

УДК 656.13+621.43+681.518



І. К. Шаша

ТЕХНІЧНІ НАПРЯМИ ПІДТРИМАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ АВТОБРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Специфікою визначення технічних напрямів підтримання працездатності автобронетанкової техніки Національної гвардії України є те, що вона використовується в різних, інколи дуже складних умовах. Тому потрібна адаптивна система її технічного обслуговування і ремонту. Тільки при індивідуальному обстеженні (контролі, діагностуванні) кожного агрегата можна визначити дійсний стан техніки і врахувати різноманіття умов її роботи, кваліфікацію водія, а також безліч інших чинників, які суттєво впливають на зміну технічного стану техніки.

Найбільш доцільною для автобронетанкової техніки НГУ є зважена комбінація всіх рівнів регламентації систем організації технічного обслуговування і ремонту.

К л ю ч о в і с л о в а: працездатність, надійність, система, показник, ефективність, прогнозування, стратегія, тактика, концепція, швидкість.

Постановка проблеми. Основу парку Національної гвардії України складає автобронетанкова техніка (АБТ), що використовується у службово-бойовій діяльності, зокрема для перевезення особового складу, озброєння, боєприпасів, спеціальних засобів до місць виконання службово-бойових завдань (СБЗ).

Зрозуміло, що, разом з іншими факторами, підтримання працездатності АБТ у сучасних умовах вагомо впливає на результативність виконання СБЗ. Своєчасність доставки особового складу та необхідного вантажу може бути критичним параметром для успішності виконання завдань в умовах надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, масових заворушень, участі у спеціальних операціях із пошуку та знешкодження озброєних злочинців, ліквідації незаконних збройних формувань або при виконанні завдань територіальної оборони.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що питання підтримання працездатності АБТ, яке безпосередньо впливає на збільшення ресурсу, має особливе значення у бойових умовах [1]. Оцінюючи у сукупності показники якості виконання завдань, ми фактично оцінюємо ефективність використання техніки завдяки підтриманню її працездатності на необхідному рівні. Безперечно, що обов'язком будь-якого командира є врахування технічного стану АБТ при прийнятті рішень на залучення підпорядкованих частин та підрозділів до виконання СБЗ.

Оцінювання ефективності використання АБТ пов'язане із необхідністю прогнозування експлуатаційних показників, що безпосередньо залежать від застосування сучасних технічних напрямів підтримання необхідного рівня працездатності [2].

Метою статті є визначення шляхів підтримання працездатності АБТ на необхідному рівні при службово-бойовому застосуванні.

Виклад основного матеріалу. Комплексною характеристикою будь-якої технічної системи є її ефективність як міра доцільності варіантів рішень, пристосованих до умов експлуатації [3, 4]. Ефективність функціонування системи – властивість виконувати покладені на неї функції із заданим рівнем якості протягом встановленого для неї періоду експлуатації. Ефективність функціонування системи визначається сукупністю її властивостей, закладених при проектуванні і виготовленні, та підтримуваних у процесі експлуатації [5].

У даній статті критерієм ефективності є підтримання працездатності АБТ на необхідному рівні при службово-бойовому застосуванні у різноманітних дорожніх, транспортних та атмосферно-кліматичних умовах експлуатації.

Розглянемо технічні напрями підтримання працездатності АБТ.

Стратегія – це технічний напрям, тобто тривала ідейна орієнтація області щодо планування, організації та управління технічними діями, яка в певних умовах роботи і при заданому (розрахунковому) рівні експлуатаційної надійності АБТ забезпечує мінімум трудових і матеріальних витрат з їхнього підтримання в технічно справному стані.

Для забезпечення працездатності автомобіля рекомендується застосовувати три стратегії, характеристики яких наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Стратегії забезпечення працездатності автомобіля

№	Характеристики стратегій	Вид робіт
I	Підтримує заданий рівень працездатності	Технічне обслуговування
II	Відновлення втраченої працездатності	Ремонт
III	Комбінація I та II стратегій	Технічне обслуговування і ремонт

Можна виділити два види стратегій забезпечення надійності виробів, тобто два ідейні напрями науково-практичної реалізації концепції технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) – концепції управління надійністю автомобілів:

- стратегія планово-попереджувальна;
- стратегія очікування ремонту.

Абсолютний пріоритет сьогодні має планово-попереджувальна стратегія, яка дозволяє активно управляти надійністю більшості виробів.

У стратегії очікування ремонту періодичність профілактичних впливів t_n , тобто впливів ТО, дорівнює періодичності відмов t_o виробів, тобто $t_n = t_o$. Тому рівень безвідмовної роботи таких виробів для експоненційного закону їх надійності становить лише 37 %:

$$P(t) = e^{-\lambda t} = e^{-t/t_o} = e^{-1} = 0,37 \quad (1)$$

де t – період часу, який цікавить дослідника ($t = t_n = t_o$);

λ – небезпека відмов виробів (характеристика надійності виробів):

$$\lambda = 1 / t_o \quad (2)$$

де t_o – напрацювання виробу до відмови, тобто періодичність статистичної відмови виробу в процесі експлуатації, обумовлена його надійністю.

У планово-попереджувальній стратегії періодичність t_n профілактичних впливів є параметром керованим. Тут фахівці з ТЕА примусово забезпечують $t_n < t_o$. У результаті при співвідношенні, наприклад, $t/t_o = t_n/t_o = 0,75 \dots 0,5$ рівень безвідмовної роботи таких виробів підвищується і може набувати значення від 0,47 до 0,61. Тому планово-попереджувальна стратегія технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) виробів є більш пріоритетною. У сучасній ТЕА вона становить наукову основу концепції управління надійністю і на практиці має кілька тактик реалізації.

Тактика – це ідеологічна платформа безпосереднього забезпечення надійності виробів. У ТЕА тактика – це система ТО і Р автомобілів. Її мета – розроблення конкретних ефективних форм і методів розвитку і управління, спрямованих на вирішення основних завдань, сформульованих у технічному напрямі (концепції) розвитку ТЕА.

Наразі існує три основних види систем ТО і Р (тактики) техніки (рис. 1):

- за напрацюванням;
- за станом;
- змішані.

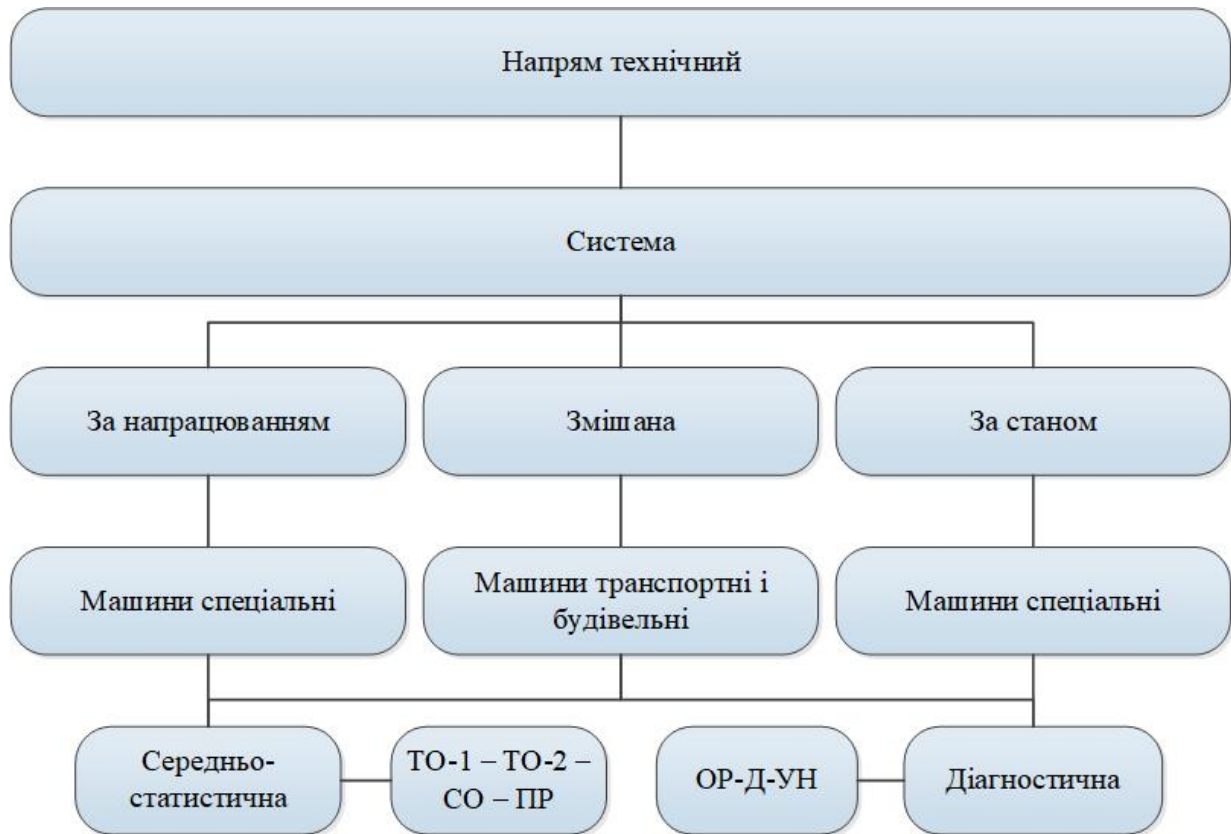


Рисунок 1 – Схема організації ТО і Р

Суть системи за напрацюванням полягає в тому, що технічний вплив виконується для виробу (автомобіля) після певного пробігу (часу), незалежно від його технічного стану. В результаті значна частина ресурсу не використовується, тому така модель системи ТО і Р має значну вартість і на практиці може застосовуватися тільки для спеціальних автомобілів. Наприклад, ця система використовується для тих вузлів і деталей автомобіля, від яких залежить безпека його руху.

Суть системи за станом полягає в тому, що технічні впливи застосовуються для виробів лише при досягненні ними контрольованих параметрів свого критичного рівня, тобто гранично допустимого стану. На практиці для реалізації такої системи ТО і Р необхідні спеціальне контрольно-діагностичне обладнання і вміння фахівців вимірювати безперервно або періодично контрольовані (діагностичні) параметри виробу. Сьогодні такі системи внаслідок застосування методів неруйнівного контролю успішно впроваджуються багатьма зарубіжними фірмами. Вони отримали назву "Condition Monitoring", а в сучасній термінології ТЕА – це "індивідуальні" або "адаптивні" системи ТО і Р.

Змішана система об'єднує елементи двох систем (за напрацюванням та за станом). Це найбільш поширена в сучасному світі техніки система ТО і Р, яка застосовується, наприклад, для транспортних, сільськогосподарських, будівельних і багатьох інших машин. Дана система ТО і Р залежно від методу встановлення періодичності та обсягу технічних впливів поділяється на середньостатистичну і діагностичну.

У деяких випадках великі транспортні компанії на підставі наявного досвіду і специфіки експлуатації застосовують свої тактики ТО і Р, зберігаючи загальні принципи планово-попереджувальної системи і використовуючи базові нормативи.

У НГУ найбільш поширена середньостатистична система. Це традиційна система ТО і Р, основою якої є математичний апарат теорії ймовірностей та математична статистика. Вони дозволяють встановити для автомобілів середньостатистичні норми пробігу і трудомісткості їх технічних впливів, які потім за допомогою застосування коефіцієнтів коригування використовуються для конкретного виду АБТ.

Специфікою експлуатації АБТ НГУ є те, що вона використовується в різних, інколи дуже складних умовах. Тому потрібен індивідуальний підхід, тобто адаптивна система ТО і Р. Тільки при індивідуальному обстеженні (контролі, діагностуванні) кожного агрегату можна визначити дійсний стан техніки і врахувати різноманіття умов його роботи, кваліфікацію водія, а також безліч інших чинників, які суттєво впливають на зміну технічного стану АБТ. Тому найбільш доцільним є використання системи ТО і Р за станом, наприклад, системи ОР-Д-УН.

Система ОР-Д-УН є вітчизняною діагностичною системою ТО і Р. Вона була розроблена для транспортних машин у галузевій діагностичній науково-дослідній лабораторії Харківського національного автомобільно-дорожнього університету [3, 6].

Система ОР-Д-УН означає:

- ОР (обов'язкові роботи), тобто наявність в системі планових профілактичних впливів, які є обов'язковими для забезпечення працездатності та, перш за все, безпеки транспортних засобів;
- Д (діагностика), тобто основа діагностичної системи;
- УН (усунення несправностей), тобто наявність в системі впливів, спрямованих на усунення відмов і несправностей транспортних засобів.

Особливість системи ОР-Д-УН і її основна наукова ідея, яка реалізовує планово-попереджувальну концепцію управління працездатністю виробів, полягає в енергетичному підході до оцінювання ресурсу таких виробів.

Ресурс транспортної машини визначається її фізичними можливостями в певних експлуатаційних умовах поглинати, перетворювати або передавати деякий сумарний обсяг енергії. Цю енергію машина отримує із зовнішнього середовища у вигляді певної кількості пального. Тому, наприклад, її пробіг ($L_{кр}$) до капітального ремонту (КР) – це лише одне з можливих відображень ресурсу. В цілому ресурс обумовлений проєктувальниками, конструкторами, технологами і безпосередніми виробниками транспортної машини. На практиці він є лише наслідком “фізичних” можливостей машини з ефективною витратою заданої кількості пального ($Q_{кр}$), енергія якого використовується транспортною машиною для своєї роботи.

З цієї причини розрахунок періодичності профілактичних впливів у системі ОР-Д-УН ведеться за витратами пального, що визначає основну принципову відмінність такої системи від традиційної середньостатистичної системи ТО і Р.

Згідно з теоретичними основами системи ОР-Д-УН, сумарна витрата пального ($Q_{кр}$) за пробіг до КР ($L_{кр}$) або витрата Q_{Ln} за будь-який плановий пробіг (L_n) до профілактичного впливу, наприклад, при роботі вантажного автомобіля, становить:

$$Q_{кр} = L_{кр} \cdot (H_o + H_d \cdot q \cdot y \cdot b) \cdot k_y / 100, \text{ л} \quad (3)$$

$$Q_{Ln} = L_n \cdot (H_o + H_d \cdot q \cdot y \cdot b) \cdot k_y / 100, \text{ л} \quad (4)$$

де $L_{кр}$ – пробіг автомобіля до КР, км;

L_n – пробіг автомобіля до впливу планового, км;

H_o – норма витрати пального автомобілем основна, л / 100 км;

H_d – норма витрати пального автомобілем додаткова, л / 100 км;

q – вантажопідйомність автомобіля номінальна, т;

y – коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля;

b – коефіцієнт використання пробігу автомобіля;

k_y – коефіцієнт коригування, який враховує умови експлуатації автомобіля.

Для більш складних умов експлуатації сумарна витрата пального, будучи фіксованою величиною для кожного конкретного автомобіля, має менший ресурс свого використання, тобто менший пробіг реалізації пального, тому система ОР-Д-УН передбачає коефіцієнти коригування пробігу до КР k_y . Більш складні умови ведуть до зростання витрати пального на кожен кілометр пробігу автомобіля, тобто до зростання питомого значення, яке є нормою витрати пального на 100 км пробігу. Шоста та сьома групи умов експлуатації (табл. 2) враховують специфіку експлуатації АБТ НГУ як у повсякденній діяльності, так і за умов виконання всього розмаїття службово-бойових завдань.

Таблиця 2 – Питомі витрати пального, пробіги до КР і коефіцієнти їх коригування для різних умов експлуатації (на прикладі вантажного автомобіля 5 класу)

Група умов експлуатації	Витрати пального л/100 км ($\beta=0,5; \gamma=0,75$)	Пробіг до КР, тис. км	Відносні коефіцієнти	
			за розрахунками	за “Положенням-84”
1	28,2	349,8	1,0	1,0
2	31,1	317,2	0,9	0,9
3	36,6	269,5	0,77	0,8–0,7
4	41,8	236	0,67	0,7–0,6
5	47,6	207,2	0,59	0,6–0,5
6	58,0	171,4	0,43	0,5–0,4
7	82,0	132,8	0,32	0,4–0,3

Згідно з теоретичними основами системи ОР-Д-УН, непрямим відображенням середнього навантаження машини в тих чи інших умовах експлуатації є її середня технічна швидкість V_a . Використання показника швидкості V_a як основного і єдиного критерію оцінки середніх навантажень на транспортну машину, а відповідно і критерію оцінки всього спектра можливих умов експлуатації будь-якої транспортної машини, становить другу принципову відмінність системи ОР-Д-УН від середньостатистичної системи.

У системі ОР-Д-УН існують чіткі науково обґрунтовані групи умов експлуатації. Основою їх формування (класифікації) є межі швидкості V_a . Це найпоширеніші середні швидкості транспортних машин у процесі їх ефективного використання на лінії. Шоста та сьома група умов експлуатації враховують специфіку експлуатації АБТ НГУ як у повсякденній діяльності, так і за умов виконання всього розмаїття службово-бойових завдань (табл. 3).

Таблиця 3 – Параметри основних характеристик системи ОР-Д-УН

Група умов експлуатації	Межі зміни середніх технічних швидкостей, км / год	Середнє значення швидкостей, км / год	Коефіцієнти коригування		
			пробіг до КР і ОР, K_1	пробіг до КР і СР, K_1	викиди шкідливих речовин, K_2
1	60–48	54	1	1	1
2	48–37	43	0,9	1,1	1,3
3	37–31	34	0,77	1,3	1,8
4	31–27	29	0,67	1,5	2,8
5	27–23	25	0,59	1,7	4
6	23–17	20	0,43	2,1	5,8
7	17–11	14	0,38	3,2	6,7

Середня технічна швидкість транспортної машини – це комплексна статистична характеристика всього можливого спектра умов експлуатації та універсальна оцінка навантажень, які визначають надійність машини. Чим більше навантаження на автомобіль, тим частіше на лінії він працює на нижчих передачах, і тим менше його середня технічна швидкість, відповідно і ресурс до впливу.

У структурі систем ТЕА технічний контроль є основним джерелом інформації, необхідної для забезпечення якості ТО і Р виробів та ефективного управління їх виконанням.

У структурі ТЕА за наявності планово-попереджувальної стратегії ТО і Р автомобілів та значної варіації їх ресурсів сучасний технічний контроль АБТ забезпечує можливість отримання достовірної та оперативної інформації про поточний технічний стан, що є основою оптимізації алгоритмів технічних і організаційних заходів в системах ТЕА. Тут технічний контроль виконує роль “пристрою, що стежить” і забезпечує зворотний зв’язок, передає оперативну інформацію.

У системі ТЕА пристрій, що стежить, забезпечує порівнянність наявних результатів на основі діагностичної інформації, і в цьому розумінні зворотний зв’язок є регулятором, який створює заданий (оптимальний) режим функціонування системи ТЕА при дії на неї зовнішнього середовища (умов експлуатації).

Таким чином, технічний контроль є необхідним компонентом у структурі системи ТЕА, який відстежує хід процесів, що відбуваються в системі, і виконує в ній роль зворотного зв'язку шляхом порівняння отриманих результатів з критеріями оцінки, нормативами.

У зарубіжній практиці і в споріднених галузях транспорту залежно від традицій, господарюючого суб'єкта, стану транспорту в цілому існують чотири рівні регламентації систем ТО і Р [7].

I – рівень державний, міжгалузевий і галузевий, де нормативи і вимоги системи є обов'язковими для всіх (або більшості) організацій незалежно від відомчого підпорядкування або виду власності;

II – рівень внутрішньогалузевий, де об'єднання, холдинги, акціонерні товариства, великі транспортні компанії застосовують свої режими ТО і Р, зберігаючи загальні принципи планово-попереджувальної стратегії, а рекомендації систем ТО і Р є обов'язковими для груп підприємств, які входять до цього об'єднання. Наприклад, великі муніципальні або унітарні транспортні компанії, які мають в своєму складі науково-дослідні інститути або групи фахівців: автотранспортна компанія поштової служби США (US Postal Service), великі лізингові компанії (Ryder, Hertz) та ін.;

III – рівень професійно-громадський, де розробку систем ТО і Р бере на себе громадська організація, асоціація або об'єднання, а принципи і нормативи системи є рекомендаційними для транспортних підприємств і організацій. Прикладами є: розроблення системи ТО комітетом з ТО інженерного суспільства SAE США (Preventive Maintenance and Inspection Procedures). Робота, виконана автомобільними транспортними асоціаціями, у якій поєднані методи наукових досліджень і спостережень з масштабним узагальненням досвіду передових транспортних підприємств (Maintenance Efficiency Award); інші рекомендації, розроблені подібними методами, які є авторитетними і використовуються (повністю або з коригуванням) більшістю транспортних підприємств, які не мають можливості провести широкомасштабні і недешеві спостереження та систематизувати необхідні для розроблення або коригування системи дані;

IV – рівень інструкцій заводів-виробників, який визначає здебільшого тільки набір операцій ТО і їх періодичність та використовується індивідуальними власниками ТЗ, головним чином, у гарантійному періоді експлуатації.

Висновки

Грунтуючись на проведеному аналізі стратегій і тактик ТО і Р, можна дійти висновку, що традиційна, сформована протягом багатьох років система ТО і Р, не відповідає в цілому сучасним вимогам використання АБТ НГУ. Її основною перевагою є лише можливість спрогнозувати витрати запасних частин і матеріалів за відсутності хороших діагностичних систем, а основним недоліком – прийняття рішення про проведення ТО і Р на підставі інформації про пробіг. Реалізуючи таку систему на практиці, не враховується реальний стан вузлів і агрегатів, що призводить до перевитрати запасних частин і, як наслідок, – до значних витрат на підтримання АБТ у справному стані.

Найбільш доцільною для АБТ НГУ є зважена комбінація всіх рівнів регламентації систем організації ТО і Р.

Перелік джерел посилання

1. Закономірність впливу сумарної витрати пального на зміну технічного стану автобронетанкової техніки / І. К. Шаша та ін. *Системи озброєння і військова техніка* : науково-техн. журн. Харк. ун-т Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба. 2015. № 4. С. 51–55.

2. Шаша І. К., Іванченко А. О., Темніков В. О., Цебрюк І. В. Удосконалення математичної моделі зміни технічного стану автобронетанкової техніки. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України* : науково-техн. журн. Харк. ун-т Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба. 2015. № 4. С. 138–142.

3. Шаша І. К., Нікорчук А. І., Таранов А. Л. Методологія побудови математичної моделі забезпечення палимим автобронетанкової техніки Національної гвардії України (на прикладі автомобіля КрАЗ-6322). *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. 2019. Вип. 1 (33). С. 38–44.

4. Шаша І. К., Кудімов С. А. Шляхи підвищення ефективності використання автобронетанкової техніки підрозділами Національної гвардії України. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. 2017. Вип. 1 (29). С. 77–80.

5. Обґрунтування вимог до тактико-технічних та експлуатаційних характеристик автомобілів та бойових машин Національної гвардії України : монографія / М. А. Подригало, та ін. ; за ред. М. А. Подригало, О. С. Полянського. Харків : НА НГУ, 2017. 348 с.

6. Интеллектуальные системы контролю технічного стану транспортних засобів : підручник / В. П. Волков та ін. Харків : ХНАДУ, 2019. 264 с.

Стаття надійшла до редакції 10.02.2021 р.

УДК 656.13+621.43+681.518

И. К. Шаша

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОБРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ УКРАИНЫ

Спецификой определения технических направлений поддержания работоспособности автобронетанковой техники Национальной гвардии Украины есть то, что она используется в разных, иногда очень сложных условиях. Поэтому необходима адаптивная система ее технического обслуживания и ремонта. Только при индивидуальном обследовании (контроле, диагностировании) каждого агрегата можно определить действительное состояние техники и учесть разнообразие условий ее работы, квалификацию водителя, а также множество других факторов, которые существенно влияют на изменение технического состояния техники.

Наиболее целесообразной для автобронетанковой техники НГУ есть комбинация всех уровней регламентации систем организации технического обслуживания и ремонта.

К л ю ч е в ы е с л о в а: работоспособность, надежность, система, показатель, эффективность, прогнозирования, стратегия, тактика, концепция, скорость.

UDC 656.13 + 621.43 + 681.518

I. Shasha

TECHNICAL DIRECTIONS OF MAINTENANCE OF WORKING CAPACITY OF ARMoured VEHICLES OF THE NATIONAL GUARD OF UKRAINE

Maintenance of armoured vehicles in modern conditions has a significant impact on the effectiveness of combat missions. In particular, the timeliness of delivery of personnel and necessary cargo can be a critical parameter for the success of tasks in emergencies of man-made and natural origin, riots, participation in special operations for searching for and neutralizing armed criminals, eliminating illegal armed groups or performing territorial defence tasks.

A complex characteristic of any technical system is its efficiency as a measure of the feasibility of solutions adapted to operating conditions. Assessing the effectiveness of armoured vehicles is associated with the need to predict performance, which directly depends on the application of modern technical areas to maintain the required level of performance.

The efficiency of the system - the ability to perform its functions with a certain level of quality during the established period of operation. The efficiency of the system is determined by the set of its properties, laid down in the design and manufacture and maintained during operation.

In this work, the criterion of effectiveness is to maintain the efficiency of armoured vehicles at the required level in service and combat use in a variety of road, transport and atmospheric-climatic operating conditions.

Strategies and tactics for maintaining armoured vehicles performance at the required level are considered.

The specificity of the operation of armoured vehicles is that it is used in different, sometimes very difficult conditions. Therefore, an individual approach is required, an adaptive maintenance and repair system state of armoured vehicles.

The most expedient for armoured vehicles is a balanced combination of all levels of regulation of the systems of organization of maintenance and repair.

К e y w o r d s: efficiency, reliability, system, indicator, efficiency, forecasting, strategy, tactics, concept, speed.

Шаша Ігор Костянтинівич – доктор технічних наук, професор, професор кафедри автобронетанкової техніки Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0001-7549-3119>