid.org/0000-0002-5615-9075>*Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»). м. Київ. Україна*

ПРОБЛЕМАТИКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Анотація

Вступ. Ефективність роботи автомобільного транспорту багато в чому залежить від технічного рівня і стану доріг. Сучасні автомобільні дороги повинні забезпечувати безпеку дорожнього руху. При цьому, необхідно мати на увазі, що транспортно-експлуатаційний рівень сучасної автомобільної дороги визначається не тільки сполученням її геометричних елементів траси, кількістю смуг руху, станом проїзної частини та узбіч, але й інженерним облаштуванням дороги. У більшості вимоги безпеки дорожнього руху задовольняються саме завдяки широкому і вмілому використанню інженерного облаштування. До облаштування автомобільних доріг сучасні нормативи серед іншого відносять і технічні засоби організації дорожнього руху.

Проблематика. Вплив різних факторів на довговічність полімерних матеріалів, які використовують для влаштування технічних засобів організації дорожнього руху.

Мета. Визначення впливу різних чинників на експлуатаційну довговічність технічних засобів організації дорожнього руху.

Матеріали та методи. Для проведення аналізу впливу різних чинників на довговічність полімерних матеріалів використовуються теоретичний та емпіричний методи наукового дослідження.

Результати. Проведено аналіз закордонних досліджень щодо впливу різних чинників, а особливо ультрафіолетового випромінювання на довговічність полімерних матеріалів.

Висновки. Під час проведення випробувань на штучне старіння з метою прогнозування змін властивостей полімерних матеріалів, які використовують для влаштування технічних засобів організації дорожнього руху, у першу чергу необхідно обрати та обґрунтувати імітовані зовнішні чинники та їх максимальні значення. При визначенні допустимого посилення обраного зовнішнього чинника порівняно з його впливом в умовах експлуатації необхідно керуватись наступним: за максимального значення зовнішнього чинника старіння у штучних умовах фізико-хімічні процеси старіння повинні бути ідентичними процесам, що відбуваються у реальних умовах експлуатації. Оскільки, урахувавши таку умову, ми зможемо отримати найбільш якісні і точні показники.

Ключові слова: автомобільна дорога, дорожній рух, полімери, сонячне випромінювання, старіння, технічні засоби, ультрафіолетове випромінювання.

Вступ

Ефективність роботи автомобільного транспорту багато в чому залежить від технічного рівня і стану доріг. При погіршенні технічного стану дороги знижується продуктивність і безпека дорожнього руху, підвищується собівартість перевезень.

Сучасні автомобільні дороги повинні забезпечувати безпеку дорожнього руху, враховуючи при цьому психофізіологічні можливості сприйняття водіями дорожніх умов. Повинні бути підвищені і вимоги до зручності руху на дорогах.

Забезпечення ефективних заходів з підвищення безпеки дорожнього руху, зменшення його негативного впливу на навколишнє середовище — все це є складним соціально-економічним і технічним завданням. Вирішується воно шляхом будівництва нових доріг, реконструкції існуючих, підвищення транспортно-експлуатаційного рівня мережі доріг, що вже склалася.

При цьому, необхідно мати на увазі, що транспортно-експлуатаційний рівень сучасної автомобільної дороги визначається не тільки сполученням її геометричних елементів, кількістю смуг руху, станом проїзної частини та узбіч, але й інженерним облаштуванням дороги, і в більшості вимоги безпеки дорожнього руху задовольняються саме завдяки широкому і вмілому використанню інженерного облаштування [1].

До облаштування автомобільних доріг сучасні нормативи серед іншого відносять технічні засоби організації дорожнього руху [2].

Технічні засоби організації дорожнього руху — це спеціальні засоби, які дозволяють розподілити або обмежити рух транспортних засобів та пішоходів. Їх розміщення обґрунтоване попереднім розрахунком або типовим проектом. Їх влаштовують з метою:

- організації руху транспортних засобів і пішоходів;
- безпечного розділення зон руху пішоходів та транспортних засобів;
- розподілення потоків для ефективного перешкоджання утворенню заторів та аварійних ситуацій;
- перешкоджання пошкодженню транспортних засобів від зіткнень із твердими частинами будівель і споруд за необережних дій водіїв.

Технічні засоби організації руху за їх призначенням розділяють на дві групи. До першої групи відносяться технічні засоби, які безпосередньо впливають на транспортні та пішохідні потоки з метою формування їх необхідних параметрів, а саме: дорожні знаки, дорожня розмітка, світлофори дорожні, напрямні пристрої, огороження тощо. До другої групи відносяться засоби, які забезпечують роботу засобів першої групи за наперед закладеним алгоритмом. До них відносять дорожні контролери, детектори транспорту, засоби опрацювання і передавання інформації, обладнання управлінських пунктів автоматизованої системи управління дорожнім рухом, засоби диспетчерського зв'язку тощо.

Все більше й частіше при виготовленні різних елементів технічних засобів організації дорожнього руху виробники надають перевагу полімерним матеріалам через їхню простоту у використанні, високу зносостійкість, відсутність корозії.

Основна частина

Застосування полімерних матеріалів при виготовленні технічних засобів ґрунтується як на вимогах до конкретної деталі, так і на властивостях полімерного матеріалу [3].

Полімерними матеріалами або пластичними масами (пластмасами) називають матеріали, що у своєму складі містять полімери (високомолекулярні органічні речовини), що знаходиться в період формування виробів у в'язкотекучому (пластичному) стані, а в готовому виробі — у твердому стані.

Головними критеріями класифікації полімерних речовин є хімічна природа, походження, спосіб синтезу і тверднення, склад основного ланцюга макромолекул і характер їхньої будови, здатність до пластичних деформацій при циклічній дії температурного чинника.

Однією із важливих властивостей пластмас є хімічна стійкість, яка залежить не тільки від полімеру, а й від наповнювача, пластифікатора та інших компонентів. Найчастіше пластмаси використовують для захисту від корозії будівельних конструкцій у воді, розчинах солей, кислот та інших агресивних середовищах.

Цінною властивістю пластмас є низька стиранність, яку необхідно враховувати при їхньому застосуванні. Важливою характеристикою деяких пластмас є високий опір удару (ударна в'язкість).

Висока прозорість, безбарвність, здатність пропускати ультрафіолетові промені — цінні властивості деяких пластмас. Це дає змогу застосовувати їх у світлопрозорих огорожувальних конструкціях будівель і споруд.

Пластмаси мають високі декоративні властивості, що дає змогу використовувати їх для різних потреб. Пластмаси не потребують періодичного фарбування поверхні. Введенням до складу вихідної композиції барвників чи пігменту можна одержати матеріал будь-якого забарвлення чи відтінків, зокрема багатоколірні імітації природного каменю, цінних порід дерев, шкіри, тканини, металу.

Окрім позитивних властивостей полімерних матеріалів існує ряд і негативних. Для більшості пластмас характерна низька теплостійкість, багато пластмас є горючими матеріалами, виділяють отруйні гази при горінні, легко спалахують. При переробленні пластмас виділяються токсичні речовини. Пластмаси схильні до старіння, тобто їхні властивості під впливом теплоти, світла, кисню повітря з часом погіршуються.

На сьогоднішній день активно застосовують такі полімерні матеріали: поліуретан, полівінілхлорид, поліпропілен, поліетилен і інші полімери у чистому вигляді, а також у вигляді полімерних композиційних матеріалів — склопластики, вуглепластики, органопластики й базальтопластики [4].

У дорожній галузі активно використовують полімерні матеріали для виготовлення дорожніх блоків (високоякісний поліетилен), дорожніх конусів (пластик), делінеаторів гнучких дорожніх (високоякісний еластомер ТРЕ: відновлюється після наїзду будь-якого автотранспорту, зберігаючи вигляд; стійкий до впливу вологи; має високу механічну міцність і стійкість до стирання; стійкий до перепадів температур), конусів дорожніх м'яких (високоякісний еластомер ТРЕ), бар'єра дорожнього огорожувального (РРС — пластик високої якості; PVC — полівінілхлорид), тактильних плит (ТПУ — високоякісний полімер стійкий до впливу УФ променів і перепадів температури, стійкий до кислот, лугів та інших хімічних речовин), дорожніх дзеркал (матеріал основи – полівінілхлорид), сигнальних стовпчиків (polyethylene-PE — високоякісний пластик (термопластичний полімер етилену), стрічки сигнальної (поліетилен) (рис. 1) тощо.



Дорожній блок



Дорожній конус



Делінеатор гнучкий дорожній

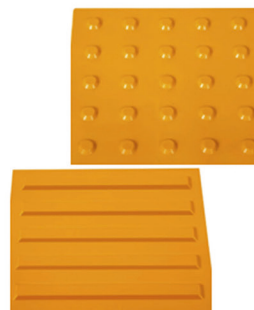
Рисунок 1, аркуш 1 — Технічні засоби організації дорожнього руху із полімерних матеріалів



Конус дорожній м'який



Бар'єр дорожній
огорожувальний



Тактильна плитка



Дорожнє дзеркало



Сигнальні стовпчики



Стрічка сигнальна

Рисунок 1, аркуш 2

Наприклад, згідно з ДСТУ 8751:2017 «Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги» сигнальні стовпчики необхідно розміщувати для забезпечення безпеки дорожнього руху на небезпечних ділянках доріг, вулиць. З метою зменшення затрат на експлуатаційне утримання стовпчиків, а також мінімізації втрат у випадку зіткнення автомобія зі стовпчиком пропонується встановлення гнучких сигнальних стовпчиків, виготовлених із гнучкого пластику (рис. 2 і рис. 3).

Гнучкі сигнальні стовпчики мають наступні основні характеристики:

- матеріал пластик;
 - колір білий;
 - наявність світлоповертаючих елементів;
 - стовпчик складається із стійки виготовленої із спеціального композитного світлостабілізованого пластику;
 - на гранях стовпчика нанесені світлоповертаючі елементи.
- Подальша експлуатація виявила низку позитивних моментів:
- яскраві світлоповертаючі елементи;
 - хороша помітність на узбіччі дороги;
 - легкість;

- зручність при транспортуванні;
- стійкість до дії зовнішнього середовища;
- світлоповертаючі елементи забезпечують добру помітність у темний час доби (**рис. 2**);
- гарантія виробника — 5 років;
- відсутність витрат на обслуговування впродовж строку експлуатації;
- матеріал, з якого виготовлено виріб не підтримує горіння;
- європейський дизайн;
- гнучкість стовпчика дозволяє зберегти його в початковому стані, після наїзду автомобіля, що продовжує строк служби стовпчика порівняно із звичайним у декілька разів (**рис. 3**);
- відсутність пошкоджень автомобіля після зіткнення;
- особливий білий пластик для дорожніх стовпчиків не вимагає додаткового фарбування протягом усього строку експлуатації;
- стовпчики дорожні добре миються поливомийними машинами;
- дорожні стовпчики з пластика не схильні до електролітичної корозії і мають малу масу.



Рисунок 2 — Гнучкі сигнальні стовпчики



Рисунок 3 — Наїзд автомобіля на гнучкий сигнальний стовпчик

Для покращення безпеки дорожнього руху на автомобільних дорогах нашої країни рекомендовано застосовувати гнучкі сигнальні стовпчики. Серед експлуатаційних характеристик зазначено, що гарантійний строк становить лише 5 років, це означає, що після закінчення цього строку почнеться процес старіння матеріалу.

Старіння розвивається в результаті взаємодії полімеру з навколишнім середовищем або зовнішніми чинниками. Загалом, до зовнішніх чинників можна віднести: температуру та відносну вологість повітряного середовища, світлову та проникаючу радіацію, наявність у повітряному середовищі агресивних газів або парів, електричні та механічні навантаження тощо [6]. Суттєвою для старіння є тривалість впливу того чи іншого чинника.

Найбільш поширеним і важливим активатором старіння полімерних матеріалів є температура. Вона може розглядатись як активатор процесу старіння, а в окремих випадках може виступати як агент, що безпосередньо викликає старіння. Виступаючи у ролі агента старіння температура є причиною розвитку так званого фізичного старіння.

Вологість, так само як і температура, може виступати і як агент, і як активатор старіння.

Більшість полімерних матеріалів поглинають невелику, але потенційно небезпечну кількість вологи з навколишнього середовища, причому ступінь деградації, що відбувається, безпосередньо залежить від кількості поглиненої вологи. Поглинена волога може негативно впливати на матеріал декількома способами:

- зміна розмірів (набухання);
- зниження температури скловання смоли;
- зниження механічних і фізичних властивостей (тобто жорсткості, міцності та твердості).

Діючи як агент старіння, волога вступає у хімічну взаємодію з полімером, наслідком якого є гідролітичне розщеплення макромолекули і пов'язана з цим зміна властивостей полімеру. Вплив вологи проявляється не тільки у хімічній взаємодії з полімером. Вона може виступати у якості агента, вплив якого подібний впливу пластифікатора. У цьому випадку волога є причиною процесів зміни вторинної структури, релаксації внутрішніх напружень. Особливо значні зміни властивостей полімерів під впливом вологи відбуваються при переходах температури від позитивних до негативних значень.

Іншим поширеним агентом старіння є сонячна радіація (світлове випромінювання), особливо в ультрафіолетовому (УФ) діапазоні [7]. Невисока проникаюча здатність сонячної радіації призводить до того, що активовані хімічні реакції (фотоліз, фотоокислення) відбуваються інтенсивно у тонких приповерхневих шарах. Особлива увага, яку приділяють дослідженню впливу радіації на полімери, зумовлена тим, що УФ-діапазон сонячної радіації, що потрапляє на Землю, настільки збагачена енергією, що здатна зруйнувати практично будь-які полімерні зв'язки, що зустрічаються у сучасних матеріалах (рис. 4).

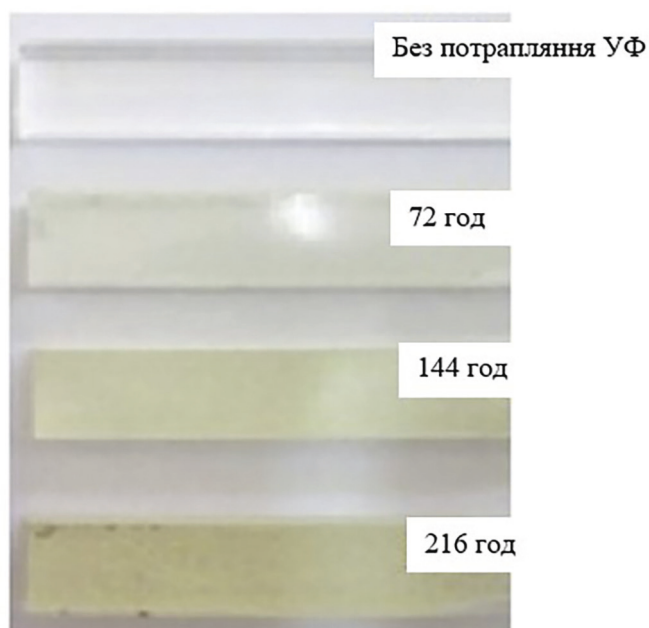


Рисунок 4 — Вплив ультрафіолету на полімерні матеріали (полікарбонати)

З **рис. 4** видно збільшення пожовтіння, старіння матеріалів, тобто втрата їх прозорості. Це пожовтіння є результатом послідовності реакції викликаной УФ-випромінюванням на полікарбонат. Полікарбонат — це полімерний пластик, який широко використовується у будівництві завдяки низці переваг перед іншими будівельними матеріалами. Поширений у двох видах: монолітний і сотовий полікарбонат.

На **рис. 5** і **рис. 6** показано поглинання та відбивання хвилі УФ. Нульовий коефіцієнт пропускання довжини хвилі близько 380 нм, де поглинання різко зменшується, а коефіцієнт відбивання раптово зростає. Коефіцієнт відбивання УФ (без потрапляння УФ) становить 80 %. Тоді як інші зразки демонструють нижчі показники. Це пояснюється тим, що при потрапленні УФ на матеріал час старіння його зменшується і матеріал втрачає свої властивості. Відбувається розпад ланцюга молекул [8].

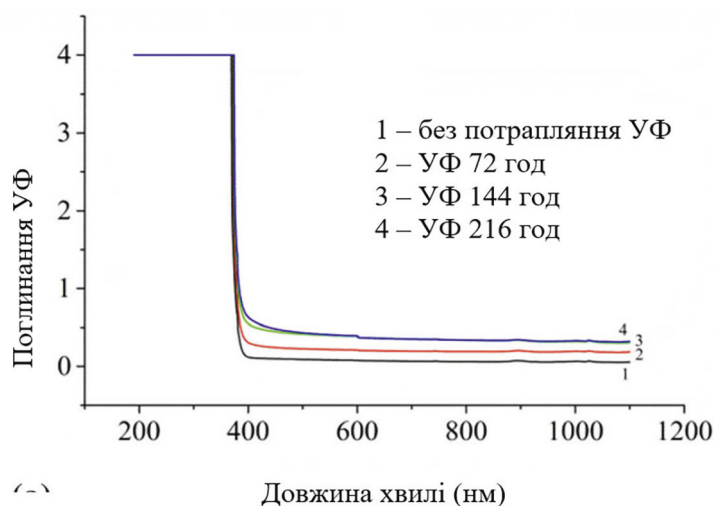


Рисунок 5 — Поглинання спектрів полікарбонату до потрапляння УФ

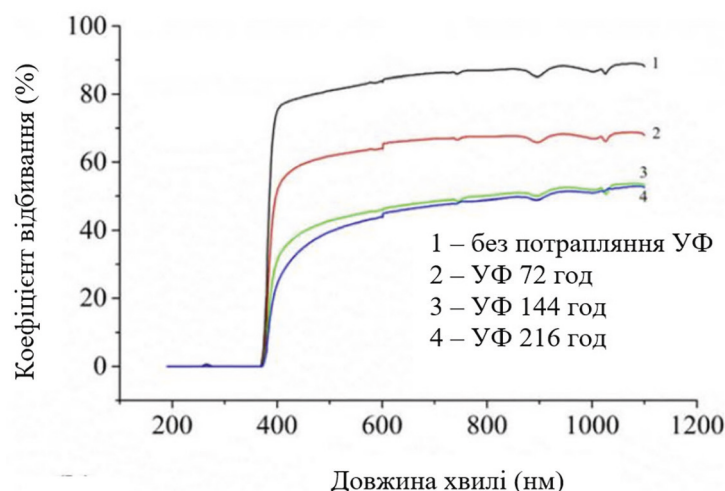


Рисунок 6 — Відбивання спектрів полікарбонату після потрапляння УФ

Іншим ефективним активатором старіння є проникаюча радіація, яка, на відміну від світлової, здатна ініціювати перетворення в об'ємі полімеру.

До зовнішніх активаторів процесів, що призводять до старіння, також відносять механічні та електричні навантаження.

Перераховані зовнішні фактори, що є як активаторами, так і агентами старіння полімерів, є причинами розвитку хімічних, фізичних і змішаних процесів, результатом яких є зміна експлуатаційних властивостей полімерів, а, відповідно, їхньої здатності виконувати «службові функції» у різних умовах експлуатації.

Багато відомостей щодо властивостей полімерів отримують шляхом порівняння їх характеристик у початковому стані. У той же час, успішне застосування будь-якого полімерного матеріалу в різних умовах експлуатації залежить від його здатності зберігати свої експлуатаційні властивості, тобто від його довговічності. Під довговічністю слід розуміти економічну доцільність тривалої експлуатації полімерного матеріалу протягом якої він не втрачає своїх властивостей, які забезпечують його роботу. До кінця встановленого строку експлуатації матеріал повинен зберігати свою цілісність, форму, розміри, колір тощо.

Для визначення строку служби виробу необхідно мати відповідну інформацію. У тих випадках, коли для виготовлення проєктного виробу будуть застосовані достатньо вивчені матеріали ця задача вирішується досить легко з урахуванням поведінки матеріалу в аналогічних умовах.

При використанні порівняно нових полімерних матеріалів такий підхід взагалі не допустимий, оскільки відсутній досвід їх тривалої експлуатації. Тому, для обґрунтованого встановлення довговічності нового полімерного матеріалу ще на стадії розроблення необхідно мати інформацію щодо його поведінки в передбачуваних умовах експлуатації. Така інформація може бути отримана під час випробувань на прискорене штучне старіння, що імітують основні умови експлуатації.

Процедури прискореного штучного старіння для надійного визначення довговічності полімерних матеріалів були предметом багатьох статей міжнародних дослідницьких груп, починаючи з 80-х років минулого століття. У базі даних Scopus більше 1 000 документів, опублікованих в журналах, книгах, матеріалах конференцій за останні десять років (2011–2021) за пошуком «прискорене старіння полімерів» [9]. Не всі роботи, присвячені прискореному штучному старінню, підтверджують, що такі процедури здатні передбачити довгострокову поведінку полімерів. Проте подальші роботи у цьому напрямку є доцільними й обґрунтованими.

Висновки

Під час проведення випробувань на штучне старіння з метою прогнозування змін властивостей полімерних матеріалів у першу чергу необхідно обрати та обґрунтувати імітовані зовнішні чинники та їхні максимальні значення. При визначенні допустимого посилення обраного зовнішнього чинника порівняно з його впливом в умовах експлуатації необхідно керуватись наступним: за максимального значення зовнішнього чинника старіння у штучних умовах фізико-хімічні процеси старіння повинні бути ідентичними процесам, що відбуваються у реальних умовах експлуатації. Виконання цієї умови має певні складнощі через відсутність даних щодо механізму старіння багатьох, особливо нових, полімерів. Але, ураховуючи таку умову, ми зможемо отримати найбільш якісні і точні показники.

Враховуючи вплив фізичного стану полімеру на кінетику хімічних і релаксаційних перетворень, можна припустити, що перехід з одного фізичного стану в інший буде супроводжуватись суттєвою зміною якісних і кількісних співвідношень процесів, що відповідають за старіння матеріалу. Тому, режим випробування на штучне старіння слід підбирати так, щоб не відбувалось переходу матеріалу з одного фізичного стану в інший.

Іншим важливим етапом у випробуваннях на штучне старіння є вибір характеристики матеріалу, що визначає можливість його використання у виробі та критичного значення відповідного параметра, зміни якого підлягають контролюванню у процесі старіння. При цьому допускається,

що зміна контрольованого параметра на величину більшу ніж критична, виключає можливість використання матеріалу у виробі.

Дуже важливим є вибір зразка для оцінювання змін контрольованого параметра.

Оскільки на підставі результатів випробувань на штучне старіння прогнозується довговічність полімерних матеріалів протягом тривалої експлуатації, велике значення має гранична тривалість випробувань. Якщо задається критичне значення контрольованого параметра, то тривалість випробувань дорівнює часу протягом якого досягається це значення.

На теперішній час фахівці відділу дорожньої обстановки Центру безпеки дорожнього руху ДП «ДерждорНДІ» плідно працюють у напрямку гармонізації європейських стандартів щодо методів випробування пластмас на вплив сонячної радіації та лабораторних джерел світла [10–16]. Впровадження передових методів випробувань дозволить якісно випробовувати матеріали та за результатами досліджень робити висновки щодо стійкості до впливу зовнішніх чинників і прогнозованої експлуатаційної довговічності полімерів і вибору найбільш прийнятного матеріалу для певних умов експлуатації.

Список літератури

1. Осипов В.О. Видавнича діяльність Національного транспортного університету: дис. ... канд. тех. наук. Київ, 2017.
2. ДСТУ 8751:2017 Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги. Київ, 2019. 44 с. (Інформація та документація).
3. Хел Ф. Бринсон, Л. Кэтрин Бринсон (2008). Characteristics, Applications and Properties of Polymers. In: Polymer Engineering Science and Viscoelasticity. Springer, Boston, MA. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-73861-1_3.
4. Марцинко О. Е. Сучасні полімерні матеріали та їх застосування: методичні вказівки. Одеса, 2021. 44 с.
5. Спорягін Е. О., Варлан К. Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. 2012. 190 с.
6. Measurement Good Practice Guide No. 103. Accelerated Environmental Ageing of Polymeric Materials W R Broughton and A S Maxwell. National Physical Laboratory. Teddington, Middlesex, United Kingdom, 2007, 103 p.
7. A. L. Andrad, S. H. Hamid, X. Hu, A. Torikai, Effects of increased solar ultraviolet radiation on materials, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 46 (1998) P. 96–103.
8. S. Redjala, N. Aï't Hocine, R. Ferhoum, M. Gratton, N. Poirot, S. Azem. UV Aging Effects on Polycarbonate Properties. J Fail. Anal. and Preven. (2020) 20:1907–1916. 916 DOI: <https://doi.org/10.1007/s11668-020-01002-9>.
9. Frigione, M., Rodríguez-Prieto, A. Can Accelerated Aging Procedures Predict the Long Term Behavior of Polymers Exposed to Different Environments? Polymers 2021, 13, 2688. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym13162688>.
10. ДСТУ EN ISO 877-1:202X (EN ISO 877-1:2010, IDT) Пластмаси. Методи випробування на дію сонячного випромінювання. Частина 1. Загальні положення. Київ, 36 с. (Інформація та документація).
11. ДСТУ EN ISO 877-2:202X (EN ISO 877-2:2010, IDT) Пластмаси. Методи випробування на дію сонячного випромінювання. Частина 2. Вплив сонячного випромінювання на пластмаси безпосередньо та через віконне скло. Київ, 17 с. (Інформація та документація).
12. ДСТУ EN ISO 877-3:202X (EN ISO 877-3:2018, IDT) Пластмаси. Методи випробування на дію сонячного випромінювання. Частина 3. Посилений вплив концентрованого сонячного випромінювання. Київ, 25 с. (Інформація та документація).
13. ДСТУ EN ISO 4892-1:202X (EN ISO 4892-1:2016, IDT; ISO 4892-1:2016, IDT) Пластмаси. Методи випробування на вплив лабораторних джерел світла. Частина 1. Загальні положення. Київ, 56 с. (Інформація та документація).

14. ДСТУ EN ISO 4892-1:202X (EN ISO 4892-1:2016, IDT; ISO 4892-1:2016, IDT) Пластмаси. Методи випробування на вплив лабораторних джерел світла. Частина 2. Ксенонові дугові лампи. Київ, 28 с. (Інформація та документація).

15. ДСТУ EN ISO 4892-1:202X (EN ISO 4892-1:2016, IDT; ISO 4892-1:2016, IDT) Пластмаси. Методи випробування на вплив лабораторних джерел світла. Частина 3. Флуоресцентні лампи ультрафіолетового випромінювання. Київ, 31 с. (Інформація та документація).

16. ДСТУ EN ISO 4892-1:202X (EN ISO 4892-1:2016, IDT; ISO 4892-1:2016, IDT) Пластмаси. Методи випробування на вплив лабораторних джерел світла. Частина 3. Посилений вплив концентрованого сонячного випромінювання. Київ, 21 с. (Інформація та документація).

References

1. Osypov V.O. Vydavnycha diialnist Natsionalnoho transportnoho universytetu [Publishing activity of the National Transport University]. PhD (Eng.). 2017, Kyiv [in Ukrainian].
2. DSTU 8751:2017 Bezpeka dorozhnogo rukhu. Ohorodzhennia dorozhni i napriamni prystroi. Pravyla vykorystannia. Zahalni tekhnichni vymohy [State Standard of Ukraine (DSTU 8751:2017) Road safety road barriers and guiding device. Rules of using. General technical requirements]. Kyiv, 2019. 44 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
3. Hal F. Brinson, L. Catherine Brinson (2008) Characteristics, Applications and Properties of Polymers. In: Polymer Engineering Science and Viscoelasticity. Springer, Boston, MA. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-73861-1_3 [in English].
4. Martynko O. E. Suchasni polimerni materialy ta yikh zastosuvannia: metodychni vkazivky. Odesa, 2021. 44 p.
5. Sporiahin E. O., Varlan K. Ye. Teoretychni osnovy ta tekhnolohiia vyrobnytstva polimernykh kompozytsiinykh materialiv : navch. posib. 2012. 190 p. [in Russian].
6. Measurement Good Practice Guide No. 103. Accelerated Environmental Ageing of Polymeric Materials W R Broughton and A S Maxwell. National Physical Laboratory. Teddington, Middlesex, United Kingdom, 2007, 103 p. [in English].
7. A. L. Andrad, S. H. Hamid, X. Hu, A. Torikai, Effects of increased solar ultraviolet radiation on materials, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 46 (1998) P. 96–103 [in English].
8. S. Redjala, N. Ai't Hocine, R. Ferhoum, M. Gratton, N. Poirot, S. Azem. UV Aging Effects on Polycarbonate Properties. J Fail. Anal. and Preven. (2020) 20: 1907–1916. 916. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11668-020-01002-9> [in English].
9. Frigione M., Rodríguez-Prieto A. Can Accelerated Aging Procedures Predict the Long Term Behavior of Polymers Exposed to Different Environments? Polymers. 2021, 13, 2688. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym13162688> [in English].
10. DSTU EN ISO 877-1:202X (EN ISO 877-1:2010, IDT) Plastmasy. Metody vyprobuвання na dii soniachnoho vyprominiuvannia. Chastyna 1. Zahalni polozhennia [State Standard of Ukraine (DSTU EN ISO 877-1:202X (EN ISO 877-1:2010, IDT)) Plastics. Methods of exposure to solar radiation. Part 1: General guidance]. Kyiv, 36 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
11. DSTU EN ISO 877-2:202X (EN ISO 877-2:2010, IDT) Plastmasy. Metody vyprobuвання na dii soniachnoho vyprominiuvannia. Chastyna 2. Vplyv soniachnoho vyprominiuvannia na plastmasy bezposeredno ta cherez vikonne sklo [State Standard of Ukraine (DSTU EN ISO 877-2:202X (EN ISO 877-2:2010, IDT)) Plastics. Methods of exposure to solar radiation. Part 2: Direct weathering and exposure behind window glass]. Kyiv, 17 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
12. DSTU EN ISO 877-3:202X (EN ISO 877-3:2018, IDT) Plastmasy. Metody vyprobuвання na dii soniachnoho vyprominiuvannia. Chastyna 3. Posylenyi vplyv kontsentrovanoho soniachnoho vyprominiuvannia [State Standard of Ukraine (DSTU EN ISO 877-3:202X (EN ISO 877-3:2018, IDT)) Plastics. Methods of exposure to solar radiation. Part 3: Intensified weathering using concentrated solar radiation]. Kyiv, 25 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

13. DSTU EN ISO 4892-1:202X (EN ISO 4892-1:2016, IDT; ISO 4892-1:2016, IDT) Plastmasy. Metody vyprobuvannia na vplyv laboratornykh dzherel svitla. Chastyna 1. Zahalni polozhennia [State Standard of Ukraine (DSTU EN ISO 4892-1:202X (EN ISO 4892-1:2016, IDT; ISO 4892-1:2016, IDT)) Plastics. Methods of exposure to laboratory light sources. Part 1: General guidance]. Kyiv, 56 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

14. DSTU EN ISO 4892-2:202X (EN ISO 4892-2:2013) Plastmasy. Metody vyprobuvannia na vplyv laboratornykh dzherel svitla. Chastyna 2. Ksenonovi duhovi lampy [State Standard of Ukraine (DSTU EN ISO 4892-2:202X (EN ISO 4892-2:2013)) Plastics. Methods of exposure to laboratory light sources. Part 2: Xenon-arc lamps]. Kyiv, 28 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

15. DSTU EN ISO 4892-3:202X (EN ISO 4892-3:2016, IDT; ISO 4892-3:2016, IDT) Plastmasy. Metody vyprobuvannia na vplyv laboratornykh dzherel svitla. Chastyna 3. Fluorestsentni lampy ultrafioletovoho vyprominiuvannia [State Standard of Ukraine (DSTU EN ISO 4892-3:202X (EN ISO 4892-3:2016, IDT; ISO 4892-3:2016, IDT)) Plastics. Methods of exposure to laboratory light sources. Part 3: Fluorescent UV lamps]. Kyiv, 31 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

Tetiana Kostrulova, <https://orcid.org/0000-0002-9554-1285>

Liudmila Nahrebelna, Ph.D., <https://orcid.org/0000-0002-5615-9075>

M.P. Shulgin State Road Research Institute – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine

PROBLEMS THE ISSUES OF OPERATING DURABILITY OF TECHNICAL MEANS OF TRAFFIC CONTROL

Abstract

Introduction. The efficiency of road transport functioning greatly depends on the technical level and condition of roads. Modern roads must ensure traffic safety. Also, it has to be considered that the transport and operational level of a modern road is determined not only by the combination of geometric elements of the route, the number of traffic lanes, the condition of the roadway and roadsides, but also the engineering equipment of the road. Mostly, traffic safety requirements are met due to a wide and skillful use of engineering equipment. Modern standards include, among other things, technical means of traffic control of the roads.

Problem statement. The impact of various factors on the durability of polymeric materials

Purpose. Solving the issues of operational durability of technical means of traffic control.

Materials and methods. Theoretical and empirical methods of scientific researches are used to analyze the impact of various factors on the durability of polymeric materials.

Results. The analysis of foreign researches concerning the impact of various factors, and especially ultraviolet radiation on durability of polymeric materials is performed.

Conclusions. When conducting tests on artificial aging in order to predict changes in the properties of polymeric materials, it is necessary first of all to select and justify the simulated external factors and their maximum values. When determining the allowable amplification of the selected external factor as compared to its influence under operating conditions, it is necessary to be guided by the following: at the maximum value of the external aging factor in artificial conditions, the physical and chemical aging processes must be identical to those occurring in real operating conditions. Since, taking into account this condition, we will be able to obtain the most qualitative and accurate indicators.

Keywords: road, polymers, aging, solar radiation, technical means, ultraviolet radiation.