

DOI: <https://doi.org/10.32353/khrife.1.2020.27>

УДК [629.33:678](477)

О. М. Пашкова,

провідний судовий експерт сектору фізичних та хімічних досліджень лабораторії криміналістичних досліджень ХНДІСЕ
ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса, м. Харків, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0222-9995>,
e-mail: olgapashkova151001@gmail.com

Л. В. Нардід,

старший науковий співробітник сектору фізичних та хімічних досліджень лабораторії криміналістичних досліджень ХНДІСЕ
ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса, м. Харків, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9789-8165>, e-mail: nardidlily@gmail.com

К. Є. Руднева,

судовий експерт сектору фізичних та хімічних досліджень лабораторії криміналістичних досліджень ХНДІСЕ
ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса, м. Харків, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7676-749X>, e-mail: rudneva770@ukr.net

М. В. Зарубіна,

завідувачка сектору фізичних та хімічних досліджень лабораторії криміналістичних досліджень ХНДІСЕ
ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса, м. Харків, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5855-3295>, e-mail: 17171785@ukr.net

ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

У статті викладено результати систематизування даних щодо сучасних полімерних матеріалів, які активно застосовують в автомобілебудуванні, за їх хімічними назвами та наведено узагальнені відомості про частоту їх застосування для виготовлення деталей автомобілів. Скорочені позначення цих полімерів і деякі їхні властивості зведено в таблицю переліку застосувань конкретного полімерного матеріалу, який використовують для виготовлення конкретної деталі транспортних засобів, а також складено таблицю зі зворотними даними щодо варіації полімерних матеріалів для виготовлення конкретної полімерної деталі автомобіля. Крім того, для полегшення роботи експертів наведено приклад розшифрування штампів, розташованих з внутрішнього боку полімерної деталі. Зважаючи на те, що наведені дані значно полегшують роботу під час експертного дослідження полімерних деталей транспортних засобів та розширюють можливості експерта під час розв'язання як діагностичних, так і ідентифікаційних завдань.

Ключові слова: полімерні матеріали, автомобілебудування, пластик (пластмаси), пластикові деталі, властивості, застосування, виготовлення, транспортний засіб, полімерні композиційні матеріали, вуглепластик, склопластик.

Постановка наукової проблеми. Унаслідок широкого застосування полімерних матеріалів в автомобілебудуванні, частини полімерних деталей транспортних засобів усе частіше стають об'єктами експертного дослідження. Найчастіше на розв'язання експертизи винесено питання класифікаційного й ідентифікаційного характеру. Зважаючи на широкий спектр складових полімерних матеріалів, які використовують для виготовлення деталей автотранспорту, для розв'язання поставлених перед експертом питань, передусім, необхідна інформація про асортимент полімерних матеріалів, що їх застосовують в автомобілебудуванні, а також експерт має знати сучасні фізико-хімічні методи їх дослідження.

Щороку застосування пластикових деталей у конструкції автомобілів набирає обертів. Рушійним фактором їх появи є простота виготовлення, мала вага пластикових деталей і складні форми, які виготовити з металу практично неможливо (спойлери, бампери). Важливим фактором є також боротьба за екологічну безпеку. Більш легкі пластикові деталі з високими аеродинамічними характеристиками зменшують вагу автомобіля та знижують опір повітря під час руху, що помітно позначається на витраті палива і, як результат, — на зменшенні вихлопних газів. За оцінками провідних експертів визначено, що кожні 10 % зниження ваги автомобіля сприяють економії палива від 5 % до 7 %, отже, і зниженню викидів вуглекислого газу ¹.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Порівняно з металами, пластмаси — дуже молоді матеріали, проте, за деякими показниками вони значно перевершують свого основного технологічного конкурента — метал. Сучасне автомобілебудування складно уявити без активного застосування полімерних матеріалів, які надають можливості для нових конструкційних рішень, оскільки термопластичні полімери легко піддаються переробці та дають змогу втілити будь-які дизайнерські ідеї. Завдяки цьому можна виготовляти деталі найскладніших форм і кольорів без додаткових операцій з їх механічної обробки та фарбування ².

Сьогодні на багатьох автомобілях традиційно металеві деталі замінюють пластиковими, наприклад, в автомобілів *Citroen, Renault, Peugeot, Volkswagen* тощо. Існують перспективні розробки цільнопластмасових кузовів для серійних автомобілів, крім того, багато кузовів спортивних

¹ Синельников А. Ф., Лосавио С. К., Скрипников С. А., Синельников Р. А. Кузова легковых автомобилей: техническое обслуживание и ремонт. Москва: ИКЦ «Академкнига», 2004. С. 48—49.

² Грибков А. А. Новые материалы, применяемые в автомобильной промышленности: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Инновации в автомобилестроении». Вязьма: фил-л ФГБОУ ВПО «МГИУ», 2013. С. 18—22.

автомобілів виготовляють також із пластику. В історії автомобіля *Chevrolet Corvette* простежується новаторське використання легких матеріалів у конструкції кузова — від скловолокна до вуглеволокна ¹.

Компанія *McLaren* офіційно презентувала новий гіперкар *Speedtail*, який став найпотужнішим і аеродинамічно ефективним дорожнім автомобілем. Особливістю є виготовлення кузова з нового матеріалу, у якому вуглецеві й титанові волокна сплетено разом, що забезпечує міцність, легкість і зносостійкість. Також у конструкції кузова й декорі салону застосовано інноваційне вуглецеве волокно у вигляді тонкої плівки ².

Застосування полімерних матеріалів в автомобілебудуванні ґрунтується як на вимогах до конкретної деталі, так і на властивостях полімерного матеріалу. Для виготовлення кузовів, несучих систем, елементів трансмісії, ходових частин і в силовій установці сьогодні активно застосовують такі полімерні матеріали, як: поліуретани, полівінілхлорид, поліпропілен, поліетилен і інші полімери в чистому вигляді, а також у вигляді полімерних композиційних матеріалів ³ (далі — *ПКМ*) — склопластики, вуглепластики, органічні пластики й базальтопластики ⁴. Однак, у криміналістичній літературі не досліджено питання систематизування даних щодо сучасних полімерних матеріалів, які застосовують для виготовлення деталей автомобілів, чим зумовлено актуальність теми цієї статті.

Метою статті є викладення результатів систематизування даних щодо сучасних полімерних матеріалів за їхніми хімічними назвами (аббревіатурами) та узагальнення відомостей про частоту застосування цих матеріалів для виготовлення деталей автомобілів, якими можуть послуговуватись експерти під час розв'язання як діагностичних, так і ідентифікаційних завдань.

Викладення основного матеріалу дослідження. Пластмаси класифікують за різними критеріями, а саме: хімічним складом, жорсткістю,

¹ Материалы кузова автомобиля Chevrolet Corvette — от стекловолокна к углеволокну//*Композитный мир*/под. ред. О. Гладуновой. 2016. № 2 (65). С. 82—87.

² Мировые новости//*Композитный мир*/под. ред. О. Гладуновой 2019. № 6 (87). С. 16—18.

³ Синельников А. Ф., Лосавио С. К., Скрипников С. А., Синельников Р. А. Указ. соч. 495 с. ; Федорцов Д. Р. Применение полимеров в машиностроении//*Современная техника и технологии*. 2014. № 7. URL: <http://technology.snauka.ru/2014/07/4191> (дата звернення: 01.06.2020) ; Новые композитные материалы в автомобиле — применение конструкции. URL: <https://remontpeugeot.ru/avtozhizn/novye-kompozitnye-materialy-v-avtomobile-primenenie-konstrukcii.html> (дата звернення: 01.06.2020) ; Тимошков П. Н., Хрульков А. В., Язвенко Л. Н. Композиционные материалы в автомобильной промышленности. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompozitsionnye-materialy-v-avtomobilnoy-promyshlennosti-obzor/viewer> (дата звернення: 01.06.2020).

⁴ Базальтопластики — полімерні композиційні матеріали XXI століття. Основою для армування в БП є базальтові нитки (БТ), ровінги, тканини, полотна, мати, а сполучною матрицею — органічні й неорганічні полімери.

напрямом застосування, способом виготовлення тощо. Проте, головним критерієм, який пояснює природу полімеру, є характер поведінки пластика під час нагрівання. За цією ознакою всі пластики розподілено на три основні групи: термопласти; реактопласти; еластомери. Належність до конкретної групи визначають, поряд з хімічним складом, за формою, розміром і розташуванням макромолекул.

Термопласти — це пластмаси, які під час нагрівання плавляться, а під час охолодження повертаються в початковий стан. Ці пластмаси складаються з лінійних або злегка розгалужених молекулярних ланцюгів. За невисоких температур молекули розташовуються щільно одна біля одної та майже не рухаються, тому ця пластмаса тверда і крихка. За незначного підвищення температури молекули починають рухатися, зв'язки між ними слабшають, у результаті чого пластмаса стає пластичною. Якщо нагрівати пластмасу ще більше, міжмолекулярні зв'язки значно слабшають, і молекули починають ковзати одна щодо одної — матеріал переходить в еластичний, в'язкоплинний стан. За умови зниження температури й охолодження весь процес рухається у зворотному порядку. Якщо не допускати перегріву, за якого ланцюги молекул розпадаються і матеріал розкладається, процес нагрівання й охолодження можна повторювати величезну кількість разів.

Ця особливість термопластів багаторазово розм'якшуватися дає змогу неодноразово переробляти ці пластмаси в інші вироби. Крім того, завдяки цим властивостям термопласти добре піддаються зварюванню й пайці, а тріщини, злами та деформації можна легко усунути за допомогою теплового впливу.

Більшість полімерів, які застосовують в автомобілебудуванні, є саме термопластами. Використовують їх для виробництва різних деталей інтер'єру й екстер'єру автомобілів: панелей, каркасів, бамперів, решіток радіатора, корпусів ліхтарів і зовнішніх дзеркал, ковпаків коліс тощо.

До термопластів належать поліетилен (*PE*), поліпропілен (*PP*), полівінілхлорид (*PVC*), співполімери акрилонітрилу, бутадієну та стиролу (*ABS*), полістирол (*PS*), поліметилметакрилат (оргскло) (*PMMA*), поліамід (*PA*), полікарбонат (*PC*), поліоксиметилен (*POM*) та інші.

Реактопласти (терморективні полімери) за структурою мають тримірну сітку, тому під час виробництва формового виробу, нагріваючись, розм'якшуються, а під час подальшого охолодження вони перетворюються на тверді неплавкі вироби (необоротне затвердіння). Їх неможливо знову розм'якшити без хімічного руйнування. Через цю особливість терморективні пластмаси не можна піддавати повторній переробці. Також їх не можна зварювати та формувати в нагрітому стані — під час перегрівання молекулярні ланцюжки розпадаються і матеріал руйнується. Оскільки ці матеріали є доволі термостійкими, їх використовують, наприклад, для виробництва деталей картера в підкапотному просторі.

До реактопластів належать поліуретан (*PUR*), фенолформальдегідні смоли (*PF*), ненасичені ефіри (*UP*), епоксидні смоли (*EP*) та ін. Полімерний матеріал поліуретан (*PUR*) може виступати в обох формах, а в деяких полімерів дві форми змішані (наприклад, низькопрофільний поліефір).

Еластомери — це пластмаси з високоеластичними властивостями. За силового впливу вони виявляють гнучкість, а після зняття напруження повертають вихідну форму. Від решти еластичних пластмас еластомери відзначаються здатністю зберігати свою еластичність у значному температурному діапазоні. Так, наприклад, силіконовий каучук залишається пружним у діапазоні температур від -60°C до $+250^{\circ}\text{C}$. Еластомери, так само як і реактопласти, складаються з просторово-сітчастих макромолекул. Тільки, на відміну від реактопластів, макромолекули еластомерів розташовані більш широко. Саме таке розміщення зумовлює їхні пружні властивості. Через свою сітчасту будову еластомери неплавкі й нерозчинні, як і реактопласти, але набухають в органічних розчинниках (реактопласти не набухають). До групи еластомерів належать різні каучуки, поліуретан і силікони. В автомобілебудуванні їх використовують переважно для виготовлення шин, ущільнювачів, спойлерів тощо.

Зауважимо, що в автомобілебудуванні застосовують усі три типи пластиків. Крім того, виробляють суміші з усіх трьох видів полімерів — так звані бленди (*blends*), властивості яких залежать від співвідношення суміші й виду компонентів¹.

Для позначення виду пластмас використовують стислі позначення, які є абрєвіатурами їх хімічних найменувань. Наприклад, полівінілхлорид позначають як *PVC* (*Polyvinylchloride*), поліетилен — *PE* (*Polyethylene*). У Таблицях 1, 2 наведено хімічні назви найбільш поширених пластмас, їх стислі позначення, а також деякі їхні властивості².

У таблицях 3 та 4 зазначено найбільш поширені види пластмас і сфери їх застосування в легковому автомобілебудуванні.

¹ Рогов В. А., Соловьев В. В., Копылов В. В. Новые материалы в машиностроении. Москва: РУДН, 2008. 324 с.

² Калинина Л. С. Качественный анализ полимеров. Москва: Химия, 1975. 245 с.; Рогов В. А., Соловьев В. В., Копылов В. В. Указ. соч.; Thermoplastics Directory and Databook. 1997. DP Bashford. Chapman@Hall. P. 482—493.

Таблиця 1

Характеристики та властивості основних полімерних матеріалів

Полімерний матеріал	Позначення		CAS, номер	Плаваючість у воді	Горючість під час підпалювання	Характер полум'я	Реакція продуктів піролізу	Запах під час нагрівання
	Укр.	Лат.						
Політетрафторетилен	ПТФЕ	PTFE	9002-84-0	Тоне	Самозатухаючий	Н/д	—	Різкий
Поліамід	ПА	PA		Тоне	Займистий	Блакитне, не кіптяве	Лужна	Паленого рогу
Поліетилен	ПЕ	PE	9002-88-4	Плаває	Займистий	Світло-блакитне, не кіптяве	—	Парафіну, що горить
Поліоксиметилен (також відомий як поліацеталь або поліформальдегід)	ПОМ	ROM	56709-13-8	Тоне	Займистий	Блакитне, не кіптяве	—	Різкий, їдкий, із запахом формальдегіду
Поліпропілен	ПП (МПП)	PP	9003-07-0	Плаває	Займистий	Світло-блакитне, не кіптяве	—	Парафіну, що горить
Акрилонітрилбутадієн-стирол	АБС	ABS	9003-56-9	Тоне	Займистий	Жовте, яскраве, кіптяве	Кисла	Солодкий
Полікарбонат	ПК	PC		Тоне	Важкозаймистий, самозатухаючий	Жовте, яскраве, кіптяве	—	Фенольний слабкий
Полівінілхлорид жорсткий	ПВХ-ж	PVC-U	9002-86-2	Тоне	Важкозаймистий, самозатухаючий	Жовто-зелене	Кисла	Різкий, їдкий
Полівінілхлорид м'який	ПВХ-м	PVC-P		Тоне				

Завершення табл. 1

Полімерний матеріал	Позначення		CAS, номера	Плавучість у воді	Горючість під час підпалювання	Характер полум'я	Реакція продуктів піролізу	Запах під час нагрівання
	Укр.	Лат.						
Поліметилметакрилат	ПММА	PMMA	9011-14-7	Тоне	Займистий	Жовте, яскраве, не кіптяве	Кисла	Квітковоплодовий
Полістирол	ПС	PS	9003-53-6	Тоне	Займистий	Жовте, яскраве, кіптяве	—	Квітковий солодкуватий
Поліфеніленоксид	ПФО	PPO		Плаває	Важкозаймистий	Світло-блакитне, не кіптяве	—	Парафіну, що горить
Фенолформальдегідна смола	ФФ	PF	9003-35-4	Тоне	Самозатухаючий	Жовте, яскраве	Нейтральна, іноді слабокисла	Формальдегіду, фенолу
Поліуретан	ПУ	PUR		Для поліуретанів не існує основних загальних властивостей. Говорити про властивості поліуретану краще в контексті конкретного продукту				
ППУ (інтегральний поліуретан ¹)		PUR-I						
жорсткий поліуретан		PUR-R						
гнучкий поліуретан		PUR-F						
Ненасичена поліефірна смола	НПС	UP		Плаває	Займистий	Жовте, яскраве, кіптяве	Кисла	Солодкуватий
Епоксидна смола	ЕС	EP		Тоне	Важкозаймистий	Жовте, яскраве, кіптяве	Кисла	Специфічний
Поліетилентерфталат	ПЕТФ	PET	25038-59-9	Плаває	Займистий	Яскраве	Кисла	Солодкуватий

¹ Інтегральний ППУ — це пінополіуретан, що має специфічну структуру — усередині спінена менш щільна структура з високоеластичними властивостями, а зовні — більш щільна і тверда кірка завтовшки в кілька міліметрів.

Таблиця 2

Розчинність найбільш поширених полімерних матеріалів

Полімерні матеріали	Розчинники									
	Етанол	Ацетон	Етил-ацетат	Дихлоретан	Тетра-хлор-метан	Цикло-гексанон	Соляна к-та (конц.)	Азотна к-та (конц.)	Сірчана к-та (конц.)	
Політетрафторетилен	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	
Поліамід	Н	Н	—	—	—	Н	Р	Н	Р	
Поліетилен	Н	Н	Н	Н	Р _к	Н	Н	Н	Н	
Поліоксиметилен	Н	Н	Н	Н	Р		Р	Р	Р	
Поліпропілен	Н	Н	Н	Н	Р _к	Н	Н	Н	Н	
Акрилонітрил-бутадієнстирол	Н	Р	Р	Р	Н	Р	Н	Н	Н	
Поліакрилонітрил	Н	Н	Н	Н	Н	Р	Н	Р	Н	
Полівінілхлорид	Н	Н	Н	Р	Н	Р	Н	Н	Н	
Полікарбонат	Н	Набрякає	Н	Р	Р	Н	—	—	—	
Поліметилметакрилат	Н	Р	Р	Р	—	Р	—	—	—	
Полістирол	Н	Н	Р	Р	Р	Чр	—	—	—	
Поліефір	Р	Н	Р	Н	Р	Н	Н	Н	Р	
Поліуретан	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Р	
Фенолформальдегідна смола	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Р	Р	
Епоксидна смола	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	
Поліетилентерефталат	Н	Н	Н	3 фенолом (4:6)	Н	Н	Р	Р	Р	
Поліфенілоксид	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	

Р: бензол, толуол, ксилол, метилхлорид, хлороформ, хлорбензол, дихлорбензол

Позначення: Р — розчиняється; Р_к — розчиняється під час кип'ятіння; Чр — частково розчиняється; Н — не розчиняється.

Таблиця 3

**Найпоширеніші види пластмас та сфери їх застосування
в легковому автомобілебудуванні**

Скорочене міжнародне позначення	Хімічна назва	Клас пластика	Частини автомобіля
ABS	Співполімер акрилонітрил-бутадієн-стирол	Еластичний	Корпуси дзеркал, ковпаки коліс, елементи даху, передні та задні спойлери, облицювання панелі приладів, грати радіатора, оббивки дверей, облицювання стійок, боковини, кожухів фар
	Співполімер стиролу з малеїновим ангідридом	Твердий	Панель приборів
BMC	Поліефірний склопластик (поліефірна смола, наповнена крейдою і стислим скловолокном)		Кузовні великогабаритні панелі, кузови автомобілів, обтічні панелі
EP	Епоксидна смола (епоксидний полімер)	Твердий	Компоненти гоночних автомобілів
PA	Поліамід	Еластичний	Ковпаки коліс, кришка заливної горловини паливного бака; різні втулки і кільця, хомути, втулки, язика замків і засувки, корпуси датчиків, паливні шланги, кришки двигунів, клапанів; кронштейни
PBTP	Полібутилтерефталат	Твердий	Конструкційні й електроізоляційні вироби; деталі підкопотного простору, бампери, дверні ручки, компоненти карбюраторів
PC	Полікарбонат	Еластичний	Фари, скла, люки, сенсорні панелі приладів, бампери, грати радіатора, спойлери
PF	Фенолформальдегід	Твердий	Втулки, шайби, ручки, деталі електротехнічного призначення, кожух радіатора опалювачів, кришки акумуляторних батарей, шестерінки розподільного вала
PMMA	Поліметилметакрилат	Твердий	Розсіювачі, скло ліхтарів і бортових екранів, підфарники, дефлектори капота (мухобійка)

Скорочене міжнародне позначення	Хімічна назва	Клас пластика	Частини автомобіля
POM	Полюксиметилен	Твердий	Кільця шарикопідшипників, втулки, кулачки, поршні, штовхачі, деталі карбюратора, паливні насоси, елементи великогабаритних роликотподшипників опорно-поворотних пристроїв, внутрішня та зовнішня обробка
PTFE	Політетрафторетилен	Еластичний	Підшипники ковзання без мастил, елементи ковзання, ущільнювачі
PET (ПЕТФ)	Поліетилентерефталатне волокно		Тканини для повітряних подушок, кожухи двигунів, фіксатори фар
PP, PP/EPDM	Поліпропілен: модифікований поліпропілен, сополімери етилену, пропілену та дієну (етилпропіленовий каучук)	Еластичний	Бампери, задні спойлери, корпуси фар
PPO	Поліфеніленоксид	Еластичний	Панелі приладів, опори багажника, ряд деталей вентиляції кузова. Склонаповнені модифікації PPO: передні крила, задні і бічні панелі, панелі дверей і інших вертикальних панелей
PU, PUR, PUR-I, PUR-R, PUR-F	Поліуретан, еластичний поліуретан, жорсткий поліуретан, гнучкий поліуретан	Еластичний	Еластичні PU: підлокітники, оббивки спинки і подушки сидіння, набивання козирків, підкладки оббивок дверей, дахів, кожухи вентиляторів і т. ін. Напівжорсткі PU: накладки панелей, дверей, стійок, підлокітників і т. ін. елементи бамперів, задні спойлери. Жорсткі PU: панелі дахів та боковин. Пінопласти на основі PU: бампери і накладки до них, облицювання фар і щиток приладів, блоки, що містять бампер, спойлери, підфарники і радіатори, підголівники, руків'я важелів, облицювання дверей. Інтегральний PU, наповнений мікросферами: бампери та панелі

Завершення табл. 3

Скорочене міжнародне позначення	Хімічна назва	Клас пластика	Частини автомобіля
PVC	Полівінілхлорид	Еластичний	Смужка-вставка на бампері, комплектуючі вироби, водо-, бензо- і антифризостойкі трубки, шланги, прокладок, підлокітників, бачків склоомивачів, килимків багажника, декоративні та захисні профілі, тенти, кабельна ізоляція, декоративні елементи, захисне покриття днища. Подушки безпеки, ущільнюючий матеріал для стекол, штучна шкіра, приладові дошки, дверні панелі, звукоізоляція, внутрішнє оздоблення салону, підлокітники
SAN	Співполімер стирол-акрилонітрил	Твердий	Решітка радіатора, передні та задні спойлери
SMS	Поліефірний склопластик (плити або панелі з поліефірної смоли з текстильним волокном)	Твердий	Панелі капота, кожухи радіаторів, арки боковини, внутрішні панелі дверей, кузовні панелі і обшивання для вантажних і легкових автомобілів
TPU, RTPU	Термопластичний поліуретан, посилений термопластичний поліуретан	Твердий	Обмежувачі ходу, відбій амортизатора тяги, руків'я, вкладиші, шестерні, підшипники ковзання
UP	Ненасичені поліефіри	Твердий	
UP-GF	Ненасичені поліефіри, армовані скловолокном (склопластик ручної викладки)	Твердий	Запчастини з великою поверхнею, капоти, деталі для двигунів, багажники, крила
UP-GEK	Поліефірний склопластик	Твердий	Конструктивні деталі та вироби

Таблиця 4

Найпоширеніші деталі (вузли) автомобілів та види пластмас, з яких їх виготовлено

Група вузлів і деталей автомобілів	LDPE	HDPE	PP	ABS	Термопласти, армовані скловолокном	Склопласти	PUR	PRO	PA	POM	PC	PF	Акрилаги	PETF
Деталі зовнішнього облицювання: решітки радіаторів, спойлери, ковпаки коліс			+	+	+		+				+			
Деталі пасивного захисту: панель приладів, бампери, кермові колеса та ін.			+				+	+						
Амортизаційні деталі: прокладки, подушки і спинки сидінь							+							
Деталі для зберігання рідин: паливні баки, маслобаки, ящики акумуляторних батарей, бачки для гальмівної рідини	+							+						
Деталі зчеплення і ремінних передач: зубчасті та черв'ячні колеса, зрочки, шківни, храповики				+					+	+				+

Завершення табл. 4

Група вузлів і деталей автомобілів	LDPE	HDPE	PP	ABS	Термопласти, армовані скловолокном	Склопласти	PUR	PPO	PA	POM	PC	PF	Акрилати	PETF
Деталі вузлів тертя: підшипники ковзання, втулки, вкладиші шарнірів					+		+		+	+				+
Деталі, що піддаються електро-механічним навантаженням, електроізоляційного призначення: кришки розподільників, колектори, катушки, перемикачі, контактні колодки, плати	+		+						+			+		+
Деталі систем харчування. охолодження і мастила двигуна: трубки, пробки, фільтри	+	+	+					+	+	+				+
Деталі загального призначення: руків'я, цитки, кнопки, ручки, ковпачки	+	+	+	+				+	+			+	+	
Великогабаритні деталі кузова: крила, капоти, багажники, панелі дверей			+	+		+	+							

Група вузлів і деталей автомобілів	LDPE	HDPE	PP	ABS	Термопласти, армовані скловолокном	Склопласти	PUR	PPO	PA	POM	PC	PF	Акрилати	РЕТФ
Корпусні деталі: кожухи, кришки корпусів, коробки, кожухи опалювачів, корпусу повітряних фільтрів	+		+				+	+	+					
Робочі органи крильчатки вентиляторів, насосів, компресорів			+						+	+		+		
Світлотехнічні деталі: плафони, розсіювачі, задні ліхтарі, покажчики поворотів				+							+		+	
Деталі інформаційного призначення: фірмові таблички, шкали				+										
Деталі внутрішньої обробки салону кузова декоративні профілі, прошви	+		+											
Деталі тепло-, шумоізоляції кузова, підлоги і капота														+

Позначення типу пластмаси виробники зазвичай виштамповують з внутрішнього боку деталі (див. Рис. 1, 2), незалежно від того, бампер це чи кришка мобільного телефону. Тип пластика найчастіше наводять у характерних дужках. Це може виглядати так:



Рис. 1. Позначення типу пластмаси

Де:

PP + EPDM — позначення типу пластмаси (модифікований поліпропілен, сополімери етилену, пропілену та дієну (етиленпропіленовий каучук);

TD — наповнювачі та підсилювачі;

15 — частка наповнювача та підсилювача.



Рис. 2. Позначення типу пластмаси

Де:

PA — позначення основного компоненту пластмаси (поліамід);

66 — вміст основного компоненту;

GF — наповнювачі та підсилювачі;

33 — частка наповнювача та підсилювача.

Для виготовлення деталей автомобіля з урахуванням їх функціональності застосовують певні пластмаси. Для бамперів — один вид, для внутрішньої обшивки — другий, для декоративного обвісу ¹ — третій. До того ж, різні автовиробники віддають перевагу різним видам пластмас і нерідко використовують власні розробки або розробки хімічних центрів, які їх обслуговують. Для поліпшення експлуатаційних властивостей виробів термопласти і реактопласти часто застосовують у вигляді наповнених пластмас, використовують також різні їх фізичні та хімічні модифікації. Прикладом може бути поліпропілен із додаванням каучуку, який використовують для виготовлення бамперів та інших деталей автомобіля, що зазнають значних ударних навантажень ².

Армування скловолокном, вуглецевими волокнами підвищує такі властивості пластмас, як міцність, термостійкість. Поширення набули

¹ Сьогодні значного поширення на автомобілях набув декоративний обвіс: решітка радіатора, антикрила, накладки на бампер, молдинги, пороги, а також декоративні накладки на ручки дверей і важелі склоочисника, розширювачі колісних арок, накладки (дефлектори, вітровики) на бічне скло.

² Gunther Reitzel. Capacities are developing in double digits (exhibition report K 2007): polyphenylene sulfide (PPS)/free full text//*Plastics (magazine)*. 2007. P. 124—130 ; Рогов В. А., Соловьев В. В., Копылов В. В. Указ. соч.

формовані пластмаси, армовані скловолокном (особливо на основі ненасичених полієфірів, *UP*).

За різними оцінками, до 60 % усіх пластмасових деталей сучасного автомобіля виготовлено з модифікованого **поліпропілену (PP/EPDM)** — потрійний співполімер етилену, пропілену та дієну. Він належить до термопластів, тому його легко зварювати та склеювати. Характеризується полімер високою хімічною стійкістю (стійкий до розбавлених кислот і більшості лугів, миючих засобів, мастил, полярних розчинників) і високою атмосферостійкістю (стійкий до дії УФ-випромінювання, озону й вологи). Уведені до складу поліпропілен добавки — частіше у вигляді гуми і тальку — значно покращують його властивості та дають змогу фарбувати. Зауважимо, що фарбуванню піддається тільки модифікований поліпропілен.

На основі поліпропілену виготовлено практично всі бампери, також цей матеріал використовують для виготовлення кожуха вентилятора, розширювального бачка, рульового колеса, панелі приладів, решітки радіатора, повітропроводів, корпусів і кришок акумуляторних батарей тощо.

У таблиці 5 наведено основні модифікації поліпропілену та їх застосування в автомобілебудуванні.

Таблиця 5

Модифікації поліпропілену та їх застосування в автомобілі

Модифікації поліпропілену	Застосування в автомобілі
PP·E (поліпропіленові піни)	Підлога багажника
PP+E/P (гумовий денатурований поліпропілен)	Бампери, обвіс
PP/EPDM (поліпропілен; дієновий етиленпропілен)	Бампери
PP+E/P-TD (HMPP) (поліпропілен, модифікований каучуком)	Бампери
PP-TD10(PPF) (поліпропілен, наповнений тальком 10 %)	Внутрішня обшивка
PP-TD20(PPF) (поліпропілен, наповнений тальком 20 %)	Панель інструментів, передня панель
PPE(PPO)+PA6 (поліпропілен + поліамід 6)	Вентиляційний отвір капота

Для **полікарбонатів (PC)** характерні легкість, висока ударостійкість, стійкість до хімічної дії і перепадів температур, пожежна безпека (оскільки це важкозаймистий самозатухаючий матеріал) у поєднанні з простотою обробки. На жаль, полікарбонати дуже чутливі до дії розчинників і мають схильність до розтріскування під впливом внутрішніх напружень. Використовують їх для виготовлення бамперів легкових автомобілів, розсіювачів і світлофільтрів освітлювальної апаратури тощо ¹.

¹ Thermoplastics Directory and Databook. Op. cit.

Полівінілхлорид (PVC) — це лінійний, термопластичний полімер; має хороші діелектричні властивості, стійкий до дії вологи, кислот, лугів, розчинів солей, бензину, гасу, жирів, спиртів, практично негорючий. Він обмежено розчинний у кетонах, складних ефірах, хлорованих вуглеводнях. Полімер можна виробляти з різним ступенем еластичності. Застосовують для виготовлення гнучких трубок, профілів, прокладок, підлокітників, бачків склоомивачів, килимків багажника тощо. М'який полівінілхлорид використовують у вигляді пластизолів для захисту днища кузова, герметизації зварних швів.

АБС (ABS) — потрійний співполімер акрилонітрилу, бутадієну і стиролу. Це еластичний, однак, при цьому ударостійкий полімер. За еластичність відповідає складова каучуку (бутадієн), за міцність — акрилонітрил. *ABS* — аморфний термопластик з гарною хімічною стійкістю (стійкий до лугів і масил; придатний для нанесення гальванічного покриття та металізації), нестійкий до УФ-випромінювання. Зауважимо, що *ABS* з часом стає крихким; старіння пластика прискорюється під впливом сонячного світла, тому його обов'язково необхідно фарбувати. Використовують для облицювання приборної панелі, решітки радіатора, оббивки дверей, облицювання стійок, боковини тощо.

МСН (MSN) — співполімер стиролу з метилметакрилатом і акрилонітрилом. Акцентуємо увагу на тому, що співполімери, особливо *MSN*, відзначаються високою атмосферостійкістю, стійкістю до бензину та масил; їх застосовують для виготовлення відбивачів світла, розсіювачів, підфарників тощо.

Поліуретани термопластичні належать до еластичних пластиків, вони стійкі до випаровування, вигину, розриву, морозостійкі, стійкі до дії масел, жирів, аліфатичних вуглеводнів, кислот і озону. До пластичних поліуретанів лінійної структури належать кетони (ацетон, метилетилкетон і циклогексанон), а також високополярні розчинники (наприклад, *n*-метилпіролідон і тетрагідрофуран). Зауважимо, що дія аліфатичних ефірів типу етилацетату та бутилацетату на поліуретани призводить до сильного набухання. Сучасні технології дають змогу виробляти поліуретан з широким інтервалом модуля пружності, який застосовують для виготовлення таких деталей автомобіля, як: обмежувачі ходу, відбій амортизатора тяги, руків'я, вкладиші, шестерні, підшипники ковзання тощо.

Поліуретани-реактопласти можуть бути різними: від високоеластичних матеріалів до жорстких пластиків, здобутих литтям під тиском. Вони стійкі до дії кислот, мінеральних і органічних масел, бензину, окислювачів, а за гідравлічною стійкістю перевершують поліаміди.

Залежно від значень уявної щільності **пінополіуретани (ППУ)** поділяють на еластичні (м'які), напівтверді та жорсткі. З еластичних ППУ виготовляють підлокітники, оббивку спинки і подушки сидіння, набивання козирків, підкладку оббивок дверей, дахів, кожухи вентиляторів тощо.

Напівжорсткі ППУ застосовують для деталей пасивного захисту: накладки панелей, дверей, стійок, підлокітників і т. ін. Проте, останнім часом їх витісняють інтегральні ППУ.

Жорсткі ППУ є тепло- і морозостійкими. На їх основі виготовляють багат шарові конструкції панелей дахів і боковин, зокрема, для авторефрижераторів і автобусів північного та тропічного виконання.

Серед пластмас виокремлюють особливу групу інтегральних пінопластів на основі PUR. Констатуємо, що завдяки інтегральній структурі (пориста серцевина та щільна оболонка) ці матеріали мають дуже високу твердість і міцність при вигині; їх застосовують для виготовлення бамперів і накладок до них, облицювання фар і щитка приладів.

Поліаміди — це група пластмас, які являють собою високомолекулярні гетероцепні полімери лінійної будови (термопласти), вони хімічно стійкі до дії лугів, бензину, спирту, мінеральних і синтетичних олів, практично не сприйнятливі до органічних розчинників. Поліаміди — жорсткі матеріали з високою міцністю при розриві та високою стійкістю до зношування, зберігають еластичність за низьких температур. Вони відзначаються високим водопоглинанням, але після висушування початковий рівень властивостей відновлюється.

Випускають і склонаповненні поліаміди, які містять 20—30 % скловолокна. Використовують їх для виготовлення деталей з жорсткими розмірними допусками: обмежувачі ходу шестірні, важелі вмикання приводу, крильчатки, корпуси запобіжників, корпус клапана бензобака тощо. Поліаміди належать до класу найбільш перспективних конструкційних термопластичних матеріалів, що знайшли застосування для виготовлення підшипників загального призначення, шестерень, болтів, гайок, шківів та ін. Найчастіше поліаміди використовують для виробництва автомобільних ковпаків, різних втулок і вкладишів, хомутів трубок, язиків замків дверей, засувок тощо.

Поліметилметакрилат (PMMA) — співполімер метилметакрилату (98 %) з метилакрилатом (2 %), прозорий матеріал з хорошими оптичними властивостями, має високу твердість і атмосферостійкість, хороші електроізоляційні властивості, стійкий до дії УФ-променів. Він відзначається високою хімічною стійкістю, зокрема, до автомобільного палива (на відміну від полікарбонату). PMMA використовують для виготовлення світлотехнічного обладнання (розсіювачів, скла ліхтарів і бортових сигналів).

Поліацетали (POM) — це термопластичні матеріали з високим модулем пружності, високою стійкістю до органічних розчинників, стійкі до мінеральних масел за температури до 100°C, однак, за вищих температур відбувається набухання та розчинення полімеру. Поліацетали — конструкційний самозмащувальний матеріал; хімічно стійкий до дії автомобільного палива, слабких кислот і лугів; має відмінну стійкість до розтріскування та блискучу тверду поверхню; добре забарвлюється; дозволяє лазерне маркування. Поліацетали застосовують для виготовлення кілець шарикопідшипників, втулок, кулачків,

поршнів, штовхачів, деталей карбюратора, паливних насосів, елементів великогабаритних роликопідшипників опорно-поворотних пристроїв тощо.

Фенолформальдегід (PF; феноласти) — реактопластичний матеріал. Вироби з нього міцні, вогнестійкі, витримують дію високої температури, не розтріскуються і не набухають у воді й органічних розчинниках. Залежно від наповнювача, феноласти поділяють на порошкоподібні (прес-порошки різних типів), волокнисті (волокніти — наповнювач у вигляді бавовняних волокон, скловолоконіти — наповнювачем є скляні волокна) і шаруваті матеріали (текстоліти — наповнювач у вигляді тканини). В автомобільній промисловості їх використовують для виготовлення втулок, шайб, ручок, деталей електротехнічного призначення, кожухів радіатора опалювачів, кришок акумуляторних батарей, шестерень розподільного вала.

Епоксидні смоли (EP) застосовують як просочувальний матеріал для шаруватих матеріалів (ламінітів); вони мають відмінну гнучкість і хімічну стійкість. Затверділі смоли характеризуються високою адгезією до металів, скла, бетону тощо; механічною міцністю; тепло- і водостійкістю; хорошими діелектричними показниками.

Поліфеніленоксиди (PPO) — теплостійкі термопласти, які витримують сушку до 170°C; для них характерні висока стабільність розмірів, негорючість, високі електротехнічні властивості.

Поліфеніленоксиди застосовуються в конструкції легкових автомобілів (наприклад, ВАЗ-2108) у вигляді панелі приладів, опори багажника, деяких деталей вентиляції кузова тощо. У перспективі можливе застосування склонаповнювачів у модифікації поліфеніленоксидів для зовнішніх деталей легкових автомобілів: передніх крил, задніх і бічних панелей, панелей дверей і інших вертикальних панелей.

Фторопласти — полімери фторпохідних ряду етилену. Найширше розповсюджений політетрафторетилен (PTFE). За зовнішнім виглядом і поверхнею нагадують парафін, мають дуже низький, порівняно з більшістю речовин, коефіцієнт тертя.

Композиційні матеріали (композити) — багатокомпонентні матеріали, що складаються з пластичної основи (матриці), армованої наповнювачами, які мають високу міцність, жорсткість і т. ін. Поєднання різнорідних речовин створює новий матеріал, властивості якого відрізняються від властивостей кожної з його складових. Варіюючи склад матриці та наповнювача, їх співвідношення, орієнтування наповнювача, отримують широкий спектр матеріалів з необхідним набором характеристик. Використання композитів зазвичай дає змогу зменшити масу конструкції та підвищити корозійну стійкість за збереження або поліпшення її механічних характеристик¹.

Склопластики — полімерні композиційні матеріали, армовані скляними волокнами, що формуються з розплавленого неорганічного скла. Матрицею найчастіше слугують як термореактивні синтетичні смоли (феноль-

¹ Материали кузова автомобіля Chevrolet Corvette Указ. соч.

ні, епоксидні, поліефірні тощо), так і термопластичні полімери (поліаміди, поліетилен, полістирол тощо). Зауважимо, що склопластики мають високу міцність, низьку теплопровідність, високі електроізоляційні властивості. Шаруватий матеріал, у якому як наповнювач застосовують тканину, плетуну зі скляних волокон, називають склотекстолітом ¹.

Поліефірні склопластики — це композиційні матеріали, особливістю яких є можливість переробки за низького тиску і температури приблизно 20 °С. В автомобілебудуванні використовують два види склопластиків — ВМС і SMS — завдяки їх високим механічним властивостям.

ВМС — ненасичені поліефірні смоли, наповнені крейдою та стислими скловолокнами. Їх використовують для виготовлення кузовних великогабаритних панелей, а також цілих кузовів легкових автомобілів і панелей типу обтічник. SMS — плити та панелі, що складаються з маси поліефірної смоли з двовимірним посиленням текстильними скловолокнами. В автомобілебудуванні ці панелі відомі під назвою препреги ². Із них виробляють кожухи радіаторів опалювачів, бічні арки, внутрішні панелі дверей тощо.

Вуглепластики — композиційні матеріали, наповнювачем у яких є вуглецеві волокна, які виробляють із синтетичних і природних волокон на основі целюлози, сополімерів акрилонітрилу, нафтових і кам'яновугільних пеків тощо. На основі вуглецевих волокон і вуглецевої матриці створюють композиційні вуглеграфітові матеріали — найбільш термостійкі композиційні матеріали (вуглепластики). Вуглепластики успішно замінюють метали (Рис. 3); їх використовують для виготовлення легких, але міцних деталей в автомобілебудуванні ³.



Рис. 3. Деталі автомобіля з вуглепластика

¹ Daniel Burrill, Jeffery Zurschmeide. Fiberglass & Carbon Fiber Parts, North Branch: CarTech. 2012. 160 p.

² Являють собою листи тканих або нетканих волокнистих матеріалів, просочених неотвердними полімерними сполуками. Традиційні волокнисті матеріали — це вуглеволокно, скловолокно, базальтове волокно, кевлар. Як сполучні використовують термореактивні або хімічні смоли, що тверднуть. Препреги виготовляють шляхом просочення армуючої волокнистої основи рівномірно розподіленими полімерними сполучними.

³ Мировые новости Указ. соч.

Висновки. Отже, у статті систематизовано сучасні полімерні матеріали, які активно застосовують в автомобілебудуванні, зазначено їх скорочені позначення і деякі властивості. Крім того, зведено в таблицю перелік застосувань полімерних матеріалів, які використовують для виготовлення конкретних деталей транспортних засобів, а також складено таблицю зі зворотними даними щодо варіювання полімерних матеріалів для виготовлення конкретної полімерної деталі автомобіля. Поряд із цим, для полегшення роботи експертів, наведено приклад розшифрування штампа, розташованого з внутрішнього боку полімерної деталі. Слід констатувати, що наведені дані щодо різних груп полімерів значно полегшать роботу експерта під час експертного дослідження полімерних деталей транспортних засобів та збагатять можливості фахівця під час розв'язання як діагностичних, так і ідентифікаційних завдань.

References

- A New Concept for High Solids/Rapid Cure Transportation 107 Primers. (1999) 5th Nurnberg Congress: Creative Advances in Coatings Technology Nurnberg. Germany.
- Bashford, D. P. (1997). *Thermoplastics – Directory and Databook*. London: Chapman-Hall.
- Daniel Burrill, Jeffery Zurschmeide (2012). *Fiberglass & Carbon Fiber Parts, North Branch: CarTech*.
- Fedortcov, D. R. (2014). Primenenie polimerov v mashinostroenii. *Sovremennaia tekhnika i tekhnologii*. URL: <http://technology.snauka.ru/2014/07/4191> (data zvernennia 07.06.2020) [in Russian].
- Gribkov, A. A. (2013). Novye materialy, primeniaemye v avtomobilnoi promyshlennosti. Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferenciia: «Innovacii v avtomobilstroenii». Viazma: filial FGBOU VPO «MGIU» [in Russian]
- Gunther Reitzel (2007). *Capacities are developing in double digits (exhibition report K 2007): polyphenylene sulfide (PPS)*/ free full text. - *Plastics (magazine)*.
- Hovorun, T. P., Berladir, K. V., Pererva, V. I., Rudenko, S. H., Martynov, A. I. (2017) *Sovremennye materialy dlia avtomobilnoi promyslovosti: Zhurnal inzhynirnykh nauk* [in Russian].
- Kalinina, L.S. (1975) *Kachestvennyi analiz polimerov*. Moscow: Khimiia. [in Russian].
- Kerber, M.L. (2008) *Polimernye kompozytsionnye materyaly. Struktura. Svoistva. Tekhnologyy*, Sankt-Peterburg: Professyia [in Russian].
- Materialy kuzova avtomobilia Chevrolet Corvette – ot steklovolokna k uglevoloknu. (2016) *Kompozitnyi mir*. Gladunovoi O. (Ed). [in Russian].
- Mirovye novosti. (2019). *Kompozitnyi mir*. Gladunovoi O. (Ed). URL: www.kommer-sant.ru [in Russian].
- Novye kompozitnye materyaly v avtomobyle — prymerenye konstruksyy*. URL: <https://remontpeugeot.ru/avtozhizn/novye-kompozitnye-materialy-v-avtomobile-prime-nenie-konstrukcii.html>. (data zvernennia 07.06.2020) [in Russian].
- Rohov, V.A., Solovev, V.V., Kopylov, V.V. (2008). *Novye materialy v mashinostroenii*, Moscow: RUDN [in Russian].
- Sinelnikov, A.F., Losavio, S.K., Skripnikov, S.A., Sinelnikov, R.A. (2004). *Kuzova legkovykh avtomobilei: Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont*. Moscow: IKTC «Akademkniga». [in Russian].

Tekhnologiiia proizvodstva termoplastichnogoprepreha s vysokimi kharakteristikami (2015). *Kompozitnyi mir*. Gladunovoi O. (Ed). [in Russian].

Timoshkov, P. N., Khrulkov, A. V., Iazvenko, L. N. *Kompozitsionnye materialy v avtomobilnoi promyshlennosti*. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompozitsionnye-materialy-v-avtomobilnoy-promyshlennosti-obzor/viewer> (data zvernennia 07.06.2020) [in Russian].

О. М. Пашкова, Л. В. Нардид, Е. Е. Руднева, М. В. Зарубина

**ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ
В АВТОМОБЛЕСТРОЕНИИ**

В статье указаны преимущества применения современных полимерных материалов для изготовления деталей в автомобилестроении. Авторы систематизировали современные полимерные материалы, которые чаще всего применяют в автомобилестроении для изготовления как кузовных деталей, деталей подкапотной части автомобиля, так и деталей внутреннего оснащения автомобиля. Авторы охарактеризовали свойства современных полимерных материалов, позволяющие применять их для изготовления той или иной детали автомобиля, а также указали краткие химические названия (аббревиатуры) полимерных материалов, их композиций (с учётом требований мировой практики) и некоторых свойств, а именно: отношение к нагреванию, растворимость в органических растворителях и другие.

Отмечено, что использование полимерных материалов в автомобилестроении основывается непосредственно на свойствах полимерного материала и требованиях к той или иной детали автомобиля. В одной из таблиц представлен перечень полимерных материалов и деталей, которые изготавливают из определённого вида полимерного материала, в другой таблице — информация с обратными данными относительно варьирования полимерных материалов в процессе изготовления конкретной детали автомобиля. Отдельное внимание уделено примеру расшифровки значения штампа, наносимого на внутреннюю поверхность некоторых полимерных деталей. Штамп отражает сведения о виде полимерного материала, из которого изготовлена деталь, наличие в его составе наполнителей и усилителей, а также их процентное содержание. Кроме того, представлен перечень основных типов модифицированного полипропилена, краткие обозначения разных модификаций полипропилена и их применение в автомобилестроении. Для удобства применения в экспертной практике свойства и возможности использования наиболее часто применяемых полимерных материалов в автомобилестроении сведены в таблицы.

Ключевые слова: полимерные материалы, автомобилестроение, пластик (пластмассы), пластиковые детали, свойства, применение, изготовление, транспортное средство, полимерные композиционные материалы (PCM), углепластик, стеклопластик.

O. Pashkova, L. Nardid, E. Rudnieva, M. Zarubyna
**CHARACTERISTIC OF MODERN POLYMER MATERIALS
AND THEIR APPLICATION IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY**

The article describes the advantages of using modern polymer materials for the manufacture of auto parts in the automotive industry. The authors have developed and presented a systematization of modern polymer materials, which are most often used in the automotive industry for the manufacture of both body and engine compartment (under hood) parts, and parts for internal equipment of a car. The studies made it possible for the authors to introduce a characteristic of the modern polymer materials properties that could to be used for the manufacture of a particular car part, as well as indicate brief chemical names (abbreviations) of polymer materials and their compositions (taking into account the requirements of world practice), indicating some properties, namely: heating resistance, solubility in organic solvents, etc.

It is indicated that the use of polymer materials in the automotive industry is based directly on the properties of the polymer material and the requirements for a particular auto part. In one of the tables, a list of polymer materials and parts that are made of a certain type of polymer material is outlined, in another table the information on feedback regarding the variation of polymer materials in the process of manufacturing a specific car part is gathered. Special attention is paid to the example of deciphering the stamp meaning, which is stamped on the inner surface of some polymer parts. The stamp reflects information on the type of polymer material from which the auto part is made, the presence of fillers and amplifiers in its composition, as well as their percentage. In addition, a list of the main types of modified polypropylene, a brief designations of polypropylene various modifications and their application in the automotive industry are presented. For the ease of use while forensic practice, the information on the properties and possibilities of using the most commonly used polymer materials in the automotive industry is summarized in table.

Keywords: polymer materials, automotive industry, plastic (plastics), plastic parts, properties, application, manufacturing, vehicle, polymer composite materials (PCM), carbon fiber reinforced polymer, fiberglass.

Надійшла до редколегії 02.06.2020

Пашкова О. М., Нардід Л. В., Руднева К. Є., Зарубіна М. В. Характеристика сучасних полімерних матеріалів та їх застосування в автомобілебудуванні// *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики*: зб. наук. пр./редкол.: О. М. Ключев, В. Ю. Шепітько та ін. Харків: Право, 2020. Вип. 21. С. 388—410. DOI: <https://doi.org/10.32353/khrife.1.2020.27>.