

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та
інформації»

Т.В. Писаренко, Т.К. Кваша, О.Ф. Паладченко, І.В. Молчанова

**Перспективні світові наукові та технологічні напрями
досліджень у сфері «Автомобільна та бронетанкова техніка»**

Науково-аналітична записка

Київ – 2025

УДК 001; 001.18; 623.1/.7; 623.4

Автори:

Писаренко Тетяна Василівна, заст. директора з науково-аналітичної роботи
УкрІНТЕІ, кандидат технічних наук,

Кваша Тетяна Костянтинівна, зав. відділу УкрІНТЕІ,

Паладченко Олена Федорівна, зав. сектору УкрІНТЕІ,

Молчанова Ірина Василівна, с. н. с. УкрІНТЕІ

Перспективні світові наукові та технологічні напрями досліджень у сфері «Автомобільна та бронетанкова техніка» : науково-аналітична записка / Т.В. Писаренко, Т.К. Кваша, О.Ф. Паладченко, І.В. Молчанова. – Київ: УкрІНТЕІ, 2025. – 44 с.

Викладено результати дослідження перспективних світових наукових та технологічних напрямів досліджень у сфері «Автомобільна та бронетанкова техніка» на основі БД Web of Science Core Collection (WoS) та патентної БД Derwent Innovation. Дослідження здійснено з метою можливого врахування отриманих результатів при розробленні та прийнятті відповідних рішень щодо наукових і технологічних напрямів досліджень, технічного переоснащення, модернізації та реформування оборонно-промислового комплексу України.

Розраховано на представників органів державної влади, наукових працівників, інженерних кадрів, викладачів закладів вищої освіти, аспірантів і студентів відповідних спеціальностей.

© МОН України, 2025 ©

УкрІНТЕІ, 2025

© Т. Писаренко, Т. Кваша,

О. Паладченко, І. Молчанова, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	7
2 Автомобільна техніка.....	11
2.1 Результати наукометричного аналізу даних міжнародної бази публікацій Web of Science за видом «Автомобільна техніка»	11
2.2 Результати патентного аналізу за видом «Автомобільна техніка» на базі Derwent Innovation у світі.....	18
3 Бронетанкова техніка	27
3.1 Результати наукометричного аналізу даних міжнародної бази публікацій Web of Science за видом «Бронетанкова техніка»	27
3.2 Результати патентного аналізу за видом «Бронетанкова техніка» на базі Derwent Innovation у світі	32
ВИСНОВКИ	41

ВСТУП

Для забезпечення науково-технічного та виробничо-технологічного розвитку, технічного переоснащення та модернізації підприємств оборонно-промислового комплексу Кабінет Міністрів України затвердив Перелік критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки. За напрямом «Технології створення засобів ураження та захисту від них» затверджено 5 критичних технологій, серед яких «Технології підвищення міцності та зносостійкості вузлів і агрегатів автомобільної та бронетанкової техніки»¹.

Важливим завданням для реалізації критичних технологій за даним напрямом є дослідження та визначення світових перспективних напрямів з метою їх можливого використання для технічного переоснащення та оновлення виробничої бази з урахуванням новітніх досягнень науково-технічного прогресу та переходу на нові види спеціалізації і організації виробництв; підвищення технологічного рівня створення та виробництва озброєння, військової та спеціальної техніки в оборонно-промисловому комплексі.

Залежно від призначення, бойових і технічних характеристик машини поділяються на автомобільну і бронетанкову техніку.

До автомобільної техніки належать прийняті на озброєння (забезпечення), а також ті, що перебувають на обліку в органах Держприкордонслужби транспортні засоби, що використовуються для перевезення особового складу і вантажів, а також перевезення і використання під час руху чи на місці встановленого на них обладнання, механізмів тощо для виконання спеціальних робочих функцій.

До бронетанкової техніки належать: танки, самохідно-артилерійські установки (САУ), бойові машини піхоти (БМП), бойові машини десанту (БМД), бронетранспортери (БТР), бойові розвідувально-дозорні машини (БРДМ), бойові розвідувальні машини (БРМ), бойові броньовані автомобілі (ББА) та мотоцикли, а також їх шасі, що використовуються під монтаж засобів зв'язку й управління, озброєння та спеціальної техніки, технічних засобів охорони кордону та спеціального обладнання, тягачі та інші машини на шасі

¹ Деякі питання розвитку критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 серпня 2017 р. № 600 (в редакції розпорядження Кабінету Міністрів України від 23 лютого 2022 р. № 223-р) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/600-2017-%D1%80#Text>

бронетанкової техніки, машини технічної допомоги, майстерні, ремонтно-евакуаційні машини на бронетанковій базі ²

Вузли і агрегати – це основні функціональні складові машини або механізму, де вузол є складною частиною, що складається з деталей або менших вузлів і виконує певну функцію, а агрегат – це сукупність двох або більше різнотипних, конструктивно об'єднаних вузлів, які діють спільно для виконання виробничого завдання.³

До основних агрегатів автомобільної техніки належать: двигун, коробка передач, роздавальна коробка, передній ведучий міст, середній і задній мости, гідромеханічна передача, рама, кабіна, кузов легкового автомобіля й автобуса

До основних агрегатів бронетанкової техніки належать: двигун, коробка передач, роздавальна коробка, мости, колісні редуктори, бортова коробка передач, корпус.⁴

Для визначення науково-технологічних трендів за критичною технологією «Технології підвищення міцності та зносостійкості вузлів і агрегатів автомобільної та бронетанкової техніки» проведено наукове дослідження на основі аналізу публікацій у міжнародній базі Web of Science та патентів у міжнародній базі Derwent Innovation за період 2019-2023 рр., які не містять інформацію, що віднесена до державної таємниці, з використанням синтезу наукометричного та патентного аналізу за оновленою методологією порівняно з попередніми дослідженнями^{5, 6, 7}.

Визначення технологічних трендів здійснено з метою можливого врахування отриманих результатів при розробленні та прийнятті відповідних рішень щодо наукових і технологічних напрямів досліджень, технічного

² Про затвердження Інструкції з автомобільного та бронетанкового забезпечення в Державній прикордонній службі України. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 09.07.2018 № 577. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 31 липня 2018 р. за № 886/32338 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0886-18#Text>

³ URL: <https://www.google.com/search?client=ms-google-coop&q=%D0%92%D1%83%D0%B7%D0%BB%D0%B8+%D1%96+%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B8+%D1%86%D0%B5&cx=741251a464fba4b95>

⁴ Додаток 9 до Інструкції з автомобільного та бронетанкового забезпечення в Державній прикордонній службі України (пункт 4 глави 1 розділу VII). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0886-18#Text>

⁵ Богомазова В.М., Кваша Т.К. Аналіз перспективних світових наукових та технологічних напрямів досліджень за Ціллю сталого розвитку № 9 щодо транспортної сфери з використанням інструментів платформ «Web of Science» та «Derwent Innovation»: науково-аналітична К.: УкрІНТЕІ, 2020. 33 с. URL: <https://mon.gov.ua/nauka/innovatsiyna-diyalnist-ta-transfer-tehnologiy/analitichni-materiali-2/analitichni-dovidki>

⁶ Оборонно-промисловий комплекс: науково-технологічні тренди : монографія / Т. Писаренко, Т. Кваша, В. Богомазова, О. Паладченко, І. Молчанова, Н. Шабранська, за заг. редакцією Т.В.Писаренко. К.: УкрІНТЕІ, 2023. 318 с. URL: http://www.uin-tei.kiev.ua/sites/default/files/opk_2024.pdf

⁷ Аналіз світових технологічних трендів у військовій сфері / Т. Писаренко, Т. Кваша, Т. Гаврис, та ін. К.: УкрІНТЕІ, 2021. 110 с. URL: <http://doi.org/10.35668/978-966-479-127-1>

переоснащення, модернізації та реформування оборонно-промислового комплексу України.

Дослідження технологічних трендів за напрямом «Технології підвищення міцності та зносостійкості вузлів і агрегатів автомобільної та бронетанкової техніки» здійснено за видами (піднапрямами) «Автомобільна техніка» та «Бронетанкова техніка».

1 МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета дослідження – визначити пріоритетні (найбільш перспективні) і перспективні науково-технологічні напрями за видами/піднапрямами «Автомобільна техніка» та «Бронетанкова техніка».

Дослідження із визначення пріоритетних і перспективних наукових та технологічних напрямів із означеної тематики проведено на основі БД Web of Science Core Collection (WoS) (наукові публікації) та патентної БД Derwent Innovation.

Методологія дослідження включає такі етапи:

1. Формування масиву ключових слів

1.1 Ключові слова для дослідження визначаються відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.08.2017 № 600-р «Деякі питання розвитку критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки»⁸ та Єдиного класифікатора предметів постачання⁹ щодо технологій автомобільної та бронетанкової техніки. Єдиний класифікатор розроблено для використання у сфері оборони і безпеки держави для досягнення максимальної ефективності системи матеріально-технічного і тилового забезпечення та його сумісності з системами логістики НАТО.

1.2 Пошук публікацій у БД Web of Science за відібраними ключовими словами. Аналіз перших 25-30 публікацій із найвищою цитованістю і відбір додаткових ключових слів.

1.3 Пошук кодів у Міжнародній патентній класифікації, що відповідають тематиці автомобільної та бронетанкової техніки, визначення основних ключових слів.

1.4 Формування остаточного масиву ключових слів шляхом об'єднання всіх ключових слів, знайдених за результатами пошуку ключових слів згідно з пп. 1.1-1.3, та розподіл їх за типами вузлів і агрегатів автомобільної та бронетанкової техніки.

2. Аналіз публікацій на основі БД Web of Science

2.1 Пошук публікацій за всіма ключовими словами кожного виду окремо. Формування масиву публікацій для кожного типу вузлів і агрегатів автомобільної та бронетанкової техніки.

⁸ Розпорядження від 30.08.2017 № 600-р «Деякі питання розвитку критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/600-2017-%D1%80#Text>

⁹ ДК 020:2016 “Єдиний класифікатор предметів постачання”. URL: https://www.mil.gov.ua/content/standarts/DK_020_2016_zmina_1.pdf

2.2 Формування остаточного масиву публікацій, який включає всі публікації за всіма видами, аналіз динаміки цих публікацій та їхньої цитованості, визначення переліку передових країн, світових організацій, які є лідерами наукових досліджень у даній сфері, з використанням інструментів БД Web of Science.

2.3 Аналіз динаміки публікаційної активності, цитованості публікацій за кожним ключовим словом/словосполученням кожного виду окремо. Вважається, що наукові публікації з високим рівнем індексів публікаційної активності та, особливо, цитування мають більший науковий вплив, а індекс цитованості часто використовуються як ознака впливу відповідного виду наукових досліджень.

2.4 Відбір напрямів досліджень за найвищими темпами росту публікаційної активності та цитованості публікацій і формування двох масивів публікацій (за темпами публікаційної активності та темпами цитованості більше 100%) за кожним типом вузлів і агрегатів автомобільної та бронетанкової техніки.

2.5 Розподіл кожного масиву публікацій на 4 групи – з найвищими, високими, середніми та невисокими/малими темпами росту публікаційної активності та цитованості (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Класифікація видів/типів вузлів і агрегатів автомобільної та бронетанкової техніки

Класифікація та ідентифікація типів вузлів і агрегатів техніки	Інтервал індексу публікаційної активності	Інтервал індексу цитованості
Пріоритетні (++)	>300%	>1000%
Перспективні (+)	200-299%	500-999%
Середньоперспективні (+-)	150-199%	200-499%
Мало- і неперспективні (-)	<150%	<200%

2.6 Порівняльний аналіз масивів публікацій (п. 2.5) і розроблення переліку пріоритетних і перспективних напрямів наукових досліджень за кожним видом/типом вузлів і агрегатів автомобільної та бронетанкової техніки (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Критерії пріоритетності та перспективності напрямів наукових досліджень

Класифікація напрямів	Класифікація за індексом публікаційної активності	Класифікація за індексом цитованості
Пріоритетні (++)	++	++
	+	++
	++	+
Перспективні (+)	+	+
	+-	++

	++	+-
Середньоперспективні (+-)	+-	+- або +
	+	+-
	-	++
Мало- і неперспективні (-)	Всі інші	Всі інші

3. Аналіз публікацій патентів на основі БД Derwent Innovation

3.1 Відбір опублікованих патентів з використанням кінцевого масиву ключових слів (п. 1) і формування масивів патентів для подальшого аналізу за кожним видом/типом окремо та об'єднання їх в єдиний масив.

3.2 Аналіз динаміки патентної активності за об'єднаним масивом: динаміка патентування, у т. ч. за країнами і фірмами – найбільшими патентоволодільцями, визначення топ-10 країн і фірм.

3.3 Трьохетапний аналіз патентної активності за кожним напрямом окремо:

3.3.1 Аналіз динаміки патентування за 5-річний період.

3.3.2 Аналіз ландшафтних карт. Патентний ландшафт – візуалізація результатів патентного пошуку щодо значущих тенденцій і взаємозалежностей у масиві обраної тематики. При патентному картуванні описані в документації технічні рішення відображаються на карті у вигляді ізольованих "островів", які показують окремі напрями дослідницької діяльності, найбільш популярні з яких утворюють великі "материки". Ці острови і материки можуть бути білими, коричневими, зеленими або блакитними:

- білий колір – найбільша насиченість патентами і незначна кількість реєстрації нових патентів (стара область або область уповільнення);

- коричневий колір – дещо менша насиченість, нова реєстрація більш активна, але має спадну тенденцію (область уповільнення);

- зелений – відбувається активна реєстрація нових патентів (область зростання);

- блакитний – нові тематичні області, ще не визначені їх назви. Ці області можуть стати новими перспективними напрямами і областю зростання або відразу перейти в категорію "область уповільнення" чи зникнути з поля зору.

3.3.3 Аналіз наявності відповідних патентів у 10-ти провідних світових патентоволодільців.

3.3.4 Визначення пріоритетних і перспективних технологічних напрямів відповідно до табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Ідентифікація технологічних напрямів за патентним аналізом

Ідентифікація напрямів	Інтервал індексу патентної активності	Положення на ландшафтній карті	Кількість провідних патентоволодільців, які мають відповідні патенти
Пріоритетні (++)	$\geq 200\%$	$\geq 75\%$ патентів розміщені на блакитних і зелених ділянках	9-10
Перспективні (+)	150-199%	$\geq 75\%$ патентів розміщені на блакитних і зелених ділянках	6-10
	$\geq 200\%$	$\geq 75\%$ патентів розміщені на блакитних і зелених ділянках	6-8
	$\geq 200\%$	50-75% патентів розміщені на блакитних і зелених ділянках	9-10
Середньоперспективні (+-)	100-149%	$\geq 25\%$ патентів розміщені на блакитних і зелених ділянках	6-10
	100-199%	$\geq 75\%$ патентів розміщені на блакитних і зелених ділянках	4-5
Мало- і неперспективні (-)	$< 100\%$	$< 25\%$ патентів розміщені на блакитних і зелених ділянках	< 4

4. *Порівняння результатів наукометричного та патентного аналізів і визначення пріоритетних і перспективних науково-технологічних напрямів* відповідно до табл. 1.4.

Таблиця 1.4 - Ідентифікація пріоритетних і перспективних науково-технологічних напрямів

Узагальнена ідентифікація	Ідентифікація за Web of Science	Ідентифікація за Derwent Innovation
Пріоритетні (++)	++	++
	+	++
	++	+
Перспективні (+)	+	+
	++	+-
	+-	++
Середньоперспективні (+-)	+-	+-
	+-	+
	+	+-
	-	++
Мало- і неперспективні (-)	Всі інші комбінації	

2 Автомобільна техніка

2.1 Результати наукометричного аналізу даних міжнародної бази публікацій Web of Science за видом «Автомобільна техніка»

За результатами пошуку в міжнародній базі наукових публікацій Web of Science за видом «Автомобільна техніка» за 2019-2023 роки загалом отримано 33319 публікацій.

Динаміка публікаційної активності за 2019-2023 рр. має позитивний характер. Темп зростання публікацій у 2023 р. порівняно з 2019 р. становив 193,0% (рис. 2.1).

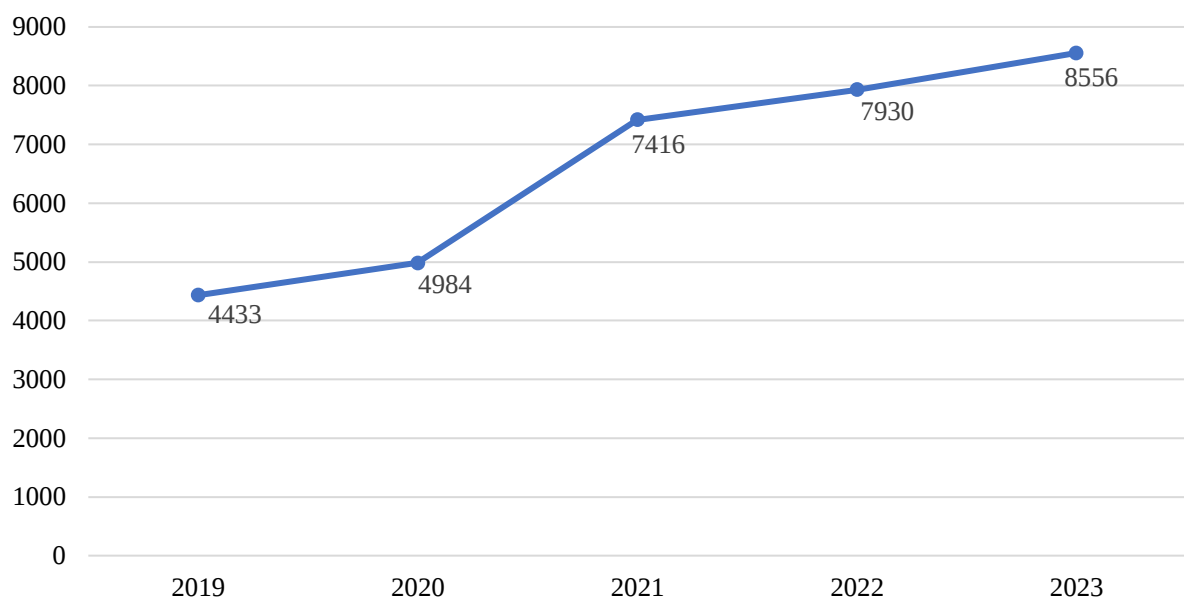


Рис. 2.1 Динаміка кількості публікацій за видом «Автомобільна техніка» за 2019-2023 рр., од.

Серед *Топ-10 країн світу* лідером є Китай – 1267 або 3,8% публікацій у загальній кількості публікацій за видом «Автомобільна техніка», що в 2,6 разу більше порівняно із США (485 або 1,5% публікацій у загальній кількості – 2 позиція), у 5,9 разу порівняно з Великою Британією (214 або 0,6% публікацій у загальній кількості – третя позиція). Решта 7 країн мають від 120 або 0,4% публікацій (Італія) до 58 або 0,2% (Австралія) (рис. 2.2).

Україна займає 54 позицію, маючи за досліджуваним видом 7 або 0,02% публікацій.

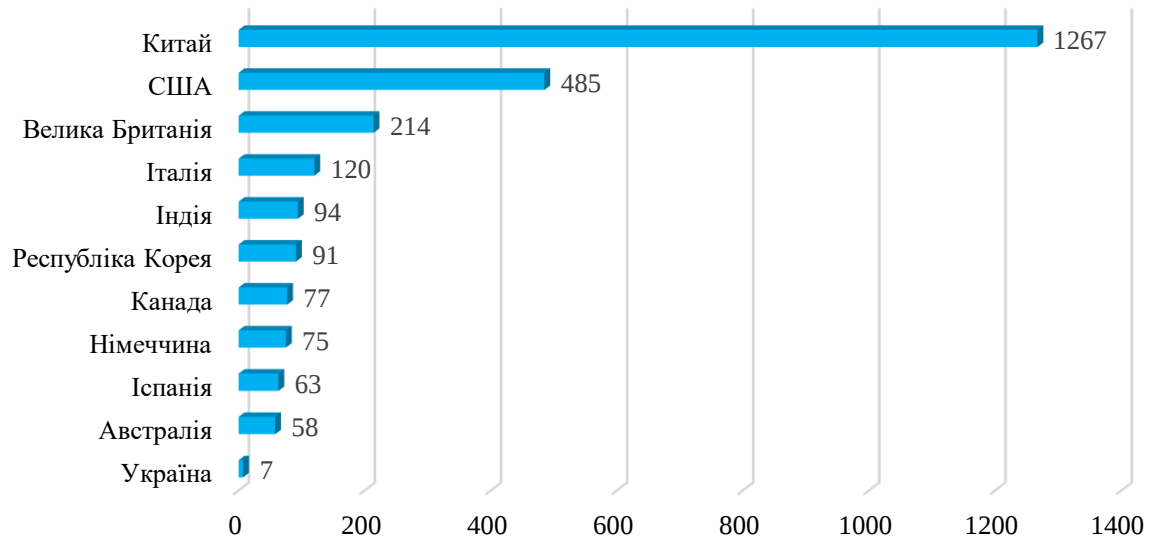


Рис. 2.2 Топ-10 країн світу та Україна за кількістю публікацій за видом «Автомобільна техніка» за 2019-2023 рр., од.

До *Топ-10 організацій світу* за кількістю публікацій входять: Пекінський технологічний інститут (Китай) – 1 позиція; Національний університет оборонних технологій Китаю; Університет Цінхуа (Китай); Нанкінський університет науки і технологій (Китай); Система Каліфорнійських університетів (США); Тяньцзіньський університет (Китай); Університет Тунцзі (Китай); Туринський політехнічний університет (Італія); Університет Торонто (Канада); Північно-Західний політехнічний університет (Китай) (рис. 2.3).

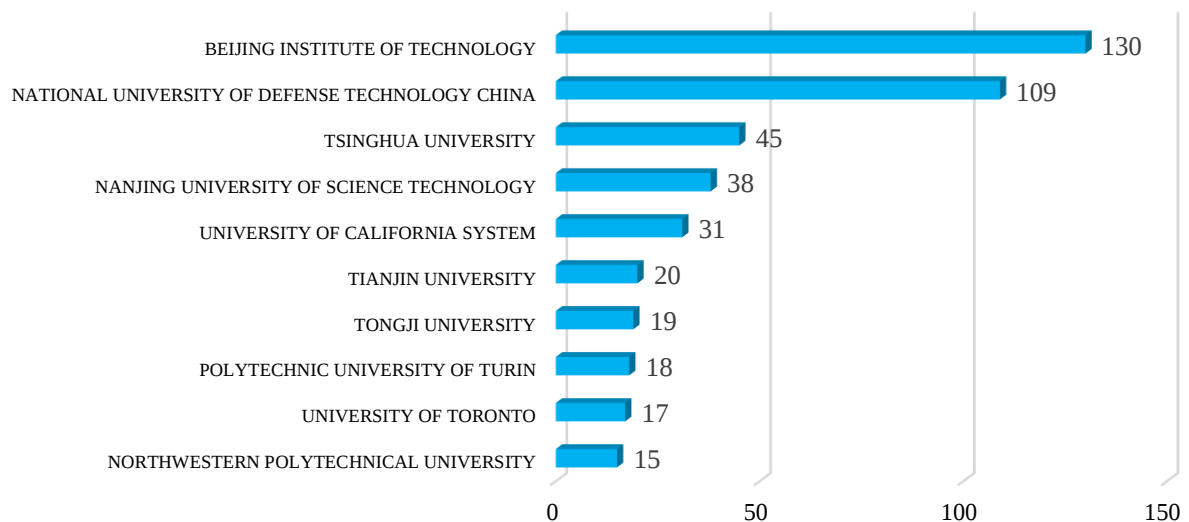


Рис. 2.3 Топ-10 організацій світу за кількістю публікацій за видом «Автомобільна техніка» у 2019-2023 рр.

Кількість цитувань публікацій за видом «Автомобільна техніка» за 2019-2023 рр. становить 11640 од. та демонструє позитивну динаміку щорічного стрімкого зростання від 235 у 2019 р. до 4632 од. у 2023 році (в 19,7 разу). Частка цитувань у 2023 р. досягла 39,8% у загальній кількості цитувань наукових публікацій за видом «Автомобільна техніка» за 2019-2023 рр. (рис. 2.4).

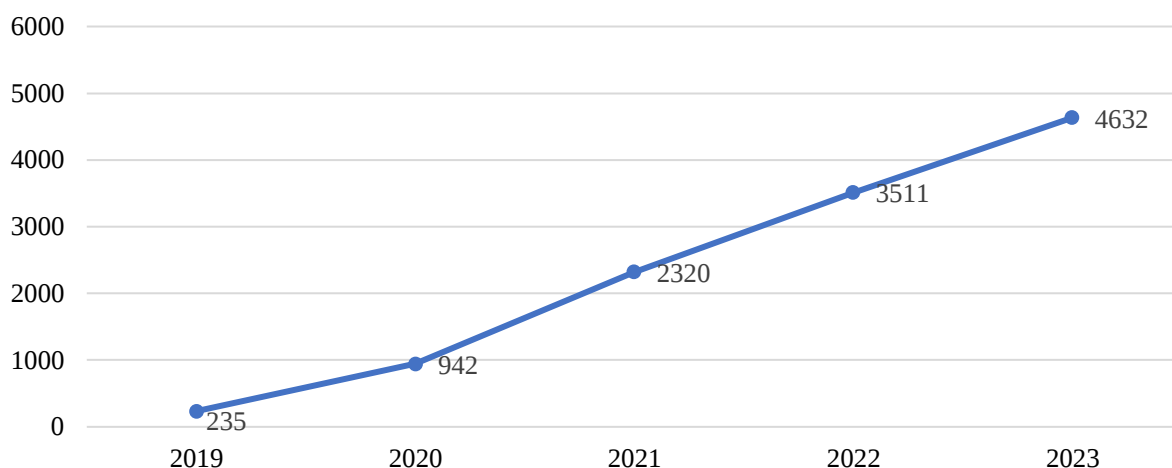


Рис. 2.4. Динаміка кількості цитувань наукових публікацій за видом «Автомобільна техніка» у 2019-2023 рр., од.

Високі темпи росту публікаційної активності (інтервал $>200,0\%$) мають напрями досліджень таких вузлів та агрегатів автомобільної техніки: поршневий двигун зі зворотно-поступальною подачею; амортизатор підвіски; двигун бензиновий роторний; шасі; карбюратор; система живлення двигуна; система терморегулювання двигуна; кермове управління автомобіля; карданний вал; роторно-поршневий двигун; стартер для двигуна; двигун бензиновий поршневий; водневий двигун; автомобільний гідротрансформатор; система охолодження двигуна; роторний двигун Ванкеля; система контролю тиску в шинах; керований компресор двигуна; двигун з іскровим запалюванням; гальма автомобіля; турбокомпресор двигуна; турбодизельний двигун; регулятор напруги двигуна; колесо автомобіля; рама автомобіля; кабіна автомобіля; автомобільні ресори листового типу; паливний фільтр.

Середні темпи росту публікаційної активності (інтервал $150,0-199,0\%$) мають напрями досліджень: радіатор автомобіля; паливний насос; бензиновий двигун; система впорскування палива; електрична система двигуна.

Невисокі / малі темпи росту публікаційної активності (інтервал $<150,0\%$) мають напрями досліджень: роторний двигун; двигун з вільним поршнем;

система змащення двигуна; трансмісія; двигун внутрішнього згоряння; паливний бак; кузов автомобіля; коробка передач (рис. 2.5).

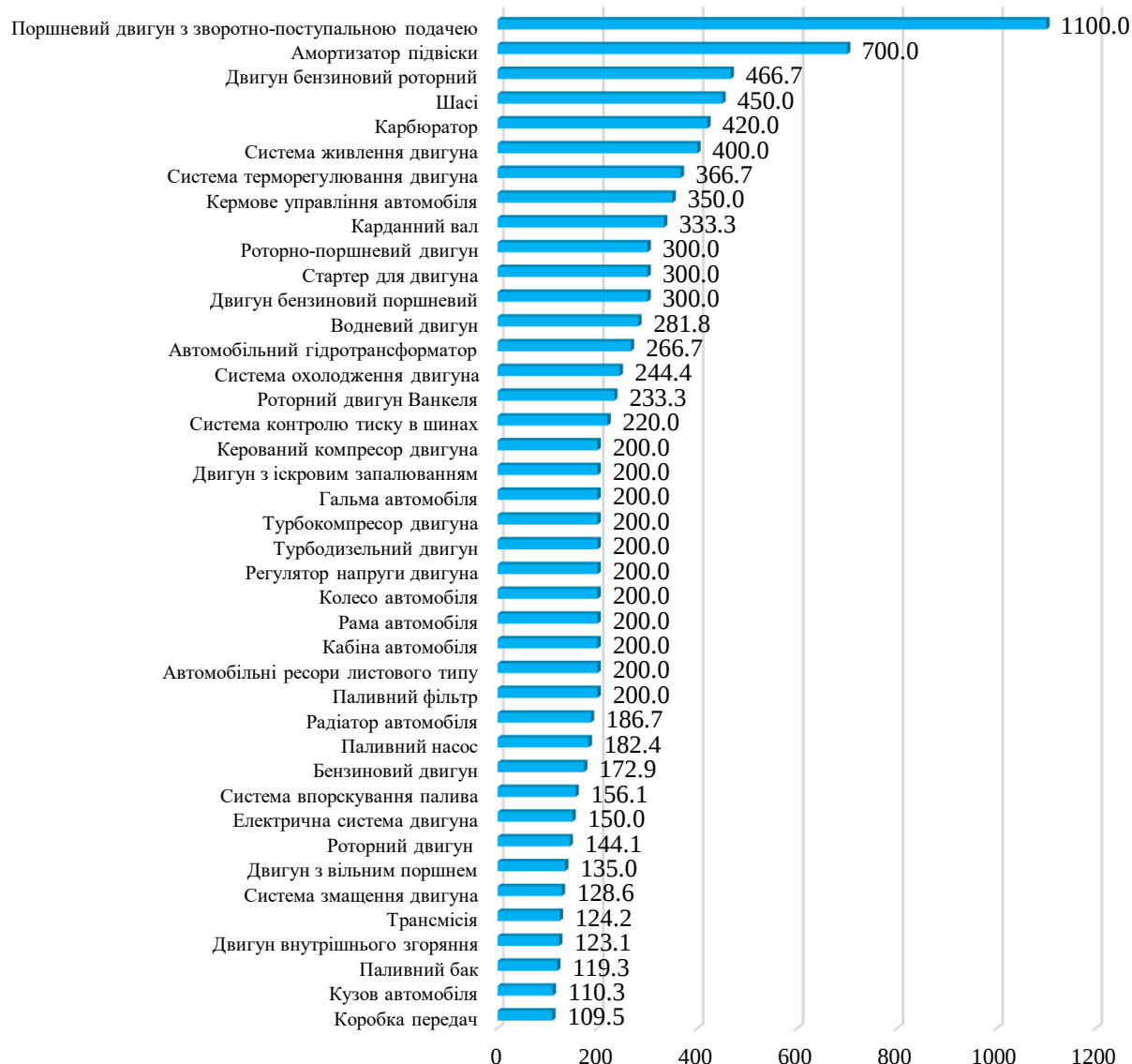


Рис. 2.5 Напрями досліджень за темпом публікаційної активності за типами вузлів і агрегатів за видом «Автомобільна техніка» у 2019-2023 рр., %

Високі темпи росту цитування публікацій (інтервал $>500,0\%$) мають напрями: роторний двигун Ванкеля; шасі; система терморегулювання двигуна; карданний вал; роторно-поршневий двигун; трансмісія тощо (рис. 2.6).

Середні темпи росту цитування публікацій (інтервал $200,0-499,0\%$) мають напрями: стартер для двигуна; двигун бензиновий поршневий; регулятор напруги двигуна; колесо автомобіля; рама автомобіля; кабіна автомобіля; автомобільні ресори листового типу; паливний фільтр (рис. 2.6).

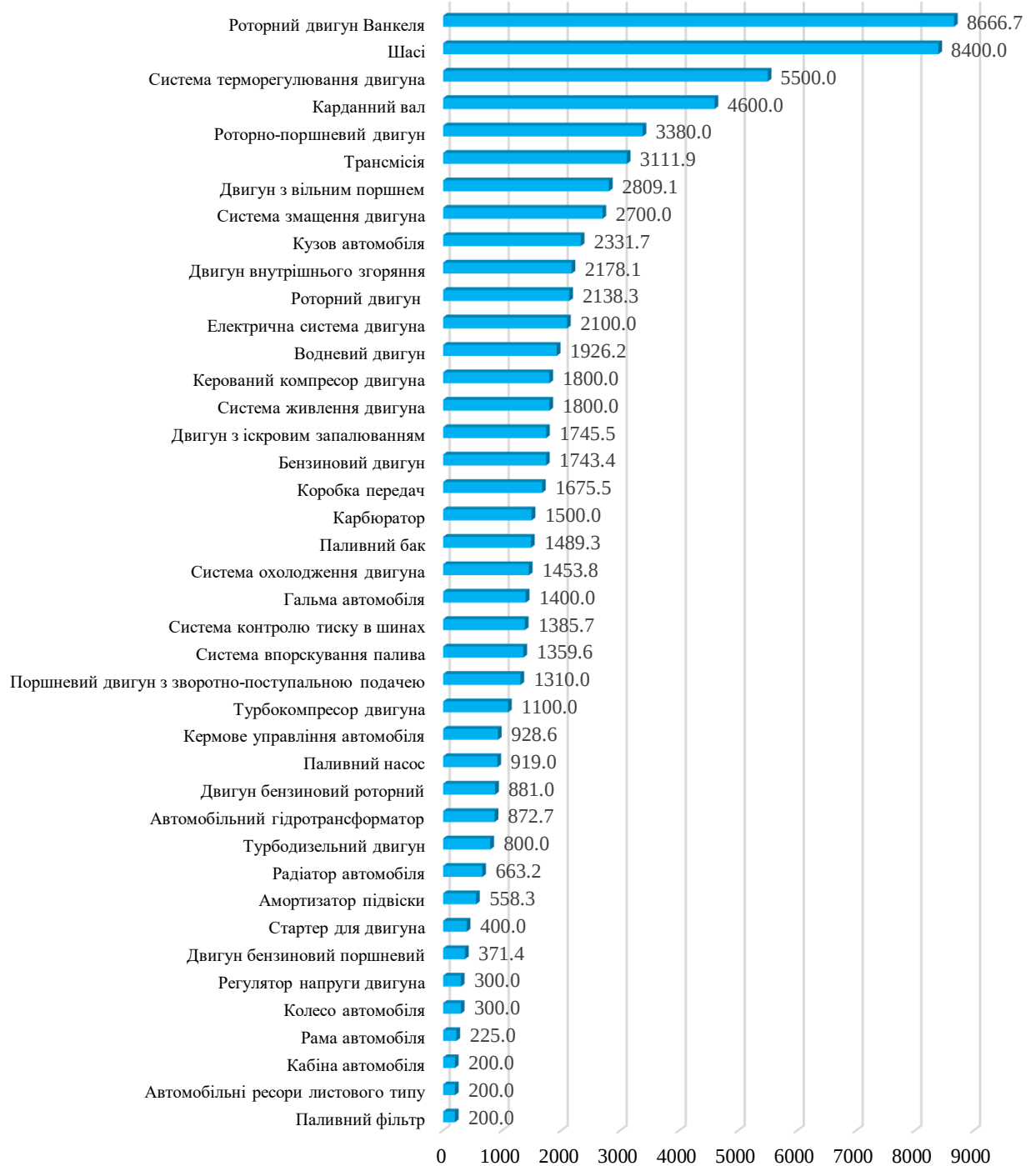


Рис. 2.6 Напрями досліджень за темпом цитування публікацій за типами вузлів і агрегатів за видом «Автомобільна техніка» у 2019-2023 рр., %

У табл. 2.1 наведені зведені індекси публікаційної активності та цитованості виду «Автомобільна техніка» за типами вузлів та агрегатів.

Таблиця 2.1 – Зведені дані за видом «Автомобільна техніка» за типами вузлів і агрегатів

Типи вузлів і агрегатів	Індекс публікаційної активності	Індекс цитованості
Поршневий двигун зі зворотно-поступальною подачею	1100,0% (++)	1310,0 (++)
Амортизатор підвіски	700,0% (++)	558,3% (+)
Двигун бензиновий роторний	466,7% (++)	881,0% (+)
Шасі	450,0% (++)	8400,0% (++)
Карбюратор	420,0% (++)	1500,0% (++)
Система живлення двигуна	400,0% (++)	1800,0% (++)
Система терморегулювання двигуна	366,7% (++)	5500,0% (++)
Кермове управління автомобіля	350,0% (++)	928,6% (+)
Карданний вал	333,3% (++)	4600,0% (++)
Роторно-поршневий двигун	300,0% (++)	3380,0% (++)
Стартер для двигуна	300,0% (++)	400,0% (+-)
Двигун бензиновий поршневий	300,0% (++)	371,4% (+-)
Водневий двигун	281,8% (+)	1926,2% (++)
Автомобільний гідротрансформатор	266,7% (+)	872,7% (+)
Система охолодження двигуна	244,4% (+)	1453,8% (++)
Роторний двигун Ванкеля	233,3% (+)	8666,7% (++)
Система контролю тиску в шинах	220,0% (+)	1385,7% (++)
Керований компресор двигуна	200,0% (+)	1800,0% (++)
Двигун з іскровим запалюванням	200,0% (+)	1745,5% (++)
Гальма автомобіля	200,0% (+)	1400,0% (++)
Турбокомпресор двигуна	200,0% (+)	1100,0% (++)
Турбодизельний двигун	200,0% (+)	800,0% (+)
Регулятор напруги двигуна	200,0% (+)	300,0% (+-)
Колесо автомобіля	200,0% (+)	300,0% (+-)
Рама автомобіля	200,0% (+)	225,0% (+-)
Кабіна автомобіля	200,0% (+)	200,0% (+-)
Автомобільні ресори листового типу	200,0% (+)	200,0% (+-)
Паливний фільтр	200,0% (+)	200,0% (+-)
Радіатор автомобіля	186,7% (+-)	663,2% (+)
Паливний насос	182,4% (+-)	919,0% (+)
Бензиновий двигун	172,9% (+-)	1743,4% (++)
Система впорскування палива	156,1% (+-)	1359,6 (++)
Електрична система двигуна	150,0% (+-)	2100,0% (++)
Роторний двигун	144,1% (-)	2138,3% (++)
Двигун з вільним поршнем	135,0% (-)	2809,1% (++)
Система змащення двигуна	128,6% (-)	2700,0% (++)
Трансмісія	124,2% (-)	3111,9% (++)
Двигун внутрішнього згоряння	123,1% (-)	2178,1% (++)
Паливний бак	119,3% (-)	1489,3% (++)
Кузов автомобіля	110,3% (-)	2331,7% (++)
Коробка передач	109,5% (-)	1675,5% (++)

Шляхом порівняльного аналізу індексів публікаційної активності та цитованості масивів публікацій виокремлено перелік пріоритетних і перспективних напрямів наукових досліджень виду «Автомобільна техніка» за типами вузлів і агрегатів (табл. 2.2).

**Таблиця 2.2 – Перелік пріоритетних і перспективних напрямів досліджень
за видом «Автомобільна техніка» за типами вузлів і агрегатів**

Класифікація напрямів	Класифікація за індексом публікаційної активності	Класифікація за індексом цитованості
Пріоритетні (++)		
Поршневий двигун зі зворотно-поступальною подачею	++	++
Шасі	++	++
Карбюратор	++	++
Система живлення двигуна	++	++
Система терморегулювання двигуна	++	++
Карданний вал	++	++
Роторно-поршневий двигун	++	++
Водневий двигун	+	++
Система охолодження двигуна	+	++
Роторний двигун Ванкеля	+	++
Система контролю тиску в шинах	+	++
Керований компресор двигуна	+	++
Двигун з іскровим запалюванням	+	++
Гальма автомобіля	+	++
Турбокомпресор двигуна	+	++
Амортизатор підвіски	++	+
Двигун бензиновий роторний	++	+
Кермове управління автомобіля	++	+
Перспективні (+)		
Автомобільний гідротрансформатор	+	+
Турбодизельний двигун	+	+
Бензиновий двигун	+/-	++
Система впорскування палива	+/-	++
Електрична система двигуна	+/-	++
Стартер для двигуна	++	+/-
Двигун бензиновий поршневий	++	+/-
Середньоперспективні (+/-)		
Радіатор автомобіля	+/-	+
Паливний насос	+/-	+
Регулятор напруги двигуна	+	+/-
Колесо автомобіля	+	+/-
Рама автомобіля	+	+/-
Кабіна автомобіля	+	+/-
Автомобільні ресори листового типу	+	+/-
Паливний фільтр	+	+/-
Роторний двигун	-	++
Двигун з вільним поршнем	-	++
Система змащення двигуна	-	++
Трансмісія	-	++
Двигун внутрішнього згоряння	-	++
Паливний бак	-	++
Кузов автомобіля	-	++
Коробка передач	-	++

Серед публікацій пріоритетними за цитуванням є такі тематичні напрями:

- оптимізація ударостійкості аварійного боксу з використанням 3D-друкованих ґратчастих структур, який є важливим енергопоглинаючим компонентом для забезпечення пасивної безпеки автомобільних транспортних засобів під час випробувань на аварійність;
- енергопоглинаючі механізми та структурна стійкість до ударів тонкостінних конструкцій, заповнених алюмінієвою піною та каркасом з вуглецевого волокна, що піддаються поперечному здавленню;
- конструкція, що поєднує багатогофровані та багатoelementні конфігурації для покращення ударостійкості тонкостінних труб; запропоновані структури можна використовувати для поглинання енергії в автомобільній галузі;
- підвищена надпластичність, досягнута за допомогою реакцій дисклінації-дислокації в дрібнозернистій низьколегованій магнієвій системі;
- розробка матеріалів та конструкцій для екранування від вибухів та балістичних ударів;

2.2 Результати патентного аналізу за видом «Автомобільна техніка» на базі Derwent Innovation у світі

За видом «Автомобільна техніка» в системі Derwent Innovation знайдено 46476 патентів за 2019-2023 рр. Динаміка патентної активності демонструє зростання за цей період на міжнародному рівні. Темп зростання патентів у 2023 р. порівняно з 2019 р. становив 152,6% (рис. 2.7).

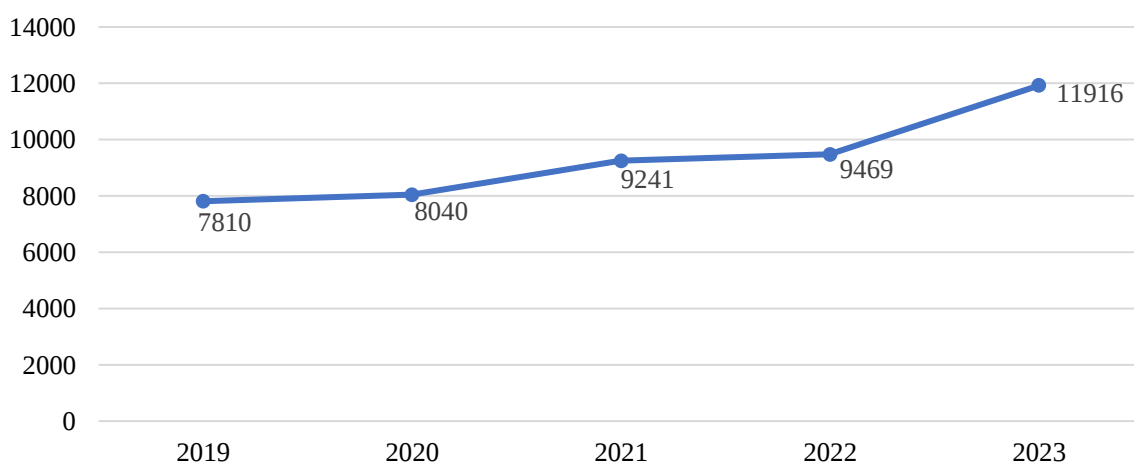


Рис. 2.7 Динаміка кількості патентів за видом «Автомобільна техніка» у 2019-2023 рр., од.

Найбільшу кількість патентів мають Китай (68,5%), США (20,2%) і Німеччина (7,3%). Україна займає 33 позицію з кількістю патентів 26 од. або 0,1% (рис. 2.8).

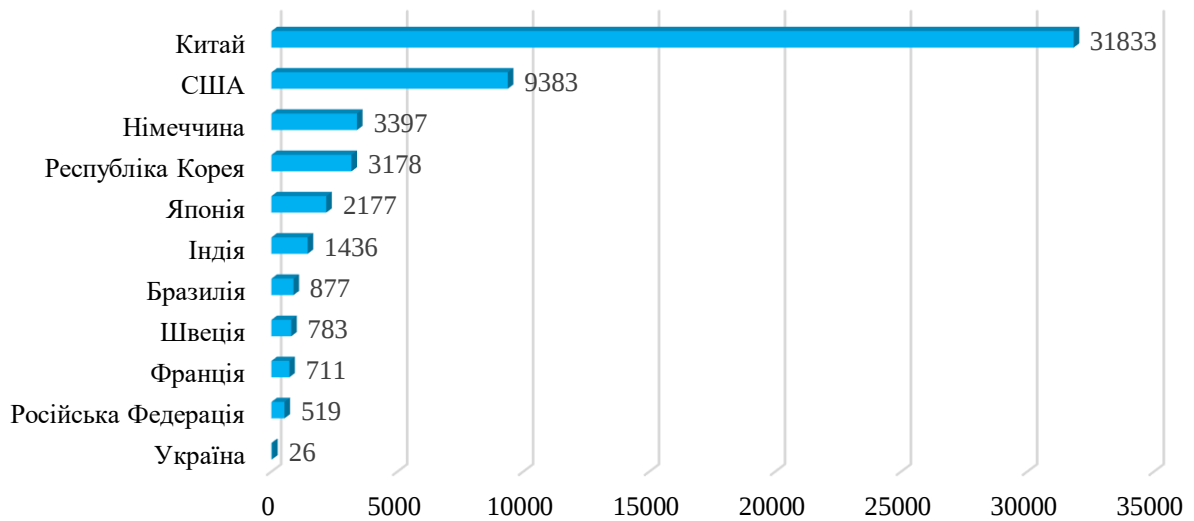


Рис. 2.8 Топ 10 країн – патентоволодільців та Україна за видом «Автомобільна техніка» за кількістю патентів, од.

За результатами проведеного аналізу встановлені провідні у світі компанії-патентоволодільці, з яких чотири – компанії Німеччини, дві – Республіки Корея, дві – США та дві – Швеції: YUNDAI MOTOR CO LTD (Республіка Корея); FORD GLOBAL TECH LLC (США); VOLVO TRUCK CORP (Швеція); BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (Німеччина); GM GLOBAL TECH OPERATIONS LLC (США); BOSCH GMBH ROBERT (Німеччина); SCANIA CV AB (Швеція); VOLKSWAGEN AG (Німеччина); ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN (Німеччина); KIA CORP (Республіка Корея) (рис. 2.9).

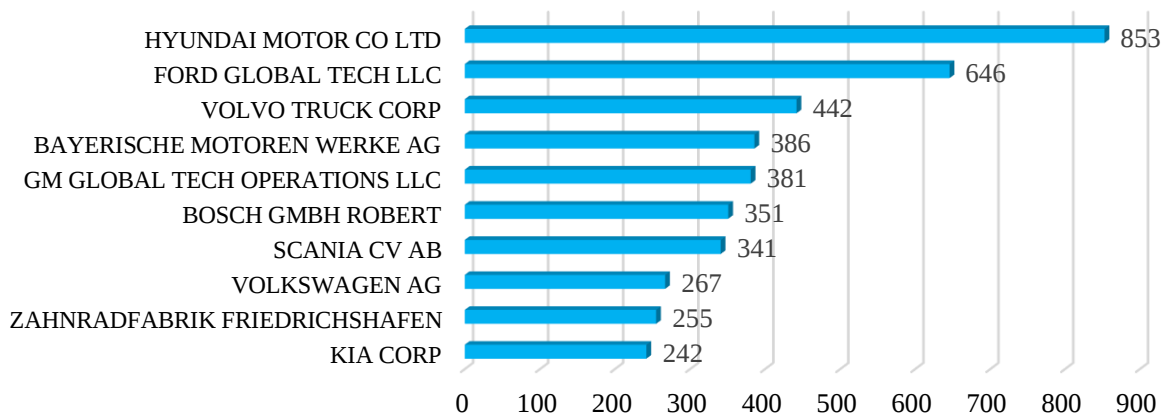


Рис. 2.9 Топ-10 компаній–патентоволодільців за кількістю патентів за видом «Автомобільна техніка», од.

Патентний аналіз ключових слів за видом «Автомобільна техніка» виявив типи вузлів і агрегатів з найвищими, високими та середніми темпами патентування (рис. 2.10): найвищі темпи (інтервал $\geq 200,0\%$): радіатор автомобіля; електрична система двигуна; трансмісія; роторний двигун Ванкеля; паливний фільтр; водневий двигун; амортизатор підвіски; кузов автомобіля; керований компресор двигуна; система змащення двигуна; високі темпи (інтервал 150,0–199,9%): кермове управління автомобіля; система впорскування палива; рама автомобіля тощо; середні темпи (інтервал 100,0–149,9%): система терморегулювання двигуна; двигун з іскровим запалюванням; система охолодження двигуна; колесо автомобіля; двигун бензиновий поршневий тощо.

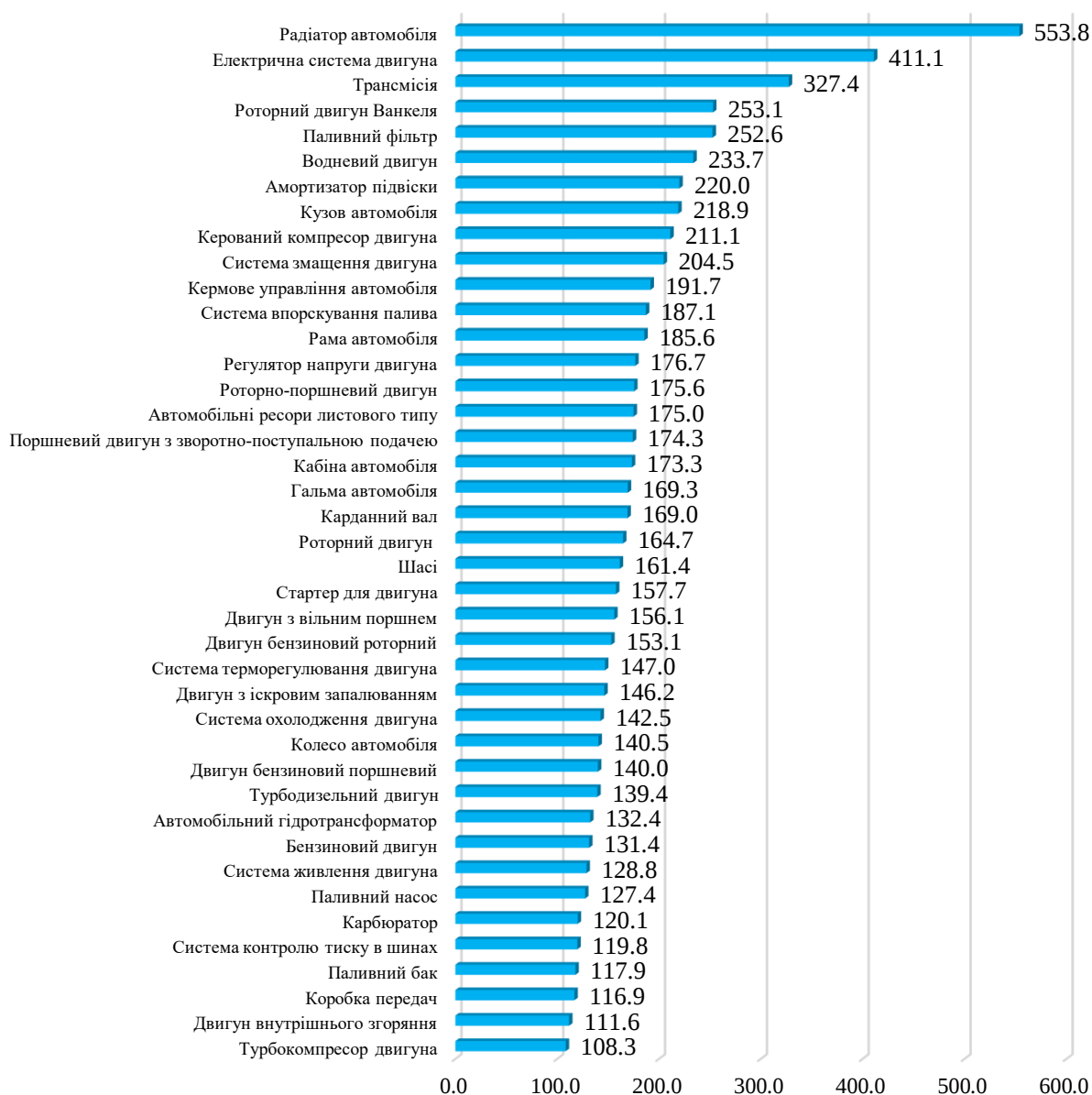
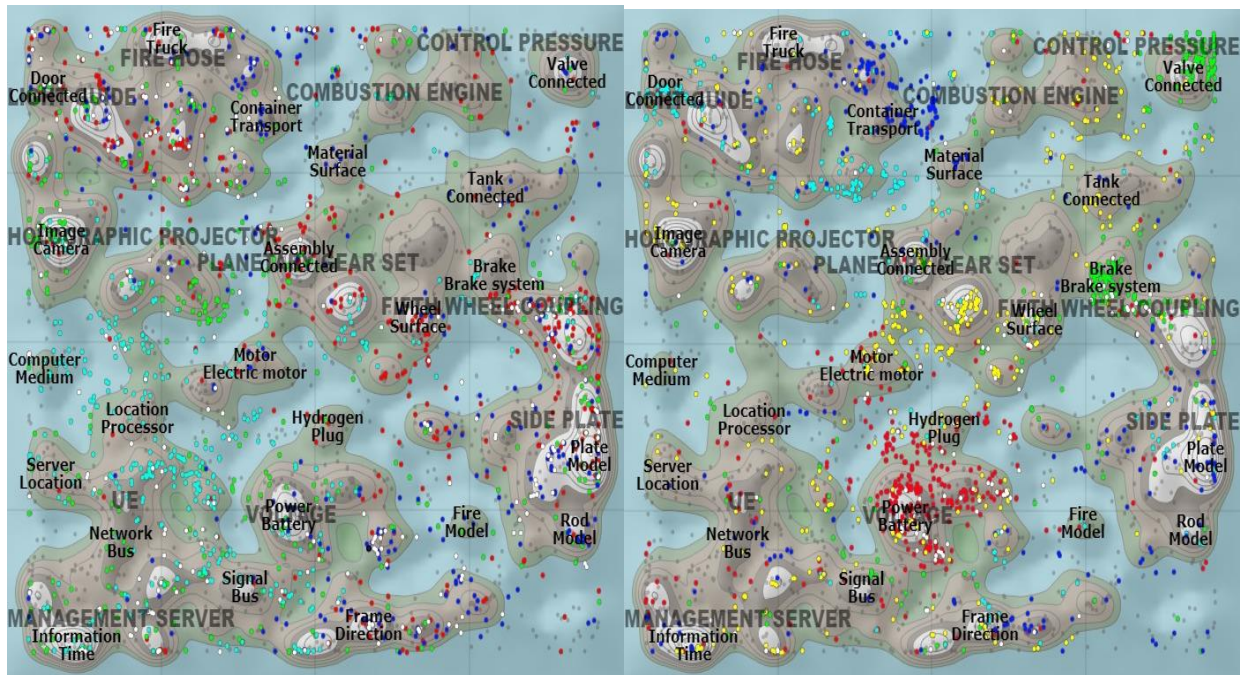


Рис. 2.10 Технологічні напрями за типами вузлів і агрегатів за видом «Автомобільна техніка» за темпом зростання патентів у 2019-2023 рр., %

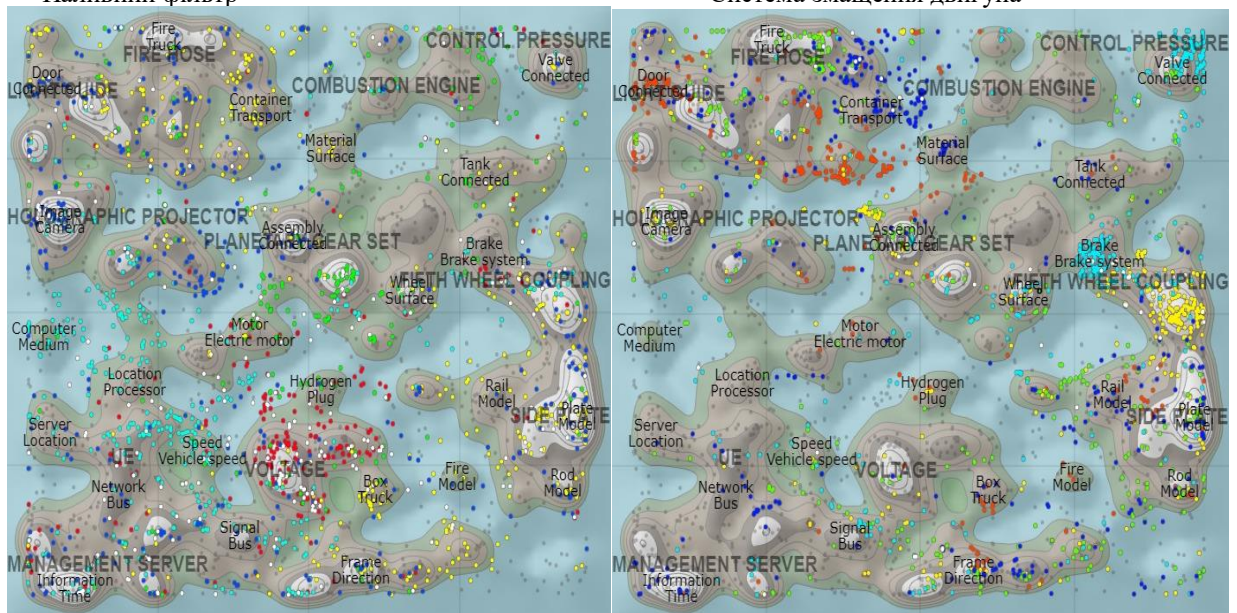
На ландшафтній карті відзначено технологічні напрями за типами вузлів і агрегатів за видом «Автомобільна техніка» з найвищими і високими темпами патентування (рис. 2.11).



Примітка:

- Радіатор автомобіля
- Електрична система двигуна
- Трансмісія
- Роторний двигун Ванкеля
- Паливний фільтр

- Водневий двигун
- Амортизатор підвіски
- Кузов автомобіля
- Керований компресор двигуна
- Система змащення двигуна



- Кермове управління автомобіля
- Система впорскування палива
- Рама автомобіля
- Регулятор напруги двигуна
- Роторно-поршневий двигун

- Автомобільні ресори листового типу
- Поршневий двигун з зворотно-поступальною подачею
- Кабіна автомобіля
- Гальма автомобіля
- Карданний вал

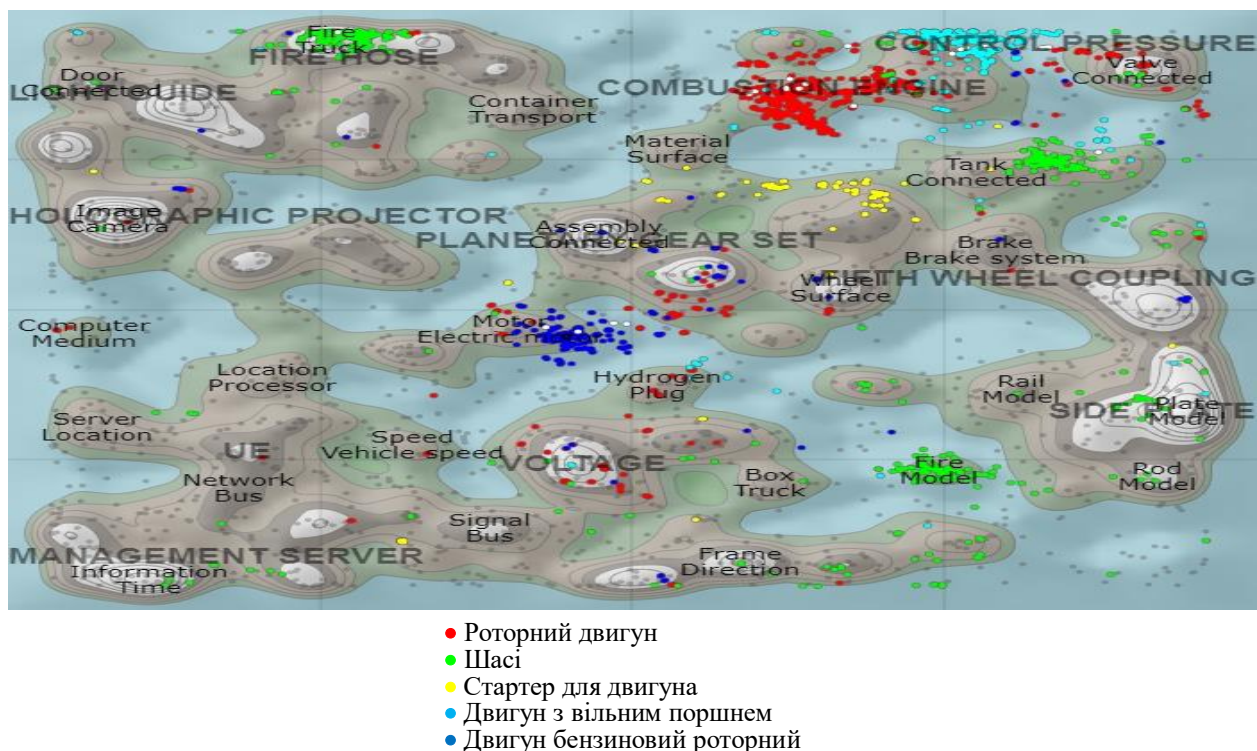


Рис. 2.11 Ландшафтна карта технологічних напрямів з найвищими і високими темпами патентування за типами вузлів і агрегатів за видом «Автомобільна техніка»

Усі зведені дані за типами вузлів і агрегатів за видом «Автомобільна техніка» наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Ідентифікація типів вузлів і агрегатів за патентним аналізом за видом «Автомобільна техніка»

Ідентифікація вузлів та агрегатів	Інтервал індексу патентної активності	Положення на ландшафтній карті	Кількість провідних патентоволодільців, які мають відповідні патенти
Радіатор автомобіля (++)	553,8	$\geq 75\%$	10
Електрична система двигуна (++)	411,1	$\geq 75\%$	10
Трансмісія (++)	327,4	$\geq 75\%$	9
Роторний двигун Ванкеля (++)	253,1	50-75%	9
Паливний фільтр (++)	252,6	50-75%	7
Водневий двигун (++)	233,7	50-75%	9
Амортизатор підвіски (++)	220,0	50-75%	8
Кузов автомобіля (++)	218,9	50-75%	8
Керований компресор двигуна (++)	211,1	50-75%	7
Система змащення двигуна (++)	204,5	50-75%	6
Кермове управління автомобіля (+)	191,7	$\geq 75\%$	9
Система впорскування палива (+)	187,1	$\geq 75\%$	9
Рама автомобіля (+)	185,6	$\geq 75\%$	7
Регулятор напруги двигуна (+)	176,7	$\geq 75\%$	9
Роторно-поршневий двигун (+)	175,6	$\geq 75\%$	8
Автомобільні ресори листового типу (+)	175,0	$\geq 75\%$	8
Поршневий двигун з зворотно-поступальною подачею (+)	174,3	$\geq 75\%$	8
Кабіна автомобіля (+)	173,3	$\geq 75\%$	8
Гальма автомобіля (+)	169,3	$\geq 75\%$	8
Карданний вал (+)	169,0	$\geq 75\%$	7
Роторний двигун (+)	164,7	$\geq 75\%$	7
Шасі (+)	161,4	$\geq 75\%$	7

Ідентифікація вузлів та агрегатів	Інтервал індексу патентної активності	Положення на ландшафтній карті	Кількість провідних патентоволодільців, які мають відповідні патенти
Стартер для двигуна (+)	157,7	$\geq 75\%$	7
Двигун з вільним поршнем (+)	156,1	$\geq 75\%$	6
Двигун бензиновий роторний (+)	153,1	$\geq 75\%$	6
Система терморегулювання двигуна (+/-)	147,0	$\geq 25\%$	7
Двигун з іскровим запалюванням (+/-)	146,2	$\geq 25\%$	7
Система охолодження двигуна (+/-)	142,5	$\geq 25\%$	6
Колесо автомобіля (+/-)	140,5	$\geq 25\%$	6
Двигун бензиновий поршневий (+/-)	140,0	$\geq 25\%$	7
Турбодизельний двигун (+/-)	139,4	$\geq 25\%$	7
Автомобільний гідротрансформатор (+/-)	132,4	$\geq 25\%$	7
Бензиновий двигун (+/-)	131,4	$\geq 25\%$	6
Система живлення двигуна (+/-)	128,8	$\geq 25\%$	6
Паливний насос (+/-)	127,4	$\geq 25\%$	6
Карбюратор (+/-)	120,1	$\geq 25\%$	7
Система контролю тиску в шинах (+/-)	119,8	$\geq 25\%$	7
Паливний бак (+/-)	117,9	$\geq 25\%$	6
Коробка передач (+/-)	116,9	$\geq 25\%$	6
Двигун внутрішнього згоряння (+/-)	111,6	$\geq 25\%$	6
Турбокомпресор двигуна (+/-)	108,3	$\geq 25\%$	6

Результати порівняння наукометричного та патентного аналізів за видом «Автомобільна техніка» наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Ідентифікація пріоритетних і перспективних напрямів технологічних і наукових досліджень за типами вузлів і агрегатів виду «Автомобільна техніка»

Узагальнена ідентифікація	Ідентифікація за WoS	Ідентифікація за Derwent Innovation
Пріоритетні (++)		
Роторний двигун Ванкеля	++	++
Водневий двигун	++	++
Амортизатор підвіски	++	++
Керований компресор двигуна	++	++
Електрична система двигуна	+	++
Кермове управління автомобіля	++	+
Роторно-поршневий двигун	++	+
Поршневий двигун зі зворотно-поступальною подачею	++	+
Гальма автомобіля	++	+
Карданний вал	++	+
Шасі	++	+
Двигун бензиновий роторний	++	+
Перспективні (+)		
Система впорскування палива	+	+
Стартер для двигуна	+	+
Система контролю тиску в шинах	++	+/-
Карбюратор	++	+/-
Система живлення двигуна	++	+/-
Система терморегулювання двигуна	++	+/-
Система охолодження двигуна	++	+/-
Двигун з іскровим запалюванням	++	+/-
Турбокомпресор двигуна	++	+/-
Радіатор автомобіля	+/-	++
Трансмісія	+/-	++
Паливний фільтр	+/-	++

Кузов автомобіля	+-	++
Система змащення двигуна	+-	++
Середньоперспективні (+-)		
Паливний насос	+-	+-
Колесо автомобіля	+-	+-
Двигун внутрішнього згоряння	+-	+-
Паливний бак	+-	+-
Коробка передач	+-	+-
Рама автомобіля	+-	+
Регулятор напруги двигуна	+-	+
Автомобільні ресори листового типу	+-	+
Кабіна автомобіля	+-	+
Роторний двигун	+-	+
Двигун з вільним поршнем	+-	+
Автомобільний гідротрансформатор	+	+-
Турбодизельний двигун	+	+-
Бензиновий двигун	+	+-
Двигун бензиновий поршневий	+	+-

У результаті порівняння наукометричного та патентного аналізів за видом «Автомобільна техніка» визначені *пріоритетні* (роторний двигун Ванкеля, водневий двигун, амортизатор підвіски, керований компресор двигуна, електрична система двигуна, кермове управління автомобіля, роторно-поршневий двигун, поршневий двигун з зворотно-поступальною подачею, гальма автомобіля, карданний вал, шасі, двигун бензиновий роторний) та *перспективні* науково-технологічні напрями (система впорскування палива, стартер для двигуна, система контролю тиску в шинах, карбюратор, система живлення двигуна, система терморегулювання двигуна, система охолодження двигуна, двигун з іскровим запалюванням, турбокомпресор двигуна, радіатор автомобіля, трансмісія, паливний фільтр, кузов автомобіля, система змащення двигуна).

На основі INSIGHTS (інструмента платформи Derwent Innovation) було проаналізовано патентне середовище щодо технологій міцності та зносостійкості для всіх видів автомобільної техніки за 2019-2023 рр. Результати аналізу свідчать, що 30,1% патентів відносяться до трьох технологічних сімейств (груп):

- «Елементи або деталі транспортних засобів» (індекс патентування – 212,6%);
- «Функціональні або конструктивні характеристики; рама шасі, верхня частина каркасу та кузов; керування» (індекс патентування – 199,9%);
- «Транспортування, переміщення або розміщення спеціальних вантажів або об'єктів на транспортних засобах» (індекс патентування – 143,0%).

На основі дослідження патентного середовища за 2019-2023 рр. за видом «Автомобільна техніка» сформовано перелік технологічних напрямів з найвищими показниками індексу патентування за кожним сімейством (групою) окремо.

1. *Елементи або деталі транспортних засобів:* засоби для фіксації тіла пасажирів всередині транспортного засобу; пристрої для розміщування або закріплювання предметів усередині транспортного засобу; допоміжні елементи зовні транспортного засобу, призначені для розміщування вантажу; компонування сходинок, підніжок; захисні елементи коліс; захисні елементи радіаторів; пристрої для усунення перешкод; засоби для пом'якшування удару при зіткненні транспортного засобу з перешкодою.

2. *Функціональні або конструктивні характеристики; рама шасі, верхня частина каркасу та кузов; керування:* кузови транспортних засобів, які підвищують стійкість транспортного засобу під час руху, без регульованої підвіски; з'єднання між елементами верхньої конструкції; верхні конструкції, які характеризуються матеріалом; рульовий привід; компонування поворотних цапф; конструювання, вироблення, складання, полегшення розбирання або змінювання конструкції транспортного засобу;

3. *Транспортні засоби для транспортування, переміщування або розміщування спеціальних вантажів або об'єктів:* закріплювання або покривання вантажів на транспортних засобах; перевезення вантажів з конструкцією, що полегшує завантажування або розвантажування транспортного засобу.

На основі дослідження патентного середовища за 2019-2023 рр. за видом «Автомобільна техніка» також сформовано перелік патентів з найбільшою кількістю цитувань, які є найбільш важливими та актуальними щодо технологій міцності та зносостійкості вузлів і агрегатів:

Елементи або деталі транспортних засобів:

– багат шарове електроерозійне покриття для високої міцності зчеплення нанесеного матеріалу з основою та підвищення зносостійкості тертьових поверхонь деталей автомобіля;

– високоміцний ударостійкий автомобільний бампер для зменшення поглинання енергії зіткнення;

– автомобільна балансова балка, виготовлена на основі полімерного матеріалу,

– високоміцний пластиковий вузол для виробництва автомобілів;

– система підйомних дверей з поворотним важелем, яка здійснює їх коливальний рух для зменшення навантаження на окремі деталі, тим самим підвищуючи надійність та довговічність системи.

Функціональні або конструктивні характеристики; рама шасі, верхня частина каркасу та кузов; керування:

– лонжеронне підсилення для конструкції порога автомобіля, має бічний блок, що формує секцію для простягання в поздовжньому напрямку та крихкий елемент з кераміки для забезпечення розриву елемента для поглинання частини енергії бокового удару;

– конструкція заднього кузова транспортного засобу, яка має велику жорсткість з'єднання заднього кінця балки порогу, велику міцність з'єднання точки кріплення між задньою поздовжньою балкою та бічною стінкою; вузол кузова транспортного засобу відповідає вимозі жорсткості, а також покращує герметичність між компонентами;

– високоміцний конструктивний елемент кузова автомобіля для кращого поглинання удару та посилені зони деформації;

– метод кріплення композитної конструкції після аварії;

– конструкція підсилення шасі автомобіля має бічну секцію моторного відсіку трубчастої форми, завдяки чому трубчаста бічна секція моторного відсіку виготовлена зі збільшеним деформаційним зміцненням;

Транспортування, переміщування або розміщування спеціальних вантажів або об'єктів на транспортних засобах

– передній поглинач енергії для використання в транспортному засобі, що має композитну структуру;

– компонент підсилення кузова транспортного засобу, що має стабілізуючі стрижні, закріплені на краєвій балці підлоги кузова транспортного засобу та стабілізатори поперечної стійкості, пристосовані для кріплення до опори амортизатора основної частини транспортного засобу.

– транспортний засіб, який містить стискальний контейнер, заповнений рідким кремнеземом для покращення поглинання енергії контейнером;

– система запобігання ударам на основі використання постійно діючого на транспортному засобі магніту з рідкоземельних елементів, який автоматично керується;

– тягово-зцепний пристрій транспортного засобу, в якому кільцеві пружні елементи виконані з поліуретану для забезпечення необхідних показників пружності, зносостійкості та довговічності.

3 Бронетанкова техніка

3.1 Результати наукометричного аналізу даних міжнародної бази публікацій Web of Science за видом «Бронетанкова техніка»

За результатами пошуку в міжнародній базі наукових публікацій Web of Science за видом «Бронетанкова техніка» за 2019-2023 роки загалом отримано 15921 публікацію. Динаміка публікаційної активності за 2019-2023 рр. має позитивний характер. Темп зростання публікацій у 2023 р. порівняно з 2019 р. становив 111,6% (рис. 3.1).

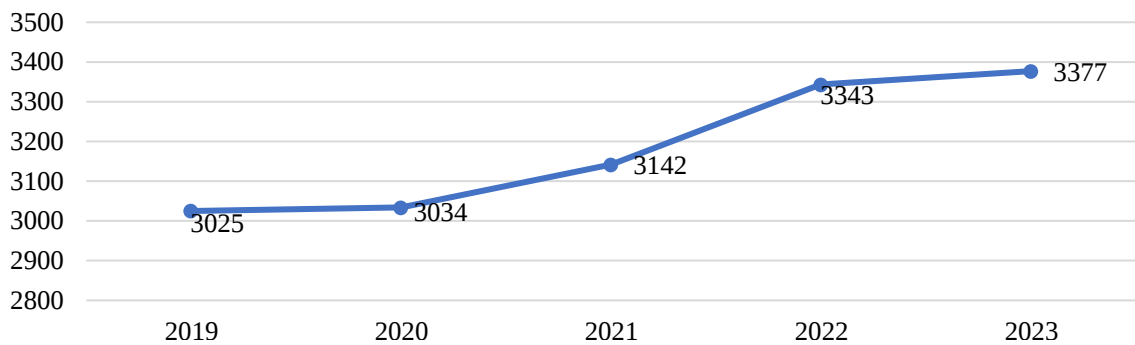


Рис. 3.1 Динаміка кількості публікацій за видом «Бронетанкова техніка» за 2019-2023 рр., од.

Серед *Топ-10 країн світу* лідером є Китай – 5622 або 35,3% публікацій у загальній кількості публікацій за видом «Бронетанкова техніка», що в 2,4 разу більше порівняно із США (14,8% публікацій у загальній кількості – 2 позиція), у 7,1 разу порівняно з Республікою Корея (5,0% – третя позиція). Решта 7 країн мають від 762 або 4,8% публікацій (Німеччина, Індія) до 467 або 2,9% (Австралія) (рис. 3.2). Україна займає 51 позицію, маючи за досліджуваним видом 34 або 0,2% публікації.

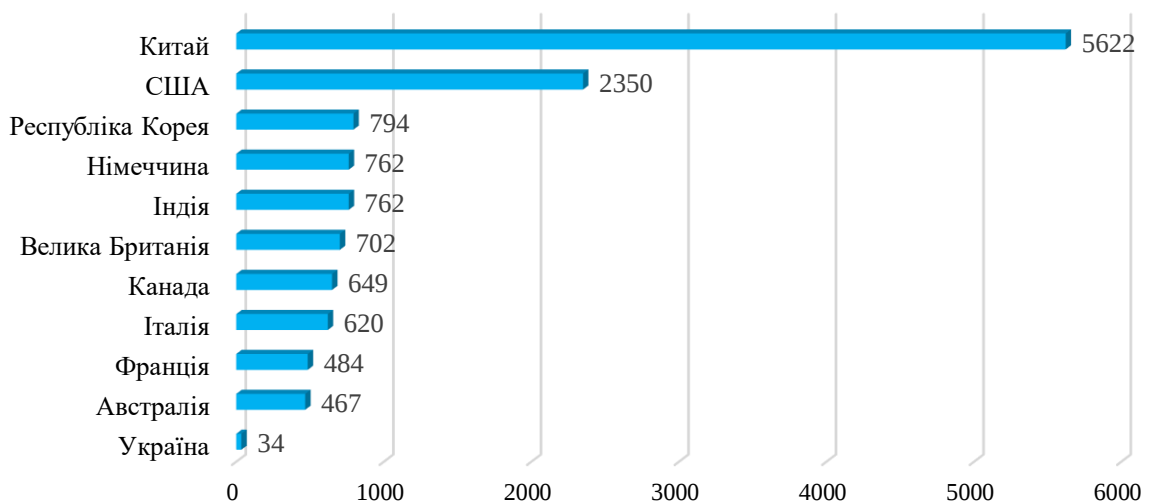


Рис. 3.2 Топ-10 країн світу та Україна за кількістю публікацій за видом «Бронетанкова техніка» за 2019-2023 рр., од.

До *Топ-10 організацій* світу за кількістю публікацій входять: Південно-західний університет Цзяотун (Китай) – 1 позиція; Пекінський технологічний інститут (Китай); Університет Цинхуа (Китай); Університет Тунцзи (Китай); Північно-західний політехнічний університет (Китай); Харбінський технологічний інститут (Китай); Шанхайський університет Джао Тонг (Китай); Цзилинський університет (Китай); Національний центр наукових досліджень (Франція); Система Каліфорнійського університету (США) (рис. 3.3).

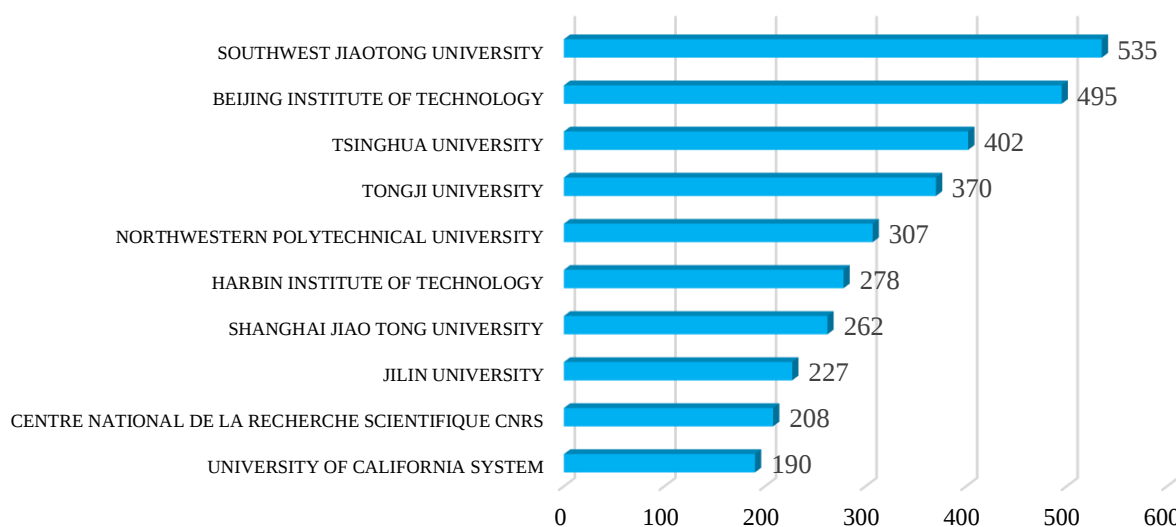


Рис. 3.3 Топ-10 організацій світу за кількістю публікацій за видом «Бронетанкова техніка» у 2019-2023 рр., од.

Кількість цитувань публікацій за видом «Бронетанкова техніка» за 2019-2023 рр. становить 130824 од. та демонструє динаміку зростання у 21,5 разу. Частка цитувань у 2023 р. досягла 40,5% у загальній кількості цитувань наукових публікацій за цим видом за 2019-2023 рр. (рис. 3.4).

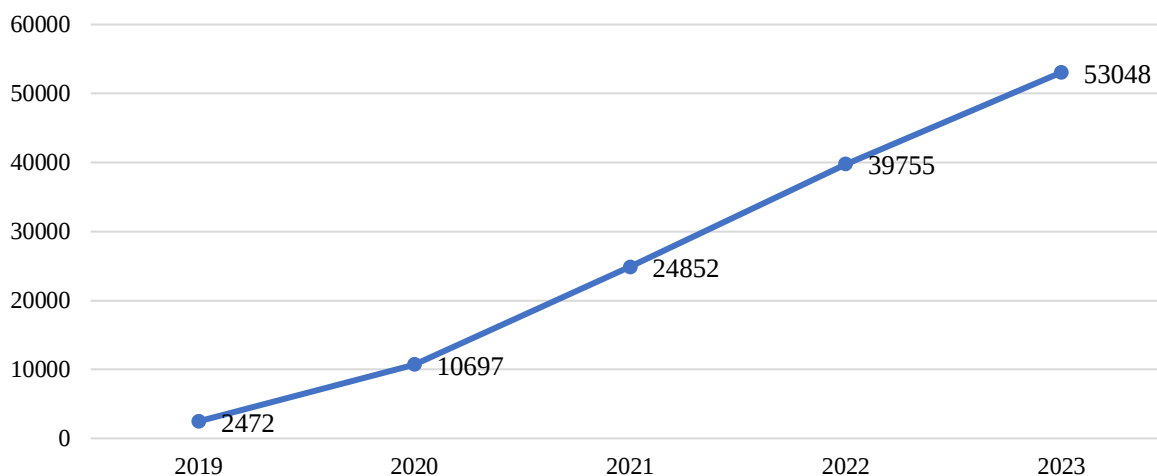


Рис. 3.4 Динаміка кількості цитувань наукових публікацій за видом «Бронетанкова техніка» у 2019-2023 рр., од.

Високі темпи росту публікаційної активності (інтервал $>200,0\%$) мають напрями досліджень щодо типів вузлів і агрегатів бронетанкової техніки: башта; гусенична стрічка; багатопаливний дизельний двигун; гусеничне шасі; протиударне сидіння тощо. Середні темпи росту публікаційної активності (інтервал $150,0\%-199,0\%$) мають напрями: аварійний люк у днищі; дизельний багатопаливний форсований двигун; система активного захисту. Невисокі / малі темпи росту публікаційної активності (інтервал $<150,0\%$) мають напрями: система керування вогнем; система фільтрації повітря; дизельний двигун; газотурбінний двигун (рис. 3.5).

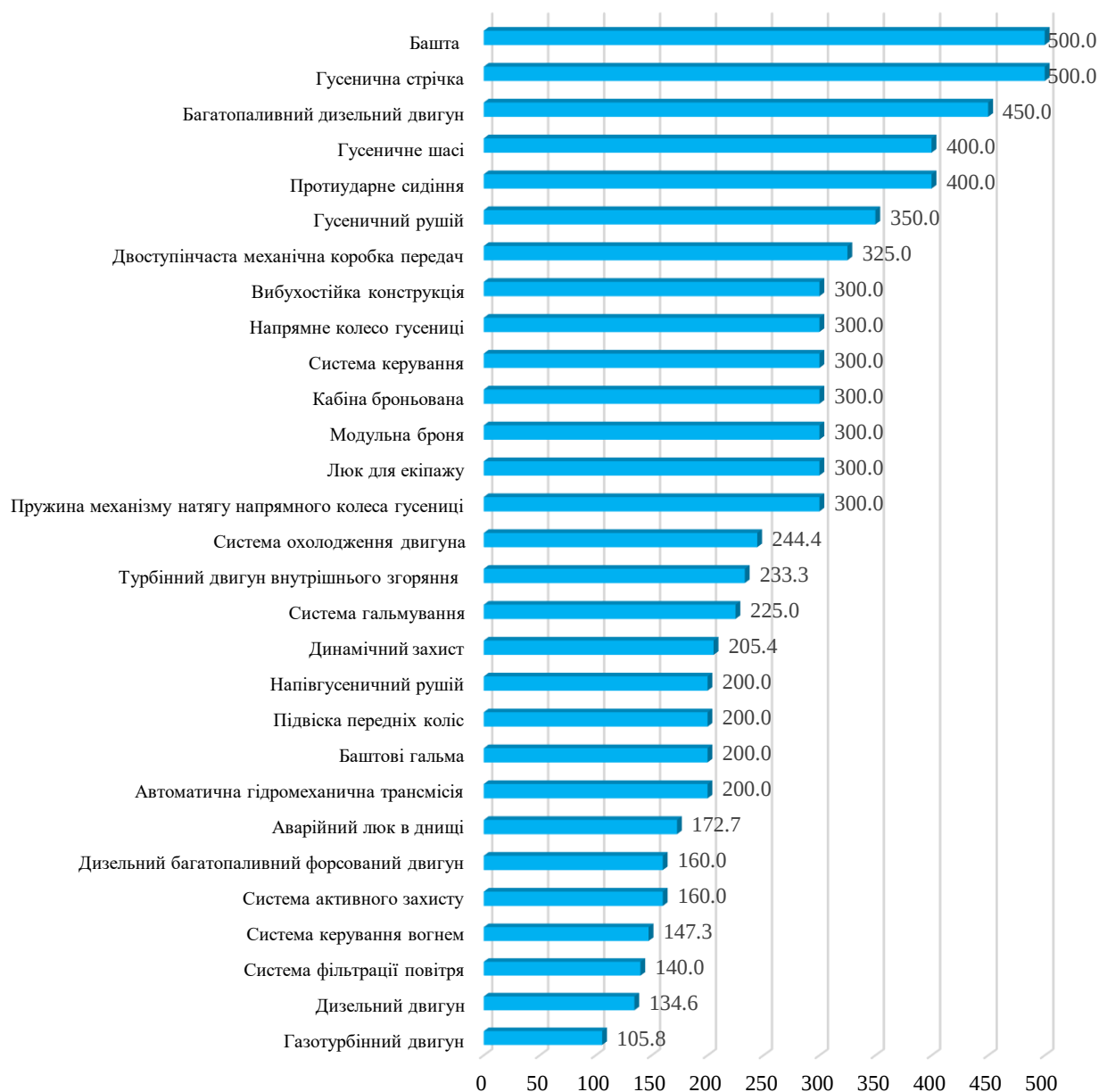


Рис. 3.5 Напрями досліджень за темпом публікаційної активності за типами вузлів і агрегатів за видом «Бронетанкова техніка» у 2019-2023 рр., %

Високі темпи росту цитування публікацій (інтервал >200,0%) мають усі напрями досліджень щодо наведених типів вузлів і агрегатів бронетанкової техніки на рис. 3.6.



Рис. 3.6 Напрями досліджень за темпом цитування публікацій за типами вузлів і агрегатів за видом «Бронетанкова техніка» у 2019-2023 рр., %

У табл. 3.1 наведені зведені індекси публікаційної активності та цитованості за типами вузлів і агрегатів за видом «Бронетанкова техніка»

Таблиця 3.1 – Зведені дані за типами вузлів і агрегатів за видом «Бронетанкова техніка»

Типи вузлів і агрегатів	Індекс публікаційної активності	Індекс цитованості
Башта	500,0% (++)	400,0% (+-)
Гусенична стрічка	500,0% (++)	900,0% (+)
Багатопаливний дизельний двигун	450,0% (++)	4200,0%(++)
Гусеничне шасі	400,0% (++)	800,0% (+)
Протиударне сидіння	400,0% (++)	400,0% (+-)
Гусеничний рушій	350,0% (++)	500,0% (+)
Двоступінчаста механічна коробка передач	325,0% (++)	309,4% (+-)
Вибухостійка конструкція	300,0% (++)	1400,0% (++)
Напряме колесо гусениці	300,0% (++)	300,0% (+-)
Система керування	300,0% (++)	240,0% (+-)
Кабіна броньована	300,0% (++)	214,3% (+-)
Модульна броня	300,0% (++)	200,0% (+-)
Люк для екіпажу	300,0% (++)	300,0% (+-)
Пружина механізму натягу напрямного колеса гусениці	300,0% (++)	500,0% (+)

Типи вузлів і агрегатів	Індекс публікаційної активності	Індекс цитованості
Система охолодження двигуна	244,4% (+)	1453,8% (++)
Турбінний двигун внутрішнього згорання	233,3% (+)	2500,0% (++)
Система гальмування	225,0% (+)	208,7% (+-)
Динамічний захист	205,4% (+)	330,0% (+-)
Напівгусеничний рушій	200,0% (+)	300,0% (+-)
Підвіска передніх коліс	200,0% (+)	240,0% (+-)
Баштові гальма	200,0% (+)	200,0% (+-)
Автоматична гідромеханічна трансмісія	200,0% (+)	300,0% (+-)
Аварійний люк в днищі	172,7% (+-)	3350,0% (++)
Дизельний багатопаливний форсований двигун	160,0% (+-)	2954,5% (++)
Система активного захисту	160,0% (+-)	230,0% (+-)
Система керування вогнем	147,3% (-)	3900,0% (++)
Система фільтрації повітря	140,0% (-)	5733,3% (++)
Дизельний двигун	134,6% (-)	1495,8% (++)
Газотурбінний двигун	105,8% (-)	2311,7% (++)

Шляхом порівняльного аналізу індексів публікаційної активності та цитованості масивів публікацій виокремлено перелік пріоритетних і перспективних напрямів наукових досліджень за типами вузлів та агрегатів за видом «Бронетанкова техніка» (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Перелік пріоритетних і перспективних напрямів наукових досліджень за типами вузлів і агрегатів за видом «Бронетанкова техніка»

Класифікація напрямів	Класифікація за індексом публікаційної активності	Класифікація за індексом цитованості
Пріоритетні (++)		
Багатопаливний дизельний двигун	++	++
Вибухостійка конструкція	++	++
Система охолодження двигуна	+	++
Турбінний двигун внутрішнього згорання	+	++
Гусенична стрічка	++	+
Гусеничне шасі	++	+
Гусеничний рушій	++	+
Пружина механізму натягу напрямного колеса гусениці	++	+
Перспективні (+)		
Аварійний люк у днищі	+ -	++
Дизельний багатопаливний форсований двигун	+ -	++
Башта	++	+ -
Протиударне сидіння	++	+ -
Двоступінчаста механічна коробка передач	++	+ -
Напрядне колесо гусениці	++	+ -
Система керування	++	+ -
Кабіна броньована	++	+ -
Модульна броня	++	+ -
Люк для екіпажу	++	+ -
Середньоперспективні (+-)		
Система активного захисту	+ -	+ -
Система гальмування	+	+ -
Динамічний захист	+	+ -

Класифікація напрямів	Класифікація за індексом публікаційної активності	Класифікація за індексом цитованості
Напівгусеничний рушій	+	+-
Підвіска передніх коліс	+	+-
Баштові гальма	+	+-
Автоматична гідромеханічна трансмісія	+	+-
Система керування вогнем	-	++
Система фільтрації повітря	-	++
Дизельний двигун	-	++
Газотурбінний двигун	-	++

Серед публікацій пріоритетними за цитуванням є такі тематичні напрями:

- зносостійке покриття зі сплаву NbMoTaWTi з високою ентропією, отримане лазерним наплавленням титанового сплаву TC4;
- дослідження властивостей покриття з ніобату калію натрію, отриманого методом високоефективного надзвукового плазмового напилення;
- дослідження механізму підвищення зносостійкості покриттів NiCrBSi-WC/Co шляхом ударної обробки низькоенергетичним лазером;
- прогнозування кутових збурень для пускової установки засобів протидії в системі активного захисту рухомої бронетехніки, що може значно покращити живучість машин на полі бою;
- оптимізація проектування захисних елементів бронетехніки під впливом вибуху для покращення їх надійності.

3.2 Результати патентного аналізу за видом «Бронетанкова техніка» на базі Derwent Innovation у світі

За видом «Бронетанкова техніка» в системі Derwent Innovation виявлено 23884 патентів за 2019-2023 роки. Динаміка патентної активності демонструє щорічне зростання за цей період на міжнародному рівні. Темп зростання патентів у 2023 р. порівняно з 2019 р. становив 183,2% (рис. 3.7).

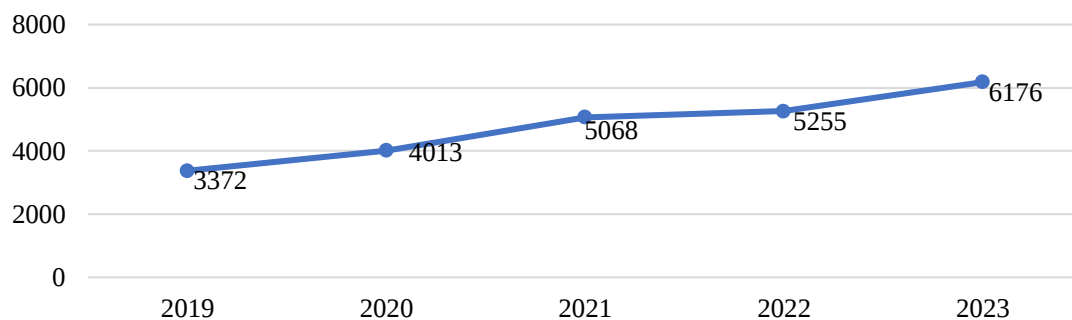


Рис. 3.7 Динаміка кількості патентів за видом «Бронетанкова техніка» у 2019-2023 рр., од.

Переважну кількість патентів мають Китай (57,2%), США (10,0%) і Російська Федерація (4,1%). Україна займає 12 позицію з кількістю патентів 218 од. або 0,9% (рис. 3.8).

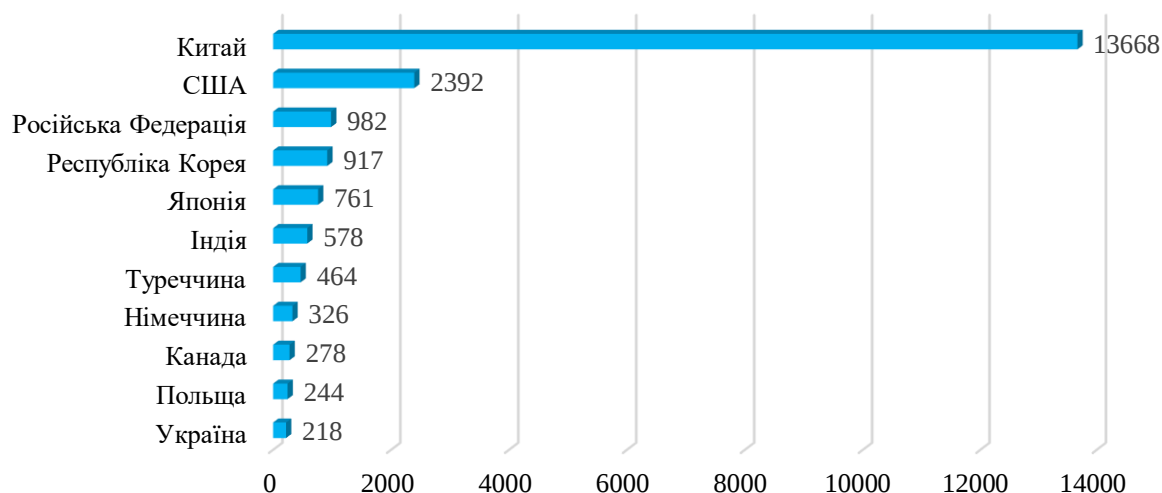


Рис. 3.8 Топ 10 країн – патентоволодільців та Україна за видом «Бронетанкова техніка», од.

За результатами проведеного аналізу встановлені провідні у світі компанії-патентоволодільці: CATERPILLAR INC (США); AXON ENTPR INC (США); BRIDGESTONE CORP (Японія); NEXTER SYSTEMS (Франція); HANWHA SYSTEMS CO LTD (Республіка Корея); SOUCY INT INC (Канада); LIG NEX1 CO LTD (Республіка Корея); CAMSO INC (Канада); RHEINMETALL WAFFE MUNITION GMBH (Німеччина); DEERE & CO (США) (рис. 3.9).

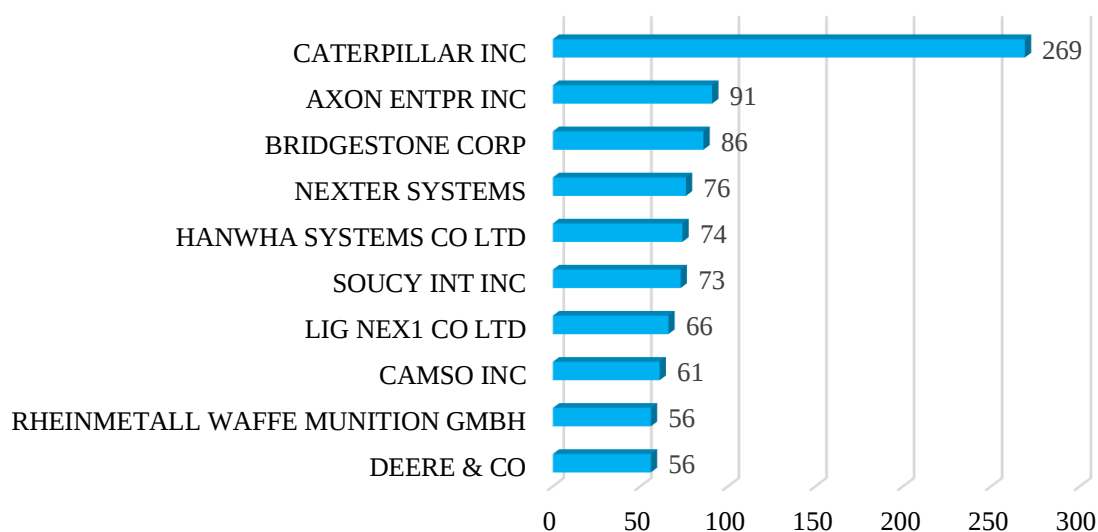


Рис. 3.9 Топ-10 компаній–патентоволодільців за кількістю патентів за видом «Бронетанкова техніка», од.

Патентний аналіз ключових слів за видом «Бронетанкова техніка» виявив технологічні напрями з найвищими, високими та середніми темпами патентування:

– найвищі темпи (інтервал $\geq 200,0\%$): гусенична стрічка; напрямне колесо гусениці; модульна броня; аварійний люк у днищі; система керування; гусеничний рушій; багатопаливний дизельний двигун; система керування вогнем; динамічний захист; система активного захисту; протиударне сидіння; двоступінчаста механічна коробка передач; баштові гальма; кабіна броньована;

– високі темпи (інтервал 150,0-199,0%): гусеничне шасі; вибухостійка конструкція; система фільтрації повітря; автоматична гідромеханічна трансмісія; газотурбінний двигун; дизельний багатопаливний форсований двигун; люк для екіпажу; пружина механізму натягу напрямного колеса гусениці; башта;

– середні темпи (інтервал 100,0-199,0%): напівгусеничний рушій; дизельний двигун; система гальмування; підвіска передніх коліс; турбінний двигун внутрішнього згоряння; система охолодження двигуна (рис. 3.10).

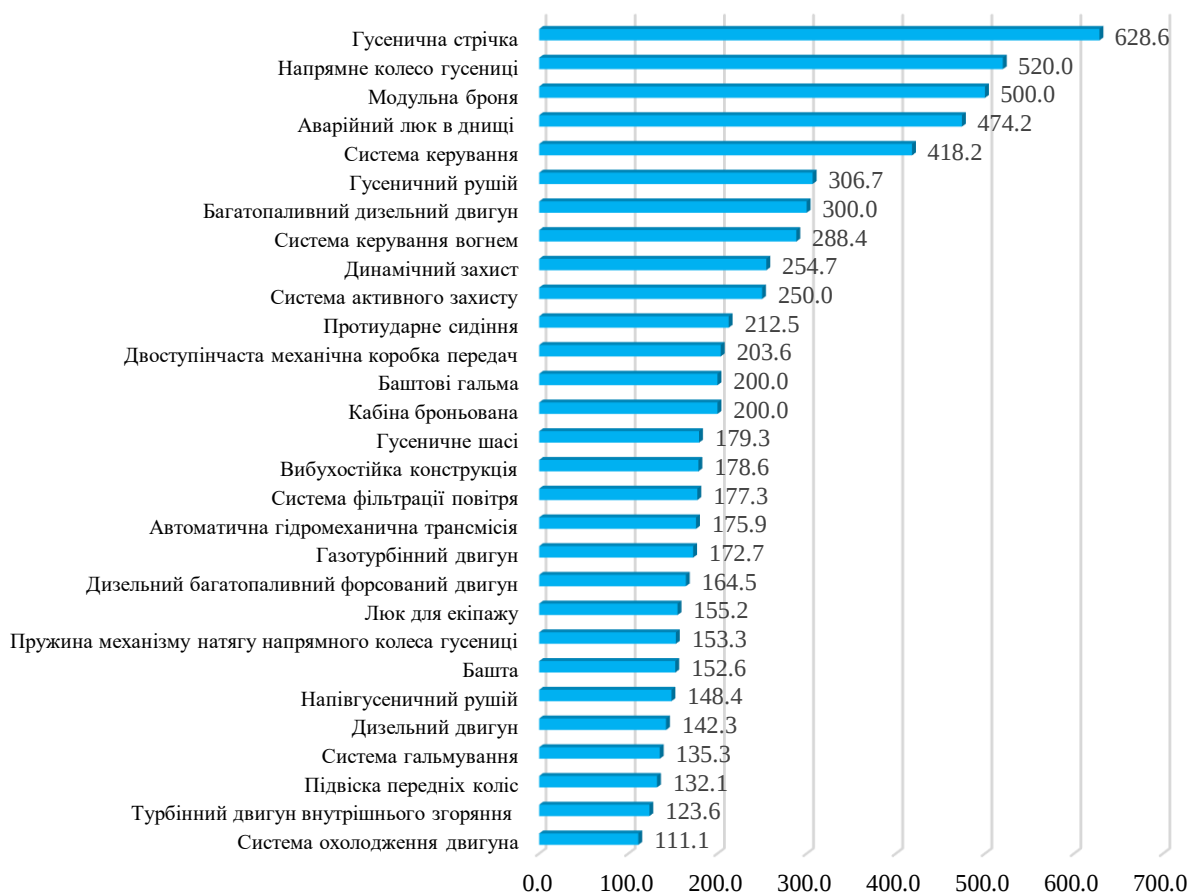
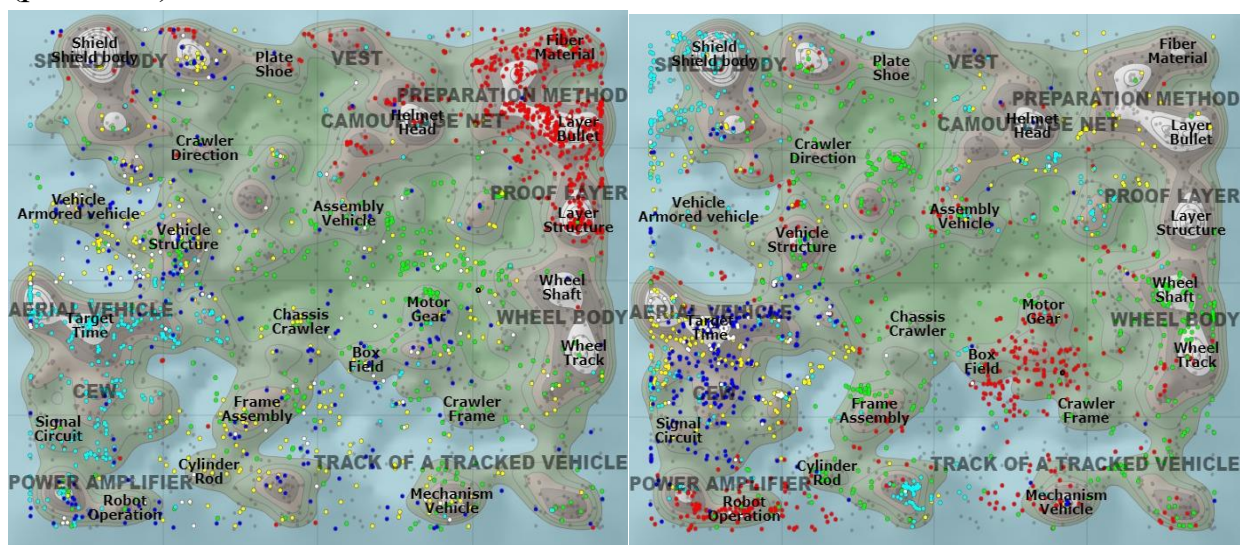


Рис. 3.10 Технологічні напрями за типами вузлів і агрегатів за видом «Бронетанкова техніка» за темпом зростання патентів у 2019-2023 рр., %

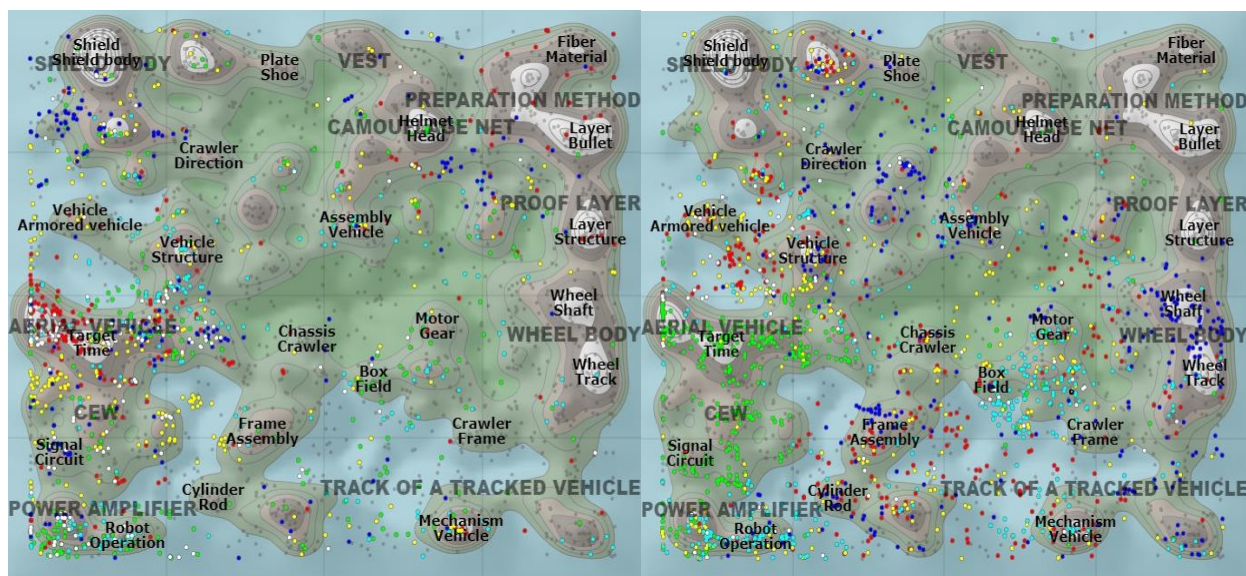
На ландшафтній карті відзначено положення типів вузлів і агрегатів бронетанкової техніки з найвищими і високими темпами патентування (рис. 3.11).



Примітка:

- Гусенична стрічка
- Напрямне колесо гусениці
- Модульна броня
- Аварійний люк у днищі
- Система керування

- Гусеничний рушій
- Багатопаливний дизельний двигун
- Система керування вогнем
- Динамічний захист
- Система активного захисту



- Протиударне сидіння
- Двоступінчаста механічна коробка передач
- Кабіна броньована
- Баштові гальма
- Гусеничне шасі

- Автоматична гідромеханічна трансмісія
- Вибухостійка конструкція
- Система фільтрації повітря
- Газотурбінний двигун
- Дизельний багатопаливний форсований двигун

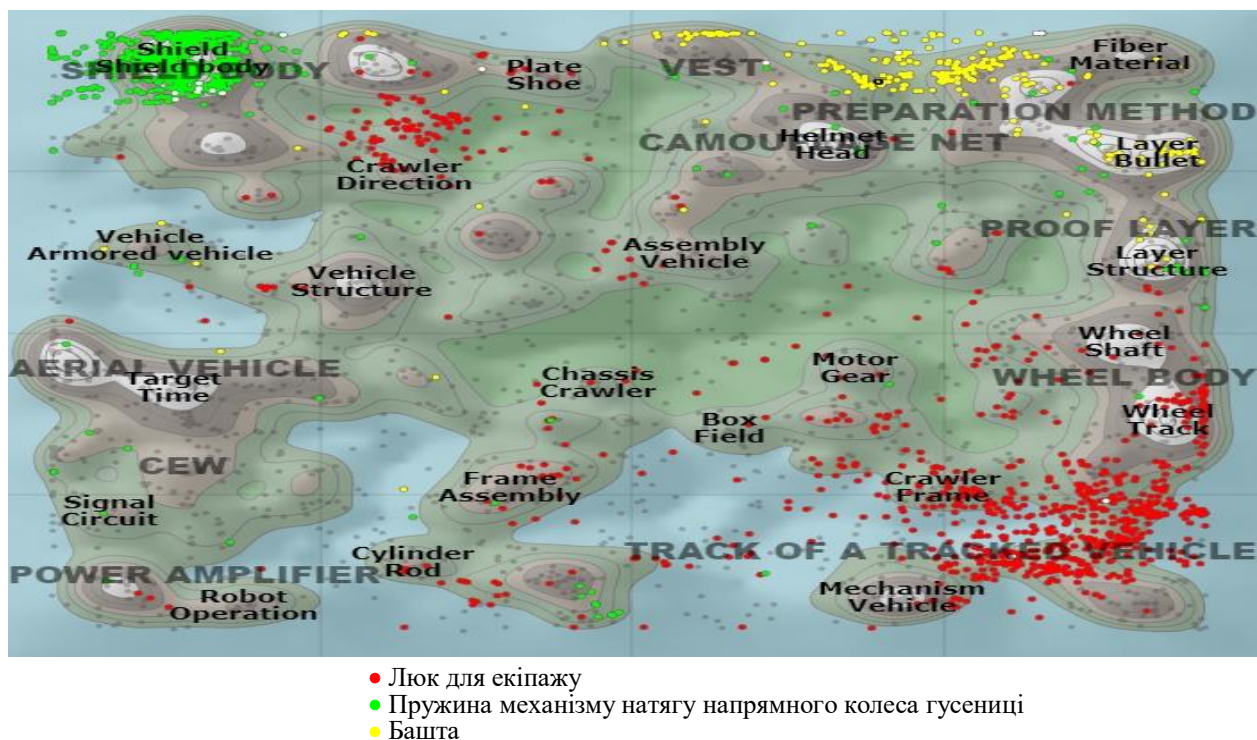


Рис. 3.11 Ландшафтна карта вузлів і агрегатів бронетанкової техніки з найвищими і високими темпами патентування

Усі зведені дані за видом «Бронетанкова техніка» наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Ідентифікація напрямів технологічних досліджень за типами вузлів і агрегатів виду «Бронетанкова техніка» за патентним аналізом

Ідентифікація напрямів	Інтервал індексу патентної активності	Положення на ландшафтній карті	Кількість провідних патентоволодільців, які мають відповідні патенти
Гусенична стрічка (++)	628,6%	$\geq 75\%$	9
Напрямне колесо гусениці (++)	520,0%	$\geq 75\%$	8
Модульна броня (++)	500,0%	$\geq 75\%$	8
Аварійний люк в днищі (++)	474,2%	$\geq 75\%$	8
Система керування (++)	418,2%	$\geq 75\%$	8
Гусеничний рушій (++)	306,7%	$\geq 75\%$	7
Багатопаливний дизельний двигун (++)	300,0%	$\geq 75\%$	9
Система керування вогнем (++)	288,4%	$\geq 75\%$	9
Динамічний захист (++)	254,7%	$\geq 75\%$	8
Система активного захисту (++)	250,0%	$\geq 75\%$	9
Протиударне сидіння (++)	212,5%	$\geq 75\%$	9
Двоступінчаста механічна коробка передач (++)	203,6%	$\geq 75\%$	8
Кабіна броньована (++)	200,0%	$\geq 75\%$	8
Баштові гальма (++)	200,0%	$\geq 75\%$	8
Гусеничне пасі (+)	179,3%	$\geq 75\%$	9
Автоматична гідромеханічна трансмісія (+)	175,9%	$\geq 75\%$	8
Вибухостійка конструкція (+)	178,6%	$\geq 75\%$	8
Система фільтрації повітря (+)	177,3%	$\geq 75\%$	8
Газотурбінний двигун (+)	172,7%	$\geq 75\%$	7

Ідентифікація напрямів	Інтервал індексу патентної активності	Положення на ландшафтній карті	Кількість провідних патентоволодільців, які мають відповідні патенти
Дизельний багатопаливний форсований двигун (+)	164,5%	≥75%	8
Люк для екіпажу (+)	155,2%	≥75%	7
Пружина механізму натягу напрямного колеса гусениці (+)	153,3%	≥75%	7
Башта (+)	152,6%	≥75%	7
Напівгусеничний рушій (+-)	148,4%	≥25%	7
Дизельний двигун (+-)	142,3%	≥25%	8
Система гальмування (+-)	135,3%	≥25%	7
Підвіска передніх коліс (+-)	132,1%	≥25%	7
Турбінний двигун внутрішнього згоряння (+-)	123,6%	≥25%	6
Система охолодження двигуна (+-)	111,1%	≥25%	6

Результати порівняння наукометричного та патентного аналізів за видом «Бронетанкова техніка» наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Ідентифікація пріоритетних і перспективних науково-технологічних напрямів досліджень за типами вузлів і агрегатів за видом «Бронетанкова техніка»

Узагальнена ідентифікація	Ідентифікація за Web of Science	Ідентифікація за Derwent Innovation
Пріоритетні (++)		
Багатопаливний дизельний двигун	++	++
Гусенична стрічка	++	++
Гусеничний рушій	++	++
Аварійний люк в днищі	+	++
Протиударне сидіння	+	++
Двоступінчаста механічна коробка передач	+	++
Напрямне колесо гусениці	+	++
Система керування	+	++
Кабіна броньована	+	++
Модульна броня	+	++
Вибухостійка конструкція	++	+
Гусеничне шасі	++	+
Пружина механізму натягу напрямного колеса гусениці	++	+
Перспективні (+)		
Дизельний багатопаливний форсований двигун	+	+
Башта	+	+
Люк для екіпажу	+	+
Система охолодження двигуна	++	+-
Турбінний двигун внутрішнього згоряння	++	+-
Система активного захисту	+-	++
Динамічний захист	+-	++
Баштові гальма	+-	++
Система керування вогнем	+-	++
Середньоперспективні (+-)		
Система гальмування	+-	+-
Напівгусеничний рушій	+-	+-

Узагальнена ідентифікація	Ідентифікація за Web of Science	Ідентифікація за Derwent Innovation
Підвіска передніх коліс	+-	+-
Дизельний двигун	+-	+-
Автоматична гідromеханічна трансмісія	+-	+
Система фільтрації повітря	+-	+
Газотурбінний двигун	+-	+

За результатами порівняння наукометричного та патентного аналізів за видом «Бронетанкова техніка» визначені *пріоритетні* (багатопаливний дизельний двигун, гусенична стрічка, гусеничний рушій, аварійний люк в днищі, протиударне сидіння, двоступінчаста механічна коробка передач, напрямне колесо гусениці, система керування, кабіна броньована, модульна броня, вибухостійка конструкція, гусеничне шасі, пружина механізму натягу напрямного колеса гусениці) та *перспективні* науково-технологічні напрями (дизельний багатопаливний форсований двигун, башта, люк для екіпажу, система охолодження двигуна, турбінний двигун внутрішнього згорання, система активного захисту, динамічний захист, баштові гальма, система керування вогнем).

На основі INSIGHTS (інструмента платформи Derwent Innovation) за видом «Бронетанкова техніка» проаналізовано патентне середовище щодо технологій міцності та зносостійкості деталей всіх типів броньованої військової техніки за 2019-2023 рр. Згідно з результатами аналізу 55,6% патентів відносяться до трьох технологічних сімейств (груп):

- «Компонування силових установок, трансмісій або пристроїв керування ними; допоміжні приводи» (темп цитування – 301,4%);
- «Шаруваті вироби» (темп цитування – 208,7%);
- «Броня; броньові башти; броньовані або бойові транспортні засоби; засоби наступу або оборони» (темп цитування – 139,8%);

На основі дослідження патентного середовища за 2019-2023 рр. за видом «Бронетанкова техніка» був сформований перелік напрямів з найвищими показниками індексу патентування за кожним сімейством (групою) окремо.

1. *Компонування силових установок, трансмісій або пристроїв керування ними; допоміжні приводи:* допоміжні приводи; вимірювальні прилади розташовані у транспортних засобах або на них; компонування або монтування силових установок з двигунами внутрішнього згорання, декількох різних первинних силових установок для створення узгодженого тягового зусилля, електричних силових установок, трансмісій на транспортних засобах.

2. *Шаруваті вироби*: шаруваті вироби неплоскої форми; шаруваті вироби, що характеризуються неоднорідністю; шаруваті вироби, що містять скло, синтетичні смоли, певні речовини і метал; способи або пристрої для ламінування.

3. *Броня; броньові бапти; засоби наступу або оборони*: засоби для розпилювання полум'я, газів або диму; засоби ведення хімічної війни; камуфляж, тобто засоби або способи укриття або маскування; засоби індивідуального захисту; оборонні пристрої; броня; броньові плити; щити.

Також на основі дослідження патентного середовища за 2019-2023 рр. за видом «Бронетанкова техніка» сформовано перелік патентів щодо технологій міцності та зносостійкості з найбільшою кількістю цитувань, які є найбільш важливими та актуальними:

1. *Компонування силових установок, трансмісій або пристроїв керування ними; допоміжні приводи*:

- автоматична система колективного захисту екіпажу і обладнання танка від зброї масового ураження;

- система активного захисту танка з розташованою на танку системи відстрілу спеціальних снарядів, поєднаною з радіолокаційною системою локальної дії;

- система підвіски для реактивного або нереактивного бронювання, інтегрована в обшивку корпусу танка;

- рушійна система для гусеничної машини, де автономний контролер може незалежно керувати швидкістю та напрямком руху;

- механізми натягу з підтримуючими роликами для регулювання попереднього натягу гусениці, які витримують велике навантаження попереднього та робочого натягу гусениць, сприймають сильні удари при зіткненні з перешкодами;

2. *Шаруваті вироби*:

- броньована машина або бойовий танк, що має секції водозміщення та штабелювання, розташовані над задньою панеллю, де сектори люка та задньої панелі забезпечені захистом, тобто металевою броньовою плитою, покритою антибліковим покриттям;

- титановий сплав для броні та спосіб його отримання;

- броня, яка виготовлена з високоміцних спечених керамічних матеріалів;

- багатошарова броня із включенням збідненого урану;

- корпус і башта танка, які виготовлені з високоміцної протиснарядної броньової сталі з оптимальним поєднанням міцності, твердості і в'язкості.

3. Броня; броньові башти; засоби наступу або оборони:

- міностійке днище броньованої техніки, що містить першу демпферну пластину, що має шарувату структуру типу сендвіч, та демпферні елементи;

- додаткова броня, що використовується для підвищення рівня балістичного захисту броньованих машин, має електричні крокові двигуни, які обертають додаткові броньові панелі у напрямку відкриття броні та піднімають додаткові броньові панелі до додаткового кута бронювання;

- броньована машина з баштою та шасі із заднім розташуванням моторного відсіку, оснащена додатковим захистом від ударної зброї;

- механічний гідравлічний композитний трансмісійний пристрій для танка;

- модернізована конструкція башти, яка оснащена вдосконаленою системою радіоелектронної протидії з інтегрованою бойовою інформаційно-керуючою системою;

- башта танка, захищена композитною бронею.

ВИСНОВКИ

1. Проведений наукометричний аналіз публікацій на основі даних міжнародної бази наукових публікацій Web of Science та патентний аналіз на основі даних бази Derwent Innovation, які не містять інформацію, що віднесена до державної таємниці, дозволив визначити пріоритетні (найбільш перспективні) та перспективні світові наукові та технологічні напрями за напрямом критичних технологій «Технології підвищення міцності та зносостійкості вузлів і агрегатів автомобільної та бронетанкової техніки».

Синтез наукометричного та патентного методів аналізу дав можливість визначити світові пріоритетні та перспективні науково-технологічні напрями досліджень щодо типів вузлів і агрегатів автомобільної та бронетанкової техніки та щодо технологій міцності та зносостійкості у досліджуваній сфері.

2. За результатами дослідження визначено такі світові науково-технологічні пріоритетні напрями *щодо типів вузлів і агрегатів*:

1) *«Автомобільна техніка»*:

- пріоритетні (найбільш перспективні):
 - роторний двигун Ванкеля;
 - водневий двигун;
 - амортизатор підвіски;
 - керований компресор двигуна;
 - електрична система двигуна;
 - кермове управління автомобіля;
 - роторно-поршневий двигун;
 - поршневий двигун з зворотно-поступальною подачею;
 - гальма автомобіля;
 - карданний вал;
 - шасі;
 - двигун бензиновий роторний;
- перспективні:
 - система впорскування палива;
 - стартер для двигуна;
 - система контролю тиску в шинах;
 - карбюратор;
 - система живлення двигуна;
 - система терморегулювання двигуна;

- система охолодження двигуна;
- двигун з іскровим запалюванням;
- турбокомпресор двигуна;
- радіатор автомобіля;
- трансмісія;
- паливний фільтр;
- кузов автомобіля;
- система змащення двигуна.

2) «Бронетанкова техніка»

- пріоритетні:
 - багатопаливний дизельний двигун;
 - гусенична стрічка;
 - гусеничний рушій;
 - аварійний люк в днищі;
 - протиударне сидіння;
 - двоступінчаста механічна коробка передач;
 - напрямне колесо гусениці;
 - система керування;
 - кабіна броньована;
 - модульна броня;
 - вибухостійка конструкція;
 - гусеничне шасі;
 - пружина механізму натягу прямого колеса гусениці;
- перспективні:
 - дизельний багатопаливний форсований двигун;
 - башта;
 - люк для екіпажу;
 - система охолодження двигуна;
 - турбінний двигун внутрішнього згорання;
 - система активного захисту;
 - динамічний захист;
 - баштові гальма;
 - система керування вогнем.

3. Проведений патентний аналіз за період 2019-2023 рр. дав можливість визначити *пріоритетні* та *перспективні* технологічні напрями щодо технологій міцності та зносостійкості вузлів і агрегатів усіх типів:

Автомобільна техніка

1) Елементи або деталі транспортних засобів:

- засоби для фіксації тіла пасажирів всередині транспортного засобу;
- пристрої для розміщування або закріплювання предметів усередині транспортного засобу;
- допоміжні елементи зовні транспортного засобу, призначені для розміщування вантажу;
- компонування сходинок, підніжок;
- захисні елементи коліс;
- захисні елементи радіаторів;
- пристрої для усунення перешкод;
- засоби для пом'якшування удару при зіткненні транспортного засобу з перешкодою.

2) Функціональні або конструктивні характеристики; рама шасі, верхня частина каркасу та кузов; керування:

- кузови транспортних засобів, які підвищують стійкість транспортного засобу під час руху, без регульованої підвіски;
- з'єднання між елементами верхньої конструкції;
- верхні конструкції, які характеризуються матеріалом;
- рульовий привід;
- компонування поворотних цапф;
- конструювання, вироблення, складання, полегшення розбирання або змінювання конструкції транспортного засобу;

3) Транспортування, переміщування або розміщування спеціальних вантажів або об'єктів:

- закріплювання або покривання вантажів на транспортних засобах;
- перевезення вантажів з конструкцією, що полегшує завантажування або розвантажування транспортного засобу.

Бронетанкова техніка

1) Компонування силових установок, трансмісій або пристроїв керування ними; допоміжні приводи:

- допоміжні приводи;
- вимірювальні прилади розташовані у транспортних засобах або на них;
- компонування або монтування силових установок:
 - а) з двигунами внутрішнього згорання;
 - б) декількох різних первинних силових установок для створення узгодженого тягового зусилля;
 - в) електричних силових установок;

г) трансмісій на транспортних засобах.

2) Шаруваті вироби:

- шаруваті вироби неплоскої форми;
- шаруваті вироби, що характеризуються їх властивостями, загальною формою, зв'язком між шарами (листами) та неоднорідністю;
- шаруваті вироби, що містять в основному листове скло, волокна із скла, шлаку, синтетичні смоли, певні речовини, метал;
- способи або пристрої для ламінування.

3) Броня; броньові бапти; броньовані або бойові транспортні засоби; засоби наступу або оборони:

- засоби для розпилювання полум'я, газів або диму; засоби ведення хімічної війни;
- камуфляж, тобто засоби або способи укриття або маскування;
- засоби індивідуального захисту;
- оборонні пристрої; броня; броньові плити; щити.