УДК 629.4.023.11.004.64: 001.891.5

С.А. Чебуров

ЗАСТОСУВАННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ У ВАГОНОБУДУВАННІ

Визначено один з напрямків розвитку вагонобудування. Наведено короткий огляд полімерних матеріалів, що використовуються в різних галузях народного господарства. Представлено розроблену методику випробувань виробів з поліуретану

Вступ

Для розвитку залізничних перевезень необхідно впроваджувати нові технології, створювати сучасний інноваційний рухомий склад.

Основними заходами для забезпечення розвитку рухомого складу, на даний час, є підвищення осьових навантажень та збільшення швидкості потягів. Але, на жаль, істотними обмеженнями цих дій виступають можливості існуючої залізничної інфраструктури.

Зниження маси тари вагона та підвищення осьового та погонного навантаження, за допомогою впровадження нових сучасних матеріалів, є перспективним напрямком розвитку залізничного рухомого складу.

В останній час, в якості конструкційних матеріалів у вагонобудуванні, все більшу увагу привертають неметалеві матеріали. Завдяки різноманітності своїх властивостей вони успішно конкурують з традиційними матеріалами (з чорними та кольоровими металами), а в деяких галузях являються практично незамінними. Ефект їх застосування настільки великий, що в високорозвинених у промисловому відношенні країнах спостерігалася тенденція до скорочення випуску сталі та збільшення виробництва пластмас.

Поняття неметалевих матеріалів включає великий асортимент матеріалів таких, як пластичні маси, композиційні матеріали, резинові матеріали, клеї, лакофарбові покриття, деревина, а також силікатні стекла, кераміка та ін.

Неметалеві матеріали є не тільки замінниками металів, але й використовуються як самостійні, іноді навіть незамінні матеріали. Окремі з них володіють високою механічною міцністю, легкістю, термічною та хімічною стійкістю, високими електроізоляційними характеристиками, оптичною прозорістю тощо. Особливо слід відмітити технологічність неметалевих матеріалів.

Застосування неметалевих матеріалів забезпечує значну економічну ефективність.

Основою неметалевих матеріалів є, головним чином, синтетичні полімери.

© С.А. Чебуров, 2016

Полімерні матеріали

Полімери – високомолекулярні з'єднання, молекули яких складаються з великої кількості ланок, що структурно повторюються – мономерів. Реакцію утворення полімеру з мономерів називають полімеризацією. В процесі полімеризації речовина може переходити з газоподібного або рідкого стану в стан досить в'язкої рідини чи твердий.

Полімери поділяються на: природні, штучні та синтетичні.

До природних відносяться: білки, целюлоза, крохмаль, каучук, азбест, графіт, природні смоли.

Штучні полімери отримують шляхом обробки природних полімерів.

Найбільш характерні синтетичні: поліетилен, поліпропілен, фенолформальдегідні смоли.

Для покращення властивостей полімерних матеріалів в їх склад вводять спеціальні інгредієнти: стабілізатори, пластифікатори, мастила, антипірени, красителі, легуючі добавки.

Стабілізатори слугують для захисту виробів від старіння. Принцип дії стабілізаторів заснований на стриманні процесів руйнування від впливу зовнішніх факторів.

Пластифікатори підвищують пластичність і еластичність полімерного матеріалу.

Мастила полегшують виймання полімерних виробів із прес-форм.

Антипірени – речовини, які зменшують горючість полімерів.

Красителі надають виробам із полімерів бажаний відтінок.

Легуючі добавки – це спеціальні домішки, котрі знижують статичну електролізацію (антистатики); речовини, які усувають біологічну пошкоджуваність полімерів (антимікробні добавки).

Особливості будови полімерів впливають на їх фізико-механічні та хімічні властивості. Внаслідок високої молекулярної маси вони не здатні переходити в газоподібний стан, при нагріванні створювати низьков'язкі рідини, а деякі, що мають термостабільну просторову структуру, навіть розм'якшуватись.

Для всіх полімерів характерне підвищення границі міцності зі збільшенням швидкості навантаження. При цьому зменшується вплив непружних деформацій. Зі зменшенням швидкості навантаження вплив непружних деформацій збільшується.

При деформації полімерні матеріали, як і метали, володіють статичною та динамічною витривалістю.

Старіння полімерних матеріалів – довільна необоротна зміна найважливіших технічних характеристик, що відбувається в результаті складних хімічних і фізичних процесів, які розвиваються в матеріалі при експлуатації та зберіганні. Причинами старіння є світло, тепло, кисень, озон та інші немеханічні фактори. Старіння прискорюється під час багатьох деформацій; менш суттєво на старіння впливає волога. Розрізняють старіння теплове, світлове, озонне та атмосферне.

Таким чином, чим вище напруження або температура, тим менше довговічність.

Полімерні матеріали поділяються на три основні групи: пластичні маси, композитні та резинові матеріали. Вони широко застосовуються в багатьох галузях народного господарства.

Пластмаси (пластики) – штучні матеріали, що отримані на основі органічних полімерних зв'язуючих речовин. Ці матеріали здатні при нагріванні розм'якшуватися, ставати пластичними, і тоді під тиском їм можна надавати задану форму, яка потім зберігається.

Пластмаси це сучасний конструкційний матеріал. Вони володіють малою щільністю, високою питомою міцністю, низькою теплопровідністю, хімічною стійкістю, електроізоляційними властивостями, хорошою звукоізоляцією. Як правило, у пластичних мас високі технологічні властивості. Їх можливо формувати, пресувати, обробляти на металоріжучих станках, склеювати або зварювати.

Пластмаси поділяються на термопластичні та термореактивні. Термопластичні – при кожному нагріванні розм'якшуються, а при охолодженні твердіють. Термореактивні – при нагріванні розм'якшуються, а потім твердіють і більше на повторне нагрівання не реагують.

Пластмаси без наповнювача частіше бувають термопластичні. Прикладами цього виду пластмас слугує поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, полістирол, органічне скло, фторопласт.

По виду наповнювача пластмаси ділять на порошкові (прес-порошки) з наповнювачами у вигляді деревної муки, сульфітної целюлози, графіту, тальку, подрібнених скла, мармуру, азбесту, слюди, просочених зв'язуючими (часто їх називають карболітами); волокнисті з наповнювачами у вигляді очосів бавовни та льону (волокніти), скляного волокна (скловолокніти), азбесту (азбоволокніти); шаруваті, що містять листкові наповнювачі (аркуші паперу в гетинаксі, бавовняні, скляні, азбестові тканини в текстоліті, склотекстоліті та азботекстоліті, деревний шпон у деревношаруватих пластиках); крихтоподібні (наповнювач у вигляді шматочків тканини чи деревного шпона, просочених зв'язуючим); газонаповнені (наповнювач – повітря чи нейтральні гази). У залежності від структури останні поділяють на пінопласти і поропласти.

Недоліки пластмас – невисока теплостійкість, низькі модуль пружності та ударна в'язкість у порівнянні з металами і сплавами, а для деяких пластмас схильність до старіння.

З полімерів виготовляють конструктивно складні та відповідальні деталі машин і механізмів, корпусні великогабаритні деталі, що витримують значні навантаження, наприклад, корпуси дрібних суден будуються з пластичних мас. Широкому використанню полімерних матеріалів в машинобудуванні запобігали їх низькі міцність та теплостійкість.

Рубіж міцнісних властивостей полімерних матеріалів вдалося перевершити переходом до композиційних матеріалів (композитів), головним чином до скла та вуглепластиків. Рішення задач підвищення осьових навантажень та збільшення швидкості потягів неможливе без застосування в конструкціях залізничного транспорту цих матеріалів.

Композити – багатокомпонентні матеріали, що складаються з полімерної, металевої, вуглецевої, керамічної чи іншої основи (матриці), армованої наповнювачами з волокон, ниткоподібних кристалів, тонкодисперсних часток тощо. Шляхом підбору складу та властивостей наповнювача та матриці, їх співвідношення, орієнтації наповнювача, можна отримати матеріали з потрібним складом експлуатаційних і технологічних властивостей. Армуючі наповнювачі сприймають основну долю навантаження композитів.

Найбільш відомими та розповсюдженими представниками композитів, які застосовуються в машинобудуванні, в тому числі на залізничному транспорті, являються волокнисті полімерні композити (вугле-, скло-, органопластики). Також на даний момент з'явилися передумови для впровадження в конструкції транспорту різного призначення полімерних композитів на основі вуглецевих нанотрубок.

Вуглецеві нанотрубки мають високу міцність та еластичність і здатні витримувати, без руйнування, великі навантаження.

Основні переваги полімерних композитів, у порівнянні з традиційними матеріалами:

- висока питома жорсткість і міцність;
- стійкість проти впливу зовнішнього середовища;
- не потребують оздоблення;
- легкі в ремонті;
- більш дешеві, ніж для металів, прес-форми.

Основним недоліком полімерних композитів є їх ціна, але з урахуванням загальних витрат на виробництво та експлуатацію, зазвичай, маємо економію.

В наш час спостерігається зростання виробництва композитів, проникнення їх у різні галузі техніки, успішне витіснення ними багатьох традиційних матеріалів: металів, кераміки, скла та деревини.

Окремим матеріалом виступає резина, котра є штучним матеріалом на основі каучуку. Каучук – це природній або штучний полімер, який здатний витримувати великі деформації з наступним поверненням у вихідний стан. Резину отримують, проводячи процес вулканізації каучуку з сіркою. Якщо вміст сірки складає до 5 % від маси каучуку, то резина – м’яка. З підвищенням кількості сірки матеріал становиться жорстким. При 30 % кількості добавленої сірки отримується твердий матеріал під назвою ебоніт, який знаходить широке застосування в електротехнічній промисловості.

Крім відмічених особливостей, для резинових матеріалів характерні висока стійкість до стирання, газо- і водонепроникність, хімічна стійкість, електроізолюючі властивості та невелика щільність.

Резину, при виготовленні, розділяють на резину загального та спеціального призначення. Із матеріалу загального призначення виготовляють: автомобільні шини, транспортерні стрічки, ремені для ремінних передач, шланги тощо. Резина спеціального призначення, котра отримується додаванням спеціальних домішок в момент її виготовлення, розділяється на теплостійку (до 350 С), морозостійку (до мінус 70 С), маслобензостійку, світлоозоностійку, електропровідну, електроізоляційну, рентгеностійку.

Резинові деталі, що застосовуються в машинобудуванні розділяють, за призначенням, на наступні групи: ущільнювальні; вібро- та звукоізолюючі, протиударні; силові (шестерні, корпуси насосів, муфти, шарніри); опори ковзання (резинометалеві підшипники, підп’ятники, опори, ніпелі); гнучкі компенсаційні проставки, труби для транспортування рідини та газу (сильфони, муфти, патрубки та ін.); протизносні (асфальтохідні башмаки, протекторні кільця, катки та ін.); фрикційні деталі та інструменти (шліфувальні диски, фрикційні колеса); несилові та захисні (килими, ручки, педалі та ін.); декоративні (полоси, шнури).

Представниками резинотканинних виробів є напірні рукави для палива, мастила, води, газів, розчинів кислот і лугів; рукава можуть бути гнучкими трубопроводами повітряних гальм. Для міцності та стійкості до зминання рукава армують металевою проволокою. Резинотканинні привідні ремені бувають пласкими та клиновими, останні виготовляють з кордшнуром або кордтканиною в несучому шарі ременя. Транспортерні стрічки застосовують для переміщення вантажів по горизонталі або під невеликим уклоном. Шини бувають пневматичними, в яких амортизаційна здатність забезпечується стисненим повітрям і, частково,

еластичними властивостями шинних матеріалів. А також – суцільнорезиновими, в яких використовується тільки еластичність самого резинового матеріалу.

В наш час в якості замінника резини та резино-технічних виробів використовується поліуретан.

Поліуретан – синтетичний полімер із проектованими фізико-механічними властивостями з однорідним складом компонентів. Це сучасний конструкційний матеріал, який характеризується високими фізико-хімічними та експлуатаційними властивостями.

Переваги поліуретану:

- міцність і стійкість до деформацій і високих механічних навантажень;
- висока стійкість до атмосферних впливів – озону, кисню, волозі, ультрафіолетовій радіації, нагріву;
- стійкий до впливу відкритого полум'я та теплового випромінення;
- економічний;
- має властивість електричного ізолятора;
- не обмерзає, має стійкість до солей, ультрафіолетового випромінення, хімічних сполук, окрім деяких розчинників і концентрованих кислот;
- витримує температуру від -40 до +100°С;
- еластичний.

Поліуретанові деталі відмінно витримують великі навантаження в важких умовах експлуатації та не втрачають своїх якостей довгі роки, в той час, як старіння резинових деталей здебільшого виявляється через два-три роки експлуатації. Втрачання еластичності та пружності резинових деталей призводить до інтенсивного руйнування інших деталей.

Основний фактор, що стає на перешкоді широкого застосування поліуретанів у виробництві, це великий часовий технологічний цикл. Виробництво резинової деталі займає приблизно 20 хвилин, для поліуретанової деталі потрібно більше 32 годин.

Особливе значення в вагонобудуванні набувають технології склеювання. В теперішній час створено велику кількість різних клейових композицій, що дозволяють поєднувати метали, сплави, пластмасу, резину та інші матеріали практично в будь-яких поєднаннях.

Методика випробувань

Зважаючи на актуальність питання розвитку рухомого складу фахівцями ДП «УкрНДІВ» було почато роботи щодо розширення галузі діяльності інституту за рахунок впровадження, в якості об'єктів випробувань, виробів з неметалевих матеріалів. Було розроблено, погоджено та затверджено в установленому порядку методику випробувань виробів з поліуретану[1].

Ця методика встановлює види і послідовність, методи та порядок проведення випробувань з визначення характеристик виробів з поліуретану, що виготовляються серійно, вона призначена для визначення фактичних значень характеристик виробів для оцінки їх відповідності вимогам нормативної та конструкторській документації.

Згідно з [1] проводяться наступні види випробувань:

1) визначення геометричних розмірів;

2) контроль якості поверхні;

3) визначення механічних властивостей:

- опору матеріалу під час випробувань на розтягання;
- ударної в'язкості;
- опору матеріалу під час випробувань на стиснення;
- твердості матеріалу.

4) визначення температури крихкості;

5) визначення показників старіння.

До виробів з поліуретану, для вагонобудування, відносяться, наприклад, такі вироби як втулки для вантажних вагонів:

- втулка підвіски гальмівного башмаку;
- втулка кронштейну бокової рами візка вантажного вагона для кріплення підвіски гальмівного башмаку.

Висновки

Майже три чверті внутрішнього оздоблення салонів всіх видів транспорту виконуються з декоративних пластиків, синтетичних плівок, тканей, штучної шкіри. За кордоном деякі фірми почали виробництво суцільнопластмасових автомобілів.

Для багатьох машин і апаратів антикорозійна обробка синтетичними матеріалами забезпечує їх надійну та довготривалу експлуатацію.

Більшість функціональних деталей гальмівних систем для автомобілів і близько 45 % для залізничного рухомого складу виробляються з синтетичних прес-матеріалів. Велика кількість зубчастих коліс виготовляються з міцних конструкційних полімерів. Шестеренчасті колеса можуть працювати майже без зносу в контакті зі сталевими шестернями, не потребують мастила та майже безшумні.

Поверхня пластиків володіє зносостійкістю, вологостійкістю, стійкістю до впливу хімічних речовин. Наявність широкої гами декорів, дозволяє гармонійно вписувати пластики в будь-які елементи інтер'єру. Дякуючи цим властивостям, пластики використовуються в виробництві меблів різного призначення, торгового обладнання, в суднобудуванні, вагонобудуванні, оздобленні житлових, службових і суспільних приміщень, в ліфтобудуванні та інших галузях.

ДП «УкрНДІВ» є головною науковою організацією Міністерства економічного розвитку і торгівлі України по рейковому рухомому складу, має у своїй структурі випробувальний центр продукції вагонобудування та ливарного виробництва для вагонобудування (ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ») та проводить теоретичні та експериментальні дослідження по створенню та освоєнню виробництва рухомого складу для магістрального та відомчого залізничного транспорту, його вузлів та деталей.

Зважаючи на це інститутом і проводяться роботи за таким перспективним напрямком розвитку залізничного рухомого складу.

ЛІТЕРАТУРА

1 «Вироби з поліуретану. Методика випробувань», – ДП «УкрНДІВ», м. Кременчук, 2016. – 14 с.