

**МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ВІЙСЬКОВА АКАДЕМІЯ (м. ОДЕСА)**



Заснований у 2018 році

НАЦІОНАЛЬНА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ

Збірник наукових праць
курсантів і студентів

Випуск 2

Рекомендовано до друку та поширення
через мережу Інтернет Вченою радою
Військової академії (м. Одеса)
(Протокол від 25.03.2019 № 9)

Одеса
2019

УДК 355.001.89(045)(477)

Н 35

Національна безпека України. Збірник наукових праць курсантів і студентів. – Одеса : ВА, 2019. – Вип. 2. – 222 с.

У збірнику наукових праць курсантів і студентів друкуються статті, результати досліджень в рамках магістерських робіт, які спрямовані на висвітлення актуальних і дискусійних проблем Національної безпеки України, а також з природничих, технічних і гуманітарних наук, опис раціоналізаторських пропозицій і патентів. Призначений для курсантів і студентів, а також членів наукових гуртків (товариств) закладів вищої освіти України.

У разі передруку матеріалів посилання на збірник обов'язкове.

*Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ №23711–13551Р від 09.11.2018 р.*

ВИДАЄТЬСЯ з 2018 року

Засновник:

Військова академія (м. Одеса)

Адреса редакції:

Україна, 65009, м. Одеса,
вул. Фонтанська дорога, 10

Е-mail редколегії:

zbirnyk_kursanta.vaodesa@ukr.net

Офіційний сайт академії:

<http://www.vaodesa.mil.gov.ua>

Телефони для контактів:

тел./факс (0482)*63-76-60

дод. 4-05, 1-15

тел. моб. (093)*769-80-29

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова – Кравчук О.І., к.т.н., с.н.с.

Заступник голови – Набок В.К., к.військ.н., с.н.с.

Члени колегії:

Дем'янчук Б.О., д.т.н., доц. (ВА, м. Одеса)

Кнауб Л.В., д.т.н., проф. (ВА, м. Одеса)

Миргород В.Ф., д.т.н., доц. (ВА, м. Одеса)

Ковальчук В.В., д.ф.-м.н., проф. (ОДЕКУ, м. Одеса)

Онищенко О.А., д.т.н., проф. (ОНМА, м. Одеса)

Братченко Г.Д., д.т.н., проф. (ОДАТРЯ, м. Одеса)

Білай С.В., д.держ.упр., проф. (НАНГУ, м. Харків)

Комісаров О.Г., д.ю.н., проф. (НАНГУ, м. Харків)

Кириленко В.А., д.військ.н., проф. (НАДПСУ,
м. Хмельницький)

Кузнецова І.О., д.е.н., проф. (ОНЕУ, м. Одеса)

Шестаков В.І., к.т.н. (ЖДТУ, м. Житомир)

Талалаєв К.О. к.мед.н., доц. (ОНМедУ, м. Одеса)

Ісмаїлова Н.П. д.т.н. (ВА, м. Одеса)

Пучкова Г.В., к.ю.н., доц. (ОНМедУ, м. Одеса)

Головань В.Г., к.т.н., проф. (ВА, м. Одеса)

Оленів В.М., к.військ.н., проф. (ВА, м. Одеса)

Дроздов М.О., к.ф.-м.н., доц. (ВА, м. Одеса)

Єфимчиков О.М., к.т.н., доц. (ВА, м. Одеса)

Клименко В.В., к.т.н., с.н.с. (ВА, м. Одеса)

Паскалова М.І., к.філос.н. (ВА, м. Одеса)

Відповідальний секретар – Франчук Ю.В.,

к.психол.н., с.н.с. (ВА, м. Одеса)

Наукові статті, які включені до Збірника наукових праць курсантів і студентів, пройшли рецензування. За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор. Роботи, які представлені у збірнику репрезентують собою перші наукові кроки курсантів і студентів вишів України, тому потребують доляльного ставлення.

© Військова академія (м. Одеса), 2019

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНОНАУКОВІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Горбань О.В. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ НАЗЕМНИХ ОБ'ЄКТІВ З УРАХУВАННЯМ ЯКОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ.....	7
Житар С.А. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ ВІЙСЬКОВОЇ ЛОГІСТИКИ.....	12
Ісаєв А.М. АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЙ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОГО ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ.....	17
Потерейко Ю.Б. МЕТОДИ АВТОМАТИЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ БМ-21 ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ДАТЧИКІВ СТАНУ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ ЇХ ДАНИХ.....	23
Федосенко Б.С. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ТЕОРІЇ ГРАФІВ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ПОТОКІВ ВІЙСЬКОВОЇ ЛОГІСТИКИ.....	27
Червона І.С. ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА.....	30
Борисовський О.С. УКРАЇНА ТА МІЖНАРОДНА МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ДОПОМОГА КРАЇН ПАРТНЕРІВ.....	35

РОЗВИТОК І ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Бламар О.О., Прокопчук О.О. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	40
Вартік А.В. АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ УНІФІКАЦІЇ БОЙОВИХ КОЛІСНИХ МАШИН.....	46
Волос І.А. ПОКРАЩЕННЯ БЕЗАВАРІЙНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ВІЙСЬКОВІЙ ЧАСТИНІ.....	50
Гроза Т.О. РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ, В УМОВАХ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ВІЙСЬКОВОЇ ЧАСТИНИ....	54
Дейнеко С.С. АНАЛІЗ І ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ДО БОЙОВИХ ДІЙ.....	59
Деревенча Ю.О. РОЗРОБКА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРОТЯГОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	63
Дмитрієв В.В. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ШАТУНІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	68

Довгань Д.С. ВИБІР ВАРІАНТІВ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ..	73
Кисленко В.В. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ШОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЯ..	78
Котов Д.О., Семененко Р.О., Бойченко С.В., Шавейко В.Л. СТАТИСТИЧНИЙ ОПИС ВИПАДКОВИХ ЗБУРЕНЬ В ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРОВАНІЙ СИСТЕМІ РОБОТИЗОВАНОГО АВТОМОБІЛЯ.....	82
Кривенець В.І. ОБГРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ЖИВУЧОСТІ КОЛІСНОГО РУШІЯ АВТОМОБІЛЯ ПІД ЧАС ДІЙ ПРОТИВНИКА.....	87
Кудря В.Е., Діденко М.В. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.....	90
Куценко О.А. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА РЕМОНТУ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ.....	93
Лизуник Д.В. РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ.....	98
Мізюрко М.А. РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ШОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ЗДІЙСНЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЕВАКУАЦІЇ ПОШКОДЖЕНИХ МАШИН В СКЛАДНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	102
Мельничук Т.Г. РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ШОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ АБШ ЗІЛ-131.....	106
Нагірний Є.М. МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАРШУ.....	109
Пісний Б.М. АНАЛІЗ ЗАХОДІВ З АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЯКИХ НЕОБХІДНО ВИКОРИСТОВУВАТИ ПОВІТРЯНИЙ ТРАНСПОРТ.....	114
Свірідов Д.С. РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИСКОРЕННЯ І ЗБІЛЬШЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ЕВАКУАЦІЇ ТЕХНІКИ, ПОШКОДЖЕНОЇ В БОЙОВИХ УМОВАХ.....	118
Сухарніков О.І. РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ПО ПІДВИЩЕННЮ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ГІДРОМЕХАНІЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ БАГАТОВІСНИХ КОЛІСНИХ ШАСІ.....	122
Філіпенко В.І. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ДИЗЕЛІВ.....	125
Хапілін Д.Ю. ПОЛІПШЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЦИЛІНДРО- ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ.....	128
Чайка В.П. ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ З ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗАСОБІВ АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В УМОВАХ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН ДЕСАНТНО-ШТУРМОВИХ ВІЙСЬК.....	134

Чень Б.Б.	
МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ З НАДДУВОМ	139
Чень Б.Б.	
ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОБОТИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ	144
Чернігов О.Ю.	
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ.....	150
Чоботар С.С.	
ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНИХ ВІЙСЬКОВИХ БАГАТОВІСНИХ СІДЕЛЬНИХ ТЯГАЧІВ.....	158
РОЗВИТОК І ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТНО-АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ ТА СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ	
Алієв М.О.	
РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ РАННЬОГО ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА АРСЕНАЛАХ, БАЗАХ ТА СКЛАДАХ ЗБЕРІГАННЯ РАКЕТ І БОЄПРИПАСІВ.....	162
Бичков В.О.	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АРТИЛЕРІЇ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ТА ТАХОМЕТРИЧНИХ ПІДРИВНИКІВ.....	164
Демченко М.А.	
ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ТА ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ БОЄПРИПАСІВ.....	166
Козаченко С.В.	
ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЗБЕРІГАННЯ РАКЕТ І БОЄПРИПАСІВ НА АРСЕНАЛАХ, БАЗАХ І СКЛАДАХ.....	169
Мірчевський Т.І., Колісник Н.Ю., Дорош Б.М.,	
ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ НАВЕДЕННЯ ПРОТИТАНКОВИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	175
Новожен С.Д.	
РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНИХ ЛОГІСТИЧНИХ ПОТОКІВ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЄПРИПАСАМИ У ЗОНІ ПРОВЕДЕННЯ ООС.....	179
Носов О.О., Чумак А.А., Романишин Б.О., Гречко П.В.	
ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ПРЕКТУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ НАВЕДЕННЯ ЗРАЗКІВ РАКЕТНО-АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ З УРАХУВАННЯМ ЗАКОНУ РУХУ ОБ'ЄКТА СТЕЖЕННЯ.....	183
Петін Є.С.	
ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПРОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ НА АРСЕНАЛАХ, БАЗАХ ТА СКЛАДАХ.....	187
Пушкар Д.В.	
ОБГРУНТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ШТАТНОЇ СТРУКТУРИ ПОЛЬОВИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СКЛАДІВ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ ЗА ДОСВІДОМ БОЙОВИХ ДІЙ ЗС УКРАЇНИ В РАЙОНІ ПРОВЕДЕННЯ ООС (АТО).....	190
Слизовський О.С.	
РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ НАЧАЛЬНИКА СЛУЖБИ РАКЕТНО-АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ ЩОДО АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ВИТРАТ РАКЕТ І БОЄПРИПАСІВ НА ЗАХОДИ БОЙОВИЙ ПІДГОТОВКИ (БОЙОВОГО ЗЛАГОДЖЕННЯ) ВІЙСЬКОВОЇ ЧАСТИНИ.....	193

Собчук В.В. ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБЛІКУ РАКЕТ І БОЄПРИПАСІВ НА АРСЕНАЛАХ, БАЗАХ І СКЛАДАХ.....	196
Терський В.Ю. УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМ ПІДЄМНИКОМ БОЄПРИПАСІВ.....	199
Устіменко Д.В. ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЬНО – ПЕРЕВІРОЧНОЇ АПАРАТУРИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ПТКР 9М111 ТА 9М113.....	203
Федосієнко С.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ З ЕЛЕКТРОННИМИ ДИСТАНЦІЙНИМИ ПІДРИВНИКАМИ ПО НАЗЕМНИМ ЦІЛЯМ.....	205
Шацький В.М. ОСОБЛИВОСТІ ЛІЦЕНЗУВАННЯ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МІЖНАРОДНОГО ТЕХНІЧНОГО КЕРІВНИЦТВА ПО БОЄПРИПАСАМ.....	208
Шашко О.С. РОЗРОБКА НАПРЯМКІВ ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ЩОДО ОБЛАДНАННЯ ОХОРОННИХ ПЕРИМЕТРІВ АРСЕНАЛІВ, БАЗ, СКЛАДІВ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ.....	211
Яровой А.В. ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ.....	214
ВИМОГИ ДО СТАТЕЙ	218

ЗАГАЛЬНОНАУКОВІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

УДК 621.396.969.3

Горбань О.В., магістрант

Військова академія (м. Одеса), Україна

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ НАЗЕМНИХ ОБ'ЄКТІВ З УРАХУВАННЯМ ЯКОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ

В роботі розробляється методика оцінки ефективності радіолокаційної розвідки для наземних рухомих цілей та зразків пошкодженої техніки в бойових умовах. Застосування методики дозволить проводити попередню оцінку з ефективності застосування радіолокаційних станцій (РЛС) розвідки наземних рухомих цілей (РНРЦ) для пошуку рухомих та нерухомих цілей для визначення місця знаходження і класу цілі в умовах поганої видимості. Результати оцінювання можуть бути застосовані при визначенні необхідного комплексу засобів технічної розвідки, виходячи з очікуваних умов ведення бою.

Ключові слова: *технічна розвідка, радіолокаційна розвідка, наземна рухома ціль, одиночна ціль, пошкоджений зразок ОБТ, розпізнавання об'єктів.*

Постановка проблеми. Боездатність Збройних Сил України, ефективність їх застосування за призначенням вирішальною мірою залежать від рівня їх технічного забезпечення (ТЗ), що неодноразово доведено досвідом ведення антитерористичної операції на сході України, а також війн і збройних конфліктів сучасності. Технічне забезпечення (ТЗ) озброєння та військової техніки (ОВТ) значною мірою впливає на успіх ведення бойових дій. Однією зі складових ТЗ є технічна розвідка (ТхР) пошкоджених в бойових умовах зразків ОБТ. Витрати часу на ТхР необхідно враховувати при оцінці загальних часових витрат на заходи з ТЗ. Хибне розпізнавання пошкоджених зразків ОБТ призводить до зростання витрат часу на нерациональні дії ремонтно-евакуаційних засобів. Тому при плануванні заходів ТхР потрібно, враховуючи розвідувальні можливості технічних засобів розвідки (ТЗР), оцінювати ефективність ТхР і потрібний склад ТЗР.

Актуальність проблеми. Проведення аналізу можливості застосування засобів радіолокаційної розвідки (РЛР) наземних рухомих цілей (НРЦ), які можуть використовуватись також для ТхР пошкоджених зразків військової техніки в умовах поганої видимості, обрання показників її ефективності і розробка методики оцінки ефективності системи РЛР НРЦ є актуальним завданням.

Виклад основного матеріалу. Технічна розвідка проводиться з метою своєчасного добування, збору, аналізу та узагальнення даних, необхідних для організації і здійснення технічного забезпечення підрозділів у бою. Вона включає виявлення пошкоджених зразків ОБТ, визначення характеру і обсягу їх пошкоджень (проведення первинного технічного діагностування), а також розроблення пропозицій з обсягу і місця, необхідних засобів для відновлення їх працездатності, рекогносцирування шляхів евакуації, переміщення і районів (місць) розгортання ремонтно-відновлювальних (ремонтних) органів, виявлення джерел поповнення запасів ВТМ і об'єктів місцевої промислової бази для ремонту ОБТ, своєчасну передачу зібраної інформації і пропозицій старшому начальнику для прийняття ним відповідного рішення [1; 2].

В загальному випадку для ведення ТхР уражених на полі бою об'єктів можуть бути виділені такі відносно незалежні підсистеми: оптичної та оптико-електронної розвідки; РЛР наземних рухомих цілей; повітряної розвідки.

В умовах поганої видимості (ніч, туман, задимленість) засоби РЛР мають перевагу щодо виявлення наземних рухомих цілей. Їх застосування для виявлення наземних нерухомих цілей є більш складним завданням, оскільки воно потребує селекції сигналів справжніх цілей з великої кількості відбитих від хибних цілей та від місцевих предметів. В обох випадках бажано застосовувати додаткову інформацію про клас (тип) цілі, яка може бути отримана засобами радіолокаційного розпізнавання. Якщо для розпізнавання рухомих цілей принципово можуть застосовуватись модуляційні ознаки, то для розпізнавання як рухомих, так нерухомих цілей доцільно застосувати радіолокаційні дальнісні портрети (РЛДП). Розпізнавання наземних цілей по РЛДП в РЛС міліметрового діапазону радіохвиль з роздільною здатністю по дальності 15...17 см досліджувалося в [3; 4]. Застосування РЛДП доповнювалося використанням поляризаційних вимірювань на узгоджених і кросових лінійних поляризаціях в кожному елементі розділення по дальності. За результатами математичного моделювання розпізнавання чотирьох класів цілей (танк, бронемашина, вантажна машина, джип) повна ймовірність правильного розпізнавання складала 0,87, 0,94 і 0,96 при використанні відповідно по 12, 18 і 36 еталонів для кожної з цілей в діапазоні кутів спостереження 0...180 градусів [3]. Урахування поляризаційної інформації підвищує повну ймовірність правильного розпізнавання приблизно на 8%...10%. Наведені результати вказують на досить високі можливості сигнального розпізнавання одиночних об'єктів.

У відомій методиці оцінювання ефективності функціонування системи технічної розвідки стаціонар-ними органами ТхР [5] не враховуються витрати часи на пошук пошкоджених зразків ОБТ. Тому, за поганих умов спостереження, пропонується доповнити її методикою оцінки якості викриття цілей підсистемою РЛР НРЦ з урахуванням можливості радіолокаційного розпізнавання цілей. Під викриттям цілі розуміється виявлення, вимірювання координат та інших необхідних характеристик і, нарешті, віднесення її до одного із задалегідь заданих класів, тобто розпізнавання. На відміну від відомої методики [6], пропонується поширити застосування методики для оцінювання ефективності РЛР не тільки НРЦ, але й нерухомих об'єктів (пошкоджених під час бойових дій), які є об'єктами розвідки для ТхР. При цьому швидкість переміщення об'єкта задається рівною нулю. Для оцінки ефективності під-системи РЛР НРЦ застосовуються загальноприйняті показники: ймовірність викриття цілі P_v , мате-матичне сподівання (МС) числа викритих цілей M_v і ступінь викриття цілей W_v за час розвідки t_p [6].

Під системою РЛР НРЦ розуміється сукупність однотипних або різнотипних РЛС, що ведуть розвідку НРЦ в призначеній смузі розвідки. Рухомі цілі в зоні розвідки РЛС (бригадні, батальйонні, ротні, взводні колони або поодинокі цілі у відповідних районах (смугах) висування, розгортання, наступу) представляються потоком цілей (заявок), які перетинають певний рубіж з інтенсивністю λ . Окремі РЛС розвідки НРЦ представляються системою масового обслуговування (СМО) із середнім часом обслуго-вування заявки одним каналом T_{serv} або середньою інтенсивністю обслуговування $\mu = 1/T_{serv}$. Під обслуговуванням об'єкту (заявки) розуміється її пошук і виявлення, визначення координат, напрямку руху, швидкості, довжини, кількісного складу та класу. Поки НРЦ знаходиться в смузі розвідки її обслуго-вування є можливим, причому початок обслуговування цілі не обов'язково призведе до його завершення, тому РЛС розвідки НРЦ може представлятися СМО з обмеженим часом перебування заявки в системі.

Припустимо, що розподіл цілей в районі розвідки і РЛС уздовж фронту розвідки рівномірний. Закон розподілу заявок на вході РЛС прийемо пуасонівським. Це дозволяє використовувати математичний апарат теорії масового обслуговування для розрахунку основних показників ефективності системи РЛС розвідки НРЦ: ймовірності викриття цілі за час розвідки P_v , математичного сподівання (МС) числа викритих цілей за час розвідки t_p .

Основні етапи розрахунку P_V і M_V [6]:

1. Визначається інтенсивність потоку цілей на вході кожної РЛС РНРЦ

$$\lambda_{in1} = P_D K_M K_R K_N N_o V_r \Phi_p, \tag{1}$$

де P_D – ймовірність виявлення цілі; K_M, K_R, K_N – коефіцієнти для врахування впливу метеоумов, рельєфу місцевості, радіоперешкод; $N_o = N/S_0$ – щільність цілей в смузі (районі) розвідки, $S_0 = \Phi_0 d$, тут Φ_0 і d фронт і глибина смуги розвідки РНРЦ (рис. 2.1); V_r – швидкість руху об’єкта в напрямку перпендикулярному фронту; Φ_p – ділянка по фронту, яка накривається зоною розвідки РЛС РНРЦ по фронту. Якщо апроксимувати зону розвідки прямокутником, маємо $\Phi_p = S_p/d'$. При обчисленні Φ_p враховуються типові випадки накриття зоною розвідки РЛС смуги розвідки (рис. 1).

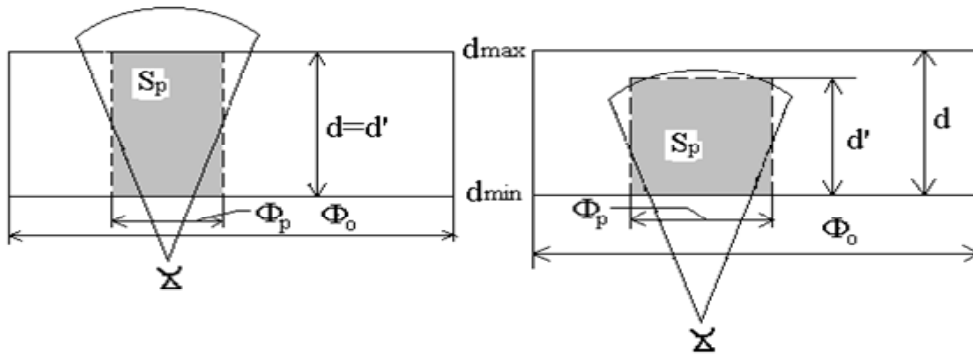


Рис. 1. Типові випадки накриття зоною розвідки РЛС смуги розвідки

2. Розраховуючи ймовірність обслуговування, яка є загальноприйнятою для n -канальної СМО з обмеженими часовими обсягами заяв у системі розрахунків за формулою [7–9]

$$P_{serv} = \frac{1}{\rho} \left[n - \sum_{k=0}^{n-1} P_k (n-k) \right], \tag{2}$$

$$\text{де } P_0 = \left[\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!(1+\beta)^k} + \frac{\rho^n}{n!(1+\beta)^n} \sum_{s=1}^m \frac{\rho^s}{\prod_{\eta=1}^s [n+(n+\eta)\beta]} \right]^{-1}, \quad P_k = \frac{\rho^k}{k!(1+\beta)^k} P_0,$$

$$\rho = \lambda_{in1} / \mu, \quad \beta = v / \mu, \quad v = V_r / d', \quad m = (t_{пер} \mu - 1)n, \quad T_{serv} = T_{det} + T_{iz} + T_{rec}.$$

Параметри n і μ , що знаходяться в цих вираженнях, задаються, а інші виникають.

Параметри мають наступне фізичне значення:

n – кількість цілей, які одночасно обслуговуються однією РЛС РНРЦ;

μ – пропускна спроможність по цілям одного каналу РЛС;

v – інтенсивність уходу цілей із зони розвідки;

m – кількість місць очікування в черзі на обслуговування;

$t_{пер}$ – час перебування колони довжиною l в зоні розвідки РЛС, визначається співвідношенням:

$$t_{пер} = \frac{d' + l}{V_r}. \tag{3}$$

3. Обчислення P_V з урахуванням кількості однотипних РЛС НРЦ N_{rad} і коефіцієнта перекриття q_Σ сумарної зони розрахунків по смугах (районах) розвідки (див. рис. 2) за формулами

$$P_V = \begin{cases} P_{V1}q_\Sigma & \text{при } q_\Sigma \leq 1; \\ 1 - (1 - P_{V1})^{q_\Sigma} & \text{при } q_\Sigma > 1, \end{cases} \quad (4)$$

де $q_\Sigma = \frac{\sum_{i=1}^{N_{rad}} \Phi_{pi}}{\Phi_0}$, а $\Phi_{pi} = \frac{S_{pi}}{d_i}$, значення P_{V1} визначається в (4) співвідношенням $P_{V1} = P_D K_M K_R K_N P_{serv}$.

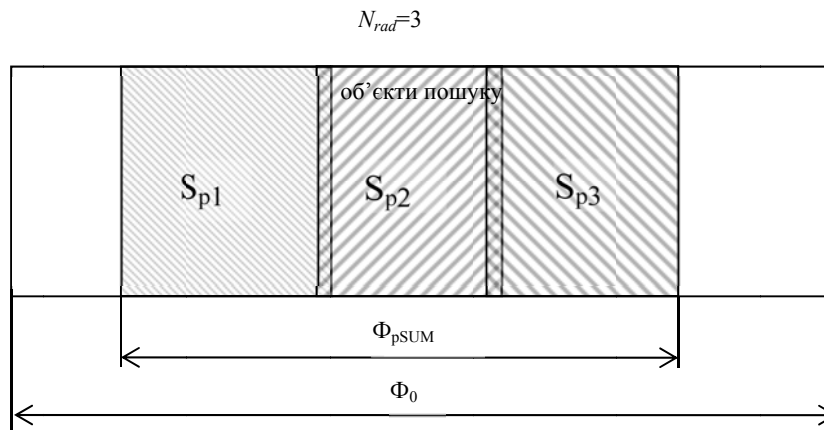


Рис. 2. Ілюстрація перекриття сумарною зоною розвідки смуги (району) розвідки цілей

4. Обчислення МС числа цілей, викритих за час розвідки

$$M_V = N_o V_r \Phi_p P_V t_p. \quad (5)$$

Час перебування цілі в зоні розвідки РЛС t_{nep} розраховується за формулою (3) для рухомих колон техніки. Для випадку РЛР нерухомих одиночних об'єктів t_{nep} обмежується часом, виділеним на ведення розвідки об'єктів на полі бою, оскільки при $V_r = 0$ за формулою (2.8) $t_{nep} \rightarrow \infty$. Однак на практиці час, що витрачається на ведення розвідки цілей завжди є обмеженим і точно не передбачуваним, тому при застосуванні методики він може бути прийнятий за випадкову величину із визначенням середнього часу перебування нерухокої цілі (пошкодженого зразка ОБТ) в зоні розвідки РЛС. При цьому час обслуговування задається з урахуванням тактико-технічних характеристик та досвіду застосування.

Імовірність викриття цілі, що розуміється як ймовірність правильного її викриття, набуде вигляду $P_{V1} = P_D K_M K_R K_N P_{serv} (T_{serv}) P_{rec} (T_{rec})$. У цьому співвідношенні підкреслюється, що ймовірність обслуговування є функцією повних часових витрат на обслуговування об'єкта, який представляється сумою трьох складових $T_{serv} = T_{det} + T_{iz} + T_{rec}$ – виявлення цілі, вимірювання її координат та розпізнавання її класу відповідно. Множник $P_{rec} (T_{rec})$ враховує якість розпізнавання з урахуванням додаткових витрат часу на розпізнавання цілі.

Інформація про приналежність об'єкта технічної розвідки до одного зі заздалегідь заданих класів (типів зразків техніки) дозволяє приймати обґрунтоване рішення щодо необхідних дій: черговості евакуації зразків техніки з урахуванням їх важливості навіть в умовах поганої видимості (ніч, туман, запиленість, задимленість). Показники якості РЛР НРЦ при цьому можуть використовуватись в методиці оцінки ефективності ТхР [5]. Це дозволяє обґрунтовувати вимоги до пристрою розпізнавання РЛС розвідки НРЦ з урахуванням інших характеристик системи РЛР і споживача інформації розпізнавання.

Висновки. Показано, що в складних умовах спостереження, а саме вночі, в туман, за умов запиленості та задимленості застосування оптичних та оптико-електронних засобів для виявлення пошкоджених зразків ОБТ може виявитись не достатньо ефективним. В цьому випадку більш доцільним є застосування радіолокаційних засобів розвідки наземних цілей. Однак для успішного їх застосування необхідно здійснювати радіолокаційне розпізнавання нерухомих цілей.

Радіолокаційне розпізнавання розглядається як невід'ємна частина процесу викриття цілей системою радіолокаційної розвідки. З використанням математичного апарату теорії масового обслуговування обґрунтована можливість урахування впливу якості розпізнавання на ефективність системи радіолокаційної розвідки наземних цілей. На відміну від відомої [6], в методиці додатково враховується середня ймовірність правильного розпізнавання нерухомих цілей і час на їх розпізнавання. Це дозволяє використовувати методику для оцінки ефективності підсистеми РЛР наземних цілей в удосконаленій методиці оцінки ефективності функціонування системи технічної розвідки пошкоджених зразків ОБТ на полі бою.

Удосконалена методика оцінки ефективності системи радіолокаційної розвідки наземних рухомих цілей з поданням її СМО з урахуванням якості розпізнавання цілей, може також використовуватись при обґрунтуванні вимог до системи радіолокаційного розпізнавання наземних цілей.

Список використаних джерел

1. Дем'янчук Б.О. *Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень: навчальний посібник з грифом МОН / Б.О. Дем'янчук, О.В. Малишкін. – Одеса : Військова академія. – 2014. – 240 с.*
2. Дем'янчук Б.О. *Основи автотехнічного забезпечення. Моделювання процесів: навчальний посібник / Б.О. Дем'янчук, С.М. Вернівський, В.М. Меленчук. – Одеса : Видавництво Військова академія (м. Одеса), 2015. – 330 с.*
3. Yicheng J., Yongtan L., Ping Yu. *A New Radar Target Classification Approach Based on Polarimetric High Range Resolution Radar Target // Proc. International Conf. "Radar-96". – Beijing (China). – 1996. – P. 147–150.*
4. Wenfeng Zh., Songhua He, Guirong G. *Approach to the Fractal Features of High-Resolution Polarimetric Radar Targets // Proc. of CICR-96, Beijing (China). – 1996. – Vol. 1. – P. 230 – 233.*
5. *Оперативні розрахунки завдань технічного забезпечення (методика та приклади): навч. посібн. / В.О. Дачковський, І.В. Овчаренко, О.В. Ярошенко, Н.К. Багдасарян. – К. : НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2018. – 116 с.*
6. Братченко Г.Д. *Методика оценки эффективности радиолокационного поиска наземных движущихся целей / Г.Д. Братченко, В.И. Старцев, Г.С. Платонов // Праці УНДПРТ. – 2001. – № 4 (28). – С. 59 – 63.*
7. Овчаров Л.А. *Применение методов теории массового обслуживания при оценке эффективности боевых действий / Л.А. Овчаров. – М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1966. – 192 с.*
8. Новиков О.А. *Прикладные вопросы теории массового обслуживания / О.А. Новиков, С.И. Петухов. – М. : Сов. радио, 1969. – 400 с.*
9. Венцель Е.С. *Исследование операций / Е.С. Венцель. – М. : Сов. радио, 1972. – 552 с.*
10. *Селекция и распознавание на основе локационной информации / А. Л. Горелик, Ю.Л. Барабаш, О.В. Кривошеев, С.С. Эпштейн; Под ред. А.Л. Горелика. – М. : Радио и связь, 1990. – 240 с., ил.*

Науковий керівник: Братченко Г.Д., д.т.н., проф.

Рецензент: Оленев В.М., к.військ.н., проф., Військова академія (м. Одеса)

УДК 614.84

Житар С.А., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ ВІЙСЬКОВОЇ ЛОГІСТИКИ

Робота присвячена проблемам оптимізації транспортних потоків військової логістики шляхом удосконалення методів лінійного програмування

Ключові слова: лінійне програмування, логістика, дослідження, оптимізація.

Поставлення проблеми. Сучасному світовому господарстві здійснення міжнародних перевезень неможливе без розвинутої логістичної інфраструктури, як на національному рівні, так і на міжнародному. Особливе місце в логістичній інфраструктурі займає транспортна логістика, яка утворює світову транспортну систему. Логістику можна розглядати на кількох рівнях: на міжнародному рівні, на рівні конкретної країни та на рівні підприємства. На сьогоднішній день транспортна логістика – одна з найбільш перспективних галузей сучасного бізнесу. В Україні – це значний і важливий сегмент для економіки країни, адже ефективна та злагоджена робота цієї системи є рухомою силою для загального розвитку країни..

Мета статті: полягає в рішенні задачі оптимізації транспортних потоків військової логістики шляхом удосконалення методів лінійного програмування.

Мета досягається: математичними і цифровими дослідженнями моделей оптимізаційних задач, що зустрічаються у військовій і інженерній практиці пасажирських і вантажних перевезень. Для кожного типу задач організації перевезень наводяться загальні змістовні і математичні постановки, конкретні приклади задач, та їх розв'язання

Виклад основного матеріалу: Термін «логістика», відомий донедавна лише вузькому колу спеціалістів, набуває сьогодні значного поширення. Основна причина цього явища полягає в тому, що поняття «логістика» почало використовуватися в економіці. Етимологія поняття «логістика» викликає суттєві суперечності. Найбільш розповсюдженими є дві точки зору. За однією із них термін «логістика» походить від грецького *logistikos* – обчислювати, міркувати. за другою – від французького *loger* – постачати. Однак зустрічаються й інші версії, зокрема, від древньогерманського *laudja* – склад, зберігання. Семантика поняття «логістика» також неоднозначна. У Древній Греції так називали прикладну математику, у Римській імперії – діяльність із забезпечення військ провіантом і житлом, у Візантії – процес комплексного вирішення різноманітних проблем, пов'язаних із пересуванням і тиловим забезпеченням армії. У цілому, історично склалися два принципово різних науково-практичних напрями розвитку логістики – у військовій справі та у математиці. Останній існує і до цього часу, де під логістикою розуміють математичну логіку, яка зумовлює певні економіко-математичні моделі.

Економіко-математична модель складається з трьох складових частин: 1. Цільова функція; 2. Система обмежень; 3. Невід'ємність змінних.

1. Цільова функція:

$$\text{структурна запис } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} \rightarrow \min(\max)$$

$$\text{розгорнута запис } Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + \dots + C_{ij}X_{ij} + \dots + C_{mn}X_{mn} \rightarrow \min(\max),$$

де c_{ij} - вартість одиниці вантажу з i -го пункту відправлення в j -ий пункт призначення.

2. Система обмежень:

Обмеження по рядках Кількість перевезених вантажів з і-го пункту відправлення в j-ті пункти призначення дорівнює запасу і-го пункту відправлення.

структурна запис $\sum_{j=1}^n X_{ij} = A_i (i = 1 \dots m)$

Розгорнута запис $X_{11} + X_{12} + X_{1j} + \dots + X_{1n} = A_1$
 $X_{21} + X_{22} + X_{2j} + \dots + X_{2n} = A_2$
 $X_{i1} + X_{i2} + X_{ij} + \dots + X_{in} = A_i$
 $X_{m1} + X_{m2} + X_{mj} + \dots + X_{mn} = A_m$

Обмеження по стовпцях. Кількість перевезених вантажів з і-х пунктів відправлення в j-ий пункт призначення повинна дорівнювати потреби в j-му пункті призначення.:

структурна запис $\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j (j = 1 \dots n)$

розгорнута запис $\begin{cases} x_{11} + x_{21} + x_{i1} + \dots x_{m1} = b_1 \\ x_{12} + x_{22} + x_{i2} + \dots x_{m2} = b_2 \\ x_{1j} + x_{2j} + x_{ij} + \dots x_{mj} = b_j \\ x_{1n} + x_{2n} + x_{in} + \dots x_{mn} = b_n \end{cases}$

Балансова умова:

Кількість вантажів, що розподіляються і потреби в них повинні бути рівні:

Структурна запис: $\sum_{i=1}^m A_i = \sum_{j=1}^n B_j$;

Розгорнута запис: $A_1 + A_2 + \dots + A_m = B_1 + B_2 + \dots + B_n$,

якщо $\sum_{i=1}^m A_i = \sum_{j=1}^n B_j$, модель задачі закрита; якщо $\sum_{i=1}^m A_i \neq \sum_{j=1}^n B_j$, модель задачі відкрита.

3. Умова невід’ємності змінних $x_{ij} \geq 0$

З цих моделей та умов витікає метод складання першого опорного плану (рішення) , який в свою чергу поділяється:

1. Метод північно-західного кута.

Рішення будемо виконувати за допомогою Excel. На основі вихідної таблиці №1 «Матриця тарифів»

Таблиця 1

Матриця тарифів та розподіл вантажів

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Матриця тарифів								
2		B-02	9	6	9	10	17		
3			9	10	10	3	9		
4			7	9	17	11	4		
5			11	6	6	11	17		
6									
7		Bj	250	70	190	100	200	810	
8		Ai	285	215	220	90		810	
9									

На основі даних таблиці 1 будемо таблицю перевезень 2 методом північно-західного кута

Таблиця 2

Метод північно-західного кута

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
11									
12			B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	ΣB_i	
13			230	130	170	230	120	880	
14	A_1	225	225	0	0	0	0	225	СУММ(C14:G14)
15	A_2	205	5	130	70	0	0	205	СУММ(C15:G15)
16	A_3	240	0	0	100	140	0	240	СУММ(C16:G16)
17	A_4	210	0	0	0	90	120	210	СУММ(C17:G17)
18	ΣA_i	880	230	130	170	230	120	6820	
19			$\Sigma(C14:C17)$	$\Sigma(D14:D17)$	$\Sigma(E14:E17)$	$\Sigma(F14:F17)$	$\Sigma(G14:G17)$	СУММПРОИЗВ(\$C\$2:\$G\$5;	

У рядку 12 розміщуємо позначення B_i потреб споживачів, а в рядку 13 значення потреб B_i .

У стовпці А розміщуємо позначення A_i запасів постачальників, а в стовпці В значення запасів A_i .

У нижньому рядку таблиці 18 записуємо формули лівої частини обмежень по стовпцях, а в стовпці Н формули лівої частини обмежень по рядках. У всіх осередках таблиці від С14 до G17, записані формули які підраховують кількість вантажу, починаючи від осередку С14 і зміщуючись вправо і вниз до комірки G17. Вартість перевезень розраховуємо за допомогою функції СУММПРОИЗВ(\$C\$2:\$G\$5;C14:G17).

Використання цієї таблиці дуже просте. Необхідно змінювати дані в таблиці 1 «Матриця тарифів»

2. Метод найкращого елемента (мінімального, максимального) в залежності від критерію оптимізації.

Рішення будемо виконувати за допомогою Excel. На основі вихідної таблиці 1 «Матриця тарифів» будемо таблицю перевезень 3 «Метод мінімальної вартості».

Таблиця 3

Метод мінімальної вартості

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
22			B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	ΣB_i	
23			230	130	170	230	120	880	
24	A_1	225	200			25		225	СУММ(C24:G24)
25	A_2	205				205		205	СУММ(C25:G25)
26	A_3	240		130			110	240	СУММ(C26:G26)
27	A_4	210	30		170		10	210	СУММ(C27:G27)
28	ΣA_i	880	230	130	170	230	120	4065	
29			$\Sigma(C14:C17)$	$\Sigma(D14:D17)$	$\Sigma(E14:E17)$	$\Sigma(F14:F17)$	$\Sigma(G14:G17)$	СУММПРОИЗВ(\$C\$2:\$G\$5;	
30									

Виходячи з попередніх методів перейдемо до алгоритму: «Метод мінімального елемента», який поділяється на наступні критерії:

1. З усіх оцінок матриці тарифів (таблиця 1) вибирається найменша оцінка.

2. У клітку з найменшим значенням оцінки C_{ij} ставиться максимально можлива поставка, рівна найменшим значенням з відповідного запасу A_i або відповідної потреби B_j . З значень A_i і B_j дана поставка віднімається.

3. Вибирається наступне найменше значення оцінки C_{ij} і заноситься в цю клітку максимально можлива поставка, рівна міні значенням відповідного ресурсу або відповідної потреби A_i або B_j . З значень A_i і B_j поставка віднімається.

4. Повторюємо пункт 3 до тих пір, поки всі вантажі будуть розподілені.
 Порівнюючи методи можна зробити висновки, що метод мінімальної вартості дає кращі результати.
 Розглянемо метод розв’язання задачі за допомогою процедури Excel «Поиск решения».
 На основі вихідної таблиці 1 «Матриця тарифів» будемо таблицю перевезень 4 «Пошук рішення»

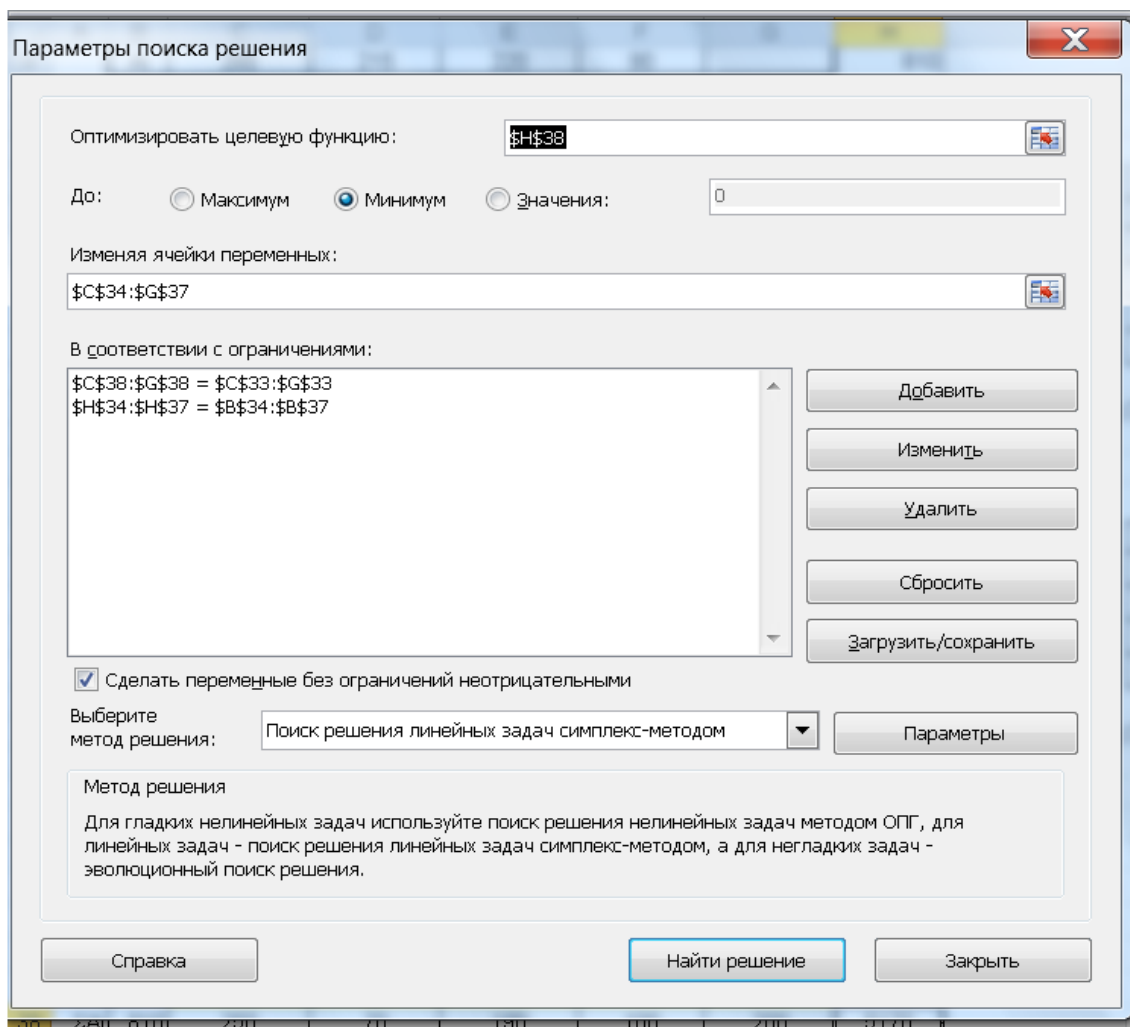
Таблиця 4

Розв’язання задачі за допомогою процедури Excel «Поиск решения»

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
32			B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	ΣB _i	
33			230	130	170	230	120	880	
34	A ₁	225	30	0	170	25	0	225	СУММ(C34:G34)
35	A ₂	205	0	0	0	205	0	205	СУММ(C35:G35)
36	A ₃	240	0	130	0	0	110	240	СУММ(C36:G36)
37	A ₄	210	200	0	0	0	10	210	СУММ(C37:G37)
38	ΣA _i	880	230	130	170	230	120	4065	
39			Σ(C14:C17)	Σ(D14:D17)	Σ(E14:E17)	Σ(F14:F17)	Σ(G14:G17)	СУММПРОИЗВ(\$C\$2:\$G\$5;	
40									

Ставимо курсор на осередок H38 і викликаємо процедуру «Пошук рішення». Заповнюємо поля у вікні. Параметри пошуку рішення і натискаємо кнопку знайти рішення. Результат наведено в таблиці 4.

Якщо порівняти результати обчислень то найкращий результат дає «Пошук рішення», найгірший, але і найпростіший дає метод північно-західного кута. Метод мінімальної вартості рідко збігається з методом «Пошук рішення». Беручи отримані рішення за опорні плани можна поліпшити результат методом потенціалів.



Висновки. Порівнюючи результати обчислень видно, що найкращий результат дає «Пошук рішення», найгірший, але і найпростіший дає метод північно-західного кута. Метод мінімальної вартості залежить від кваліфікації і рідко збігається з результатом отриманим методом «Пошук рішення». Але якщо не має можливості використовувати комп'ютер то отримані рішення є опорними планами, які можна поліпшити методом потенціалів.

Список використаних джерел

1. *Транспортна логістика / Рекомендаційний вебліографічний покажчик інтернет-ресурсів // Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*
2. *Самойленко М.І. Інформаційні технології в розв'язанні транспортних задач: монографія. / М.І. Самойленко, А.О. Кобець; Харк.нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 256 с.*

Науковий керівник: Артемов В.О., к.т.н., доц., Військова академія (м. Одеса).

УДК 355

Ісаєв А.М., студент

Житомирський державний технологічний університет

АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЙ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОГО ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Проведений аналіз поширених мережецентричних концепцій ведення бойових дій. Обґрунтовані пропозиції щодо запровадження мережецентричного підходу в Збройних Силах України.

Ключові слова: ведення бойових дій, мережецентричний підхід, воєнна безпека, Збройні Сили України.

Актуальність. У Воєнній доктрині України визначені завдання [1] щодо підвищення рівня координуваності складових сектору безпеки і оборони, вдосконалення механізмів їх консолідованого розвитку та посилення відповідних оперативних спроможностей для забезпечення воєнної безпеки держави.

У «Стратегічний оборонний бюлетень України» ставиться завдання створення ефективної системи оперативного (бойового) управління, зв'язку, розвідки та спостереження [2].

Очікуваним результатом виконання зазначених завдань є створення національної телекомунікаційної мережі, автоматизованої системи С4ISR складових сил оборони, яка відповідає стандартам, доктринам і рекомендаціям НАТО. Зазначене можливе при реалізацію мережецентричної концепції ведення бойових дій, яка дозволяє збільшити бойової потужності угруповань об'єднаних сил за рахунок утворення інформаційно-комунікаційної мережі, що об'єднує джерела інформації (розвідки), органи управління та засоби ураження (придушення), що забезпечує доведення до учасників операцій достовірної та повної інформації про обстановку в реальному часі [3].

За наявними поглядами [5–13] досягається прискорення управління силами і засобами, підвищення темпу операцій, ефективності ураження сил противника, живучості своїх військ і рівня самосинхронізації бойових дій, підхід реалізується у збройних силах всіх розвинутих країнах світу. Безперечним лідером цього є США. Для впровадження доцільно мати уявлення про мережецентричні концепції провідних країн. Незалежно від загальних рис мережецентричної концепції, реалізації концепції у країнах мають свою специфіку.

Концепція мережецентричного ведення бойових дій вже довгий час впроваджується Збройних Силах України, але є проблемні питання які заважають цьому процесу.

Метою є на основі аналізу виявити загальні риси та відмінності поширених концепцій мережецентричного ведення бойових дій, з'ясувати, чого не вистачає та що необхідно для впровадження мережецентричної концепції для підвищення спроможностей ЗС України.

Передумови мережецентризму в веденні воєнних дій, будівництва збройних сил та управління бойовими формуваннями можливо знайти в роботах радянського військового теоретика і практика Миколи Васильовича Огаркова, маршала, начальника Генерального штабу Збройних Сил СРСР з 1977 по 1984 року. Ще в 1975 році Огарков М. В. обґрунтував, що стримування ядерного протистояння полягає не в кількості та потужності озброєння, а в розподіленій, погодженій і організованій точковій дії на критичні точки противника своїми розподіленими силами – у потрібному місці й у потрібний час [4].

М. В. Огарков пропонував: перейти від оборонних дій до наступальних превентивних дій; розвиток С⁴I (Командування, управління, зв'язок, комп'ютеризація й розвідка); розвиток високоточної зброї й мобільності військ; зосередити зусилля на розвитку стратегічних неядерних сил стримування. Згодом ці ідеї отримали назву «Доктрина Огаркова».

У рамках створення теоретичної бази, що обґрунтовує основні принципи керування збройною боротьбою в інформаційну епоху, у США була розроблена концепція «Мережецентрична війна» (Network Centric Warfare – NCW). Перша доктрина концепції у сполучених штатах з'явилась у 1995 під авторством Джона М. Шалікашвілі, голови об'єднаного комітету начальників штабів.

У вітчизняній військовій науці концепція одержала найменування, «ведення бойових дій у єдиному інформаційному просторі» або, що більш точно відбиває суть, «керування веденням бойових дій на основі єдиного інформаційно-комунікаційного простору».

У 1998 році віце-адмірал ВМС США Артур Себровські та експерт Міністерства оборони США Джон Гарстка у роботі «Мережецентрична війна, її походження і майбутнє» виклали особливості мережецентризму в високотехнологічних війнах: підвищення бойових можливостей (з вогневого ураження, маневру, управління, живучості тощо) формуваних внаслідок підвищення рівня інформаційного обміну.

У концептуально-теоретичному плані А. Себровські і Дж. Гарстка описали модель мережецентризму як систему, що складається з трьох решіток-підсистем: інформаційної, сенсорної (розвідувальної) і бойової. Основу цієї системи складає інформаційна решітка, на яку накладаються взаємно пересічна сенсорна і бойова решітка.

Інформаційна решітка-підсистема пронизує собою всю систему в повному обсязі. Елементами сенсорної підсистеми є «сенсори» (засоби розвідки), а елементами бойової – «стрілки» (засоби ураження). Ці дві групи елементів об'єднуються в єдині органи управління та командування.

Взаємовідношення між усіма елементами підсистем і самими підсистемами досить складні й багатопланові, що дозволяє, наприклад, «стрільцям» вражати цілі відразу після отримання інформації від «сенсорів» або при отриманні наказу від органів управління, або в деяких випадках самостійно.

Інформаційна решітка поєднує всіх постачальників і споживачів інформації, як по вертикалі, так і по горизонталі керування (рис. 1), що дозволяє створити єдиний інформаційно-комунікаційний простір.

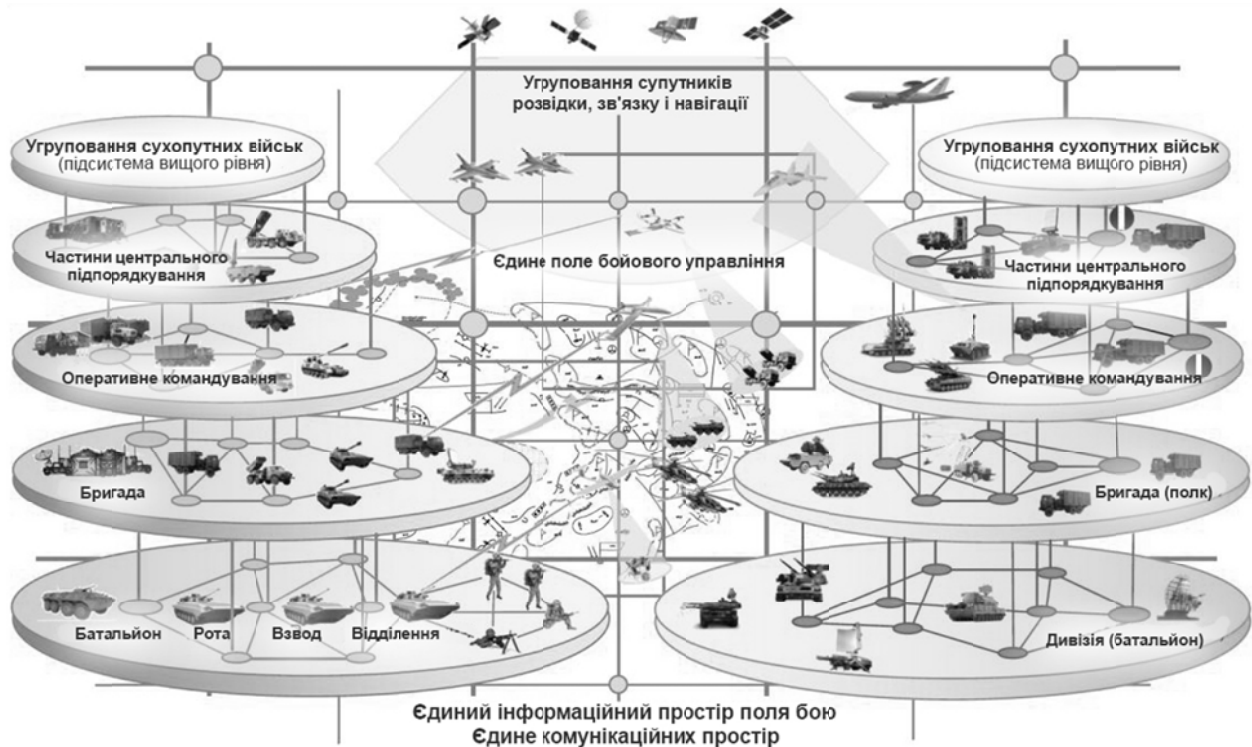


Рис. 1. Структура єдиного інформаційно-комунікаційний простору

Завдяки створенню єдиного інформаційно-комунікаційного простору досягається інформаційна перевага (інформаційне домінування) на полі бою, що дозволяє у багато разів ефективніше і оперативніше реалізувати бойовий потенціал угруповань військ (сил) у ході військових дій. З'являється можливість випереджати противника на всіх етапах підготовки і ведення бойових дій.

Бойові формування в єдиному інформаційно-комунікаційному просторі розглядаються як своєрідні пристрої, підключені до єдиної мережі. Залежно від вибору мережної архітектури та її типу, такими пристроями можуть бути кораблі, літаки, засоби ураження, управління, зв'язку, розвідки та спостереження, група військовослужбовців або окремі солдати, а також комбінація і тих, і інших. У цьому випадку

можливості бойових формувань визначаються не так індивідуальними тактико-технічними характеристиками окремих зразків ОВТ, як можливостями всієї групи підключених до мережі засобів як єдиного цілого, виявляється ефект синергізму ($2 + 2 = 5$), коли ціле являє щось більше, ніж сума його частин.

Таким чином, мережецентризм дозволяє відомий з давніх часів принцип зосередження сил і засобів на вирішальному напрямі трансформувати в принцип зосередження зусиль кожного суб'єкта управління, досягти синергетичного ефекту завдяки організації взаємодії між усіма суб'єктами, що беруть участь у вирішенні завдань.

Разом з тим думка, що об'єднання мережею дозволить вирішити будь-які проблеми – одне з найбільш поширених і стійких помилок. Без точних даних про обстановку, отриманих від засобів розвідки і спостереження, яке наповнюють інформаційну базу мереж, самі по собі вони залишаться всього лише високошвидкісними цифровими каналами передачі даних між пристроями мережі.

Більш того, якщо перспективні мережецентричні концепції слід розглядати як необхідний інструмент підвищення бойових можливостей, то ні про яке збільшення власне потенціалу ОВТ або бойового формування мови не йде. Якщо перебуває на озброєнні танк зі штатним боєкомплектом не здатний пробити броню танка противника, то він не зможе цього зробити навіть при оснащенні його суперсучасними системами зв'язку й управління.

Забезпечення всебічної інтеграції, підвищення рівня взаємодії, а також досягнення синергетичного ефекту за рахунок реалізації нових принципів управління і ведення бойових дій стають невід'ємною умовою реформування збройних сил більшості країн світу.

Назва концепцій, які на даний час відображають стан розвитку військового мистецтва та погляди на ведення сучасної війни і будівництва ЗС провідних у військовій сфері країн світу та блоку НАТО, наведені в табл. 1.

Практична реалізація наведених концепцій неможлива без ефективного рішення питань створення трьох ключових компонентів.

Наднадійного комунікаційного середовища, що забезпечує ефективне функціонування комп'ютерних мереж збройних формувань й їх об'єднання в глобальну інформаційну решітку збройних сил.

Розподіленої в просторі угруповання керованих, досить інформативних, надійних, довговічних й малопомітних для противника сенсорів, інтегрованих у комп'ютерні мережі збройних формувань.

Розподіленого програмного середовища, що забезпечує у реальному часі комплексну багаторівневу інтелектуальну обробку потоків малоінформативних окремо (а найчастіше ще й суперечливих) початкових відомостей про прояви об'єктів, а також дозволяє, за необхідності, оперативно змінювати логіку цієї обробки в міру зміни складу й можливостей сенсорів, одержання нових знань про контрольоване угруповання й т. ін.

За рівнем реалізації мережецентричної концепції світовим лідером є Сполучені Штати Америки.

Таблиця 1

Мережецентричні концепції

Країна / організація	Концепція	Початок впровадження	Нормативний документ	
			Перша редакція	Крайня редакція
США	Мережецентрична війна (Network-Centric Warfare – NCW)	1995	1996 [5]	2015 [6]
НАТО	Комплексні мережеві можливості НАТО (NATO Network Enabled Capability – NNCC)	2005	2005 [7]	2014
Великобританія	Комплексні мережецентричні можливості збройних сил (Network Enabled Capability – NEC)	2002	2003 [8]	-
Нідерланди	Мережецентричні операції (Network Centric Operation – NCO) [9]	2008	-	-

Швеція	Мережева оборона (Network Based Defense – NBD)	2005	-	-
Німеччина	Керування мережами (Networked Command and Control – NCC) [10]	2003	2003	2015
Франція	Інформаційно-центрична війна (Info-Centric Warfare – ICW)	2009	2010	-
Австралія	Комплексна мережецентрична війна (Network Enable Warfare – NEW)	2006	2010 [11]	-
КНР	Інтегрована мережева і електронна війна (Integrated Network-Electronic Warfare – INEW) [12]	2007	2017	-
РФ	Ведення бойових дій на основі єдиного інформаційно-комунікаційного простору [13]	2013	-	-

Згідно з принципами мережецентричної концепції, кожний учасник протиборств, кожний засіб озброєння та військової техніки повинен знаходитися в єдиній інфокомунікаційній системі. Назви таких систем, в різних країнах, наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Інфокомунікаційні системи

Країна	Назва
США	Глобальна інформаційна решітка [14]
Росія	Об'єднана автоматизована цифрова система зв'язку [15]
Китай	Глобальна військова мережа [12]
Україна	Національна телекомунікаційна мережа [2]

Основою глобальних інфокомунікаційних систем є угруповання орбітальних супутників зв'язку.

За даними [16] Міністерство Оброни США володіє близько 40 супутниками зв'язку, 19 з яких були запущені після 2013 року і вважаються новими. Серед них AENF, MUOS, WGS, SMDC-ONE, Quasar. В інтересах ЗС США використовуються чисельні комерційні супутники зв'язку.

Для побудови Об'єднаної автоматизованої цифрової системи зв'язку зв'язку ЗС РФ застосовується 12 супутників зв'язку, серед яких Raduga, Strela, Meridian, Blagovest [17].

Китай для побудови Глобальної військової мережі може використати 10 супутників зв'язку, з котрих останній був запущений 22 грудня 2018 року [18].

На сьогодні Україна не має жодного супутника зв'язку [19]. Запуск супутника «Либідь» був запланований ще у 2012 році, але не одноразово переносився. За відомостями [20] запуск може відбутися наприкінці 2019 року.

Збройні Сили повинні бути об'єднані досить надійними мережами, отримувати можливість якісного нового обміну інформацією, що не можливо без супутників зв'язку.

Загальна ситуаційна обізнаність без використання супутників не дозволяє забезпечувати необхідні співробітництво і самосинхронізацію, підвищує стійкість і швидкість передачі команд, що, в свою чергу, різко знизить ефективність виконання бойового завдання.

Висновок. Для реалізації мережецентричного підходу в Збройних Силах України необхідно Національна телекомунікаційна мережа. За проведеним аналізом така система будується з використанням орбітальних угруповань супутників, безпілотних літаків-розвідників, добре захищених стійких каналів зв'язку з високою пропускнуною спроможністю.

Одним з варіантів вирішення завдання побудови Національної телекомунікаційної мережі є використання комерційних космічних апаратів зв'язку, які значно дешевше спеціалізованих військових систем супутникового зв'язку.

Список використаних джерел

1. Воєнна доктрина [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <http://www.mil.gov.ua/diyalnist/reformi-ta-planuvannya-u-sferi-oboroni/voenna-doktrina.html> [Дата звернення 23.01.2019 р.];
2. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 травня 2016 року "Про Стратегічний оборонний бюлетень України" [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <https://www.president.gov.ua/documents/2402016-20137> [Дата звернення 19.01.2019 р.];
3. Біла книга [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <http://www.mil.gov.ua/content/files/whitebook/WB-2017.pdf> [Дата звернення 15.01.2019 р.];
4. Самардак В. А. Вооруженная борьба и ее развитие в XXI веке часть II [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: http://www.almanacwhf.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=89 [Дата звернення 15.01.2019 р.];
5. Network Centric Warfare - Transforming the U.S. Army [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a423794.pdf> [Дата звернення 12.01.2019 р.];
6. Doctrine for Command, Control, Communications, and Computer (C4) Systems Support to Joint Operations [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: www.bits.de/NRANEU/others/jp-doctrine/jp6_0%2895%29.pdf [Дата звернення 12.01.2019 р.];
7. ACT - NATO Network Enabled Capability [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <https://www.act.nato.int/nnes> [Дата звернення 12.01.2019 р.];
8. The UK's programme to enhance military capability by better exploitation of information [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <http://www.iwar.org.uk/rma/resources/uk-mod/nec.htm> [Дата звернення 12.01.2019 р.];
9. DEFENSE NETWORK CENTRIC SOLUTIONS & TRENDS [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: https://www.cisco.com/c/dam/global/en_ae/assets/cissexposaudi2008/assets/defense-network-centric-operations-andrew.pdf [Дата звернення 12.01.2019 р.];
10. Network Based Defence Logic -From an Innovation Point of View [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <https://apps.dtic.mil/docs/citations/ADA460924> [Дата звернення 12.01.2019 р.];
11. Network Centric Warfare, Command, and the Nature of War [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: www.army.gov.au/our-future/australian-army-research-centre/australian-army-research-centre-publications/study-23 [Дата звернення 12.01.2019 р.];
12. Integrated Network Electronic Warfare: China's New Concept of Information Warfare [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <https://www.c4isrnet.com/c2-comms/2017/03/22/breaking-down-chinas-electronic-warfare-tactics/> [Дата звернення 12.01.2019 р.];
13. The concept of "network-centric" war for the army of Russia [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <http://csef.ru/en/oborona-i-bezopasnost/348/konczepczija-seteczentriczeskoj-vojny-dlya-armii-rossii-mnozhitel-sily-ili-mentalnaya-lovushka-4277> [Дата звернення 12.01.2019 р.];
14. Global information grid [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: https://www.militaryfactory.com/dictionary/military-terms-defined.asp?term_id=2304 [Дата звернення 23.01.2019 р.];
15. Об'єднана автоматизована цифрова система зв'язку [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12200524%40cmsArticle [Дата звернення 23.01.2019 р.];
16. Спутники США, которые были запущены начиная с 2013 года [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/26-kosmicheskie-apparaty-ssha> [Дата звернення 23.01.2019 р.];

17. *Космические аппараты (спутники) России [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/27-rossiya> [Дата звернення 23.01.2019 р.];*

18. *Космические аппараты (спутники) Китая [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/37-kitaj [Дата звернення 23.01.2019 р.];*

19. *Спутники Украины [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/112-kosmicheskie-apparaty-sputniki-ukrainy> [Дата звернення 23.01.2019 р.];*

20. *Україна розраховує запустити супутник зв'язку "Либідь" вже 2019 року [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням: <https://economics.unian.ua/transport/10263861-ukrajina-rozrahovuye-zapustiti-sputnik-zv-yazku-libid-vzhe-2019-roku.html> [Дата звернення 23.01.2019 р.].*

Науковий керівник: Шестаков В.І., к.т.н., доцент, Заслужений діяч науки і техніки України, Житомирський державний технологічний університет.

УДК 623.419

Потерейко Ю.Б., курсант
Військова академія (м. Одеса)

МЕТОДИ АВТОМАТИЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ БМ-21 ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ДАТЧИКІВ СТАНУ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ ЇХ ДАНИХ

Пропонується та обґрунтовується пропозиції методів автоматичного діагностування стану електрообладнання БМ-21 шляхом впровадження системи датчиків стану та комп'ютерних технологій обробки їх даних.

Ключові слова: діагностика, системні методи, норма, датчик, опорна напруга, технічний стан, цифровий сигнал.

Постановка проблеми. У Збройних силах України є достатня кількість комплексів, що добре зарекомендували себе. Проте виникає необхідність проведення діагностичних заходів щодо усунення несправностей та встановлення технічного стану комплексу.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Під діагностикою і пошуком несправностей розуміється процес виявлення елементу, несправність якого може призвести або призвела до відмови виробу в цілому. Під діагностикою і пошуком несправностей розуміється процес виявлення елементу, несправність якого може призвести або призвела до відмови виробу в цілому. У зв'язку з тим, що виникнення раптових не-прогнозованих відмов залишається неминучим, навіть не дивлячись на проведення досить ефективної профілактики, вельми важливе значення для забезпечення необхідної безпеки озброєння набуває завдання швидкого виявлення несправного елемента виробу. Найбільший ефект, безумовно дає систематизований пошук, що становить певну логічну послідовність дій, що дозволяють поступово звужувати порівняно широку область виникнення несправності до тих пір, поки не буде визначено мінімальну ділянку.

Найважливішим елементом діагностичного процесу є глибоке осмислення кожної ознаки відмови окремо і їх взаємозв'язки, а також постійний облік інформації, що характеризує нормальну роботу виробу.

Очевидно, що без всебічного аналізу та максимального використання інформації, що міститься в ознаках відмов і нормальної роботи, що дозволяє встановити взаємозв'язок між ознаками, що в свою чергу сприяє більш швидкому безпомилкового встановлення діагнозу.

Постановка завдання та його розв'язання. Ця робота присвячена розробці універсального датчика стану елемента електричного ланцюга на прикладі електрооборудовання БМ-21.

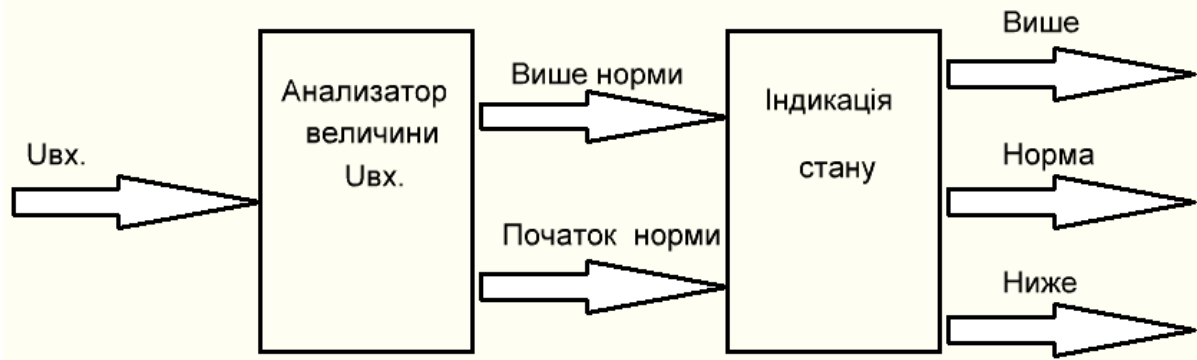
Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. Залежно від завдання, поставленого перед системою це може бути датчик «норма, не норма». Його функціональна схема приведена на рис.1. Якщо від датчика потрібно інформація «норма, вище-нижче за норму, аварія», то його функціональна схема ускладнюється (див. рис.)

На основі цих міркувань була розроблена принципова схема датчиків на принципі порівняння напруги в електричному ланцюзі, або в її точках, із заданим рівнем напруги. Принципова схема приведена на рис.3 для першого типу датчика, і на рис.4 для другого типу датчика.

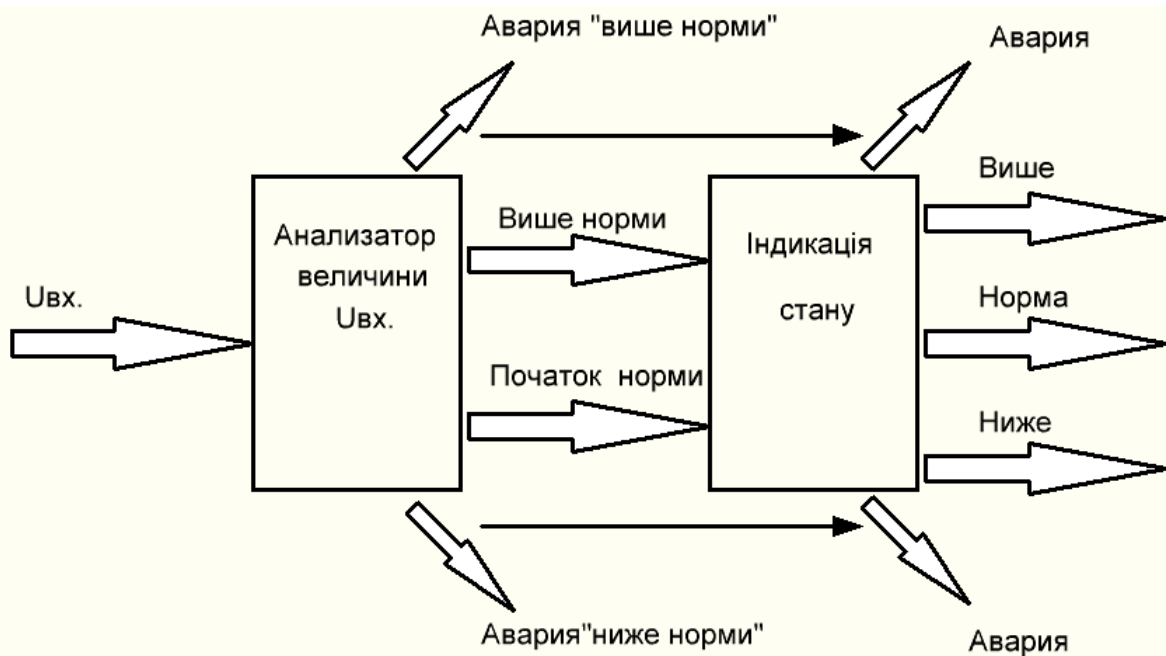
Схеми виконані на компараторах типу УД608, рівні напруги задаються високочастотними багатооборотними подстроечними резисторами. Вихідні цифрові сигнали відображаються світлодіодами, або подаються в шину даних для автоматизованого аналізу стану системи. В якості прикладу аналізується стан генератора 27в БМ - 21. Були (згідно ТУ генератора - Г-6.5 С) задані наступні рівні напруги :

Аварія	29.5в
Вище за норму	29.0в

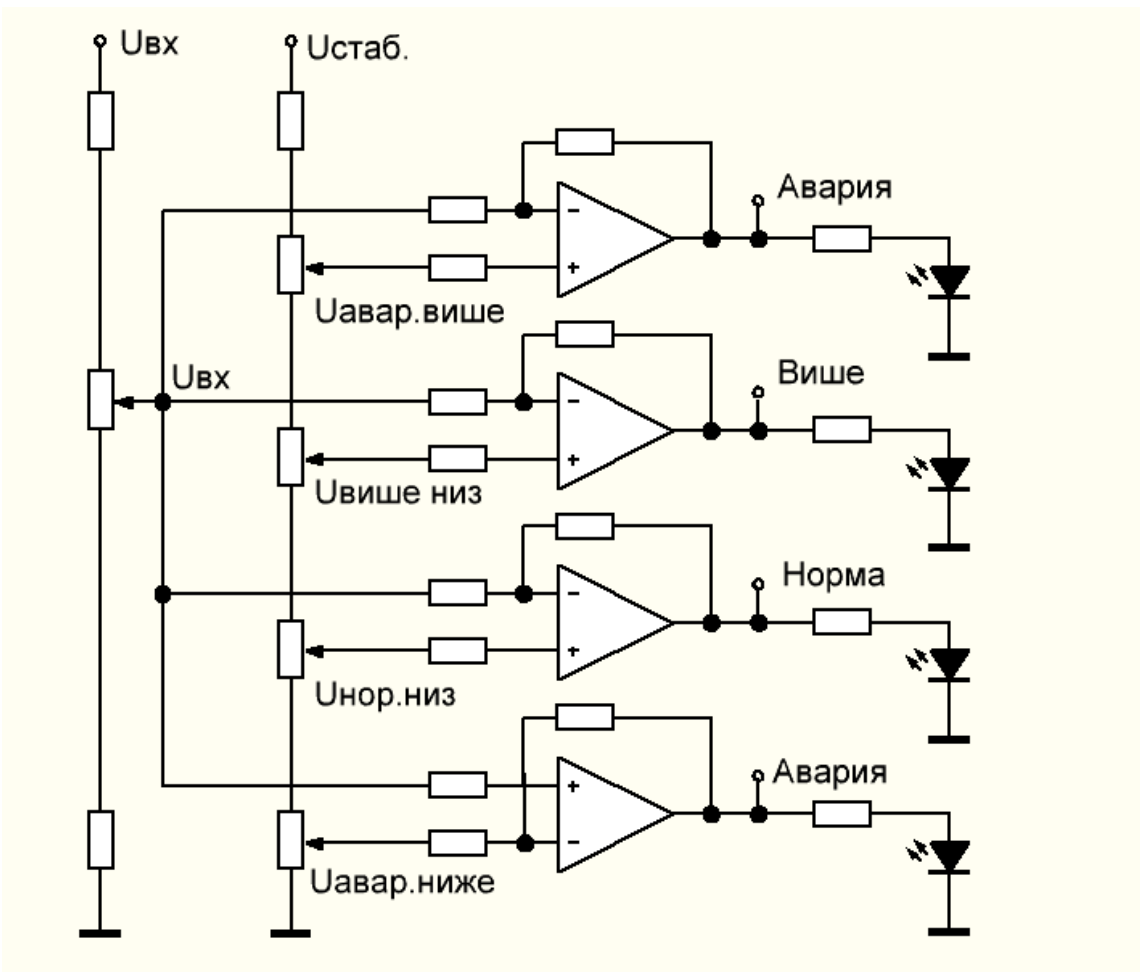
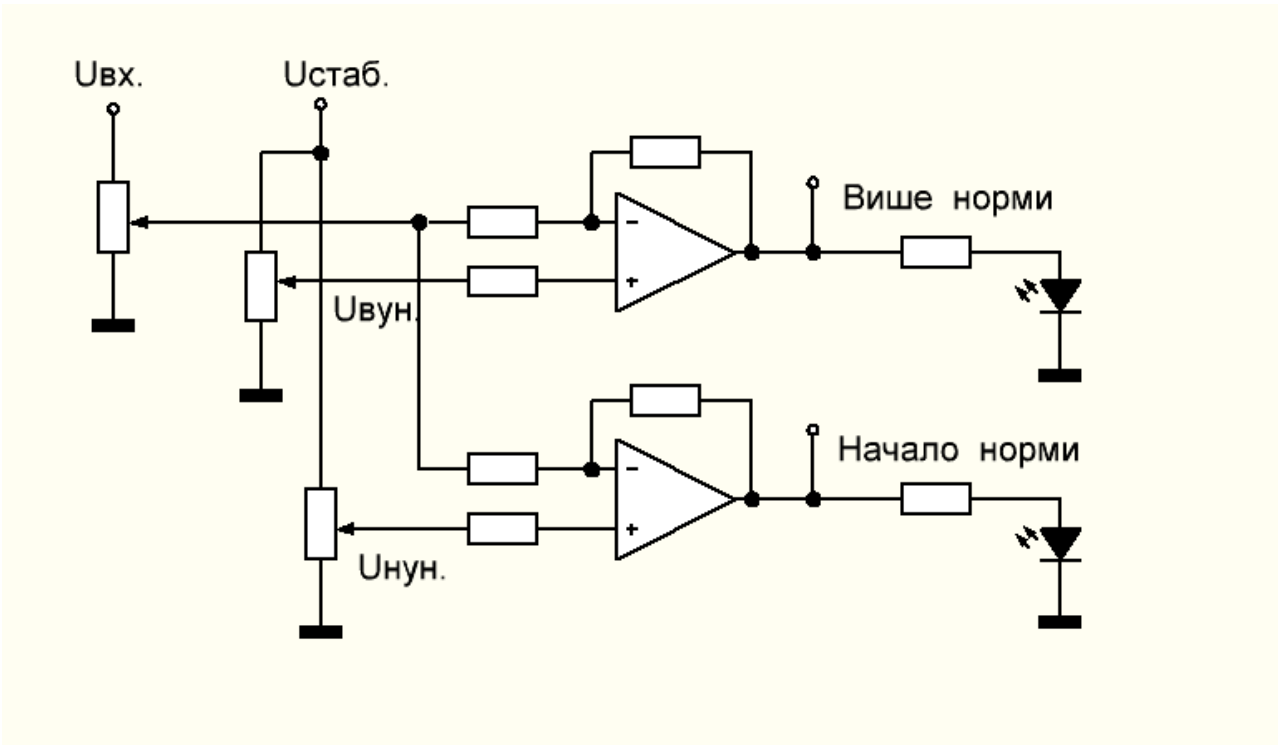
Нижній рівень норми	27.0в
Нижче за норму	26.5в
Аварія	26.0в



Функціональна схема діагностичного обладнання



Функціональна схема діагностичного обладнання



Для живлення пристрою використана бортова мережа + 13.2в БМ-21, через стабілізатор на мікросхемі КР142ЕН8 (11в), опорну напругу (9в) отримуємо від параметричного стабілізатора на стабілітроні КС 9.1.

Висновки. Основні результати роботи показують можливість применения универсальных датчиков для диагностирования технического stanu та пошуку неисправностей електрообладнання БМ-21. Перспективи подальших досліджень становить обґрунтування засобів автоматизированного диагностирования технического stanu та пошуку неисправностей електрообладнання комплекса БМ-21.

Список використаних джерел

1. *Интегральные микросхемы: справочник* / Б.В. Тарабрин, Л.Ф. Лунин, Ю.Н. Смирнов. – М. : Радио и связь. – 1984 – 528с.
2. *Применение цифровых и аналоговых микросхем.* – МРБ, М-Радио и связь – 2004.
3. *Применение микросхемы КР1006ВИ-1.* Алексеев Е.С. – М. : Радио и связь. – 1995 – 127с.
4. *Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие* / Н.И.Ткаченко, С.Е. Башняк. - пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2015. - 60 с.
5. *Дорф Р., Современные системы управления* / Р. Дорф, Р. Бишоп. – М. : Лаборатория Базовых Знаний– 2004. – 832 с.
6. *Макаров И.М. Линейные автоматические системы* / И.М. Макаров, И.М. Менский // М. : Машиностроение, 1982. – 504 с.

Науковий керівник: Коньков К.Д.

Рецензент: Ободовский А.С., к.т.н., доц., Військова академія (м. Одеса)

УДК 614.84

Федосенко Б.С., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ТЕОРІЇ ГРАФІВ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ПОТОКІВ ВІЙСЬКОВОЇ ЛОГІСТИКИ

Робота присвячена проблемам оптимізації матеріально-технічних потоків військової логістики шляхом удосконалення методів теорії графів.

Ключові слова: теорія графів, логістика, дослідження, оптимізація.

Постановка проблеми. Термін «логістика», відомий до недавня лише вузькому колу фахівців, отримує сьогодні широке поширення. Основна причина цього явища полягає в тому, що поняття стало використовуватися в економіці.

Історично логістика розвивалася як військова дисципліна. Тут термін відомий з IX ст. н. е. (Візантія), позначає в основному чітку, злагоджену роботу тилу по забезпеченню військ всім необхідним, т. Е. Роботу, яка є значущим складовим бойового успіху. Талановиті воєначальники завжди розуміли, яку ключову роль в перемозі відіграють опинилися в потрібний час і в потрібному місці боєприпаси, пальне, продовольство, обмундирування. В історії людства цілі війни вигравали або програвалися в залежності від організації постачання військ. Наприклад, поразка британців у війні за незалежність у Північній Америці в значній мірі пояснюють недосконалістю забезпечення англійських військ. У розпал війни в складі британської армії на американському континенті діяло 12000 загонів, які повинні були отримувати з Англії не тільки боєприпаси, а й продовольство Чітке забезпечення військ було налагоджене лише в 1781 р., що виявилось надто пізно.

Актуальність проблеми. Початок теорій графів відносяться до 1936 р., коли Ейлер вирішив популярну задачу кенинсбергских мостах и найшов критерий існування в графах спеціального маршрута (ейлерова цикла). Проте цей результат більше 100 років залишався єдиним в теорії графов, лише в середині 19 віку інженер-електрик Кирхгоф розробив теорії дерев для дослідження електричних ланцюгів, а математик А. Кэли у зв'язку з описом будови вуглеводнів вирішив перелічувальні завдання для 3-х типів дерев. До цього ж періоду відноситься поява знаменитої проблеми 4-х фарб. За останні три тисячоліття теорія графів перетворилася на один з розділів математики, що найбурхливіше розвиваються. У теоретико-графових термінах формулюється велике число завдань, пов'язаних з дискретними об'єктами. Термін «граф» уперше з'явився в книзі угорського математика Д. Кенига в 1936 р.

Мега статті. Робота присвячена проблемам оптимізації матеріально-технічних потоків військової логістики шляхом удосконалення методів теорії графів.

Виклад основного матеріалу. Фірма повинна налагодити перевезення продуктів з бази в 7 магазинів. Мережа доріг, що зв'язує базу і магазини між собою, а також довжини ділянок дороги між кожною парою сусідніх пунктів представлені на рисунку 1.

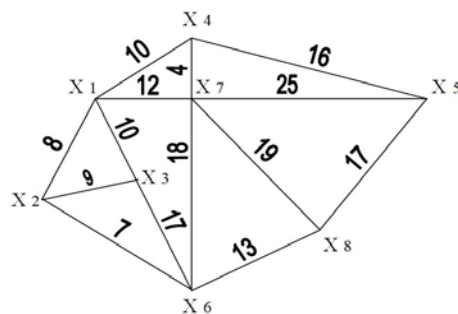


Рис. 1. Мережа доріг, що зв'язує базу і магазини

Визначити найкоротші шляхи від бази до кожного з магазинів.

2. Побудова математичної моделі.

Нехай $G(A, U)$ – граф, де A – безліч вершин, що означають об'єкти (базу – вершина 1, а магазини – вершини 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8), U – безліч ребер, означаючи чих можливий зв'язок між двома вершинами. Кожному ребру поставлено в со-ответствуй деяке число L_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, 8$ – вага ребра (відстань між двома вершинами)).

Завдання відшукування найкоротшого шляху з вершини i в вершину j полягає в мінімізації цільової функції

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n$$

$$Y = L_i X_{ij},$$

де $X_{ij} = 1$, якщо шлях проходить з вершини i в вершину j , $X_{ij} = 0$, в іншому випадку. Ця функція визначає довжину між заданою початковою і кінцевою вершинами. При цьому мають виконуватися наступні умови:

$$(X_{ij} - X_{ji}) = 0, i = 2, 3, \dots, m - 1,$$

тобто для будь-якої вершини i , виключаючи початкову і кінцеву, число шляхів, що входять в цю вершину, так само числу шляхів, що виходять з неї;

$$\sum_{j=1}^m (X_{1j} - X_{j1}) = 1,$$

тобто в останню вершину входить на один шлях більше, ніж виходить;

$$\sum_{j=1}^m (X_{mj} - X_{jm}) = 1$$

Необхідно визначити такі значення X_{ij} , рівні 0 або 1, які доставлять мінімум цільової функції Y при дотриманні умов, заданих обмеженнями.

Це завдання є завданням про найкоротший шлях і може бути вирішена індексно-матричним методом.

3. Рішення завдання.

Складемо матрицю ваг графа, представленого на малюнку. елемент L_{ij} цієї матриці дорівнює вазі ребра, якщо вершини i і j пов'язані між собою ребром, і нескінченності - в іншому випадку. Діагональні елементи є рівними нескінченності, так як граф без петель. Для наочності в матрицю ваг нескінченність записувати не будемо, залишаючи відповідні їм клітини порожніми.

Додамо до складеної таким чином матриці нульовий рядок і нульовий стовпець, в які будемо записувати відповідно індекси стовпців і рядків U_{ii} V_j (U_i – відстань від вершини 1 до вершини i , V_j – відстань від вершини 1 до вершини j). Тоді матриця ваг матиме вигляд, представлений в таблиці нижче.

		V_{j0}								
i/j		1	2	3	4	5	6	7	8	
U_{i0}	1		8	10	10			12		40
	2	8		9			7			24
	3	10	9				17			36
	4	10				16		4		30
	5				16			25	17	58
	6		7	17				18	13	55
	7	12			4	25	18		19	78
	8					17	13	19		49
		40	24	36	30	58	55	78	49	

Висновки. Загальні висновки з порівняльного аналізу функціонування підтверджують, що визначена спрямованість всіх структур матеріального забезпечення на вирішення питань матеріально-технічного, транспортного та медичного забезпечення в єдиній системі логістики є найбільш оптимальною, та потребує виконання наступних кроків:

впровадження автоматизованої системи обліку та руху матеріально-технічних засобів, системи стандартизації та кодифікації;

нових підходів до розробки та впровадження національних стандартів з логістики відповідно до стандартів НАТО;

покращення професійної підготовки особового складу (мовна та фахова підготовка за кордоном, участь у багатонаціональних навчаннях та операціях під проводом НАТО);

розширення функціональних можливостей в рамках Єдиної системи управління адміністративно-господарськими процесами в Збройних силах, забезпечення її сумісності з відповідними системами Альянсу;

утримання необхідних запасів матеріальних засобів у відповідній кількості та якості; своєчасне постачання матеріальних засобів у визначені райони, у тому числі у райони

ведення бойових дій;

контроль обліку та руху матеріальних засобів та отримання відомостей щодо наявності матеріально-технічних засобів в будь-який час.

За досвідом провідних країн світу, впровадження автоматизованої системи контролю за рухом і обліком матеріальних потоків дає значну економію бюджетних коштів. Отримана економія у фінансуванні дозволить збільшити інвестиції для оновлення транспортного парку та розвитку інших засобів матеріально-технічного та медичного забезпечення.

Також слід підкреслити, що жодна забезпечувальна структура сама по собі не створюється і не розвивається, а тільки після розвитку оперативного та тактичного застосування військ (сил). Організаційно-штатна структура логістики повинна відповідати потребам Збройних сил відповідно їх завданням.

Матеріали статті дозволять провести, в межах Збройних сил, централізацію виконання усього спектру завдань матеріально-технічного, транспортного та медичного забезпечення та вдосконалити систему взаємодії і організації роботи з підприємствами оборонно-промислового комплексу, державними органами управління, ефективно та якісно вирішувати увесь комплекс завдань забезпечення військ, як у мирний час, так і особливий період

Список використаних джерел

1. Дем'янчук Б.О., Маханьков В.А., Обертас В.Ф. *Проект настанови з логістики Збройних Сил України в операціях (бойових діях)*.

2. Гуляк О.В., Дем'янчук Б.О., Маслій О.М., Лісовенко Д.В., Маханьков В.А., Обертас В.Ф. *Основи військової логістики. Моделі забезпечення. Навчальний посібник з грифом МОН.* – Одеса: Військова академія. – 2018. – 240 с.

3. *Наказ Міністерства оборони України від 11.10.2016 № 522. «Про затвердження основних положень логістичного забезпечення Збройних Сил України».*

4. Гаджинский А.М. *Логістика.* – Посібник. – М., 2007. – 472 с.

Науковий керівник: Артемов В.О., к.т.н., доц.

Рецензент: Артемов В.О., к.т.н., доц., Військова академія (м.Одеса).

УДК 005.934:658.821

Червона І.С., студент*Одеський національний економічний університет, Україна*

ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

У статті виявлено погляди науковців на сутність конкурентних переваг, досліджено види і фактори їх формування. Розглянуто питання економічної безпеки підприємств України. Досліджено поняття економічної безпеки, фактори впливу. Вивчено взаємозв'язок між конкурентними перевагами та економічною безпекою окремих суб'єктів господарювання.

Ключові слова: конкурентні переваги, конкурентоспроможність, економічна безпека підприємства.

Постановка проблеми. Найважливішою проблемою для українських підприємств на сучасному етапі є проблема їх економічної безпеки і забезпечення подальшого розвитку. В основі її ефективного рішення лежить формування і реалізація конкурентних переваг. Конкурентні переваги визначають конкурентну позицію підприємства на ринку, що дозволяє їм долати тиск конкурентних сил.

Досягнення підприємством переконливих конкурентних переваг є одними з найважливіших категорій ринкової економіки, які характеризують здатність підприємства вчасно та ефективно адаптуватися до умов зовнішнього ринкового середовища, що швидко змінюються, протистояти кризовим явищам в економіці, виживати та розвиватися.

Мета статті полягає у розгляді основних аспектів категорії «конкурентні переваги», вивченні взаємозв'язку між конкурентними перевагами та економічною безпекою окремих суб'єктів господарювання, дослідженні поняття «економічна безпека».

Виклад основного матеріалу. Концепція конкурентних переваг вперше була розроблена М. Портером. У своїх роботах він аналізував чинники, вживання яких дозволить підприємству одержати перевагу перед конкурентами. На його думку, конкурентна перевага «виникає як результат знаходження та використання унікальних, відмінних від суперників, способів конкуренції, які можуть утримуватися деякий період часу» [1].

М. Портер виділяє два основних джерела переваг: маркетинг і витрати. Перевага в маркетингу — це конкурентна перевага в товарах і послугах, які краще задовольняють потреби споживачів, ніж товари конкурентів. Дана перевага заснована на унікальності товару або послуги, що досягається за допомогою міцної репутації товарної марки, надання більш якісних послуг, технологічного лідерства, пропозиція повного асортименту товарів, створення унікальних розподільних потужностей. Перевага у витратах — це конкурентна перевага завдяки більш низьким виробничим і маркетинговим витратам, ніж витрати конкурентів, що дозволяє компанії понизити ціни або використати економію на рекламу і розподіл. Така конкурентна перевага може бути зумовлена економією від збільшення масштабів діяльності, наявністю досвіду ведення справ у даній сфері діяльності, підвищенням продуктивності праці, введенням нових технологій тощо. Також М. Портер визначив третій шлях до досягнення конкурентних переваг — поєднання переваг у маркетингу або витратах у певному ринковому сегменті.

Концепція конкурентної переваги повинна базуватися на попереджувальному, превентивному характері тактичних і стратегічних дій фірми в конкурентному середовищі.

Для більш глибокого розуміння поняття «конкурентна перевага» доцільно розглянути підходи різних авторів до цього визначення (таблиця 1).

Таблиця 1

Визначення авторами сутності поняття «конкурентна перевага»

Автор	Визначення
М. Портер	Конкурентні переваги – це сукупність факторів, що визначають успіх або неуспіх підприємства у конкуренції, продуктивність використання ресурсів тощо [2]
Р.А. Фатхутдінов	Конкурентна перевага – певна ексклюзивна цінність, властива системі, яка надає їй перевагу над конкурентами [3, с. 200]
І.З. Должанський та Т.О. Загорна	Конкурентні переваги – рівень ефективного використання наявних у розпорядженні фірми видів ресурсів, які поділяють на зовнішні (базують ся на відмінних якостях товару, що утворюють цінність для покупця) та внутрішні (засновані на перевагах фірми щодо витрат виробництва, які менші, ніж у конкурентів) [4]
Г.Л. Азоєв	Конкурентні переваги є концентрованим проявом переваги над конкурентами в економічній, технічній, організаційній сферах діяльності підприємства, що можна виміряти економічними показниками (додатковий прибуток, більш висока рентабельність, ринкова частка, обсяг продажу). Конкурентну перевагу не можна ототожнювати з потенційними можливостями компанії. На відміну від можливостей, це – факт, який фіксується в результаті реальних та беззаперечних уподобань покупців [5]
Ю.Б. Іванов	Під конкурентною перевагою варто розуміти позитивні відмінності підприємства від конкурентів у деяких або в усіх видах діяльності, які забезпечують підвищення соціально-економічної ефективності в короткостроковому періоді й виживання у довгостроковому за рахунок постійного пошуку нових можливостей і швидкої адаптації до оточення та умов конкурентної боротьби, що змінюються [6]
В.Д. Немцов	Конкурентні переваги — це характеристики, властивості товару або торгової марки, які створюють для організації певні переваги над прямими конкурентами. Ці характеристики (атрибути) можуть бути найрізноманітнішими і стосуються як самого товару (базової послуги), так і додаткових послуг, що супроводжують базову, а також форм виробництва, збуту або продажів [7]
А. Ніколаєва	Конкурентні переваги підприємства є сукупністю внутрішніх і зовнішніх можливостей, компетенцій та динамічної спроможності, що забезпечують домінування підприємства з певною часткою відповідного релевантного ринку над конкурентами й унеможливають перерозподіл ринку на користь інших підприємств [8].
Є. Полтавська	Конкурентна перевага підприємства - це результат більш ефективного за конкурентів управління процесами формування і розвитку таких якісних і кількісних властивостей продукту, які представляють цінність для покупця. Процеси формування і розвитку конкурентних переваг продукту реалізуються функціональними сферами діяльності підприємства: виробничою, фінансово-інвестиційною, маркетинговою, науково-дослідницьких розробок (НДР) та інноваційною [9].

Підсумовуючи визначення конкурентних переваг, слід виокремити, що їхня сутність переважно розкривається через такі характеристики як: здатність підприємства ефективно розподіляти ресурси, досягаючи більш стійкого і тривалого положення на ринку ніж конкуренти; сукупність характеристик, властивостей, ресурсів, цінностей, якими володіє підприємство і які забезпечують йому перевагу над конкурентами.

Конкурентні переваги поділяють на зовнішні та внутрішні. Зовнішні конкурентні переваги охоплюють ті показники, які характеризують ринкову перевагу підприємства у задоволенні тих чи інших потреб споживача [10]. Таким чином, зовнішні конкурентні переваги відтворюють цінність для споживача. До зовнішніх конкурентних переваг належать: якість товару, сервісне обслуговування, імідж підприємства, знання споживачів, високий рівень інновацій та ін.

Внутрішні конкурентні переваги охоплюють ті показники, які характеризують переваги підприємства у цінових аспектах конкурентної боротьби. Таким чином, внутрішні конкурентні переваги характеризують

цінність для підприємства і засновані на її виробничих та організаційних ноу-хау [10]. До внутрішніх конкурентних переваг належать: технологія, ефективність виробництва, економія на масштабах виробництва, ефективність менеджменту, ефективні контакти з постачальниками матеріально-технічних ресурсів та ін.

Процеси формування конкурентних переваг взаємообумовлені та взаємопов'язані з процесами ефективного функціонування та розвитку підприємства, які впливають на забезпечення економічної безпеки. Для того щоб залишатися рентабельним у довгостроковому періоді та для забезпечення економічної безпеки, підприємство повинно постійно посилювати зовнішні конкурентні позиції.

На думку дослідників, конкурентні переваги інтегрують в собі ефективність і економічну безпеку. Певні дослідники вважають, що основу економічної безпеки заклав академік Л. Абалкін, який розумів під цим поняттям «...сукупність умов та чинників, які забезпечують незалежність національної економіки, її стабільність і стійкість, здатність до постійного оновлення та самовдосконалення» [11]. Вчений трактував економічну безпеку як інститут управління. Погоджуючись з С.А. Афонцевим, він визначив структуру функцій категорії «економічна безпека», яка складалась із трьох частин: економічної стабільності, незалежності, стійкості національної економіки. Своєю чергою, національна економіка припускає створення гарантій та надійних умов для підприємництва, захист власності і здатності до прогресу та саморозвитку. Таким чином, Л. Абалкін зробив значний внесок у методологію та теорію розв'язання проблеми «економічної безпеки» на рівні держави.

Більш розгорнуте, конкретизоване трактування поняття «економічна безпека» дає Є.О. Олейніков [12]. Сутність економічної безпеки він визначає як такий стан економіки й інститутів влади, за яким забезпечений гарантований захист національних інтересів, соціальна спрямованість політики, достатній оборонний потенціал навіть за несприятливих умов розвитку внутрішніх і зовнішніх процесів. Економічна безпека – це не тільки захищеність національних інтересів, але й готовність і здатність інститутів влади створювати механізми реалізації та захисту національних інтересів розвитку вітчизняної економіки, підтримки соціально-політичної стабільності.

На нашу думку, під економічною безпекою підприємства розуміється комплекс заходів, реалізація яких дає змогу забезпечувати економічну стабільність підприємства та його розвиток за невизначеності внутрішнього і зовнішнього середовища та ризику інвестиційної діяльності.

Економічна безпека сфери економічної діяльності виявляється через стійкий стан підприємств, що входять до її складу, та сукупність заходів, які забезпечують ефективне функціонування і розвиток відповідної галузі. Безпека цього рівня, як і безпека держави, впливає на рівень безпеки підприємства.

У складі економічної безпеки виділяють декілька функціональних складових підприємства

1) фінансова, що є однією з найголовніших складових, яка відображає спроможність пристосовуватись до мінливого та невизначеного зовнішнього середовища;

2) кадрова, яку часто поєднують з інтелектуальною, – збереження та розвиток інтелектуального потенціалу підприємства, ефективне планування та управління персоналом;

3) техніко-технологічна, яка визначає відповідність технологій підприємства стандартам та потенціал для їх розвитку;

4) інформаційна, що визначає ефективність інформаційно-аналітичного забезпечення господарської діяльності підприємства;

5) екологічна, яка стосується дотримання підприємством усіх чинних вимог законодавства щодо норм впливу на навколишнє середовище, ступеня забезпечення екологічного контролю;

6) силова, що визначає фізичну безпеку працівників підприємства, ступінь збереження майна від негативного впливу та захищеність інформаційних ресурсів підприємства;

7) політико-правова, яка стосується формування правового забезпечення діяльності підприємства, можливості його адаптації до змін в законодавстві.

На нашу думку формування конкурентних переваг має безпосередній вплив на забезпечення економічної безпеки підприємства (рис.1).

Економічні категорії – конкурентоспроможність та економічна безпека – як характеристики економічної системи перебувають у тісній взаємодії, котра в умовах глобалізації набуває додаткових акцентів. Конкурентоспроможність може розглядатися як безпосередній індикатор рівня економічної безпеки, оскільки остання є одним із базисних напрямів державної політики здійснення національної безпеки, характеризує здатність національної економіки до розширеного самовідтворення.



Рис.1. Взаємозв'язок конкурентних переваг і економічної безпеки підприємства

В свою чергу конкурентні переваги визначають рівень конкурентоспроможності підприємства. При цьому конкурентоспроможність підприємства забезпечується наявністю двох видів конкурентних переваг:

1. Перевага в умінні (досвіді) – обумовлюється ефективністю роботи всіх функціональних підрозділів, ініціативою працівників, наявністю інноваційних процесів на підприємстві.

2. Перевага в ресурсах – визначається доступом до сировини, комплектуючих, матеріалів, кадровим складом працівників та рівнем їх кваліфікації, структурою власних та залучених коштів, забезпечення наявними активами, новітньою технологією, комерційною та виробничою співпрацею. В практиці бізнесу конкурентні переваги є головною метою й результатом господарської діяльності підприємства.

Отже, конкурентоспроможність підприємств може бути використана для визначення рівня економічної безпеки, оскільки підвищення зазначеної характеристики спрямовано на забезпечення економічної безпеки. Ключовими пріоритетними цілями підвищення конкурентоспроможності та економічної безпеки підприємства повинні стати наявність та забезпечення підприємства позитивними конкурентними перевагами.

Висновок. В умовах економічної нестабільності, обмеженого доступу до виробничих та фінансових ресурсів, окупації значної території країни проблема підвищення конкурентоспроможності як складової економічної безпеки вітчизняних підприємств є досить актуальною і важливою та вимагає стратегічного і комплексного підходу.

Встановлено, що для забезпечення економічної безпеки підприємства важливим є підтримання її фінансової, кадрової, техніко-технологічної, інформаційної та інших складових.

Доведено, що конкурентні переваги формують конкурентоспроможність підприємств, яка може бути використана для визначення рівня економічної безпеки, оскільки підвищення зазначеної характеристики спрямовано на забезпечення економічної безпеки.

За результатами аналізу сутності конкурентних переваг встановлено значні розбіжності у трактуванні цієї категорії авторами, що пов'язано з розумінням джерела конкурентної переваги. Встановлено, що виділяють два основних джерела переваг: маркетинг і витрати.

Список використаних джерел

1. Портер М. *Международная конкуренция* / М. Портер / – М. : *Международные отношения*, 1993. - С. 495.
2. Портер М. *Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость* / Пер. с англ. – М.: *Альпина Бизнес Букс*, 2005. – 715 с.

3. Фатхутдинов Р.А. Конкурентоспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент / Р.А. Фатхутдинов. – М.: Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», 2002. – 892 с.
4. Должанський І.З. Конкурентоспроможність підприємства : навчальний посібник / І.З. Должанський, Т. О. Загорна. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 384 с.
5. Азоев Г.Л., Челенков А.П. Конкурентные преимущества фирмы. – 2-е изд. – М.: Типография «Новости», 2010. – 256 с.
6. Иванов Ю.Б. Конкурентоспособность предприятия в условиях формирования рыночной экономики: Монография – Х.: ХГЕУ, 1997. – 246 с.
7. Немцов В.Д. Стратегічний менеджмент: [навч. посібн.] / В.Д. Немцов, Л.Є. Довгань. – К.: ТОВ «УВПК «ЕксОб», 2001. – 539 с.
8. Ніколаєва А.М. Формування стратегії досягнення конкурентних переваг підприємств м'ясної промисловості: дис. канд. наук: 08.00.04 / А.М. Ніколаєва. – Луцьк: ЛНТУ, 2010. – 218 с.
9. Полтавська Є.О. Управління конкурентними перевагами підприємства [Текст]: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. екон. наук. 08.06.01 / Є.О. Полтавська. – Харк. держ. екон. ун-т. – Х., 2004. – 20 с.
10. Сасенко М. Г. Стратегія підприємства: підручник. – Тернопіль: «Економічна думка». – 2006. – 390 с.
11. Абалкин Л. Экономическая безопасность России: угрозы и их отражение / Л. Абалкин // Вопросы экономики. – 1994. – № 12. – С. 17–26.
12. Экономическая и национальная безопасность / Под ред. Е.А. Олейникова. – М. : Экзамен, 2004. – 768 с.

Науковий керівник: Місько Г.А., к.е.н., доц.

Рецензент: Горбатенко А.В., к.е.н., доц., Одеський національний економічний університет (м. Одеса)

Борисовський О.С., магістрант

Національний університет оборони України ім. Черняховського, м. Київ

УКРАЇНА ТА МІЖНАРОДНА МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ДОПОМОГА КРАЇН ПАРТНЕРІВ

Підтримання обороноздатності Держави з урахуванням складних політичних, економічних та безпекових обставин, які склалися після агресії Російської Федерації, ставить Україну на шлях вимушеного задіяння міжнародної матеріально-технічної допомоги з метою підтримання у боездатному стані військової складової та нарощення зусиль у воєнному потенціалі.

Отже, щоб усвідомити суть зазначеного, необхідно переконатись у тому, що надання міжнародної матеріально-технічної допомоги дійсно є вимушено принциповим кроком.

Адже Збройні Сили України та інші силові структури країни, розпочали проведення Антитерористичної операції з озброєнням та технікою – виробництва промислового комплексу Радянського Союзу.

Водночас підґрунтя міжнародного військового співробітництва було закладене ще за часів отримання незалежності України, як суверенної держави. Про що у травні 1992 року між урядом України та США була укладена Угода про гуманітарне і техніко-економічне співробітництво.

У грудні 1999 року була укладена чергова Угода урядом України та США щодо реалізації програм та проектів міжнародної допомоги у військовій сфері, яка ратифікована Законом України від 02.11.2000 № 2079-III.

З метою координації роботи, пов'язаної із залученням, наданням та ефективним використанням міжнародної допомоги Кабінет Міністрів України від 15 лютого 2002 року за №153 постановляє затвердити створення єдиної системи залучення, використання та моніторингу міжнародної технічної допомоги (МТД). Відповідно до положень зазначеної постанови Міністерство економіки України є координатором діяльності, пов'язаної із залученням, використанням та моніторингом МТД, здійснює реєстрацію проектів, та забезпечує формування стратегічних і щорічних програм МТД відповідно до пріоритетних напрямів соціально-економічного розвитку. Міністр оборони України у квітня 2006 року ввів у дію наказ “Про створення єдиної системи залучення, використання, обліку та моніторингу міжнародної технічної допомоги у Міністерстві оборони України”.

Одним із заходів щодо координації МТД в Україні стало підписання 19 квітня 2007 року № 325 Указу Президента “Про приєднання до Паризької декларації щодо підвищення ефективності зовнішньої допомоги” та включення України до переліку країн, які приєдналися до зазначеної Декларації. Також були і інші угоди з країнами партнерами щодо МТД. Але явної та дієвої підтримки України щодо матеріально-технічної допомоги від країн з якими було укладено угоди не відчувалася.

Тільки з початком антитерористичної операції з метою збереження територіальної цілісності України, небайдужі громадяни світу, держави Європейського товариства і держави гаранті територіальної цілісності України, за винятком Російської Федерації, яка порушивши Будапештський меморандум трансформувалась в державу агресора, розпочали кампанію щодо надання матеріально-технічної допомоги.

З метою формування та забезпечення реалізації військово-технічної політики у сфері військово-технічного співробітництва з іноземними державами в інтересах оснащення Збройних Сил України сучасними зразками озброєння, військової техніки та іншими товарами військового призначення, сприяння просуванню товарів вітчизняного оборонно-промислового комплексу на зовнішні ринки озброєнь, а також у питаннях державного експортного контролю наказом Міністерства оборони України від 2 квітня 2015 року №152 було створено Управління військово-технічного співробітництва та експортного контролю.

У 2016 році за наказом Міністерства оборони України від 30 серпня 2016 року № 449 впроваджено в дію Інструкцію про організацію залучення, використання, обліку та моніторингу міжнародної технічної допомоги в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України.

Виконавчим органом у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України з питань організації залучення, узагальнення та підготовки документів до державної реєстрації проектів (програм) МТД, підготовки до підписання контрактів, ведення оперативного обліку контрактів на виконання проектів (програм) МТД, контролю за використанням МТД та моніторингу МТД визначено **Центр забезпечення миротворчої діяльності та реалізації міжнародних договорів Збройних Сил України (Головного управління військового співробітництва та миротворчих операцій)** далі Центр.

Міжнародна технічна допомога реалізується у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України на підставі Угод між Урядом України та Урядом США про гуманітарне і техніко-економічне співробітництво (від 07.05.1992), а щодо реалізації програм та проектів міжнародної допомоги у військовій сфері (від 08.12.1999).

Разом з тим у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України здійснюється імплементація наступних програм міжнародної технічної допомоги:

*Програма фінансування надання військової техніки, майна та послуг США іноземним державам, заснована у 1994 році. Фінансується Міністерством оборони США – **Програма FMF (Foreign Military Financing)***

*Програма надання військової техніки, майна та послуг США для України під егідою Ініціативи з відновлення довіри в Європі, на підставі закону США № 113-291 “Закон про повноваження в галузі національної оборони на 2015 фінансовий рік”. Фінансується Міністерством оборони США – **Програма ERI (European Reassurance Initiative)***

*Програма надання військової техніки, майна та послуг США для України під егідою Ініціативи зі сприяння безпеці в Україні, на підставі законів США № 114-92 “Закон про повноваження в галузі національної оборони на 2016 фінансовий рік”, № 114-113 “Закон про консолідацію повноважень в галузі національної оборони на 2016 фінансовий рік” та Програми розбудови можливостей країн-партнерів. Фінансується Міністерством оборони США – **Програма USAI (Ukraine Security Assistance Initiative)**. Суми коштів, які виділялись за представленими вище програмами зазначено у таблиці.*

Відповідно до умов реалізації програм МТД, американська сторона надає Міністерству оборони України та Збройним Силам України гранти для закупівлі обладнання, яке не може бути придбане на території України, а також не може бути застосоване у веденні збройної боротьби.

Гранти надаються безкоштовно, без повернення та не у грошовому еквіваленті, а тільки майном або послугами, які придбані на території США.

Для звітування перед американськими податківцями та Урядом США щодо використання грантів, у рамках Програми FMF між Міністерством оборони України та Міністерством оборони США укладаються відповідні контракти. З боку Міністерства оборони України фінансових витрат не передбачено за винятком митно-брокерських послуг під час ввезення майна на митну територію України, розвантажно-завантажних робіт та плати за зберігання вантажів на вантажних терміналах.

Таблиця 1

Фінансування програм матеріально-технічної допомоги

Програма МТД	2015	2016	2017
Програма FMF	45 млн.дол.США	85 млн.дол.США	42 млн.дол.США
Програма ERI	120 млн.дол.США	–	?
Програма USAI	–	250 млн.дол.США*	175 + 175 млн.дол.США

* в суму 250 млн. дол. США входить 20 млн. дол. США для Національної гвардії Українцита 2,5 млн. дол. США для Державної прикордонної служби України

З 2014 по січень 2017 року отримано міжнародної технічної допомоги на загальну суму **161 879 538 дол. США**;; радіолокаційні станції контрбатареїної боротьби AN/TPQ-48 – 20 к-тів;

радіолокаційні станції контрбатареїної боротьби AN/TPQ-49 – 10 к-тів; радіолокаційні станції контрбатареїної боротьби AN/TPQ-36 – 6 к-тів; безпілотні літальні апарати RQ-11B Raven із запасними частинами – 24 к-ти (72 БПЛА); автомобілі на базі HMMWV різних типів – 135 од.; радіостанції HarrisFalcon III різних типів; прилади нічного бачення різних типів; польовий шпиталь EMEDS; речове, продовольче та медичне майно та обладнання.

Від Канади 32 тонн гуманітарної допомоги (шоломи, бронезилети, балістичні окуляри, медичні аптечки, спальні мішки, намети на суму **5 000 000 канадських доларів (\$ 4,5 млн.)**

Німеччина. 50 міношукачів (100 000 євро). Крім того до України від США, Канади та Нідерландів з 2014 по початок 2017 року поставлено не менше як на 10 000 000 доларів інженерного обладнання (сигнальні міни, телескопічні маніпулятори, індивідуальне захисне спорядження, міношукачі, водолазне обладнання, системи дистанційного розмінування та керування підриванням, генератори).

Від Великої Британії 2000 шоломів марки 6, 150 шоломів з вмонтованими приладами нічного бачення, 200 GPS-навігаторів, 220 захищених ноутбуків, 1000 пакетів першої медичної допомоги. На суму 800 000 фунтів стерлінгів (1 300 000 доларів США)

Литва. Елементи озброєння - 150 тонн боєприпасів для АК-47 . На суму 50 000 000 літів (17,8 млн доларів США)

Словаччина Електрогенератори і комплекси освітлення, медичні матеріали на суму 380 000 євро

За три роки Україна отримала близько 3 млрд. гривень військової допомоги. З 2014 року країни світу постачали Україні техніку, обмундирування і медичне обладнання, необхідні для протидії російській агресії. Китай надав Україні медичне обладнання; Туреччина – індивідуальне спорядження і обмундирування, а також медичне обладнання; Нідерланди – електрогенератори, індивідуальне спорядження і обмундирування. Від Іспанії Українська армія отримала бронезилети і кевларові шоломи; від Чехії і Албанії - індивідуальне спорядження і обмундирування; від Литви – медичне обладнання та обмундирування. Норвегія, Латвія, Японія і Данія допомогли Україні медичним обладнанням. Допомогу також надавала і низка інших країн, однак не всю інформацію щодо матеріально-технічної допомоги Україні можна висвітлювати в пресі, деяка інформація є конфіденційною і не підлягає оприлюдненню.

Міністр оборони України 22 січня 2017 року закликав президента США Дональда Трампа продовжити надання політичної і військової допомоги Україні. За словами Міністра оборони України, допомогу Україні надають 18 країн, в тому числі США, Велика Британія, Канада і Литва. З 2014 року вартість військової допомоги США Україні склала понад 1,3 мільярда доларів з урахуванням вартості навчань та обладнання. У грудні Конгрес США схвалив бюджет Пентагону на 2017 рік, що передбачав виділення 350 мільйонів доларів військової допомоги Україні, що на 50 мільйонів більше, ніж в 2016 році. Документ передбачав надання Україні летальної зброї, а також розширення військової допомоги за рахунок поставок засобів технічної підтримки для розробки цілісної системи моніторингу державного кордону України і допомоги у підготовці штабних офіцерів і вищого військового командування Збройних сил України. 22 вересня палата представників Конгресу США одноголосно схвалила закон H. R. 5094 про підтримку стабільності та демократії в Україні, положення якого передбачають, серед іншого, можливість передачі Україні летальних оборонних систем озброєнь. Але можливість захоплення Росією сучасної американської техніки (озброєння) була і залишається одним із аргументів проти надання Україні летального оборонного озброєння.

Отже у 2017 році було акцентовано увагу на постачанні до ЗС України МТД не летальної дії а саме:

запасні частини для автомобілів підвищеної прохідності типу HMMWV(запасні частин, допоміжне обладнання, технічна документація, а також дворічне технічне обслуговування автомобілів HMMWV);

медичне обладнання та матеріали для забезпечення функціонування стаціонарних шпиталів (обладнання для 3-х хірургічних лабораторій, 5-ти фізіотерапевтичних кабінетів, 2 500 комплектів першої допомоги для санінструкторів, 25 000 індивідуальних аптечок, 5 рентген апаратів, 20 дефібриляторів, 10 приладів діагностики організму);

медичне обладнання та матеріали для забезпечення функціонування польового шпиталю (10 носилок з жорстким корпусом, 10 евакуаційних носилок, 900 комплектів медичного одягу, 900 аптечок першої допомоги тощо);

система мобільного телевізійного та радіо мовлення для забезпечення інформаційних операцій (4 системи мобільного радіо та телевізійного мовлення, 2 одиниці 15 Kw та 4 одиниці 5 Kw генераторів, 35 захищених ноутбуків, офісне обладнання);

обладнання для створення Автоматизованої системи управління на основі електронної системи обміну інформацією (мережеве обладнання та допоміжні системи для створення Автоматизованої системи управління на основі електронної системи обміну інформацією за напрямками: центр оперативного реагування на інциденти кібернетичної безпеки (CSOC), центр оперативного управління (C2C), інформаційна система логістичного забезпечення (LIS), медична інформаційна система (MIS), система оперативного управління для командування сил спеціальних операцій);

обладнання для забезпечення заходів підготовки у 197 Центрі підготовки сержантського складу (10 ранцевих 20W KX радіостанцій, 50 ручних GPS Garmin E-Trex та 300 приладів нічного бачення AN/PVS-7B 200 транспортирів, 200 магнітних компасів, 20 індивідуальних тентів, 10 палаток із розрахунку на відділення);

обладнання для забезпечення заходів підготовки на Міжнародному центрі миротворчості та безпеки (113 ручних GPS, 75 ручних УКХ радіостанцій, 30 ручних відеокамер, 100 бронежилетів, 120 кевларових шоломів, 200 рюкзаків, 10 комплектів ручних інструментів, захисного одягу);

обладнання для забезпечення заходів підготовки сил спеціальних операцій (70 ручних УКХ радіостанцій, 30 ранцевих KX радіостанцій, 100 приладів нічного бачення AN/PVS-14, 10 міношукачів, 4 5 Kw генератори, 53 захищених ноутбуків, офісне обладнання (проектори, принтери, роутери)).

Необхідно відмітити, що Канада добавила Україну у список країн, до яких дозволяється експортувати канадську автоматичну зброю (летальну зброю) про, це зазначив 22 вересня 2017 року прем'єр-міністр Канади Джастін Трюдо.

В кінці 2017 року президент США Дональд Трамп підписав оборонний бюджет США на 2018 рік у якому передбачено виділення 350 млн. доларів на надання Україні допомоги у сфері безпеки і заходів щодо протидії російській агресії. Також президент США Дональд Трамп дав згоду на комерційний продаж Україні стрілецької зброї та протитанкового ракетного комплексу FGM – 148 Javelin, самозарядних великокаліберних снайперських гвинтівок M 107A1 фірми Barrett та боєприпасів і аксесуарів до них.

Водночас виникають ускладнення із зберіганням вантажів на складах Державного підприємства “Міжнародний аеропорт “Бориспіль” (далі – (близько 80% переміщується через) ДП МА “Бориспіль”).

Так, наказом генерального директора ДП МА “Бориспіль” від 07.10.2016 № 01-07-98 були введені в дію нові Правила застосування тарифів на вантажному терміналі у яких скасовані пільги за зберігання вантажів з МТД. Відповідно до нових Правил безкоштовне зберігання вантажу на вантажному терміналі складає 3 доби. У подальшому 3 грн. – за один кілограм вантажу за перших 10 діб зберігання, 4 грн. – за других 10 діб та 5 грн. – за подальший термін зберігання. Якщо вартість зберігання перевищує вартість вантажу, вантаж знищується.

Ураховуючи практику, яка склалась щодо отримання вантажів з МТД термін їх зберігання в середньому складає 15-17 діб.

У зв'язку з тим, що великий відсоток вантажів надходить декількома партіями, без повідомлення відправника, без товаросупровідних документів на вантаж або з розбіжностями з попередньо поданими документами, це у свою чергу призводить до переопрацювання дозвільних документів для здійснення митного оформлення.

У наслідок чого Збройні Сили України несуть значні нецільові витрати бюджетних коштів, а також виникає непорозуміння з боку країн-партнерів.

Необхідно зазначити, що МТД, надана Україні іноземними державами, мала дуже великий політичний ефект на самому початку російської інтервенції, коли здавалося, що Україна залишилася один на один з ядерною державою. Проте, усі країни намагалися не переходити певну межу, щоб не спровокувати Російську Федерацію на більш жорсткі методи ведення бойових дій на Донбасі. Більше того, якщо до початку війни ми могли спокійно купувати в Європі вузли, агрегати та комплектуючі для ремонту бронетехніки, то після її початку ситуація вкрай ускладнилася.

Для України головним пріоритетом на цей час стало збереження нинішнього рівня підтримки як такої. Адже починаючи з 2016 року такі великі донори МТД як Канада, Велика Британія, США починають переносити акценти все більше в бік допомоги у реформуванні сектора безпеки України як такого і зменшення наголосу на передачі обладнання (озброєння).

Саме реформа військово-промислового комплексу (ВПК) і розбудова загального потенціалу українських військових формувань розглядаються США як основа для успішної протидії російській агресії.

Заступник міністра оборони США Роберт Ворк зробив наголос саме на такому баченні перспектив взаємодії з Україною під час зустрічі із керівником Міністерства закордонних справ України Павлом Клімкіним 15 лютого 2017 року.

На мою думку, ці обставини змусили Україну зробити ставку на власні сили. Реальне підвищення потенціалу Української армії базується на використанні можливостей "Укроборонпрому" – власного ВПК.

Таким чином основний пріоритет у формуванні та розбудові Збройних Сил України покладається на залучення власного ВПК країни до переоснащення армії новою та модернізованою технікою та озброєнням. Адже практика показує, що те МТД (озброєння), що передається до України проходить модифікацію в таких межах щоб українська сторона не могла їх використанням привести до ескалації конфлікту з Російською Федерацією.

Література.

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 15 лютого 2002 р. № 153 Про створення єдиної системи залучення, використання та моніторингу міжнародної технічної допомоги
2. <https://rian.com.ua/ analytics>.
3. <https://www.unian.net/politics/2296914-klinkin...>
4. <https://ukrainian.voanews.com/a/letalna-zbroya/4051145.html>.
5. <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/dlya-potreb-medsluzhbi-zbrojnih-sil-postavleno-30-bronovanih-mt-lb-s-100-sanitarnih-avto-bogdan-otrimano-40-medichnih-hammeriv>.
6. <http://www.mil.gov.ua/diyalnist/mizhnarodne-spivrobitnicztvo/>.
7. <https://glavcom.ua/publications/vid-suhpaykiv-i-do-chim-soyuzniki-dopomagayut-ukrajini-ostanni-tri-roki-412847.html>.

Науковий керівник: Терещенко А.М., Національний університет оборони України ім. Черняховського, м. Київ

РОЗВИТОК І ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

УДК 623.437

Бламар О.О., курсант

Прокопчук О.О., курсант

Військова академія (м. Одеса), Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Розглядаються деякі перспективні підходи до використання альтернативних джерел енергії для автомобільної техніки; підкреслюються переваги біодизельного пального для автомобільної техніки військового призначення, зокрема щодо захисту навколишнього середовища.

Ключові слова: *альтернативні джерела енергії, біодизельне пальне, відновлювальні види палива, нові екологічно безпечні та енергоефективні технології.*

Постановка проблеми. Приблизно 80% механічної енергії, яка використовується людством, виробляється двигунами внутрішнього згорання, які є основними споживачами рідких вуглеводневих палив нафтового походження (дизельне пальне і бензин). Тому у всьому світі існує гостра проблема у забезпеченні енергією автомобільної техніки, яка постійно зростає. Особливого значення вона набуває для військової техніки, яка є у великій кількості, є потужною та споживає велику кількість пального. У порівнянні з технікою цивільного призначення тут на перший план виступають питання навіть не економіки а боєздатності військ.

Традиційні види автомобільного палива мають два великих принципових недоліки. По-перше, вони виділяють парникові та отруйні гази і сприяють дуже шкідливій зміні клімату. По-друге, чималі ціни на них постійно зростають. Середня ціна на газ та рідкі нафтопродукти за останні роки різко зросла майже в тричі [1].

Нажаль сучасна економічна політика наддержав не дозволяє позбутися залежності від невідновлювальних джерел енергії, а навпаки, сприяє планомірному залученню до процесу виробництва бензину і дизельного пального. Все це вимагає рішучого переходу енергетичних технологій автомобільної техніки на нові види альтернативних відновлюваних джерел енергії.

Вирішення енергетичної проблеми полягає у переведення існуючих технологій на альтернативні відновлювальні види палива, а також створенні та впровадженні нових екологічно безпечних та енергоефективних технологій, тому розглядаються, наприклад, різні варіанти виготовлення біопалив з урахуванням природних, економічних та екологічних задач.

З урахуванням складної економічної ситуації в Україні особливо актуальним стає питання використання альтернативних джерел енергії в транспортній сфері, зокрема для автомобільної техніки військового призначення в умовах проведення бойових дій на сході країни, коли постійно зростають ціни на пальне і виникає енергетична залежність від інших країн-виробників органічних палив. В той же час, нажаль, не спостерігається помітного збільшення обсягу енергоносіїв, отриманих з відновлювальних джерел енергії.

Мета статті: вивчення альтернативних відновлювальних джерел енергії та проблеми створення нових екологічно безпечних й енергоефективних технологій перетворення енергії, теоретичне обґрунтування переваг альтернативних джерел енергії, зокрема біодизельного пального, для автомобільної техніки військового призначення.

Виклад основного матеріалу. Всі енергетичні технології підкорюються закону збереження та перетворення енергії. Відповідно йому в усіх реальних енергетичних процесах відбувається не тільки взаємні перетворювання механічної, електромагнітної, хімічної енергії але і часткове супутнє їх незворотнє

перетворення у теплоту (що називають «втратами енергії»). Кожен вид енергії може перетворитися в будь-який інший вид енергії. Парова турбіна, двигун внутрішнього згорання, тощо, перетворюють внутрішню енергію пального в механічну енергію, електричний генератор перетворює механічну енергію в електричну, електродвигун перетворює електричну енергію в механічну і одночасно всі такі машини нагріваються, нагрівають також і навколишнє середовище. Тобто реальні системи постачання та використання енергії завжди є дисипативними. Чим менше втрат енергії, тим досконаліша машина. Ступінь досконалості машини характеризується коефіцієнтом корисної дії (ККД). Через те що було сказано вище потреба у створенні нових двигунів з максимально можливим ККД для автомобільної техніки військових зростає з кожним днем

Між тим, існує велика, що до кінця не уточнена кількість альтернативних (принципово відрізнених від традиційних автомобільних палив, наприклад, електрохімічної, фотоелектричної, вітрової) джерел енергії, яку в провідних країнах світу намагаються практично задіяти на основі наукових досліджень та розробки новітніх енергетичних технологій. Деякі успіхи в цьому дуже складному та напруженому пошуку вже досягнуті [2]. Але ще і досі не досягнута необхідна конкурентоспроможність альтернативних енергетичних технологій у порівнянні з традиційними, через що продовжується їх зростаюче використання, незважаючи на пов'язану з цим смертельну для людства небезпеку надмірного забруднення навколишнього простору.

І все ж таки існує багато ознак того що дослідники знаходяться на вірному шляху і з часом розроблять придатні до використання технології навіть і такі, що зроблять сам будь-який військовий автомобіль постачальником енергії (технології рекуперації). Рекуперацією (від лат. recuperatio – «зворотне одержання») в сфері енергетики називають повернення частини матеріалів або енергії для повторного використання в тім же технологічному процесі. Наприклад, гальмування автомобілю передбачає використання сили тертя в гальмових барабанах або дисках, що супроводжується безкорисним перетворенням механічної енергії в теплоту. Подібне перетворення відбувається і в амортизаційних пристроях підвіски автомобілю. За технологіями рекуперації можливо використати для гальмування чи амортизації не силу тертя, а силу стиснення повітря в балонах пневмоприводів автомобілю для наступного повернення в кінетичну енергію автомобілю. З такою ж метою можна використати для гальмування чи амортизації явище електромагнітної індукції з генерацією електромагнітної енергії з її наступним перетворенням в кінетичну енергію автомобілю.

Така ідея, можна сказати, раніше маячила в повітрі, але не була покликана до реалізації через доступність та простоту використання традиційних палив в минулому. Тепер ситуація в даному питанні докорінно змінилася, що значно поживила наукові дослідження та їх матеріально-фінансове забезпечення в провідних країнах світу.

Поруч з технологіями рекуперації енергії (тобто такими, що можна використати на існуючій техніці шляхом її удосконалення) стоять технології підвищення ефективності дії існуючих приладів та двигунів автомобільної техніки. На першому місці тут стоїть гарантування правильної організації її експлуатації та ремонту. Наприклад, погано налагоджені чи пошкоджені прилади та устрої автомобілю можуть збільшити його споживання пального більше ніж удвічі. Навпаки, застосування в стандартних технологіях обслуговування автомобільної техніки різноманітних технологічних інновацій, за передовим досвідом, дозволяє, «не відходячи від каси», більше ніж вдвічі зменшити норматив споживання пального.

Окремо слід виділити альтернативні енергетичні технології, які пов'язані з принциповими змінами в конструкції та принципах дії автомобільної техніки. Наприклад, такими є фотоелектричні джерела енергії, які сьогодні, в перехідний період, можуть використовуватися на додаток до традиційних технологій а в майбутньому стануть самодостатніми енергетичними технологіями автомобільної техніки. Для розуміння сучасного стану даної проблеми слід відзначити що, наприклад, на широті м. Одеса з її помірно мінливим кліматом на 1 квадратний метр земної поверхні щосекунди падає (в середньому за рік) 750 Дж. Тобто, якщо уявити що така енергія може бути без втрат перетворена і використана для руху вантажівки, то фотоелектрична панель сонячної батареї, яка повністю накриває таку вантажівку і досягає за площею 15 м²

може жити електродвигун потужністю 11,25 кВт. Для початку непогано, чи не так? Але тут в справу втручається ККД сонячних фотоелектричних перетворювачів енергії, який у недавні роки (до 2000 р.) складав не більше 0,14. Це відповідає тому що 14 % сонячної енергії може бути безпосередньо перетворена на електричну енергію. Сьогодні такий найкращий ККД складає близько 0,5 (50%), а в майбутньому, що показує теорія таких приладів може досягти 0,9 (90%). Ще одним з різновидів «безкоштовної» енергії є енергія вітру. Цікаво було б, щоб енергія аеродинамічного опору рухові автомобілю також високоефективно витрачалася не на його гальмування, а на накопичення електромагнітної енергії з наступним перетворенням на кінетичну енергію руху автомобілю. Все це може дати старт новій ері автомобілів тому що вони зможуть самостійно заряджатися електричною енергією від сонячного опромінювання та дії вітру. Нещодавно в інформаційному просторі з'явилися новини про те, що французька компанія Venturi, яка займається розробкою екологічно чистого автотранспорту, представила на фестивалі WIRED NextFest два нових автомобілі, що працюють на енергії сонця і вітру.

Тут слід зазначити, що електрична енергія, у порівнянні з іншими видами енергії, найкращим чином може бути накопичена, передана та перетворена в механічну енергію. У наш час електромобіль не такий популярний, але реально існуючий перспективний проект багатьох відомих автомобільних концернів. Електродвигун з'явився набагато раніше, ніж двигун внутрішнього згоряння. Вважається, що перший прототип електромобілю з'явився в 1841 році і виглядав, як візок з електромотором. До 1912 році в США було виготовлено понад 10 тисяч електромобілів, які за динамічними якостями анітрохи не поступалися звичайним автомобілям того часу. Проблемою номер один була (та і в певному ступені залишається і сьогодні) складна за технологією та продовжна за часом процедура зарядки батареї. Але багато новітніх наукових та технологічних досягнень дають підстави вважати що найближче майбутнє автомобільної техніки пов'язано з саме з електромобілями. Ще 10 років тому автомобілі з електричними двигунами були якщо вже не чимось з наукової фантастики, то дивиною точно. Їх створювали в штучному примірнику, показували на різних авто-шоу та наукових виставках. Сьогодні «електричні» автомобілі випускаються серійно. Причому можуть бути повністю «електричними» такі як Tesla, або бути гібридами, які здатні працювати як на органічному паливі так і з використанням електрики. Такі гібриди взагалі присутні в модельному ряду більшості крупних автомобільних виробників. Гібридизація автомобільного приводу пов'язана з тим, що сонячні батареї в даний час не можуть бути використані для повного електроприводу машини через недостатність потужності. Але вони можуть бути використані для суттєвої економії органічного пального і навіть для повного електроприводу машини на окремих ділянках руху.

Ще одним з важливих напрямків електрифікації автомобільних приводів є використання електричних батарей на основі паливних елементів. Наприкінці минулого року Toyota оголосила про запуск в серійне виробництво моделі «Mirai», яка працює виключно на водні. Звичайно ж, такому автомобілю потрібні спеціальні заправні станції, причому сам процес заправки займає всього кілька хвилин. А на повному баку автомобіль з паливними елементами здатний проїхати 650 км. Енергія для живлення двигуна такого автомобілю виробляється за рахунок реакції окислення водню усередині електрохімічного генератора, а замість шкідливих викидів він виробляє чисту воду. Ціна новинки в Японії складе близько \$ 60 тис. Для інтенсифікації розвитку даної технології уряд країни оголосив, що всі покупці екологічних седанів отримають від держави субсидії в розмірі \$ 17 тис.

Цікавим і перспективним виглядає напрямок бортової генерації електричної енергії з використанням рідкого азоту. Як і водень, азот знаходиться в достатку в нашій атмосфері. Крім того, живлення електроприводу з використанням рідкого азоту дає набагато менше шкідливих викидів, ніж бензин чи дизельне паливо. Але, в той час як рідкий водень використовується для вироблення електричної енергії в паливних елементах електромобілів, технології що базуються на використанні рідкого азоту вимагають зовсім іншого за конструкцією та принципом дії двигуна. Типовий бензиновий або дизельний двигун використовує горіння, щоб змусити рухатися поршні. Двигун на рідкому азоті використовує розширення азоту для приведення в дію газових турбін.

Деякі вчені пропонують використовувати для автомобілів стисле або рідке повітря [3]. У пневмомобілі енергія запасується шляхом нагнітання стисненого повітря в балони, або отриманням такого повітря через його випаровування з рідкого стану. Через систему розподілу повітря високого тиску потрапляє в поршневий або турбінний пневмодвигун, що приводить автомобіль в рух. Існуючі на сьогоднішній день пневмомобілі — це або експериментальні зразки, або спеціальні транспортні засоби для експлуатації в умовах, в яких використання інших видів двигунів утруднено: наприклад в цехах з великою пожежною та вибухонебезпечністю. На даний момент кілька компаній, наприклад Tata motors, Multicar та інші, займаються дослідженням і виробництвом перспективних прототипів пневмомобілів.

Створенням палива для автомобілів з біомаси активно займаються практично у всьому світі (у Фінляндії потреби в пальному на 20% задовольняються за рахунок біопалива, а лідирує в ЄС щодо використання біомаси в якості джерела енергії Німеччина) [4]. На наш погляд дуже цікавою є ідея використання для автомобілів спирту - біоетанолу. Це пов'язано з тим, що така технологія найбільш споріднена з традиційними технологіями двигунів внутрішнього згорання. По суті біоетанол це звичайний етиловий спирт. Приставку «біо» він отримав тому, що виробляється з рослинної сировини: кукурудзи, цукрового очерету, цукрових буряків, картоплі, батату або ячменю. На «справжньому» етанолі можуть працювати тільки так звані машини «Flex-Fuel» (автомобіль з багатопаливним двигуном). Ці автомобілі також можуть працювати на звичайному бензині (невелика добавка етанолу все ж таки є потрібною) або на довільній суміші того й іншого. У 2017 році в Бразилії було продано 2000000 нових біопаливних автомобілів, що складає 85,6% від ринку нових автомобілів Бразилії. У зв'язку з безперервним зростанням цін на нафту, на Кіпрі все активніше використовують біодизельне пальне, яке одержують з кукурудзи, сої, бавовни, макухи, відходів оливкової олії. В японському Токійському технологічному інституті запатентований метод перетворення рослинної олії в біодизельне пальне з використанням дешевих каталізаторів (тверда кислота зі звичайного цукру).

Основні тенденції розвитку енергетичних технологій в найближчій перспективі можна спостерігати за співвідношеннями собівартості їх генерацій [5] на прикладі Сполучених Штатів Америки на 2019 рік (рис.1).

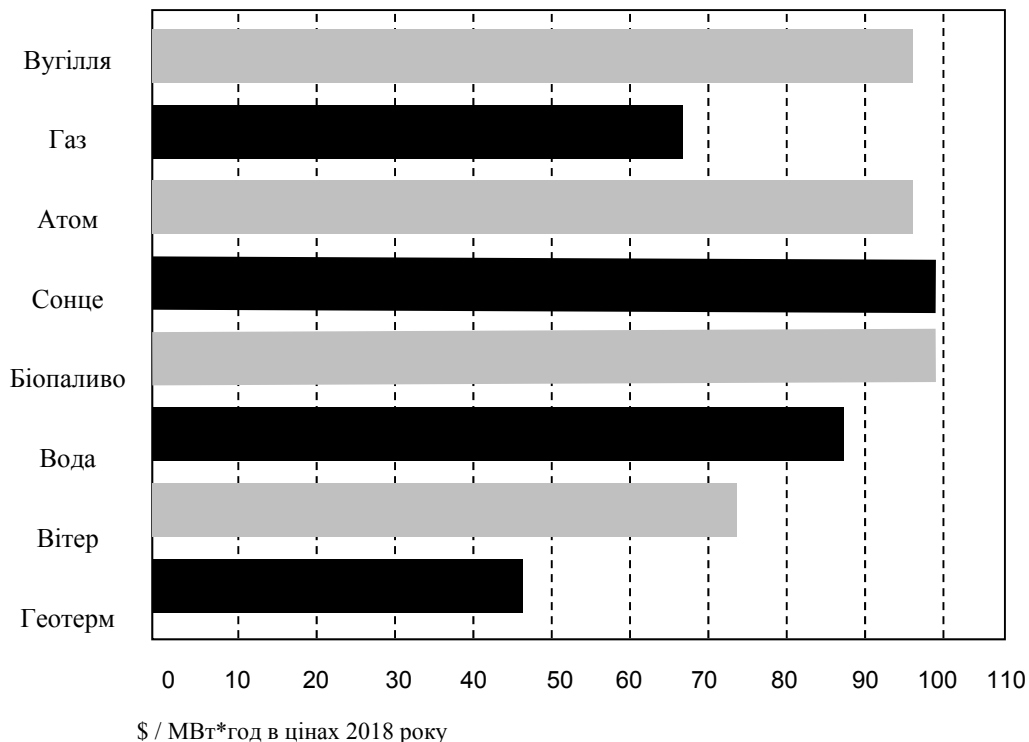


Рис. 1. Собівартість генерації енергії в США на 2019 рік

Нині в Україні виробництво біодизеля в промислових масштабах практично відсутнє, за винятком двох заводів потужністю до 10 тисяч тон. Тому виникає потреба у збільшенні виробництва біопалива, як одного з альтернативних джерел енергії для важкої військової техніки. В Україні біодизель є одним з видів палива, який виробляється з рослинної рапсової олії. Будь яка військова техніка з дизельним двигуном може працювати на ньому. Для того, щоб привести в рух автомобіль, олія повинна бути перетворена в біодизельне паливо через певний хімічний процес. Сутність процесу настільки проста, що виготовляти біодизельне паливо можна навіть в домашніх умовах, навіть є приклади використання відходів рослинних олій з кафе та ресторанів для виробництва такого біодизеля. Але якщо виготовлення палива відбувається з порушенням хімічної технології, такий продукт може бути шкідливим для двигуна автомобіля.

Для військових спеціалістів автомобільного транспорту треба знати основні вимоги якості дизельного пального та прийоми виготовлення біодизелю в похідних умовах за дешевою та чистою схемою, але одержаний продукт повинен відповідати стандартам якості і бути рентабельним. Окрім того є негативні фактори використання дизельних двигунів, які пов'язані з енергетичною безпекою, забрудненням навколишнього середовища і економічним спадом. Двигун внутрішнього згорання є активним, постійно діючим механізмом хімічного, механічного, теплового та інших видів шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Розвиток індустрії альтернативних джерел енергії в транспортній сфері України дасть змогу: підвищити рівень енергетичної незалежності держави; оптимізувати структуру паливно-енергетичного балансу України; підвищити рівень конкурентної спроможності національної економіки; зменшити викиди забруднюючий речовин в атмосферу; створити робочі місця в енергетиці та інших галузях промисловості.

З огляду на викладене, можна зробити висновок, що рушійними факторами до збільшення виробництва біопалива, як одного з альтернативних джерел енергії в транспортній сфері, є загрози, які пов'язані з енергетичною безпекою, забрудненням навколишнього середовища і економічним спадом.

Таким чином, поширення виробництва біопалива в Україні може сприяти досягненню кількох цілей: збільшенню споживання екологічно чистого палива, особливо на військовому транспорті; зниженню залежності від імпортованої нафти; покращенню екологічної ситуації в державі шляхом зменшення обсягів викидів шкідливих речовин, що утворюються під час згорання вуглеводневого органічного палива в атмосферу; розвиток національної економіки.

Українські вчені вважають, що у короткостроковій перспективі біопаливо є перевіреною альтернативою традиційним видам палива, що одержують з нафти. У довгостроковій перспективі постійно зростаючий попит на біопаливо з боку наземного, повітряного, морського та військового транспорту може сильно змінити сформовану ситуацію на світовому ринку енергоносіїв.

Висновок. Сьогодні великі надії в Україні покладаються на альтернативні джерела енергії, перевага яких полягає в їх відновлювальних властивостях і в тому, що вони є екологічно чистими джерелами енергії. Використання альтернативних джерел енергії є однією з найбільш важливих складових заходів енергозбереження, які повинні проводитися на державному рівні. Тому дуже важливо використати всі можливості та особливості альтернативних джерел енергії на стаціонарних та пересувних об'єктах Збройних Сил України.

Методи добування електроенергії з енергії хвиль, сонця та вітру є досить добре розробленими, хоча теорія використовуваних явищ не завжди дає точні кількісні результати. Проблема полягає в низькій ефективності перетворення енергії, а також високій початковій вартості електростанцій.

Ми розуміємо, що неможливо швидко і повністю замінити енергетичні технології що базуються на використанні органічних палив, наприклад біопаливом. На це є потрібним певний час який можна

суттєво скоротити за рахунок проведення подальших досліджень. Але вже зараз можна бачити основні переваги використання біодизельного пального: у вихлопі менше токсичних відходів, сажі та викидів CO і CO₂. Крім цього воно дешевше нафтопродуктів. З вичерпанням традиційних джерел енергії та розвитком альтернативних технологій, використання альтернативних джерел енергії має стати ще більш економічно вигідним.

Список використаних джерел

1. *Как менялась цена бензина за годы независимости? [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://www.autocentre.ua/news/sobytie/20-let-spustya-skolko-stoil-benzin-togda-i-sejchas-349395.html>.*
2. *Касьяненко В.О. Актуальність використання альтернативних джерел енергії в транспортній сфері // Економічні проблеми сталого розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції імені проф. Балацького О.Ф., м. Суми, 27.05.2015 р. / За заг. ред. О.В. Прокопенко, М.М. Петрушенка. – Суми : СумДУ, 2015. – С. 105-106.*
3. *Пневматичний міський автомобіль Tata AIRPOD [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vikna.if.ua/cikavo/41841/view>*
4. *Поїдемо на біопаливі// Екологія і життя, 2006, - №5(54), С. 63*
5. *Нетрадиційні джерела енергії: основні види [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eenergy.com.ua/baza-znan/netradysijni-dzherela-energiyi>.*

Науковий керівник: Горліченко М.Г., к.пед.н., доц.

Рецензент: Дроздов М.О., к.ф.-м.н., доц., Військова академія (м.Одеса)

УДК 355.69

Вартік А.В., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ УНІФІКАЦІЇ БОЙОВИХ КОЛІСНИХ МАШИН

У статті наводяться пропозиції щодо удосконалення експлуатації військової автомобільної техніки під час бойових дій, підвищення рівня уніфікації бойових колісних машин

Ключові слова: бойові колісні машини, технічне забезпечення, уніфікація.

Постановка проблеми. Результати останніх воєнних конфліктів у світі свідчать, що сьогодні у війні перемагає той, хто якісніше підготовлений до проведення бойових дій і вміло застосовує свої знання та озброєння на практиці. Проведення антитерористичної операції на сході України викрило низку проблем в організації технічного забезпечення військових формувань. Так, на початку проведення операції переважна кількість зразків озброєння залишилася в парках або потребувала ремонту вже на маршруті висування. Це пов'язано з відсутністю дієвої системи визначення фактичного технічного стану зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) з метою прийняття обґрунтованого рішення з подальшого використання цих зразків – переведення ОВТ на експлуатацію за технічним станом [1]. Тому, актуальним питанням є розв'язання проблеми організації ефективної системи контролю технічного стану зразків ОВТ на етапі експлуатації для підвищення бойових спроможностей підрозділів у цілому та їх окремих складових[2;3].

На озброєнні Збройних Сил України знаходиться велика кількість різних марок і типів бойових колісних машин (БКМ), які створені на базі як вітчизняних, так і іноземних шасі і мають низький рівень уніфікації. Аналіз бойового застосування таких зразків БKM в зоні АТО показує, що вони мають значні технічні недоліки. Основними з них є: недостатня тактична мобільність, низька бойова ефективність та захищеність зразка, недосконалість ТТХ, тощо, що у цілому не зовсім відповідає системі загальних технічних вимог до видів, систем, комплексів (зразків) ОВТ. В результаті цього виникає суттєве протиріччя щодо їх практичного застосування і невідповідності технічних і експлуатаційних показників зразка та характеру поставлених задач.

Мета статті: обґрунтування доцільності розроблення уніфікованого сімейства вітчизняних зразків БKM на автомобільній платформі з різною вантажопідйомністю, яке буде виконано на єдиній агрегатній базі автомобіля КрАЗ та буде відповідати сучасним ОТВ і ТТХ у відповідності до їх функціонального призначення та ефективного виконання широкого спектру поставлених завдань.

Виклад основного матеріалу. Аналіз проведення збройних конфліктів у світі та заходів в антитерористичної операції, на сході України дозволив сформулювати мету та основні завдання системи контролю технічного стану зразків ОВТ у локальних війнах (конфліктах). Метою контролю технічного стану зразків ОВТ, як складової частини технічного забезпечення ОВТ у локальних війнах, є:

досягнення визначеної ефективності бойового застосування ОВТ;

підтримка постійної бойової готовності високотехнологічних зразків озброєння;

забезпечення високої ефективності робіт з технічного обслуговування та ремонту високотехнологічних зразків озброєння;

підвищення рівня автоматизації та уніфікації.

На жаль, сьогодні військові підрозділи вимушені експлуатувати морально та фізично старіюче ОВТ. Це потребує значного збільшення об'єму робіт з контролю поточного стану ОВТ, у першу чергу, об'єму

вимірювань, які виконуються для контролю технічного стану зразків ОВТ. Відмова від проведення такого контролю може привести до того, що до виконання поставленого завдання буде допущений несправний зразок ОВТ, а отже, завдання не буде виконане. Саме проведення контролю технічного стану зразків ОВТ підвищує достовірність застосування справного озброєння. саме контроль технічного стану зразків ОВТ на даному етапі відіграє провідну роль у гарантуванні боєготовності та ефективності застосування старіючих зразків ОВТ, страхує особовий склад від можливих аварій і катастроф, раптових відмов. З іншого боку, переозброєння військ сучасними наукоємними високоточними зразками ОВТ обумовлює необхідність внесення змін в організацію та технічне переоснащення служб технічного забезпечення, підвищує роль точних вимірювань у військовій справі, що дозволяють уникати помилок при ухваленні рішень і пов'язаних з ними втрат.

В організацію системи контролю технічного стану зразка ОВТ на етапі експлуатації пропонується закласти три основні принципи:

мобільність технічних підрозділів, яка досягається за рахунок оснащення їх пересувними лабораторіями та транспортабельною апаратурою;

гнучкість і живучість системи;

сумісність системи технічного забезпечення з системою бойового забезпечення, що полягає в тому, що технічне забезпечення не повинне приводити до порушення експлуатації озброєння та зниження ступеня його боєготовності.

Серед перспективних завдань системи контролю технічного стану зразків ОВТ, які пропонується включити до концепції розвитку системи технічного (матеріально-технічного) забезпечення сфери оборони, тобто для системи технічного забезпечення усіх збройних формувань держави, виділимо наступні:

розробка принципів і методів технічного обслуговування зразків ОВТ при виконанні військовими підрозділами антитерористичних і миротворчих операцій;

розгляд можливих напрямків співпраці в галузі технічного забезпечення з арміями інших країн під час проведення миротворчих операцій та операцій зі стабілізації обстановки;

удосконалення системи технічного забезпечення військових підрозділів при переході від територіально-видового (фактично існуючого) до територіального принципу побудови системи технічного забезпечення, що діє в арміях європейських країн.

Так, система технічного контролю зразків ОВТ у всі часи, а зараз особливо, характеризується високою техніко-економічною ефективністю, витрати на неї окупаються досить швидко. Наприклад, якщо рахувати технічне обслуговування ідеальним, тобто таким, що забезпечує миттєве відновлення визнаного не придатним зразка ОВТ з імовірністю одиниця, то показник ефективності технічного обслуговування зразка визначається формулою:

$$K_{то} = \frac{E_{то} - E}{E_1 - E},$$

де $E_{то}$ – ефективність застосування зразка після проведення технічного обслуговування;

E_1 – ефективність застосування зразка після ідеального (помилки контролю першого та другого роду відсутні) технічного обслуговування;

E – ефективність застосування зразка при умові, що обслуговування не проводилось.

Аналіз особливостей використання БКМ у сучасних воєнних конфліктах, зокрема у зоні бойових дій під час проведення АТО показує, що вони можуть забезпечувати виконання широкого спектру бойових завдань. Проведений аналіз бойового застосування БКМ дозволяє виокремити декілька критеріїв щодо створення перспективних зразків БКМ [4–7].

Перший критерій – у військовій науці та у військовій справі, бойова техніка розробляється під певні завдання з урахуванням передбачуваного або вірогідного противника і озброєння, яким він може бути озброєний.

Другий критерій – це науково-технічні досягнення, пов'язані з перспективними розробками озброєння і військової техніки. На основі цього обґрунтовуються тактико-технічні характеристики БКМ, що враховують необхідні вимоги до бронювання, протимінного захисту, комплексу озброєння, особового складу екіпажів з врахуванням організаційно-штатної структури підрозділів. *Третім і основним критерієм* є створення сімейства захищених (тактичних) БКМ на максимально уніфікованих платформах з єдиною агрегатною базою, яка включає електронні системи керування, автоматичні коробки передач, керовані гідропневматичні підвіски, високий рівень балістичного та протимінного захисту, бортову інформаційно-керовану систему, тощо. Для визначення головного критерію щодо створення перспективних вітчизняних зразків БКМ необхідно врахувати: вимоги програми розвитку озброєння і військової техніки Збройних Сил України на період до 2020 року; (вище описані критерії створення БКМ); зв'язок між ОТВ і ТТХ перспективних БКМ та їх функціональним призначенням; відповідність технічних можливостей і виробничих потужностей вітчизняного виробника.

За оцінками військових експертів обґрунтованими шляхами реалізації програми розвитку ОТВ Збройних Сил України на період до 2020 року може бути розроблення сімейства БКМ з трьох типів: «легкі» – з колісною формулою 4×4, «середні» – з колісною формулою 6×6, і «важкі» – з колісною формулою 8×8.

Перший тип – це легкі тактичні БКМ мобільні, підвищеної прохідності, броньовані, добре захищені від обстрілу зі стрілецької зброї та вибуху мін і саморобних вибухових пристроїв. Вони призначаються для патрулювання та розвідки місцевості, евакуації поранених, охорони об'єктів і забезпечення зв'язку, а також для супроводу транспортних колон, перевезення особового складу, боєприпасів та іншого військового майна.

Другий тип – це середні тактичні БКМ мобільні, підвищеної прохідності, броньовані, добре захищені від обстрілу великокаліберної стрілецької зброї та вибуху мін. Вони призначаються для оснащення механізованих підрозділів сухопутних військ, сил спеціальних операцій, перевезення особового складу піхотного відділення до поля бою та його вогневої підтримки, охорони військ на марші, патрулювання та розвідки місцевості, забезпечення зв'язку, транспортування боєприпасів та іншого військового майна.

Третій тип – це важкі тактичні БКМ мобільні, підвищеної прохідності, броньовані, при цьому добре захищені від обстрілу великокаліберної стрілецької зброї, а також від вибуху мін. Вони призначаються для встановлення комплексу озброєння, перевезення особового складу піхотного відділення до поля бою його вогневої підтримки, охорони військ на марші, забезпечення зв'язку, транспортування боєприпасів та іншого військового майна, а також для нанесення вогневого ураження по важливим об'єктам, броньованій техніці та живій силі противника.

Створення важких тактичних БКМ з колісною формулою 8×8 дає можливість на його базі розробити спеціальні машини: командно-штабні машини (КШМ), броньовані ремонтно-евакуаційні машини (БРЕМ-К), машини радіаційної і хімічної розвідки, машини управління вогнем артилерії, пересувного командно-спостережного пункту, станції супутникового зв'язку, броньованої багатофункціональної медичної машини і самохідно-артилерійської установки, пускової установки для ракетних комплексів.

Під час бойових дій на Сході України проводиться ґрунтовний аналіз усіх характеристик українського озброєння і військової техніки, перш за все таких як точність, швидкість прицілювання, дальність, запас моторесурсу і потужність, особливості експлуатації техніки в складних бойових умовах. На основі отриманих оперативних даних вносяться всі необхідні зміни. Все це суттєво впливає на збільшення військово-технічного потенціалу України, при збереженні поточних темпів якою вона вже в найближчій перспективі стане однією із ключових і найсильніших держав регіону зі значною військовою потугою.

Висновок. Найбільш раціональним шляхом підвищення рівня уніфікації є бойові колісні машин з використанням виробничої бази автомобільного заводу ПАТ «АвтоКрАЗ», який є єдиним українським виробником важких вантажних автомобілів із замкнутим технологічним циклом виробництва. Вузли і агрегати автомобілів КрАЗ надійні в експлуатації, легкодоступні для контролю і технічного обслуговування.

Реалізація такого підходу дозволить встановити відповідність між встановленими у Збройних Силах України ОТВ і ТТХ до зразків БКМ, які розробляються, а також забезпечити розроблення специфічних технічних рішень для підвищення рівня їхньої захищеності та живучості, що в цілому буде ефективно сприяти мінімізації втрат техніки та особового складу.

Список використаних джерел

1. Герасимов С.В. Розрахунок функції розподілу вихідного сигналу об'єкту контролю при визначенні його технічного стану / С.В. Герасимов // Системи обробки інформації: Зб. наук. пр. – Х. : ХУПС, 2014. – Вип. 1 (117). – С. 13-17.
2. Войтенко С.С. Особливості метрологічного забезпечення озброєння і військової техніки у локальних війнах останніх десятиріч / С.С. Войтенко, С.В. Герасимов // Системи озброєння і військова техніка. – 2008. – № 1 (13). – С. 42-46.
3. Хижняк В.В. Завдання метрологічного забезпечення військ та напрями їх виконання в умовах реформування Збройних Сил України / В.В. Хижняк, В.Ю. Камінський // Наука і оборона. – 2009. – № 2. – С. 55-60. наук.-техн. конф. – Львів: АСВ, 2015. – С. 28.
4. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://eizvestia.com/armiya/full/827-bronirovannyj-avtomobil-krazspartan-spartan>.
5. Харченко О.В. Експлуатація військової техніки за технічним станом – вимога часу / О.В. Харченко, С.В. Пащенко, В.В. Юхачов // Наука і оборона. – 2011. – № 3. – С. 51-56.
6. Борисенко М.В. Пропозиції з удосконалення системи метрологічного забезпечення військових підрозділів в умовах реформування / М.В. Борисенко, С.В. Герасимов // Системи озброєння і військова техніка. – 2013. – № 2 (34). – С. 10-14.
7. Герасимов С.В. Тенденції розвитку системи метрологічного забезпечення Збройних Сил Польщі / С.В. Герасимов, І.Є. Бакулін // Зб. наук. пр. Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2007. – Вип. 1(13). – С. 107-110.

Науковий керівник: Оленів В.М., к.військ.н., проф.

Рецензент: Шлапак В.О., к.ф.-м. н., доц., Військова академія (м. Одеса).

УДК 629.3.01

Волос І.А., магістрант,
Військова академія (м. Одеса), Україна

ПОКРАЩЕННЯ БЕЗАВАРІЙНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ВІЙСЬКОВІЙ ЧАСТИНІ

В роботі проведено аналіз аварійності автомобільної техніки та заходи щодо зменшення показника аварійності, здійснено контроль технічної підготовки водіїв. Це дозволяє підвищити показник надійності та живучості автомобільної техніки, збільшити їхні експлуатаційні властивості.

Ключові слова: *технічний стан, дослідження, контроль.*

Постановка проблеми. Патрульні оприлюднили статистику ДТП в Україні за 2018 рік. За 10 місяців у 2018 році на території України поліцейські зафіксували 122 354 дорожньо-транспортні пригоди, з них 19 915 – ДТП з потерпілими. На дорогах загинуло 2651 людей, також внаслідок ДТП ще 25 559 осіб отримали травми. Проведення таких заходів як тиждень безпеки дорожнього руху покликані привернути увагу преси та громадськості, консолідувати зусилля для більш ефективної роботи. Щодня на дорогах гинуть та травмуються люди, значних матеріальних втрат зазнають власники транспортних засобів. Переважна кількість дорожньо-транспортних пригод трапляється через порушення правил дорожнього руху. Патрульні нагадують, багато з цього можливо змінити дуже просто: кожен водій та пішохід мають пам'ятати про безпеку на дорозі та дотримуватись правил, а патрульна поліція допоможе в цьому.

Мета статті: розробити системи організаційно-технічних заходів для суттєвого покращення безаварійної експлуатації автомобільної техніки.

Завдання, що сприяють досягненню мети дослідження:

- надання характеристик сучасних умов використання автомобільної ;
- основи керування автомобілем та безпека дорожнього руху.

Виклад основного матеріалу. У сучасних умовах, особливо до військових учасників дорожнього руху, висувуються підвищені вимоги. Бо роль автотранспортних засобів, які забезпечують повсякденну життєдіяльність військ і мобільність збройних сил, є беззаперечно важливою. Автомобільний транспорт у військах використовується незалежно від стану погоди й шляхів руху в усі пори року та будь-який час доби. У цих умовах експлуатацію автомобілів доводиться здійснювати по дорогах різної категорії й стану місцевості: у горах, на рівнині, по цілині, сипучих пісках, долати болотисту місцевість, водні перешкоди та різноманітні інженерні споруди. Від військового водія вимагаються тверді навички по безпечному керуванню довіреними транспортними засобами, знання матеріальної частини, уміння своєчасного і якісного технічного обслуговування в будь-якій обстановці. Майстерність і безаварійність керування досягають перш за все завдяки високій дисципліні, глибокому розумінню особистої відповідальності за закріплену техніку й озброєння, за життя та здоров'я товаришів по службі та інших учасників дорожнього руху. Приведений широкий спектр впливу транспортних засобів на всі сфери діяльності Збройних Сил України, і в тому числі на боєздатність в цілому, пред'являє багатопланові вимоги до його учасників і до функціонування самої системи дорожнього руху. Переважна більшість ДТП відбувається в другій половині доби, а найбільша тяжкість наслідків ДТП припадає на 4 годину ранку. У цей час кожна третя ДТП закінчується смертельним наслідком.

За рівнем значимості причини аварійності розподіляються так :

- недостатня робота по вихованню і навчанню населення правилам руху;
- недостатні темпи і якість будівництва доріг;

- недоліки в організації руху транспортних засобів і пішоходів;
- незадовільне утримання доріг і споруд на них;
- недостатня боротьба з п'янством серед водіїв;
- недостатньо активна робота громадськості з попередження аварій;
- недостатня ефективність контролю ДАІ за рухом;
- недосконалість конструкцій транспортних засобів щодо активної та пасивної безпеки;
- недоліки професійного відбору й недостатній медичний контроль за здоров'ям і станом водіїв перед рейсом.

Проблема безпеки дорожнього руху має велике народногосподарське значення, з одного боку, – через надзвичайно великий розмір економічних втрат, викликаних аварійністю, а з іншого, складністю і багатоплановістю організаційних, матеріально-технічних, фінансових і багатьох інших задач щодо її вирішення. Існує й інший не менш важливий з народногосподарської точки зору зв'язок між економічними показниками роботи автотранспорту й безпекою дорожнього руху, який полягає в швидкості руху, її прямої залежності від умов безпеки.

Правильне водіння машин є важливішою умовою швидкого маневрування військ, успішного виконання ними бойових завдань, збереження машин та безаварійної їх експлуатації. Успіх сучасних маршів багато в чому залежить від ступеня практичної навченості водіїв водінню машин та уміння офіцерів управляти колонами, організувати і забезпечувати марші. Водіння машин по дорогах і в усіх інших місцях, де можливий рух транспортних засобів, здійснюється у суворій відповідності до Правил дорожнього руху України, а також до правил водіння, встановлених для кожного зразка автомобільної техніки. Правильне водіння машин забезпечується високою військовою дисципліною особового складу та суворим виконанням ним вимог статутів, настанов, керівництв та інструкцій; призначенням оптимальних режимів руху та умінням командирів всіх ступенів організувати марші; високою індивідуальною підготовкою водіїв по водінню машин, твердим знанням і суворим виконанням ними правил водіння та Правил дорожнього руху; глибоким знанням будови і правил експлуатації машин та умінням діяти у складних умовах; постійним утриманням машин у справному стані. Перед початком руху водій і старший машини повинні переконатись у справності машини та її готовності до виконання отриманого завдання, у правильній посадці особового складу і надійному кріпленні вантажів. Рух машини з місця дозволяється тільки після прогрівання двигуна, при закритих дверях машини і бортах кузова. Під час руху водій має постійно стежити за показниками всіх контрольних приладів. У разі відхилення показників від норм, а також при появі шуму і стуку в машині необхідно зупинитись, виявити причину несправності та вжити заходів до її усунення. Швидкість руху вибирається з урахуванням завдання, що виконується, дорожніх умов, ширини та стану проїзної частини, видимості, атмосферних умов, рельєфу місцевості, інтенсивності руху транспортних засобів і пішоходів, особливостей та стану машини і вантажу, що перевозиться.

Керування ТЗ в умовах дорожнього руху є складним завданням, що потребує від водія виконання різних задач, обумовлених характером і складністю дорожньо-транспортних умов руху, а також характером руху його ТЗ. При керуванні ТЗ водій повинен думати, бачити, вирішувати й діяти. Для того, щоб систематизувати процес керування водієм транспортним засобом, запропонована велика кількість моделей. Виділяють п'ять основних функцій, виконуваних водієм транспортного засобу: сприйняття й обробка інформації, вироблення й ухвалення рішення, виконання рішення. Приведені функції виділяють основні процеси, що дозволяють водію керувати транспортним засобом при постійно мінливих умовах дорожнього руху. Для того, щоб пояснити, які ж із виділених функцій виконуються водієм помилково і з яких причин, а також, як вони зв'язані з процесом виникнення ДТП, необхідно розглянути ДТП як процес, що виникає в результаті помилок учасників дорожнього руху. ДТП виникає внаслідок небезпечного поведіння одного чи декількох учасників ДТС. Небезпечне поведіння у свою чергу є

наслідком помилок учасників ДТС. Причинами помилок можуть бути фактори, зв'язані тільки із самим водієм, пішоходами, і фактори, зв'язані з транспортними засобами й дорожньо-транспортною обстановкою. Помилка водія виникає як результат неправильного виконання однієї чи декількох функцій. Нижче приведені визначення основних функцій, виконуваних водієм.

Практика показує, що найбільш важкі наслідки виникають при зіткненні транспортних засобів, що рухаються назустріч один одному. Науковими дослідженнями встановлено, що при лобовому зіткненні, наприклад, на швидкості 80 км/год. через 0,05 секунд після удару на водія й пасажирів діє сила інерції приблизно в 4000 кг. Одна з дорожніх лабораторій Лондона досліджувала близько 600 зіткнень і перекидань автомобілів. Із 837 водіїв і пасажирів цих автомобілів 552 залишилися неушкодженими завдяки ременям безпеки. А серед 218 важкопоранених 180 припадало на частину тих, хто не користувався ременями безпеки. За даними 28000 ДТП в Україні, ремні безпеки знижують поранення від органів управління автомобілем на 36 %, від вітрового скла – на 63 %, від низу щитка приладів – на 53 %, даху – на 79 %. Дослідження у Фінляндії показали, що кожен третій із загиблих при ДТП міг бути врятованими, якби користувався ременями безпеки.

Маються на увазі події при короткому засліпленні світлом фар водія автомобіля. Правила руху вимагають, щоб водій при засліпленні зупинився. Оскільки практично у всіх випадках при роз'їзді транспортних засобів у темний час доби незалежно від того, чи було в даному випадку засліплення чи ні, водії постійно знаходяться в аварійних ситуаціях і в якісь долі секунди за автомобілями при їхньому роз'їзді постійно існує невидима зона. При роз'їзді транспортних засобів у нічний час необхідно оцінити, чи достатня відстань, що проглядається попереду автомобіля, для його зупинки при даній швидкості руху. Тільки такі дії водія дають можливість забезпечити безпеку руху в нічний час.

Для отримання позитивного результату із зменшення кількості ДТП та їх наслідків необхідно вивчати причини виникнення аварійності, визначати ділянки її локалізації та обґрунтовано планувати заходи із ліквідації факторів, які збільшують вірогідність виникнення ДТП. Необхідно переглянути сам підхід до проблеми зменшення кількості жертв у ДТП. Тобто головним завданням повинно стати не тільки пошук винних і перекладання вини тільки на учасників дорожнього руху, які допустили певні порушення, а запобігання можливості самих порушень (особливо це стосується мало захищених учасників дорожнього руху: велосипедистів; пішоходів, мотоциклістів), завдяки впровадженню відповідних заходів із запобігання виникнення певних порушень з боку учасників дорожнього руху а, у випадку скоєння ДТП, пом'якшення їх наслідків. Безперечно, що на виникнення аварійних ситуацій і скоєння дорожньо-транспортних пригод впливає багато взаємопов'язаних факторів, тому певна кількість аварій завжди буде присутня, а от яка ж саме кількість цієї присутності “допустима” і як її зменшити – це питання вирішується в процесі забезпечення безпечних умов руху для транспортних потоків, особливо при входженні дорожньої мережі в міжнародну транспортну систему, і вагомим чинником у цьому є управління процесами забезпечення умов руху з найменшими ризиками виникнення ДТП, рівняючись на позитивний досвід і найкращий досягнутий результат Європейських країн.

Висновок. Для суттєвого покращення безаварійної експлуатації необхідно дотримання водіїв всіх інструкцій та правил з безпеки дорожнього руху, проведення місячних на річних планів з БДР. Вивчення технічного стану транспортних засобів передбачає знання конструкційних особливостей і техніко-експлуатаційних характеристик автомобілів, порядку контролю та регулювання вузлів і агрегатів, стан яких впливає на БДР. При впровадженні новітніх технічних засобів збільшується коефіцієнт безаварійності автомобільної техніки. Досвід на сході України показав, що модернізацію і оновлення потрібно не тільки проводити і забезпечувати в бойових частинах, а й в ремонтних частинах теж. Потрібно впроваджувати зразки які будуть допомагати зменшувати коефіцієнт аварійності автомобільної техніки. Чим більше справної техніки тим більший коефіцієнт безаварійної експлуатації автомобільної техніки.

Список використаних джерел

1. Дем'янчук Б.О. *Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень* / Б.О. Дем'янчук, О.В. Малишкін.
2. *Наказ МОУ від 10.01.97 № 5 «Про затвердження Положення по підготовці водіїв та інших фахівців автомобільної служби у Збройних Силах України та допуску їх до керування транспортними засобами»*
3. *Наказ МОУ від 01.11.1999 № 330 «Про затвердження Положення про органи безпеки дорожнього руху Міністерства оборони України»*
4. *Хитрик В.О., Шкарівський Г.В. Основи керування автомобілем та безпека дорожнього руху : навчальний посібник – Київ 2011.*

Науковий керівник: Шелухін С.В., к.т.н. доц.

Рецензент: Петров Л.М., к.т.н., Військова академія (м. Одеса).

УДК 614.84

Гроза Т.О., магістрант

Військова академія (м. Одеса), Україна

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ В УМОВАХ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ВІЙСЬКОВОЇ ЧАСТИНИ

В роботі наведено основні методи діагностування системи живлення дизельного двигуна, які використовуються на цивільних ремонтних підприємствах, заводах, які б було доцільно використовувати в ремонтних підрозділах Збройних Сил України.

Ключові слова: методи діагностики, прилад, дослідження.

Постановка проблеми. В даній роботі, приведені приклади видів та методів діагностики, за допомогою яких можна значно підвищити бойову готовність підрозділів, що є основною ознакою Збройних Сил України (ЗСУ).

Події автотехнічного забезпечення (АТЗ) бойових дій в останні роки показують необхідність порівняння існуючих варіантів пошуку несправностей дизельних двигунів вітчизняного і закордонних алгоритмів та вибору базового з потрібними характеристиками для Збройних Сил України із сукупності альтернативних.

Таким чином, потреби практики і відсутність прийнятих рекомендацій для об'єктивного вибору пошуку несправностей підкреслюють актуальність теми даної роботи.

Мета статті: розробити методику багатофакторного порівняння і практичного вибору пошуку несправностей для її подальшого використання в Центральному автомобільному управлінні (ЦАВТУ) озброєння Збройних Сил України.

Мета досягається:

- висвітленням всіх систем і механізмів дизельного двигуна;
- експлуатації;
- вказати основні несправності даних систем та механізмів;
- вказати всі прилади, засоби ремонту дизельного двигуна, його систем та механізмів які є в ремонтній майстерні військової частини;
- визначити які параметри не можливо відремонтувати за допомогою засобів ремонтної майстерні;
- запропонувати ремонтні засоби для виконання ремонту всіх систем і механізмів сучасних видів озброєння які використовуються в ЗСУ;

Виклад основного матеріалу. До методів контролю технічного стану паливної апаратури з позиції діагностування ставляться такі вимоги:

- забезпечення достатньої достовірності;
- встановлення узагальнених параметрів, кількість яких повинна бути менша від загальної кількості параметрів, які повністю характеризують стан об'єкта діагностування;
- визначення несправності за узагальненими параметрами;
- забезпечення високої оперативності та автоматизації процесу діагностування;
- простота і застосовність в умовах ремонтної майстерні.

Різноманіття методів діагностування паливної апаратури обумовлено двома причинами: складністю структури діагностування, що визначається складністю ПНВТ, форсунки і нагнітального трубопроводу високого тиску як об'єктів діагностування, і різноманітністю завдань технічної діагностики у відповідності до вимог, що ставляться до системи технічного обслуговування і ремонту паливної апаратури.

Для оцінки технічного стану паливної апаратури застосовуються різні методи діагностування, наведені у таблиці.

Таблиця 1

Класифікація методів діагностування паливної апаратури

Класифікаційні ознаки	Методи діагностування
Задачі діагностування	Перевірка працездатності; перевірка правильності функціонування; пошук дефектів
Застосування діагностичних засобів	Органолептичні; інструментальні
Характер вимірювання параметрів	Прямий; непрямий
Періодичність діагностування	Регламентний; заявочний; безперервний
Умови проведення діагностування	Польові; станція ТО;
За ступенем розбирання об'єкта діагностування	Розбірна; нерозбірна
Режим роботи об'єкта	При сталому режимі; при несталому режимі; при статодинамічному режимі
Діагностичні параметри	Параметри робочого процесу; параметри супутніх процесів; структурні параметри.
Використовуваний фізичний процес	Віброакустичний; магнітоелектричний; спектрографічний; тепловий; гідравлічний; газоаналітичний; кінематичний; інші.

При пошуку дефектів, методи діагностування дають змогу виявити місце, вид і причину дефекту (знос плунжерних пар, регулювання тиску впорскування форсунки, циклової подачі, кута випередження впорскування і т.д.).

За ступенем розбирання об'єкта діагностування методи поділяються на розбірні і нерозбірні.

Розбірні методи застосовуються при оцінці рухомості плунжерної пари, голки розпилювача, вимірювання зносу різних деталей паливної апаратури.

Методи безрозбірної діагностики, як правило, основані на непрямих вимірах структурних параметрів при установленні датчиків або діагностичних пристроїв зовні об'єкта, що діагностується, без зняття його з дизеля.

Методи діагностування за параметрами супутніх процесів дають можливість побічно визначати ті ж параметри робочих процесів, а також структурні параметри деталей, якщо їх не можна чи недоцільно вимірювати безпосередньо. У цьому разі вимірюють показники процесів, що генеруються робочими процесами. Це процеси вібрації і шуму, нагрівання чи охолодження. Сюди ж можна віднести методи діагностування з аналізу забруднення палива продуктами зносу («метал у середовищі»), газового аналізу. Точність такого вимірювання параметрів стану нижча, ніж при діагностуванні за параметрами робочих процесів.

Методи діагностування за структурними параметрами дають змогу шляхом прямих вимірювань визначати знос деталей, зазори в їх сполученнях, значення регулювальних параметрів. В основі цих методів лежить вимірювання геометричних розмірів, взаємного переміщення деталей або геометричних розмірів деталі (сполучення).

За використовуваним фізичним процесом методи діагностування діляться на віброакустичний, спектрографічний, електромагнітний, тепловий, гідравлічний, газоаналітичний, кінематичний і деякі інші.

Кожен метод призначений для контролю певного фізичного процесу і оснований на застосуванні певного фізичного явища. Класифікація методів за використаним фізичним процесом дає змогу найбільш повно виявити можливості і технічну характеристику відповідного методу діагностування.

Фізичний процес характеризується зміною фізичної величини в часі. В основі гідравлічного – тиск; теплового – температура; віброакустичного – амплітуда коливань на певних частотах і т. д.

Сутність теплового (термометричного) методу. Реалізація теплового методу передбачає наявність функціонального зв'язку між зміною температури в деякій точці деталі і зміною структурного параметра. У загальному випадку теоретична оцінка точності зв'язку скрутна, але кількісне визначення її можливо при постановці експерименту. Відомі дані дозволяють зробити висновок про монотонному зміні температури і практично лінійного зв'язку її зі структурним параметром.

В системі живлення теплові методи використовують для визначення стану насосів, ДВЗ. Параметр «температура» використовується для контролю протікання робочого процесу насоса.

Параметром теплового (термометричного) діагностування є температура, яка відображає протікання робочого процесу, поява і розвиток цілого ряду несправностей в насосах.

Теплові методи діагностування по вигляду використовуваних засобів діагностування можуть бути контактні і безконтактні.

Як засоби термометричного діагностування використовуються термометричні датчики, призначені для контролю роботи обладнання енергетичної установки, причому для цього застосовуються в основному штатні контактні термометри і переносні вимірювачі температури – контактні і безконтактні. Набули поширення і безконтактні засоби вимірювання поверхневих температур – термоіндикатори.

В якості контактних вимірників температури використовують термометри розширення (рідинні, манометричні, біметалічні й динамометричні), опору і термоелектричні.

Принцип дії безконтактних вимірювачів температури заснований на прийомі і реєстрації інфрачервоного (теплового) випромінювання від об'єкта спостереження. За характером отримання інформації розрізняють прилади, призначені для локального вимірювання температури – пірометри випромінювання, і апаратуру, яка дозволяє отримувати розподіл температур (температурне поле) на поверхні об'єкта – тепловізори.

Безконтактні вимірювачі температури лише в останні роки почали застосовуватися для термометричного діагностування устаткування. Володіючи рядом істотних переваг (мала інерційна здатність, виняток спотворення температурного поля, проведення вимірювань на відстані), такі прилади дозволяють проводити оперативний контроль працюючого обладнання, в т.ч. важкодоступних і обертових об'єктів, деталей електроустаткування, що знаходяться під напругою.

Сучасні моделі пірометрів оснащені вбудованими мікропроцесорами, що дозволяють запам'ятовувати і розраховувати температури поверхні на базі запрограмованих даних.

Точність вимірювання температури досить висока, вартість обладнання становить близько 4 тисячі гривень. Важкість процесу діагностування залежить від розташування насосу.

Гідравлічний метод заснований на безпосередньому вимірі маси (ваги) або обсягу палива, що витрачається двигуном за певний проміжок часу. Цей метод принципово простий і забезпечує достатню точність вимірювань, однак, йому властиві істотні недоліки, які роблять скрутним його застосування в умовах рядової експлуатації і особливо в польових умовах. Це обумовлено застосуванням вагових пристроїв високого класу точності, мірних судин або іншого спеціального обладнання. Крім того, при застосуванні цього методу, двигун повинен бути переведений на живлення з мірних судин, що вимагає розбирання паливної системи.

Труднощі організації визначення витрати палива при експлуатації пояснюються також специфічністю процедур і умов вимірювання: досить широкий діапазон вимірюваної витрати (2...70 л/год), необхідність наявності громіздкого обладнання для забезпечення навантаження двигуна, значний перепад температур навколишнього повітря. Певні труднощі у вимірюванні витрати палива дизеля пов'язані з пульсуючим характером подачі паливопідкачуючим насосом і нерівномірним рухом паливного потоку по трубопроводах.

Витрата палива дизеля може бути визначена також на виході з форсунок.

Останнім часом все більш широке застосування для контролю паливної економічності, токсичності та димності відпрацьованих газів дизелів знаходить режим вільного прискорення. Вимірювання димності відпрацьованих газів на режимі вільного прискорення проводиться при десятикратному повторенні циклу зміни частоти обертання від мінімальної до максимальної швидким, але плавним натисканням педалі подачі палива до упору з інтервалом не менше 15 секунд. Вимір показників здійснюється в останніх чотирьох циклах за максимальним відхиленням даних вимірювання приладом.

Перевагою методу перевірки димності на режимі вільного прискорення є можливість роботи двигуна, хоч і короткочасно, на режимі повних навантажень в широкому діапазоні частоти обертання вала двигуна. Виконати вимірювання можна просто і швидко, відтворюваність режимів досить висока, проте вимірювання димності можуть забезпечити тільки прилади, що працюють на принципі просвічування відпрацьованих газів. Метод вільного прискорення при контролі димності дизелів широко застосовується як при контролі нових, так і тих, які перебувають в експлуатації двигунів транспортних засобів.

Істотний вплив на точність вимірювання діагностичних параметрів двигуна надає спосіб завдання режимів вільного прискорення. Інструкцією з діагностування дизелів приладом ІМД-Ц рекомендується режими вільного прискорення створювати вручну шляхом впливу оператора на важіль керування паливopoдачою. Така невизначеність у завданні закону впливу на важіль керування паливopoдачою часто призводить до нестабільності результатів вимірювань діагностичних параметрів двигуна. Нестабільність результатів вимірювань кутового прискорення послідовних циклів вільного розгону двигунів транспортних засобів коливається в межах 5...7%. Існуючі пристрої для впливу на важіль управління паливopoдачою при безгальмівному динамічному способі навантаження двигунів, виконавчий механізм яких може бути пневматичним, гідравлічним, електромагнітним або електромеханічним, дозволяють підвищити точність і зменшити нестабільність вимірювання параметрів двигунів при діагностуванні. До недоліків цих пристроїв слід віднести громіздкість обладнання, високі ударні навантаження на деталі регулятора паливного насоса, певні труднощі з встановлення часткових режимів за оборотами двигуна. Вартість обладнання становить 4,5 тисяч гривень.

Вібродіагностика форсунок – апробований метод оцінки технічного стану. Теж можна віднести до паливних насосів високого тиску.

Досить повну інформацію про динаміку голки форсунки в процесі впорскування палива мають максимальні віброприскорення форсунки, що виникають при підйомі і посадці голки розпилювача. Так, швидкість підйому і посадки голки розпилювача складає 1,6 ... 2,2 м / с. Переміщення голки з такою швидкістю, ударний характер її підйому і посадки викликають інтенсивне зіткнення і формування вібраційних імпульсів, що реєструються вібродатчиком, який встановлюють на торець форсунки.

Магнітоелектричний метод діагностування за параметрами переміщень рухомих деталей. Метод оснований на реєстрації зміни магнітного потоку в попередньо намагнічених деталях діагностичного механізму. ЕРС, яка індукується в магніточутливому елементі датчика, пропорційна швидкості руху намагніченої деталі. Метод дає змогу реєструвати переміщення, фазові параметри деталей агрегатів, визначати відхилення цих параметрів від номінальних значень. При діагностуванні цим методом можуть виникнути складності у зв'язку з нестабільністю магнітних властивостей діагностичного елемента. Визначення параметрів руху елементів форсунки (голки, штанги), за яким можна більш точно визначити характеристики паливopoдачі, викликає серйозні труднощі.

У зв'язку з цим можна припустити, що при цьому методі можна отримати обмежену інформацію про стан паливної апаратури.

Кожен з розглянутих методів діагностування дає змогу дати оцінку технічному стану паливної апаратури тільки на момент діагностування та не дає можливості спрогнозувати появу дефектів або

несправностей у майбутньому. Прогнозування розвитку дефектів паливної апаратури у майбутньому дає змогу застосувати певні заходи до елементів паливної апаратури для попередження їх раптової відмови.

Висновок. Проведений аналіз показав широкий спектр методів технічної діагностики паливної апаратури, переваги та недоліки кожного з методів. У зв'язку з різними механізмами контролю, параметрами, що контролюються, при проведенні технічної діагностики паливної апаратури необхідно раціонально підходити до вибору методу діагностики для отримання найбільш точної інформації про технічний стан вузла паливної апаратури, що діагностується.

Я зробив висновок, що одним із методів, який дає змогу вирішувати вказані вище задачі та є найбільш вдалим для застосування в умовах ремонтної майстерні, є віброакустичний метод діагностики. Віброакустичний метод у порівнянні з іншими методами діагностики має вищий ступінь точності, меншу вартість обладнання, не вимагає при діагностуванні розбирати вузол, що діагностується, а також не потребує додаткових маніпуляцій з діагностованим вузлом, наприклад таких, як намагнічення елементів при діагностуванні магніто-електричним методом. Окрім цього, подальша обробка результатів віброакустичного методу за допомогою фрактального аналізу дає змогу спрогнозувати появу дефектів діагностованого вузла.

Список використаних джерел

1. *Технические средства диагностирования [Текст] : справочник / ред. В.В. Клюев. – М. : Машиностроение, 1989. – 672 с.*
2. *Блинов П.Н. Совершенствование технического обслуживания и ремонта топливной аппаратуры тракторных дизелей [Текст]: дис... канд. техн. наук: 05.22.07 / П.Н. Блинов; Омский институт сельскохозяйственного транспорта. – Омск : ОмИИТ, 1986. – 178 с.*
3. *Лышевский А.С. Системы питания дизелей [Текст] / А.С. Лышевский. – М. : Машиностроение, 1981. – 216 с.*
4. *Основы виброакустической диагностики машинного оборудования [Текст]: учеб. пособие / В.Н. Костюков, А.П. Науменко, С.Н. Бойченко [и др.]. – Омск : НПП «Динамика», 2007. – 286 с.*

Науковий керівник: Мальцев О.В., д.т.н., проф.

Рецензент: Дем'янчук Б.О., д.т.н., доц., Військова академія (м. Одеса).

УДК 614.84

Дейнеко С.С., магістрант
Військова академія (м. Одеса), Україна

АНАЛІЗ І ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ДО БОЙОВИХ ДІЙ

В роботі проведено дослідження автомобільної техніки окремого військового парку автомобільної техніки, визначення коефіцієнта оперативної та технічної готовності кожного зразка автомобільної техніки та визначення КТГ та КТО в цілому в парку. Це дозволить визначити відхилення рівня коефіцієнтів від оптимальних та дозволить визначити заходи для покращення рівня цих коефіцієнтів.

Ключові слова: коефіцієнт технічної готовності, коефіцієнт оперативної готовності, технічний стан, авто технічне забезпечення.

Постановка проблеми. Її підкреслюють: перш за все, необхідність створення плану своєчасного оновлення парку автомобілів у військовій частині, тому що без цих заходів ефективне автотехнічне забезпечення (АТЗ), наприклад, маршу, практичне неможливо. Крім того, зараз, на жаль, не існує зараз відомої загальноприйнятої для практичного застосування методики створення указанного плану оновлення, наприклад, на основі аналізу і прогнозування динаміки змін за часом коефіцієнта технічної готовності (КТГ) парку військових автомобілів. Тому в подальшій роботі спочатку доцільно визначені методичні питання для створення методу кількісної оцінки змін за часом коефіцієнта технічної готовності автомобільної техніки деякої військової частини, наприклад, за досвідними даними, що має військова частина. Метод визначення об'єктивної оцінки змін за часом коефіцієнта технічної готовності автомобільної техніки військової частини містить змістовий аналіз і визначення доцільного переліку важливих факторів та заходів, що впливають на зміну даного коефіцієнту. Необхідно зробити огляд існуючих методів підвищення КТГ парку автомобілів, а також застосувати ефективну методику прогнозування динаміки його змін, з метою більш точного прогнозування його закономірності змін КТГ в перспективі за часом експлуатації. Методика повинна базуватися на визначення об'єктивної оцінки змін за часом коефіцієнта технічної готовності заданої для дослідження сукупності зразків автомобілів одної марки із складу автомобілів конкретної військової частини. Вказану методику доцільно засновати на сукупності етапів визначення коефіцієнта технічної готовності сукупності зразків автомобілів, що досліджується шляхом спостереження числових даних, які характеризують зміни за часом технічний стан цієї сукупності, а саме:

визначити числові значення коефіцієнтів готовності кожного з автомобілів, згідно до Держстандарту №2860-94 за кожний рік протягом декількох років ретроспективного інтервалу;

визначити за допомогою цих даних коефіцієнт оперативної готовності кожного зразка, шляхом застосування логістичної моделі деградації технічного стану кожного зразка;

визначити динаміку змін середнього значення узагальненого коефіцієнта $K_{\text{т}}$ оперативної готовності сукупності зразків за часом на перспективному інтервалі експлуатації шляхом статистичного прогнозування, наприклад, методом екстраполяції або методом максимальної правдоподібності, який гарантує найменшу величину помилки прогнозу;

визначити план оновлення автомобілів дослідженої сукупності зразків автомобілів в конкретні роки перспективного інтервалу часу в даній військовій частині за даними відхилення дискретних за роками значень узагальненого коефіцієнта оперативної готовності сукупності зразків від горизонтальної прямої, на рівні 0,9 графіка кривої $K_{\text{т}}(t)$.

Застосування методики дозволить визначати закономірність зменшення КТГ, що є кількісною основою для визначення заходів з метою підтримання КТГ на належному рівні (0,85...0,95), котрий дозволить надійно виконувати бойові завдання ефективного АТЗ маршу даної військової частини.

Використання методики доцільно в поєднанні з програмним продуктом, який значно спрощує створення плану і мінімізує витрати часу для його створення. Під час практичного застосування метода доцільно отримувати відомості про коефіцієнт готовності по кожному зразку експлуатованої автомобільної техніки військової частини. Ця інформація дозволить узагальнювати і своєчасно оновлювати сукупність зразків автомобілів, рівень технічної готовності яких наближається до граничного. Таким чином, узагальнення отриманої інформація дозволить, перш за все, достатньо об'єктивно визначати середній для парку зразків автомобілів тренд коефіцієнта оперативної готовності. Саме цей тренд, що отриманий для визначеної до спостереження сталої сукупності автомобілів, є інформаційною основою для побудови в подальшому обґрунтованого плану оновлення парку.

Мета статті. Розробити адекватний метод прогнозування динаміки змін за часом коефіцієнта технічної готовності сукупності зразків автомобілів однієї марки, заданої для дослідження, з метою більш точної стабілізації на потрібному рівні коефіцієнта технічної готовності автомобілів військового парку.

Виклад основного матеріалу. Необхідними є етапи: визначення середнього для парку зразків коефіцієнта оперативної готовності парку; визначення ймовірності оперативної готовності до застосування рівно m зразків із загальної кількості n машин у парку в будь-який час початку застосування парку; ця ймовірність є цільовою функцією для побудови плану оновлення парку зразків; створення плану оновлення парку зразків за критерієм досягнення узгодження потрібних до завдання обмежень щодо припустимого інтервалу змін цільової функції. Залежність коефіцієнта готовності зразка, від часу v з прогнозними параметрами у виді оцінок γ^* та $v_{0,5}^*$ є реальним дійсним прогнозним значенням коефіцієнта оперативної готовності зразка, більш об'єктивним, чим той, що визначений згідно до Держстандарту № 2860-94. Коефіцієнт оперативної готовності зразка, який таким чином визначається, побудований по реальним досвідним даним експлуатації цього технічного зразка, в той час як загально прийнятий (згідно до Держстандарту) коефіцієнт оперативної готовності зразка мовби змінюється за часом лише в залежності від постійного за часом потоку відмов зразка, який в дійсності ніколи не буває стабільним від часу, особливо на останньому інтервалі його експлуатації, де потік відмов будь-якого зразка завжди інтенсивно зростає. Шляхом використання залежності коефіцієнта готовності зразка, від часу v з урахуванням його прогнозних параметрів γ^* та $v_{0,5}^* = \tau^*$, а також після позначення змінної у виді $v = t$, отримуємо припустимий (за критерієм мінімуму помилок прогнозу) тренд оперативної готовності деякого i -го зразка із сукупності зразків у виді

$$V_i(t) = \{1 + \exp[-\gamma_i^*(t - \tau_i^*)]\}^{-1} = P_{\text{ор}i}(t) . \quad (1)$$

Методика побудови припустимого плану оновлення парку автомобільної техніки на основі результатів (1), що визначені для кожного i -го зразку техніки, сприяє визначенню середнього рівня оперативної готовності зразків автомобільної техніки у виді наступної залежності

$$P_{\text{ор}}(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{1 + \exp[-\gamma_i^*(t - \tau_i^*)]\}^{-1} . \quad (2)$$

Далі доцільно визначити ймовірність оперативної готовності m зразків техніки з загальної кількості n зразків в частині, використовуючи закон Бернуллі, за формулою

$$E(t, m) = C_n^m P_{\text{ор}}^m(t) \cdot [1 - P_{\text{ор}}(t)]^{n-m} ; \quad (3)$$

де C_n^m – число поєднань з n по m одиниць автомобілів.

Ймовірність оперативної готовності m зразків техніки з загальної кількості n зразків в частині у будь-який час t в дійсності показує частку машин, готових до застосування. Саме тому ця інформація дозволяє, по-перше, визначити кількість машин в парку, яка дорівнює $(n-m)$ які потрібно оновити для досягнення потрібної частки машин парку, готових до застосування, по-друге, з'являється можливість порівнювати варіанти заходів, що сприяють максимізації указаної ймовірності (3) та вибрати найкращий із заходів для заданого часу з альтернативних під час планування бойових завдань.

Таким чином, найкращим доцільно називати план оновлення парку автомобілів заданого типу, який максимізує цільову функцію (3) шляхом заходів, що сприяють збільшенню числа m готових для операції автомобілів парку. Цей план має вид:

$$E^*(t, m) = \max_m C_n^m P_{\text{ор}}^m(t) \cdot [1 - P_{\text{ор}}^m(t)]^{n-m}, \quad (4)$$

за умов виконання у будь-який час обмеження, наприклад, у виді

$$0,95 \geq E^*(t, m) \geq 0,85; \quad m \leq n. \quad (5)$$

Результати розрахунків дозволяють визначити деяку узагальнену залежність поточних відхилень коефіцієнта технічної готовності парку автомобілів від його потрібного стабільного рівня, який звичайно повинен дорівнювати $0,9 \pm 0,05$ (рис.1).

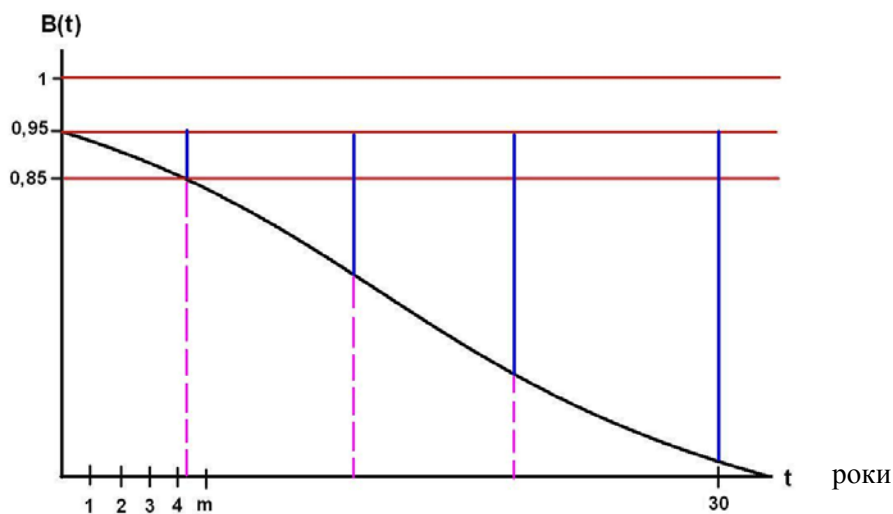


Рис. 1. Графік для визначення поточних рівнів потрібного корегування рівня коефіцієнта технічної готовності парку автомобілів за допомогою поточного оновлення $(n-m)$ автомобілів, які знижують можливості досягнення потрібного стабільного значення цього коефіцієнта, що дорівнює $0,9 \pm 0,05$

Висновок. Особливості метода і моделі, адекватної процесу змін за часом коефіцієнта технічної готовності парку зразків транспортних засобів; аналіз і вибір закону розподілу для обробки випадкових відхилень щорічних дискретних рівнів коефіцієнта технічної готовності зразка від опорної (антилогістичної) функції процесу; застосування метода екстраполяції для одержання оцінок параметрів прогнозного тренда процесу змін коефіцієнту технічної готовності зразків автомобілів – все це сприятиме більш своєчасному і обґрунтованому оновленню парку застарілих зараз автомобілів.

Запропонований метод, що враховує об'єктивне протиборство чинників процесу, що сприяють і перешкоджають реалізації ефекту збереження, коефіцієнта готовності будь-якого зразка, є заснованим на застосуванні імовірнісної моделі, яка є більш адекватною, ніж відомі.

Розрахунки параметрів функції прогнозних значень коефіцієнта готовності зразка принципової складності не представляють, проте, за умов великої кількості автомобілів у військовій частині) є достатньо громіздкими. Тому розробка і застосування програмного продукту, реалізованого для цих розрахунків за допомогою персональної ЕОМ, дозволяє отримати шукані результати протягом декількох хвилин.

Залежність коефіцієнта готовності кожного зразка парку від часу з прогнозними параметрами у виді оцінок γ^* та $\nu_{0,5}^*$ є реальною дійсним прогнозним значенням коефіцієнта оперативної готовності кожного зразка, більш об'єктивною, чим та, що визначена згідно до Держстандарту № 2860-94. Створення плану оновлення автомобільної техніки на підприємствах кардинально змінить підхід щодо

заміни зразків шляхом списання. Це дозволить бачити реальну картину зміни стану зразків автомобільної техніки під час експлуатації з часом та допоможе зробити прогноз щодо своєчасної заміни зразка у відповідний проміжок часу, для збереження коефіцієнта технічної готовності частини, або підприємства на рівні 0,85-0,95.

З метою полегшення процедури прогнозування заданих параметрів доцільно використовувати програмний продукт, який, навіть для великого парку, за лічені хвилини зробить розрахунки.

Список використаних джерел

1. Дем'янчук Б.О., Маханьков В.А., Обертас В.Ф. *Автотехнічне забезпечення. Управління ресурсом і оновленням парку автомобілів.: навчальний посібник – Одеса : 2017. – 230 с.*

Науковий керівник: Дем'янчук Б.О., д.т.н., доц.

Рецензент: Оленев В.М., к.військ.н., проф., Військова академія (м. Одеса).

УДК 621.431

Деревенча Ю.О., магістрант,
Військова академія (м. Одеса), Україна

РОЗРОБКА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРОТЯГОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В роботі проведено, перш за все, необхідність визначення факторів, які є суттєвими для повсякденного кількісного оцінювання начальником автомобільної служби військової частини ступеня готовності служби і її особового складу, готовності автомобілів частини, автомобільного майна, ремонтного обладнання та ремонтних підрозділів до виконання важливого завдання цієї служби, а саме, розробку організаційних заходів для зменшення витрат залишкового ресурсу транспортних засобів протягом експлуатації. Це дозволяє зниження кількості виникнення поступових відмов та зниженню рівня експлуатаційних витрат на технічне обслуговування та ремонт машин.

Ключові слова: ресурс, залишковий моторесурс, діагностика, технічне обслуговування.

Постановка проблеми Проблема ресурсозбереження є комплексною. При технічному обслуговуванні (ТО) і ремонті об'єктом ТО і ремонту є автомобіль, а засобами виконання - структурні елементи виробничо-технічної бази автотранспортних підприємств. Як прямі, так і непрямі витрати ресурсів пов'язані з об'єктом обслуговування. Більш надійні і довговічні автомобілі будуть мати більшу періодичність ТО і менше відмов. А ці властивості автомобіль одержує на етапі свого проектування і технологічного втілення рішень конструкторів, тобто на етапі виготовлення. Чим досконаліший автомобіль надходить до сфери експлуатації, тим менші будуть ресурсні витрати на проведення технічного обслуговування і ремонту. Різноманітний характер має ресурсозбереження і в умовах виконання ТО і ремонту. Тут наслідки роботи з ресурсозбереження визначаються рівнем організації такої роботи, наявністю нормативно-правової бази, обґрунтованістю вибору технологічного процесу на виконання робіт, досконалістю економічних методик у вирішенні питань ресурсозбереження тощо.

Мета статті: розробка організаційних заходів для зменшення витрат залишкового ресурсу транспортних засобів протягом експлуатації.

Виклад основного матеріалу. Ресурсозбереження поєднує два поняття. Перше поняття становлять ресурси як явище, а друге – збереження як процес стосовно цього явища. «Ресурси» – слово латинського походження. Під ресурсами розуміють матеріальні засоби, резерви, цінності, гроші і все інше, що може бути використано в разі необхідності. Практично поняття ресурсів включає всі засоби, якими доводиться користуватися в умовах автотранспортного підприємства. Зокрема, до ресурсів належать автомобілі, приміщення для їхнього обслуговування і ремонту, все технологічне та діагностичне обладнання, запасні частини та матеріали, інструмент, паливо тощо. Кожний із видів ресурсів має свої певні властивості, характеристики, завдяки яким визначається їхня придатність до використання у виробничому процесі.

За цими властивостями та характеристиками робиться висновок про перевагу одного виду ресурсів над іншим. Необхідно зазначити, що властивості та характеристики для переважної більшості ресурсів визначаються внаслідок цілеспрямованого впливу людини на них іншими засобами праці.

Уся різноманітність ресурсів поділяється на два види: природні та економічні. Природні ресурси сформовані і формуються за рахунок природного процесу розвитку, а економічні ресурси створюються переважно працею людей унаслідок дії над природними або ж економічними, якщо мова йде про інший ступінь економічних ресурсів. У середині природної класифікації існують різні види ресурсів. Серед них можна назвати воду, сонячну енергію, землю та ін. А всередині економічних ресурсів також розрізняють різні види. До них належать ресурси матеріальні, трудові та фінансові. Більшість природних ресурсів слугує джерелами сировини для одержання, зокрема, матеріальних ресурсів.

Поняття збереження поєднує в собі комплекс дій різного змісту, метою яких є забезпечення раціонального використання ресурсів. Тут можна виділити два напрями збереження. Перший пов'язаний зі збереженням ресурсів, які не беруть участі у виробничих процесах, а другий – коли ресурси задіяні у виробництві. Прикладом першого може бути не введення в експлуатацію нових автомобілів, які прибули на автопідприємства. Зміст дії зі збереження нових автомобілів буде визначатись часом не введення їх в експлуатацію. Нетривале не введення не буде вимагати вжиття спеціальних заходів зі збереження засобів рухомого складу. І, навпаки, тривале не введення буде вимагати виконання спеціальних дій щодо збереження транспортних засобів до введення їх в експлуатацію.

Не менш важливою проблемою ресурсозбереження є вирішення питань збереження ресурсів у сфері їх використання у виробництві. Як правило, тут процеси ресурсозбереження протікають динамічно і є ресурсомісткими. Вирішення незначних питань на невеликому етапі такого динамічного процесу приносять відчутний кінцевий результат. На кінцевий результат збереження ресурсів впливають багато факторів, які можуть бути згруповані на організаційні, економічні, технічні та інші. Діють вони переважно комплексно, ступінь їх впливу не постійний, а залежить від умов вирішення питань ресурсозбереження.

Ресурсозбереження при проведенні технічного обслуговування і ремонту автотransпортних засобів являє собою систему технічних, організаційних, нормативно-правових і економічних заходів, спрямованих на раціональне використання всіх видів ресурсів при здійсненні технологічних процесів у виробництві.

Автомобільна техніка використовується у ЗСУ у мирний час лише за штатним призначенням та з дотриманням установлених технічних норм і правил у межах річних норм витрати моторесурсів. Застосування річних норм має за мету подальше покращання раціонального використання машин та скорочення витрат матеріальних і грошових засобів під час їх експлуатації.

Річні норми встановлюються на кожен штатну одиницю АТ залежно від групи експлуатації, призначення чи умов і характеру виконання завдань військовою частиною.

У річних нормах витрати моторесурсів АТ передбачено 5 % резерву вищого керівництва для не передбачених планами бойової підготовки та господарської діяльності військ (сил). Тобто ця частина річної норми кожної марки машин не планується, не використовується у військовій частині але забезпечується ПММ.

Для навчання водіїв, механіків-водіїв, офіцерів і прапорщиків водіння машин моторесурси визначаються понад основні норми на АТ. Також додатково до основних норм визначаються норми для обкатування нової автомобільної техніки та тієї, яка пройшла середній, капітальний чи відновлювальний ремонт.

Витрати моторесурсів на опробування машин тривалого зберігання здійснюються в обсязі, який передбачається Керівництвом зі зберігання автомобільної техніки і майна у Збройних Силах України. Норми витрат моторесурсів автомобільних причепів і напівпричепів вираховуються відповідно до норм витрати моторесурсів АТ, яка їх буксирує.

Для відпрацювання завдань з бойової підготовки та скорочення витрат ресурсу бойових та стройових машин, особливо автомобільних базових шасі, на яких змонтоване озброєння та військова техніка, наказом відповідного командира (начальника) військової частини на підставі розрахунку, який затверджується старшим командиром (начальником), дозволяється виводити з бойової та стройової груп експлуатації необхідну кількість машин кожного типу та визначити їм збільшену витрату моторесурсів у межах норм, які забезпечують виконання програм навчання особового складу військової частини за фактом. Для зазначених цілей виділяються машини з меншим ресурсом до чергового ремонту.

Завдання управління ресурсом і оновленням транспортних засобів.

Аналіз результатів експлуатації різних зразків спеціалізованих військових автомобілів протягом останніх десятиліть показує систематичне зниження рівня показника технічного стану автомобільних засобів у будь-якій частині через відсутність найважливіших умов для нормальної та ефективної експлуатації, і, перш за все, через відсутність системи планового оновлення автомобільної техніки у військових частинах.

Досвід бойового застосування озброєння і військової автомобільної техніки як базових шасі вогневої підтримки частин і бойових підрозділів збройних сил, стале збільшення динаміки бойового протистояння свідчать про необхідність зростання вимог до технічного стану цих засобів, яка безпосередньо впливає на бойову ефективність цього озброєння у кожному сучасному бою, що, у свою чергу, потребує своєчасних заходів для систематичного аналізу технічного стану цих автомобілів, їх зберігання на потрібному рівні та об'єктивного прогнозування динаміки зменшення їх залишкового нормованого ресурсу і своєчасного оновлення парку на основі результатів об'єктивного прогнозу.

Відомо, що вирішення завдання об'єктивного прогнозування тренду процесу зниження рівня показника моторесурсу конкретного зразка, перш за все, результат прогнозування рівня цього показника на будь-який час залежить від багатойкої кількості факторів. Таке завдання відноситься до класу погано визначених завдань через його залежність від випадкової невизначеності.

Щорічний рівень показника залишкового нормованого ресурсу конкретних зразків автомобільної техніки, який визначає начальник служби, – це є лише сукупністю реальних випадкових вихідних даних для розв'язання відомої військово-технічної задачі. Методики її ефективного розв'язання, тобто науково обґрунтованого використання вихідних статистичних даних, що використовуються на практиці, зараз існують, але невизначеності випадкового характеру, які під впливом протидіючих факторів спричиняють нестационарний характер зменшення показника залишкового нормованого ресурсу (пробігу) кожного із сукупності спеціалізованих автомобілів військової частини – все це потребує побудови моделі, що адекватно описує процес зміни цього показника, з подальшим застосуванням прийнятого апарату статистично оптимального прогнозування тренду цього процесу, а також потребує зусиль і прийомів з метою нового вирішення відомого науково-технічного завдання прогнозування в умовах суттєво нелінійного характеру вказаного тренду.

Саме тому необхідно:

запропонувати адекватну модель динаміки зменшення залишкового ресурсу зразків ВАТ за часом під впливом протидіючих факторів, один з яких сприяє зберіганню, а інший сприяє витраті ресурсу зразків ВАТ;

визначити метод прогнозування показника залишкового нормованого ресурсу зразків ВАТ на перспективному інтервалі часу за результатами спостереження показника на ретроспективному інтервалі часу їх експлуатації;

розробити метод визначення оптимальних оцінок (тобто з найменшими помилками оцінок) параметрів прогнозного тренду (нелінійного типу) змін залишкового ресурсу за часом; справа в тому, що застосування ефективного в даному випадку метода максимальної правдоподібності для оцінок параметрів нелінійного тренду завжди відрізняється суттєвою математичною складністю;

обґрунтувати вибір і доцільність застосування критерію для прийняття рішення начальником автомобільної служби щодо поновлення парку спеціалізованих ВАТ шляхом капітального ремонту або списання зразків, з урахуванням деякого критичного значення залишкового нормованого їх ресурсу, наприклад, у випадку, коли він досягне рівня, який дорівнює 0,1.

Таким чином, необхідність теоретичного розв'язання відомого науково-технічного завдання, що спрямоване на обґрунтування рішень на практиці щодо своєчасного поновлення парку спеціалізованих автомобільних засобів, і відсутність відомих ефективних методів для цього підкреслюють необхідність вирішення вказаної сукупності задач даної статті.

Технічні, організаційні та економічні заходи та засоби збереження ресурсів.

Технічні заходи та засоби включають у себе технологічне обладнання зон, цехів та дільниць з відповідними його технічними характеристиками; технологію виготовлення деталей різного призначення та відновлення експлуатаційних властивостей деталей, вузлів, агрегатів та

автотранспортних засобів у цілому; технологію технічного обслуговування засобів рухомого складу, технологічного та діагностичного обладнання; технічні засоби та методи визначення якості виробів, ремонту і технічного обслуговування автомобілів та технологічного обладнання тощо.

Технологічні засоби й заходи обираються і здійснюються на основі відповідних показників, які можуть бути згруповані в експлуатаційні, конструкційні, технологічні, використання засобів.

Організаційні заходи і засоби включають у себе виробничу структуру підприємства; нормативно-правову базу для забезпечення виробничих процесів; підготовку виробництва; форми підготовки виробничого процесу у просторі; підготовку виробничого процесу за часом і галузеву підготовку виробництва.

Кожна з організаційних сфер характеризується своїми показниками. Підготовка виробництва характеризується складністю і тривалістю підготовки циклу виробництва; виробнича структура підприємства, цеху, дільниці

– кількістю і питомою вагою основних і допоміжних ланок виробництва, кількістю робочих місць, ступенем дублювання виконання основних і допоміжних операцій, рівнем комбінування виробництва, ступенем спеціалізації цехів, дільниць та ін.; підготовка виробничого процесу у просторі

– ступенем прямоочності процесу, величиною транспортних пробігів партій заготовок, деталей, виробів та ін.; підготовка виробничого процесу за часом

– коефіцієнтом серійності виробництва, розміром партій деталей і кількістю партій, числом типорозмірів деталей, які закріплюються за окремими робочими місцями, дільницями, цехами, ступенем паралельності процесу, ритмом запуску-випуску партій і виробів, коефіцієнтом ритмічності виробництва, тривалістю циклу виготовлення та ін.; галузева підготовка виробництва

– ступенем спеціалізації підприємства, ступенем кооперування та ін.

Економічні засоби та заходи включають у себе планово-економічні структури автопідприємств, грошові засоби, виробничо-технічну базу та основні фонди як питання їх ефективного використання, методи раціонального використання матеріальних ресурсів, підготовку та використання кадрів, наукову організацію праці та заробітної плати, методи матеріального стимулювання роботи з ресурсозбереження та ін.

Головним показником оцінки економічних засобів та заходів вважають мінімум вартості сукупної продукції за певний період.

Висновок. На основі теоретичних та експериментальних досліджень узагальнено та наведено нове розв'язання науково-прикладної задачі для зменшення витрат залишкового ресурсу транспортних засобів протягом експлуатації, а саме:

1. Щорічну витрату моторресурсу військових автомобілів на стадії експлуатації протягом їх життєвого циклу, з моменту прийняття їх військовою частиною від підприємства-виробника до зняття з експлуатації, на практиці прийнято нормувати.

2. Перед начальником автомобільної служби частини виникає реальне завдання управління процесом поновлення парку автомобільних засобів з періодичним урахуванням рівнів зберігання ресурсу зразків протягом часу, з метою підтримання рівня сталої готовності парку.

3. Необхідність теоретичного розв'язання науково-технічного завдання, що спрямоване на обґрунтування рішень на практиці щодо своєчасного поновлення парку спеціалізованих автомобільних засобів ЗСУ, і відсутність відомих ефективних методів для цього підкреслюють актуальність цього завдання.

4. Наукове ефективне управління зберіганням ресурсу і поновленням парку транспортних засобів доцільно здійснювати за допомогою комп'ютеризованої методики на основі адекватної моделі і статистичного прогнозування процесів.

5. Розробка і впровадження методики ефективного моніторингу наявності та достатності моторесурсу автомобільної техніки, завдяки результатам наукового прогнозування, є умовою нормального управління своєчасним і оперативним поновленням парку цих автомобілів, що є особливо важливим результатом в умовах широкої номенклатури типів і великої кількості зразків цих автомобілів у військовому парку.

6. Завдання удосконалення ефективності управління витратами ресурсу і своєчасним оновленням транспортних засобів повинне бути спрямоване на весь автомобільний парк військової частини, тобто: на автомобілі багатопільового призначення; колісні тягачі; багатовісні спеціалізовані колісні шасі; багатовісні важкі колісні тягачі; автомобільні базові шасі, які призначені не тільки для встановлення (монтажу) озброєння, але і засобів управління, спеціальної техніки, рухомих засобів ремонту та ТО автомобільної техніки, які змонтовані, як правило, на колісних шасі.

Список використаних джерел

1. Дем'янчук Б.О. *Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень* / Б.О. Дем'янчук, О.В. Малишкін. Навчальний посібник з грифом МОН. – Одеса: Військова академія. – 2014. – 240 с.
2. *Основи автотехнічного забезпечення. Моделювання процесів: навчальний посібник* / Б.О. Дем'янчук, С.М. Верпівський, В.М. Меленчук – Одеса, 2015. – 330 с.
3. *Автотехнічне забезпечення. Управління ресурсом і оновленням парку автомобілів: навчальний посібник* / Б.О. Дем'янчук, В.А. Маханьков, В.Ф. Обертас – Одеса, 2016. – 250 с.
4. Дорошенко О.Ф., Ткачук П.П., Русіло П.О. та ін. *Армійські автомобілі. Експлуатація військової автомобільної техніки: Навчальний посібник.* – Львів, 2010. – 578 с.

Науковий керівник: Обертас В.Ф.

Рецензент: Оленєв В.М., к.військ.н., проф., Військова академія (м. Одеса)

УДК 621.431:629.3.083(035.3)

Дмитрієв В.В., магістрант
Військова академія (м. Одеса), Україна

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ШАТУНІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В роботі проведено дослідження і здійснення контролю технічного стану автомобілів на основі впровадження методів та періодичності технічної діагностики військових автомобілів сучасними приборами. Це дозволяє зниження кількості виникнення поступових відмов та зниженню рівня експлуатаційних витрат на технічне обслуговування та ремонт машин.

Ключові слова: технічний стан, контроль, діагностика, технічне обслуговування.

Постановка проблеми. Система забезпечення працездатності силових агрегатів автомобілів ґрунтується на закономірностях зміни їх технічного стану в процесі їх експлуатації. Ці закономірності залежать від груп факторів, а саме: технологічних, конструктивних, технічно-правильного використання (з боку водіїв). Тому неврахування цих факторів під час експлуатації автомобілів в цілому приводить до передчасного виходу їх з ладу. Особливо на працездатність впливає людський фактор (низька фахова підготовка посадових осіб які організують експлуатацію автомобілів), як головний від якого залежить довговічність напрацювання агрегатів машин.

Мета статті: полягає вдосконалення технічних методів підвищення довговічності шатунів дизельних двигунів в процесі експлуатації.

Виклад основного матеріалу. Пропонується вдосконалення технічних методів підвищення довговічності шатунів дизельних двигунів в процесі експлуатації. Методологічною основою проведення досліджень є розробка підходу до оцінки ступеню залежності військової автомобільної техніки з визначенням їх надійності при експлуатації і вибір технології і параметрів відновлення та вдосконалення деталей, що знижують вплив цього фактору, а також теоретичне моделювання процесу обробки. Розроблений і впроваджений у виробництво технологічний процес відновлення та вдосконалення шатунів дизельних двигунів у військовій автомобільній техніці, що працюють зі збільшеним наробітком і підвищеною завантаженистю в експлуатації. На основі розрахунків визначені параметри і оптимальні режими роботи відновлення і вдосконалення та підвищення довговічності шатунів дизельних двигунів в процесі експлуатації. Встановлення впливу припуску на якій надається характер і рівень напруження, що виникають по перерізу деталі в процесі її відновлення та підвищення довговічності шатунів в процесі експлуатації.

Двигун (або рушій, також силова установка) – енергосилова машина, що перетворює який-небудь вид енергії на механічну роботу.

Двигун автомобіля являє собою сукупність механізмів і систем, що перетворюють теплову енергію згорання в його циліндрах палива в механічну. На сучасних автомобілях найбільшого поширення набули поршневі двигуни внутрішнього згорання, а саме основні це бензинові та дизельні двигуни. Бензинові двигуни працюють на легкому рідкому паливі - бензині, який отримують з нафти. Дизельні двигуни працюють на важкому рідкому паливі - дизельному, одержуваному також з нафти. Із зазначених двигунів найбільш потужними є бензинові, найбільш економічними і екологічними – дизельні, що мають більш високий коефіцієнт корисної дії. Так, при рівних умовах експлуатації витрата палива у дизелів на 25–30% менше, ніж у бензинових двигунів.

У двигунів із зовнішнім сумішоутворенням горюча суміш готується поза циліндрів, у спеціальному приладі - карбюраторі (карбюраторні двигуни) або у впускному трубопроводі (двигуни з упорскуванням бензину) і поступає в циліндри в готовому вигляді. У двигунів з внутрішнім сумішоутворенням

приготування горючої суміші виробляється безпосередньо в циліндрах шляхом уприскування в них палива. Примусове займання горючої суміші від електричної іскри, що виникає в свічках запалювання, проводиться в бензинових двигунах, а запалення від стиснення (самозаймання) в дизелях.

Сьогодні практично всі провідні автомобільні компанії світу випускають гібридні моделі автомобілів.

Сама система складніше в пристрої і напхані електронікою, а саме тим не менш, володіють рядом переваг:

- знижують витрату палива майже в два рази;
- істотно знижують рівень шуму і кількість шкідливих викидів в атмосферу (на крейсерській швидкості автомобіль практично не використовує бензин за рахунок роботи тягового електродвигуна);
- дозволяє значно швидше розігнати авто з місця і зробити гарне прискорення в русі.

До речі кажучи, електромотори використовувалися і раніше, ще в середині ХХ століття, але не зовсім на автомобілях, а на різних навантажувачах або міні-автомобильчиках для розважальної їзди, не кажучи вже про тролейбусах і трамваях.

Надійність автомобіля є одним з основних комплексних показників, що характеризують зміни його якості в процесі напрацювання. Аналіз розподілу відмов по елементах двигуна КАМАЗ дозволяє виявити найменш надійні елементи автомобіля з метою їх подальшого конструктивно-технологічного удосконалення, обґрунтувати витрата запасних частин в конкретних умовах експлуатації, встановити раціональні нормативи технічного обслуговування і ремонту. Обслуговування та ремонт автомобілів спираються на положення теорії тертя, змащення, зносу і старіння їх елементів.

Від початку експлуатації і до списання автомобіль виконує великий обсяг корисної роботи при безперервному впливі на нього несприятливих зовнішніх і внутрішніх факторів, тому його технічне стан неминуче погіршується.

Оптимізувати зміну технічного стану силових агрегатів в процесі експлуатації можна при обґрунтуванні залежностей зміни технічного стану двигунів від пробігу автомобіля з початку експлуатації та критерію граничного стану основних сполучень двигуна, які дозволять визначити оптимальний пробіг автомобіля до поточного, капітального ремонту. Ці залежності дають змогу прогнозувати зміну технічного стану двигунів. Так як ці зміни є наслідком процесів зношування сполучень, необхідно визначити залежність зносу основних деталей двигунів від пробігу автомобіля. Як вже визначили, основними причинами зміни технічного стану силових агрегатів є зношування, втомні, теплові і корозійні руйнування, що залежать від інтенсивності зміни розмірів, геометричної форми деталей і їх взаємного розташування.

Зношування відбувається під впливом трьох груп факторів: конструктивних – залежать від конструкції двигуна, технологічних - від технології виготовлення деталей і експлуатаційних - якості застосовуваних палив і олів, умов експлуатації. Знаючи частку зносів, викликаних різними умовами експлуатації двигуна в загальному зносі, можна визначити фактори, що роблять основний вплив на знос деталей. Це дозволяє виявити найбільш ефективні шляхи підвищення довговічності двигунів при малій витраті часу і коштів, а також прогнозувати ресурс двигунів до капітального ремонту в залежності від умов експлуатації. Тому робота по підвищенню зносостійкості може дати максимальний техніко-економічний ефект в тому випадку, якщо конструктивні розробки будуть в першу чергу спрямовані на усунення чинників, що викликають максимальний знос.

Різні експлуатаційні фактори, що впливають на знос деталей двигуна і його працездатність, в процесі експлуатації прийнято ділити на три групи:

1. Навантажувальні і швидкісні режими роботи двигунів, які в основному визначають величину молекулярно-механічного (адгезійного) зношування.

2. Тепловий режим роботи двигуна, включаючи періоди пуску і прогріву, які визначають величину корозійно-механічного та молекулярно-механічного зношування.

3. Запиленість повітря і захист двигуна, його окремих деталей від механічних частинок забруднень, що визначають величину абразивномеханічного зношування.

В даний час не має практично прийнятних безрозбірних методів вимірювання величини зносу деталей і швидкості їх зношування на різних ділянках напрацювання.

В умовах експлуатації швидкість зношування деталей, а отже, і її знос залежать не стільки від напрацювання, скільки від великої кількості змінюються в часі експлуатації факторів, особливо таких, як силовий і тепловий режими роботи двигуна, кількість і тривалість його пускових періодів, кліматичні умови його роботи, якість експлуатації і технічного обслуговування та ін. Кожен з перерахованих факторів може мати значний вплив на швидкість зношування деталей, але так як періодичність і тривалість їх прояви носять випадковий характер, контролювати і враховувати ці фактори практично неможливо. У зв'язку з цим очевидно, що швидкість зношування деталі різна і може мати значне розсіювання на різних ділянках напрацювання агрегату в процесі його експлуатації. Крім того, граничні знос (зазори), що обумовлюють граничний стан деталей (сполучень), також розсіюються в порівняно широких межах. Тому крива зносу тільки наближено описує фактичний процес зношування і її доцільніше назвати умовною, а не класичною. Зміна технічного стану автомобілів дослідники описують різними формами кривих зношування.

Зміна технічного стану автомобіля представлено у вигляді полінома третього ступеня:

$$S = a_0 + a_1 l + a_2 l^2 + a_3 l^3,$$

де a_0, a_1, a_2, a_3 ($a_2 > 0$) – параметри, що визначаються за експериментальними даними;

S – знос деталей; l – напрацювання (пробіг) автомобіля.

Дана залежність показує період підробітки деталей і період виникнення, прогресуючого зношування поверхонь, що сполучаються елементів силового агрегату і автомобіля в цілому, тобто автор дану залежність призводить до всіх сполучень. В такому вираженні залежність не відображає сутність процесів, що відбуваються при контакті сполучень і износах.

Аналіз експлуатаційних дефектів елементів двигунів, що вийшли з ладу, вказує на принципову можливість підвищення експлуатаційних характеристик силових агрегатів за рахунок використання сучасних відновлювальних і зміцнюючих технологій.

За кордоном приділяють велику увагу питанням технології та організації відновлення деталей. У високорозвинених країнах – США, Англії, Німеччини, Японії – відновлення в основному здійснюється на підприємствах-виробниках автомобілів. Відновлюють дорогі, металомісткі деталі: блоки циліндрів, колінчаті вали, корпуси коробок передач, головки блоку і т.д., при цьому собівартість відновлення для більшості деталей не перевищує 20-30% вартості нових.

При визначенні корсетні (відхилення утворює поверхні від прямолінійності) пристрій працює так:

- шатун базується по торцевій поверхні нижньої головки і закріплюється на пристосуванні;
- обертанням рукоятки опускаємо індикатор, закріплений на штанзі, до торкання вимірювальним наконечником б поверхні отвори нижньої головки шатуна;
- виставляємо шкалу індикатора на нуль;
- проводимо вимірювання отвори, опускаючи штангу обертанням рукоятки ;
- перевіряємо відхилення утворює поверхні отвору від прямолінійності.

При визначенні деформації стержня шатуна пристрій працює наступним чином:

- шатун базується по торцевій поверхні нижньої головки і закріплюється на пристосуванні;
- обертанням рукоятки опускаємо індикатор, закріплений на штанзі, до торкання вимірювальним наконечником б поверхні отвори верхньої головки шатуна;
- виставляємо шкалу індикатора на нуль;
- проводимо вимірювання деформації стержня шатуна, опускаючи штангу і закріплений на ній стрілочний індикатор годинникового типу, обертанням рукоятки;
- відхилення стрілки індикатора більше 0,06 мм говорить про деформації стержня шатуна, що перевищує допустиме значення, встановлене заводом-виробником.

В основі методології обґрунтування технології відновлення елементів двигуна лежить причинно-наслідковий зв'язок умов роботи об'єкта, зміни поверхневих шарів сполучень, що визначають експлуатаційний термін служби автомобіля, виникнення і розвитку процесів зношування деталей, їх напружено деформованого стану, що визначає імовірнісний характер відмов і експлуатаційну довговічність автомобіля, технологічних процесів, що забезпечують відновлення деталей, силового агрегату і автомобіля в цілому, що визначають структуру експлуатаційно-ремонтного циклу двигуна і нормативи забезпечення працездатності автомобіля. Все це необхідно враховувати при обґрунтуванні технології ремонту.

Аналіз досліджень ремонтного фонду шатунів показує, що при напрацюванні двигуном 100 тис. км і більше у шатунів спостерігається зміна розмірів і форми нижньої головки обумовлені деформацією вкладиша. Ці відхилення знаходяться в верхньому полі допуску на розмір або виходять за нього. Отже, при відновленні працездатності двигуна шляхом заміни вкладишів, ресурс силового агрегату буде трохи нижче, тому що без відновлення форми нижніх головок шатунів умови контакту вкладишів з ними погіршується, що може привести до перегріву сполучення внаслідок зниження теплообміну між ними.

Збільшується в 2,5-3 рази зазори, в наслідок зносу сполучень, викликають зріст динамічних навантажень. З вищеприведеного визначено, що зазори в сполученні збільшенню по експоненті аналогічно зростають і динамічні навантаження. Внаслідок збільшення динамічних навантажень і підвищення температури в терьовій парі в матеріалах деталі виникають такі властивості, як ковзання. Дана властивість пов'язана зі зростанням пластичних деформацій при незмінних або збільшених навантаженнях.

Імовірність виникнення такої властивості, що призводить до деформації робочих поверхонь втрати їх співвідношення залежить також від напрацювання силового агрегату і умов його експлуатації. Це пояснює ті геометричні зміни (овальність) відбувається в нижній головці шатуна в процесі роботи, які обумовлені виникненням деформацій, в тому числі і залишкових внаслідок дії динамічних навантажень. Напрямок дії навантажень виявляє форму ϵ з більшою вісью овала по вісі шатуна, відповідно ϵ епюрою навантажень. Аналіз пружно – деформованого стану шатуна, з використанням, та твердотіле моделювання, з автоматичною побудовою кінцево- елементній сітці, підтвержують результати дослідження розмірів і форм робочих поверхонь деталей в наслідок дії навантаження в процесі експлуатації. Трикутні трохвузливі кінцеві елементи призводить досить точно апроксимувати криволінійні границі підобластей шатуна.

Висновок. Отже, на основі теоретичних та експериментальних досліджень узагальнено та наведено нове розв'язання науково-прикладної задачі надійності діагностування військової автомобільної техніки.

1. Результати стендових моторних випробувань і експлуатаційних досліджень двигунів КамАЗ підтвердили справедливості аналітичних залежностей по шатуну. Дані залежності дозволяють визначити граничні значення показників технічного стану шатуна. Сформульовано наукові основи, методологія підвищення довговічності автомобільних двигунів, використання яких дозволяє підвищити ефективність експлуатації автомобільного транспорту, що підтверджує значущість отриманих результатів для економіки країни. Розроблено методологію та комплекс вимірювальних засобів для оцінки показників технічного стану основних елементів двигунів та обладнання для їх відновлення.

2. Аналіз кривих по модифікаціям двигунів показує, що інтенсивність зміни показників технічного стану підшипників колінчастих валів в процесі напрацювання по силовим агрегатам КамАЗ-Євро в середньому в 1,5 рази нижче, ніж у КамАЗ-740. Зібрані результати зміни геометричних параметрів (розмірів і форми) робочих поверхонь шийок колінчастих валів і вкладишів силових агрегатів КамАЗ-Євро дали можливість визначити зміни їх технічного стану при напрацюванні.

Вдосконалення технічних методів підвищення довговічності шатунів дизельних двигунів в процесі експлуатації.

Список використаних джерел

1. Авдонькін, Ф.Н. *Методика визначення оптимальної напрацювання двигуна до попереджувального ремонту [Текст]* / Ф.Н. Авдонькін, А.С. Денисов, Р.Е. Колосов // *Автомобільна промисловість*. – 1977. – № 1. – С. 7–8.
2. Авдонькін, Ф.Н. *Оптимізація зміни технічного стану автомобіля [Текст]* / Ф.Н. Авдонькін. - М.: Транспорт, 1993. – 352 с.
3. Авдонькін, Ф.Н. *Підвищення терміну служби автомобільних двигунів [Текст]* / Ф.Н. Авдонькін. - Саратов: Приволжск. кн. вид-во, 1969. – 278 с.
4. Авдонькін, Ф.Н. *Прогнозування зміни технічного стану підшипників колінчастого вала [Текст]* / Ф.Н. Авдонькін, А.С. Денисов // *Автомобільна промисловість*. – 1975. – №7. – С. 4–5.
5. Авдонькін, Ф.Н. *Поточний ремонт автомобілів [Текст]* / Ф.Н. Авдонькін. – М.: Транспорт, 1978. – 269 с.
6. Авдонькін, Ф.Н. *Теоретичні основи технічної експлуатації автомобілів [Текст]* / Ф.Н. Авдонькін. - М.: Транспорт, 1985. - 215 с.
7. Азаматов, Р.А. *Відновлення деталей силового агрегату КамАЗ-740.11-240 (Еуро-1) [Текст]* / Р.А. Азаматов, А.С. Денисов, А.Т. Кулаков, П.Г. Курдін. – Набережні Човни: КамАЗтехобслуговування, 2007. – 307 с.
8. *Аналіз дефектів двигунів КамАЗ-740 при капітальному ремонті [Текст]* / А.С. Денисов [и др.] // *Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченій 70-річчю від дня народження професора А.Г. Рибалко*. – Саратов: СГАУ, 2006. – Т.3. – С. 19–25.

Науковий керівник: Мацей Р.О., к.т.н., доц.

Рецензент: Оленев В.М., к.військ.н., проф., Військова академія (м. Одеса).

УДК 614.84

Довгань Д.С., магістрант,
Військова академія (м. Одеса), Україна

ВИБІР ВАРІАНТІВ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

В роботі наведено основні засоби та методи підвищення технічного показника автомобільної техніки - живучість. Їх характеристики та принцип застосування.

Ключові слова: *автомобільна техніка, броньована бойова машина, нові матеріали, автомобільні шини.*

Постановка проблеми. В Збройних Силах України автомобільна техніка є основним засобом, який забезпечує оперативну і тактичну рухомість військ, застосовується у всіх елементах порядків, є базою під монтаж комплексів озброєння і військової техніки та їх складовим елементом і визначає бойову готовність військових частин. Військова автомобільна техніка застосовується у всіх локальних війнах і збройних конфліктах, миротворчій діяльності військ та при виконанні завдань повсякденної діяльності. Тому від можливості зразків автомобільної техніки протидіяти вогневному впливу противника та зберегти свої технічні та бойові властивості залежить результат бою.

Одна з основних характеристик автомобільної техніки під час виконання завдань за призначенням, а саме забезпечення підрозділів необхідними матеріальними ресурсами для ведення бойових дій, транспортування особового складу та техніки і безпосереднього ураження противника з вмонтованим озброєнням на автомобільне базове шасі є живучість.

Сучасний парк Збройних Сил України, як фізично так і морально застарів і сьогодення диктує нові умови ведення гібридної війни. Тому на даний момент Збройні Сили потребують сучасні зразки військової автомобільної техніки які мають кращі технічні показники або ж методи їх підвищення на наявних зразках.

Мета статті: впровадження новітніх та удосконалення старих технічних засобів для збільшення показників живучості автомобільної техніки під час експлуатації та особливо під час ведення бойових дій.

Мета досягається:

- обґрунтуванням необхідності підвищення живучості автомобільної техніки;
- висвітленням новітніх конструкційних матеріалів запропонованих вченими у галузі машинобудування;
- вказати новітні засоби підвищення живучості які впроваджуються провідними країнами світу;
- порівнянням варіантів здатності протидіяти розвідці та вогневному ураженню противника автомобільною технікою;
- запропонувати найбільш раціональний спосіб покращення властивостей автомобільної техніки для Збройних Сил України.

Виклад основного матеріалу. У провідних зарубіжних країнах достатню увагу приділяють створенню та вдосконаленню мобільних сил швидкого реагування, в яких кожна окремо взята одиниця бойової техніки повинна мати достатню захищеність, рухливість та вогневу міць. У даній статті будуть розглядатися бойові колісні машини, які включають до свого складу бронеавтомобілі і бойові броньовані машини (ББМ) на колісній базі.

За оцінкою експертів в області створення ББМ, перевага колісного шасі визначається високою рухливістю, великим запасом ходу, протимінної стійкістю, меншою вартістю і невеликими витратами на утримання і обслуговування.

Одним з основних критеріїв бойової ефективності є живучість. Досвід проведення бойових операцій останніх двох десятиліть показав необхідність посилення захисту екіпажу, вузлів і агрегатів військової техніки з огляду на те, що широке поширення, особливо при веденні локальних бойових дій, отримали протитанкові засоби різного типу і саморобні вибухові пристрої (СВП).

Пропонованими технічними рішеннями, що дозволяють забезпечити ефективний захист бойових броньованих машин від різного виду зброї, є: оптимізація компоновальних і конструктивних схем; впровадження матеріалів, що забезпечують скритність; застосування різних видів бронювання; впровадження засобів посилення протимінної стійкості; використання сучасних високоміцних матеріалів; установка систем захисту від зброї масового ураження.

Оптимізація компоновальною схеми передбачає розміщення екіпажу, основних вузлів і агрегатів машин в місцях, що обмежують вплив вражаючих факторів звичайної зброї. З цією метою конструкція днища корпусу виконується в формі відбивача ударної хвилі або осколків мін і має V-образну форму. Підбирається оптимальний кут нахилу броньових листів, що дозволяє підвищити захист екіпажу від бокового обстрілу зі стрілецької зброї. Також застосовується додаткове навісне бронювання з використанням різних екранів і протикумулятивних решіток.

Скритність ББМ забезпечується за рахунок застосування маскувального фарбування, систем пуску димових (аерозольних) завіс, зниження помітності в радіо-, ІЧ- і візуальному діапазонах.

Існують два основні варіанти забезпечення захисту від куль, осколків і кумулятивних боеприпасів.

Перший – незмінний рівень захисту за умови забезпечення високої стійкості. Прикладом може служити конструкція німецької ББМ «Боксер», яка забезпечує захист від 30-мм бронебійно-підкаліберних снарядів автоматичних гармат при масі машини 30 т.

Другий – базовий рівень захисту з можливістю посилення в залежності від умов обстановки. Додатковий (навісний) захист встановлюється на деякій відстані від основного корпусу і виготовляється, як правило, з композиційних матеріалів (КМ). Наприклад, корпус бойової броньованої машини VBCI виготовлений з алюмінієвої броні з накладками з броньованої сталі або титану, що забезпечують захист від 14,5-мм бронебійних куль або 25-мм бронебійних снарядів відповідно.

Для досягнення високої протимінної стійкості при конструюванні бронеавтомобілів широко застосовують такі рішення: використання міцної кабіни-капсули; обладнання бойового відділення багат шаровим днищем; розміщення зовнішніх панелей, що поглинають енергію вибуху; застосування додаткових захисних панелей на підлозі; збільшення динамічного ходу коліс; конструктивне відділення сидінь від підлоги.

Створення міцної кабіни-капсули є одним з конструктивних рішень підвищення живучості машини. При підриві капсула служить надійним захистом для екіпажу, а частина, що залишилася машини схильна до руйнування. Як очікується, зміцнення не всієї машини, а тільки кабіни дозволить помітно знизити загальну масу і забезпечити з великою мірою ймовірності виживання особового складу.

Крім кабіни-капсули використовуються спеціальні конструкції сидінь, які не мають жорсткого зв'язку з підлогою автомобіля. Найбільш поширеним варіантом є кріплення сидінь до стелі автомобіля за допомогою гнучких зв'язків.

Обладнання зовнішніми панелями забезпечить розсіювання енергії вибухових пристроїв, а V-подібна конструкція днища машини – відображення і розсіювання вибухової хвилі.

Очікується, що використання перерахованих вище конструктивних рішень дозволить забезпечити виживання екіпажу при підриві на фугасні пристрої потужністю до 8 кг в тротиловому еквіваленті під колесом і 6 кг під днищем машини.

Для підвищення живучості та експлуатаційної надійності ББМ широко застосовуються стійкі до ушкоджень шини. Їх диски оснащуються додатковими внутрішніми ободами з композитних матеріалів, що забезпечує рух машини по пересіченій місцевості при пошкодженні або розриві шини зі швидкістю 20 км/год на відстані не більше 50 км.

Очікується, що до 2030 року помітно зросте число використовуваних дистанційно керованих машин, подібних ББМ. Наприклад, американський військовий контингент в Афганістані випробує колісні дистанційно керовані машини з бойовою масою до 4,5 т.

Найближчим часом достатня увага приділятиметься: зниження маси ББМ при незмінному рівні захисту з метою підвищення маневреності за рахунок розробки нових міцних легких матеріалів для бронювання; вдосконалення конструкції автомобілів для підвищення захищеності від впливу вибухових пристроїв; збільшення потужності двигуна за рахунок застосування турбокомпресора із змінною геометрією; установці електронних блоків управління режимом роботи двигуна: підвищення ресурсу роботи машини за рахунок оснащення автоматичними трансмісіями з вбудованою системою діагностики і системою управління, об'єднаної з електронною системою управління двигуном.

І далі ми поговоримо як раз про новітні матеріали які можливо буде застосовувати у машинобудуванні для виготовлення менш важких та більш міцних корпусів автомобілів. А саме: сплави з ефектом пам'яті форми, вуглецеві нанотрубки, магнієві сплави, мета матеріали та металева піна.

Сплави з ефектом пам'яті форми, що запам'ятовують форму матеріалу, яка була до нагрівання. До таких сплавів відноситься нитинол, до складу якого входить 60% нікелю і 40% титану. Якщо деталь деформувати в нагрітому стані і зафіксувати її до охолодження, то ця деталь запам'ятовує форму. Якщо в холодному стані цю деталь деформувати, а потім нагріти, то форма відновлюється. Якщо проволочку закрутити в спіраль за високої температури і випрямити за низької, то при повторному нагріванні проволочка знову самовільно закрутиться в спіраль. Такі сплави можливо застосовувати при виготовленні окремих елементах кузова або кабіни які найбільш схильні до деформації під час ведення бойових дій.

Вуглецеві нанотрубки – найжорсткіший і найміцніший матеріал у світі з високими електронними характеристиками. Питома міцність вуглецевих нанотрубок – 48.000 кНм/кг, такою міцністю не може похвалитися навіть сталь з високим вмістом вуглецю (154 кНм/кг), в 300 разів міцніше сталі. В майбутньому захисне покриття з нанотрубок на основі вуглецю дасть можливість автомобільній техніці цілком нейтралізувати роботу радарів і повністю стати невидимими для противника.

Покриття з нанотрубок перетворювали рельєф танка в абсолютно чорну і рівну поверхню, невидиму на чорному фоні. При цьому весь цей нанотрубовий «чорний ліс» не розсіював і не відображав світло. Покриття практично в повному об'ємі поглинає широкий спектр випромінювань, починаючи від радіохвиль і закінчуючи ультрафіолетовими променями.

Це покриття здатне поглинати велику частину енергії променя лазера, не руйнуючись при цьому і не дозволяючи руйнуватися предмету, який ними захищається. Крім того, це покриття є ефективним засобом захисту від бойових лазерів. Аналіз зібраних даних показав, що покриття успішно поглинуло 97.5% енергії променя лазера і без руйнування витримало рівень енергії в 15 кВт на квадратний сантиметр поверхні.

Також для виробництва військових автомобілів доцільно використовувати магнієві сплави, що приведе до зменшення як ваги, так і витрат палива. При розрахунку економічної ефективності виявлено, що зменшення ваги майже до 50 фунтів (22,5 кг) підвищить економію витрат палива машини приблизно на 1%. Згідно звіту Ради із Захисту Природних Ресурсів цей 1% скорочень споживання палива машинами по всій країні міг би зберегти 100.000 барелів нафти за день.

Наступна розробка – метаматеріали, які здатні набувати своїх властивостей від структури, а не складу. Це композитні матеріали, електромагнітні та акустичні властивості яких не зустрічаються в

природі та важкі для створення технологічно. Таких унікальних особливостей можна досягти, впроваджуючи в природний склад елементів штучні періодичні структури. Щоб було простіше зрозуміти, це щось на зразок генного модифікування для неорганічних речовин: інженер змінює «код» матеріалу і він набуває нетипові для себе властивості. Якісні властивості для цього і надають метаповерхні (двовимірний аналог метаматеріалів) – тонкі плівки з наночасток, певним чином розміщених на підкладці. Метаповерхні особливо добре підходять для управління світлом, оскільки процес їх виготовлення більш простий і дешевий.

Метаматеріали використовувалися для створення мікрохвильових плащів-невидимок, двовимірних плащів-невидимок і матеріалів з незвичайними оптичними властивостями. Такий камуфляж буде корисним, як для розвідувальних підрозділів і їх бойової техніки так і для прихованої бойової техніки для раптового наступу на ворога.

Металева піна – це те, що виходить, коли додати піноутворювач, порошкоподібний гідрид титану, в розплавленій алюміній, а потім дати йому остигнути. В результаті виходить вкрай міцна субстанція, відносно легка, з 75-95 % порожнього простору. В майбутньому металева піна може стати невід'ємною частиною військового машинобудування, а також використовуватися у виробництві металокераміки. Матеріал ідеально підходить для створення великогабаритних надзвичайно міцних конструкцій – іншого матеріалу, який здатний забезпечити таке співвідношення міцності і ваги, яке людство ще не винайшло.

Також вже мають право на існування нові засоби підвищенню живучості автомобільної техніки, а саме конструкції шин які сприяють.

Нові шини безповітряні шини розроблені у компанії Resilient Technologies із урахуванням специфіки ведення активних бойових дій. Виробник гарантує пробіг нових шин у 15 тисяч миль (понад 24 тисячі кілометрів). Шини, виготовлені зі спеціальної вогнетривкої гуми, мають структуру, що нагадує бджолині стільники, та відрізняються здатністю до виконання основної функції навіть у разі руйнування 30 % внутрішніх перемичок. Шина не відділяється від колеса, але має уніфіковане кріплення, повністю взаємозамінна зі звичайними колесами. Кожна шина, за специфікацією виробника, витримує навантаження до 1746 кілограмів.

Незвична конструкція обумовлена тим, що шини, виготовлені з цільного шматка гуми, мають безліч недоліків, таких, як дуже погана амортизація та висока швидкість нагрівання. Крім того, великі фрагменти звичайної шини у разі вибуху роблять заміну всього колеса єдиною можливим способом ремонту. «Стільникова» технологія, застосована в новітніх шинах, дозволяє нести навантаження, розсіювати тепло та знизити рівень шуму, створюваного під час руху.

Вартість такої покришки обіцяє бути рівною або меншою, ніж у традиційних шин.

Відмінною здатністю нових шин є те, що вони не схильні до механічних пошкоджень різної тяжкості. У них немає повітря і відповідно тиск в колесі не може знизитися до критичного рівня, як це трапляється в шинах з камерами. Перед тим як нова розробка була запущена в серійне виробництво вона пройшла важкі випробування. Кілька прикладів з цих випробувань демонструють всю важливість нових коліс, так випробувачі подолали понад 500 кілометрів бездоріжжя на прострелених шинах, куля, яка повинна була пошкодити оболонку шин, була 50-го калібру. Зазнали шини і досить тривалій поїздки з 8-ми сантиметровою сталеву спицею в протекторі, відстань, яку подолали водії складала 1,700 кілометрів.

Після проведення всіх випробувань, які показали високу якість і надійність безкамерних шин на військовій техніці і американська компанія вирішила запропонувати комплектувати цивільну техніку своїми шинами.

Висновок. Проведений аналіз показав, що основним напрямком розвитку даної техніки в провідних зарубіжних країнах є підвищення захищеності машин для забезпечення безпеки екіпажу та

десанту. І сьогодні ми маємо широкий спектр вибору методів та засобів які будуть слугувати для підвищення живучості військової автомобільної техніки до початку та під час ведення бойових дій. Всі вони доцільні для застосування в різних вузлах та агрегатах. Але ми маємо в-першу чергу приділити увагу живучості особового складу. Так ми маємо можливість на застарілій техніці посилювати найбільш схильні до вогневого впливу противника області кабіни з вуглецевих нанотрубок. Виготовляти з міцніших, таких як магнієві сплави, матеріалів нові зразки автомобільної техніки або їх окремі елементи. Також маємо змогу приховувати техніку від ворога за рахунок нових матеріалів, що мають маскувальні властивості.

Я зробив висновок, що вищевказані методи для нинішньої ситуації враховуючи економічну складову будуть недоцільними. Тому пропоную почати розробку вітчизняних безповітряних шин з уніфікованою конструкцією під різні види ББМ, які зараз випускає вітчизняна автопромисловість. Так як автомобільні шини найбільш уразливий елемент автомобіля під час ведення бойових дій, то це буде найбільш дешевим та максимально ефективним варіантом для не втрачання своїх бойових можливостей автомобільною технікою після вогневого впливу противника.

Список використаних джерел

1. Бачинський В.В., Цехмистер Д.А. *Захист авіаційної техніки лакофарбовими покриттями / Тези виступу на 8 науковій конференції ХУПС. – Харків: ХУПС, 2012. – С. 282 – 283.*
2. Бачинський В.В., Хижняк Ж.О., Шелейко О.С. *Можливості спеціальних покриттів для підвищення живучості озброєння та військової техніки / Науково-технічний збірник Військової Академії (м. Одеса) - № 3 – Одеса. Військова Академія, 2015.- С. 5-10.*
3. Дем'янчук Б.О. *Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень / Б.О. Дем'янчук, О.В. Малишкін. Навчальний посібник з грифом МОН. – Одеса: Військова академія. – 2014. – 240 с.*
4. *Звіт про НДР «Периметр» (заключний) «Удосконалення підготовки та застосування підрозділів і частин РХБ захисту у міжнародних миротворчих операціях» / НЦБЗСВ при ВІ ОНПУ – Одеса, 2008. – 102 с.*

Науковий керівник: Дем'янчук Б.О., д.т.н., доц.

Рецензент: Оленів В.М., к.військ.н., проф., Військова академія (м.Одеса)

УДК 629.3.01

Кисленко В.В., магістрант
Військова академія (м. Одеса), Україна

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЯ

В роботі проведено дослідження контролю технічного стану автомобілів на основі інформації про інтенсивність і характер експлуатації автомобілів на різних двигунах. Це дозволяє підвищити економічність використання автомобільної техніки, збільшити експлуатаційні властивості, а також покращити робочі характеристики.

Ключові слова: *технічний стан, дослідження, паливо, двигуни.*

Постановка проблеми. Економічна складова при експлуатації автомобільної техніки в наш час є основною проблемою. Причиною цієї проблеми виступають:

підвищення цін на паливо та мастильні матеріали (нафтопродукти які застосовуються в експлуатації автомобільної техніки);

застосування альтернативних варіантів пального, що призводить до зменшення ресурсу експлуатації автомобілів різного типу і класу;

застосування деталей низької якості для ремонту, або під час технічного обслуговування автомобільної техніки;

проведення не якісного технічного обслуговування, або ремонту;

недоцільна та неправильна експлуатація техніки водіями та іншими фахівцями автомобільної служби.

Але якщо це питання розглядати більш масштабно, то під час аналізу можна зустріти багато нових методів вирішення цієї проблеми під час експлуатації автомобільної техніки. Такі автомобілі як «Tesla», або «NissanLeaf» є найновішою альтернативою бензину, дизельному пальному або газу. Ці електромобілі, в яких взагалі не застосовується пальне, приводять нас до висновку, що вихід з будь-якої кризової ситуації під час здороження нафтопродуктів все ж таки є. Але зробити з військової автомобільної техніки електоркари вкрай важко і фінансово невигідно. Визначити конкретні заходи щодо правильної організації експлуатації автомобілів у частині є дуже доцільно. Також слід зазначити що на економічні властивості істотно впливають такі чинники, як двигуни та технічний стан основних агрегатів і систем автомобілів Збройних Сил України. Тому розробка нових заходів щодо підвищення економічності експлуатації автомобільної техніки є дуже актуальною.

Мета статті: полягає у визначенні варіантів підвищення економічності експлуатації автомобільної техніки військової частини. Мета досягається теоретичним дослідженням по заміні застарілих двигунів внутрішнього згорання на більш нові зразки, а також застосування заходів щодо покращення технічного стану автомобілів за рахунок якісного усунення несправностей при технічному обслуговуванні.

Виклад основного матеріалу. Технічний стан автомобіля і особливо двигуна, трансмісії і ходової частини справляє помітний вплив на витрату палива. Близько 30% рухомого складу мають підвищену витрату палива через різні технічні несправності або недостатньої кваліфікації технічного персоналу і водіїв. Збільшення напрацювання автомобіля неминуче пов'язане з закономірним зміною основних регульованих параметрів двигуна і технічного стану його вузлів і систем, що впливають на стабільність і якість позування палива, на займання горючої суміші і витрату палива. Відмови за основними агрегатів і систем автомобіля, що впливають на витрату палива, розподіляються

наступним чином: паливна система 30%, двигун 28%, система запалювання 26% і трансмісія 16%. Двигун – один з найбільш ненадійних агрегатів автомобіля. Відмови і несправності його основних елементів і систем знижують ефективність вихідних параметрів автомобіля. Залежно від характеру несправностей і функціональних особливостей цих систем збільшення витрати палива може досягати 30%. Характерні несправності та розрегулювання, а також типові причини їх появи в роботі автомобільних двигунів пов'язані з ускладненням пуску холодного і прогрітого двигуна, нестійкою роботою двигуна на холостому ході, недостатньою потужністю двигуна і підвищеною витратою палива. Одна з основних причин перевитрати палива – недостатній рівень технічного стану і обслуговування автомобілів, особливо паливної системи та системи запалювання. Тільки технічно справний і належним чином відрегульований автомобіль може забезпечити високу ступінь ефективного використання палива. Нещільність прилягання випускних клапанів і порушення регульованих зазорів в клапанному механізмі є прямим наслідком зростання концентрації СН і витрати палива. Кваліфіковані водії особливо увагу звертають на технічний стан автомобіля і дуже вимогливі до своєчасного і якісного проведення ТО і ТР. Все це забезпечує зниження витрати палива на 5-10%. Різні експлуатаційні несправності цих систем супроводжуються додатковим навантаженням двигуна при виконанні однакової транспортної роботи.

Порушення правильної роботи системи живлення пов'язано перш за все зі зміною технічного стану карбюратора, агрегатів очищення палива і повітря, бензинового насоса, паливних магістралей і бензинового бака. Характерними несправностями агрегатів очищення палива і повітря є збільшення гідравлічного опору і зниження пропускної здатності, а також погіршення якості фільтрування. Нещільності кріплення впускного трубопроводу і карбюратора викликають додатковий неконтрольований підсмоктування повітря і порушують роботу двигуна на режимах малих навантажень і особливо на холостому ході. На автомобільному транспорті обмеження токсичності ОГ здійснюють в основному, знижуючи вміст в них СО, яке досягає максимального значення при роботі двигуна на холостому ході і на режимах прискорення автомобіля. Режими холостого ходу - це граничний випадок дроселювання двигуна. Коефіцієнт наповнення двигуна при цьому становить 0,18-0,2 а коефіцієнт залишкових газів – 0,25-0,35. Зазначені особливості пов'язані з необхідністю збагачення горючої суміші. В процесі експлуатації 60-75% карбюраторів дають надмірне збагачення складу горючої суміші при роботі двигуна на мінімальній частоті обертання, що супроводжується перевитратою палива на 17-23%. У разі неправильного регулювання системи холостого ходу викид продуктів неповного згоряння СО і СН збільшується на 35-40% і 30-35% відповідно. Спостереженнями за роботою системи холостого ходу встановлено, що для виконання вимог ДСТУ регулювання карбюратора за змістом СО в ОГ в багатьох випадках помилково виконують по нижній межі (0,3-0,5%). Однак при такому регулюванні спостерігається погіршення динамічних якостей автомобіля, порушується стійка робота двигуна і погіршується зручність управління в цілому. Рекомендоване регулювання системи холостого ходу забезпечує дотримання вимог ДСТУ в період між плановими технічними обслуговуваннями. Більш ефективними заходами, що забезпечують виконання жорстких приписів щодо зниження токсичності ОГ, є створення карбюраторів зі звуковими швидкостями течії горючої суміші на режимах холостого ходу. У процесі тривалої експлуатації карбюратора найбільш поширеною несправністю цього механізму є підвищення рівня палива в камері поплавця. Виникає вона внаслідок: порушення роботи клапана подачі палива (неправильний хід голки, негерметичність клапана, руйнування елементів ущільнювачів), зачіпання поплавка об стінку камери поплавця, негерметичність або неправильної маси поплавка. Кількість карбюраторів, що експлуатуються з підвищеним рівнем палива в камері поплавця, досягала 33-42%. А підвищення рівня тільки на 2 мм супроводжується збільшенням витрати палива в міських умовах на 4%. Зниження рівня палива в камері поплавця спостерігається в

15-20% випадків. Якщо рівень знизиться на 3 мм, витрата палива зростає до 6%. Практично всі вітчизняні карбюратори, за винятком сімейства ВАЗ, мають прискорювальні насоси у вигляді взаємодіючих елементів поршень – напрямна. Принциповим конструктивно-технологічним і експлуатаційним недоліком таких карбюраторів є помітна зміна первісної продуктивності насоса і наявність зносів в рухомих елементах його приводу. Перевищення продуктивності насоса у нових карбюраторів в 2-2,5 рази вище оптимальних величин збільшує витрату палива до 10-11%. Таке необґрунтоване з точки зору робочого процесу збагачення горючої суміші на режимах розгону призводить до збільшення викиду продуктів неповного згоряння СО в 16-21 рази і СН в 15-2 рази. Зменшення продуктивності прискорювального насоса карбюратора К-88АМ з 20 до 10 см³ знижує вміст СО в 2 рази і на 12-15% зменшує витрату палива за період розгону автомобіля. Сукупність негативних явищ при зменшенні продуктивності в порівнянні з необхідною, наприклад у карбюратора К-126Г, призводить до збільшення витрати палива для автомобіля «Волга» ГАЗ -24 до 11%. Іншим напрямком зменшення витрати палива та відповідно економічності автомобіля є застосування більш вдосконалених двигунів. З політичних причин Ярославський моторний завод, що входить до Групи ГАЗ, припинив поставки двигунів КрАЗу у зв'язку із агресією РФ на східних територіях нашої держави. З 2014 року КрАЗ застосовує на своїх машинах двигуни Deutz, Cummins, Daimler, FIAT, Weichai, Ford, Toyota. Але це добре вплинуло на економічність експлуатації нових КрАЗів. ПАТ «АвтоКрАЗ» адаптує на автомобілі КрАЗ нові двигуни. Так, нове автомобільне шасі оснащено 400-сильним дизельним рядним двигуном WP12.400E40 (Weichai Power). Weichai Power відповідає міжнародній системі якості ISO9001, ISO / TS16949, сертифікатам безпеки європейської CE і німецької TUV. Двигун WP12.400E40 розроблений фахівцями Weichai Power спільно з австрійською інжиніринговою компанією AVL і компанією Bosch. Він розрахований на експлуатацію при температурах навколишнього повітря від мінус 60 °С до плюс 50 °С; відносної вологості повітря до 98% при плюс 25 °С. Цей агрегат відповідає екологічному класу Євро-4, з потенціалом забезпечення Євро-5, оснащений системою SCR з високими екологічними параметрами: вкрай малими викидами відпрацьованих газів, більш низькою витратою палива – 185 г / кВт.год і малим вмістом оксидів азоту в вихлопних газах. А також має паливну систему CommonRail з блоком управління подачею палива Bosch.

Другою новинкою готується стати автомобіль з рядним газовим двигуном M906LAG екологічного класу Євро-5, виробництва компанії Daimler (Німеччина) з революційно низьким рівнем забруднення навколишнього середовища. Потужність новинки 280 к.с., при моменті, що крутить 1000 Нм. Надзвичайно низька витрата пального, підвищений ресурс і мінімальна емісія визначили долю новинки – автомобіль стане базою для комунальних надбудов. Висока маневреність двоосного шасі дозволять йому працювати в обмежених вулицях мегаполісів, а запас ходу і економічний мотор збільшать пробіг між заправками в рази. При розробці конструкції були враховані попередні побажання комунальників столиці і регіонів.

Так серійні автомобільні шасі КрАЗ-63221, виготовлені під установку обладнання спеціального призначення, оснащені 360-сильним шестициліндровим рядним двигуном з турбонадувом Ford-Ecotordq екологічного класу Євро-5. Компанія Ford – безперечний лідер серед світових виробників автомобілів і двигунів. Раніше двигуни цієї компанії встановлювалися на малу бронетехніку - КрАЗ-Спартан. Двигуни підвищеної потужності обсягом 9 літрів Ford-Ecotordq 9.0L 360PS, встановлені на автомобілі КрАЗ, спроектовані, розроблені і вироблені за новітньою технологією і є самими компактними в своєму класі. Основними відмітними особливостями двигуна Ford-Ecotordq 9.0L 360PS є: тривалий термін служби, висока потужність і крутний момент, низький витрата палива і масла, низький рівень шуму, збільшені міжсервісні інтервали, швидкий запуск при екстремальних температурах, система безпосереднього впорскування палива «насос-форсунка», електронний модуль

управління. Встановлені на КрАЗи двигуни Ford-Ecotord, на вимогу замовника, агрегатований зі зчепленням MFZ-430 і коробкою передач 9JS150TA.

Слід зазначити, що з 2014 року ПАТ «АвтоКрАЗ» переорієнтувалося на постачальників європейських країн і СНД, а також слід курсом імпортозаміщення. Той об'єм двигунів, який щомісяця замовлявся «КрАЗом» на «ЯМЗ», сьогодні підприємству повною мірою заповнили компанії Deutz, Cummins, Daimler, Fiat, WEICHAИ, Ford, Toyota.

Порівняльна характеристика витрати палива розглянутих двигунів наведена на рисунку 1.

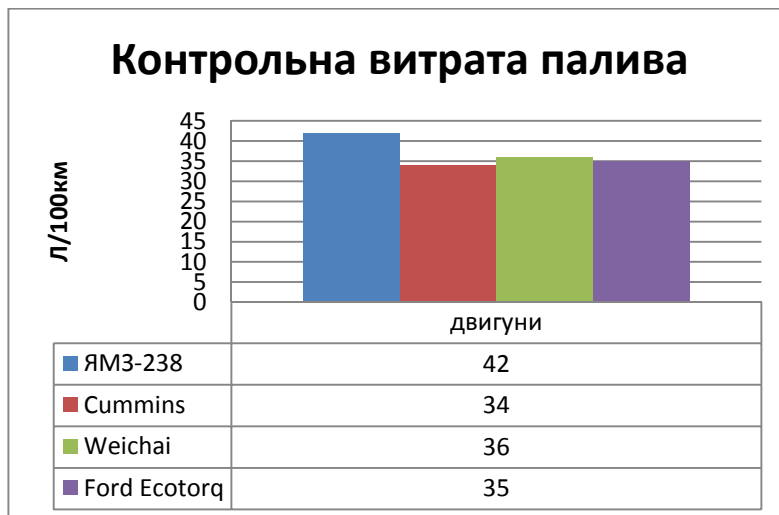


Рис. 1. Порівняння контрольної витрати палива автомобілів КрАЗ на двигунах ЯМЗ-238, Cummins та Weichai

Висновок. Таким чином, розгляд даного питання дав привід для розрахунку деяких показників технічного стану автомобіля, які впливають на економічність його експлуатації. Отже, автомобілі на яких засовуються новітні двигуни внутрішнього згорання є більш економічними за своїми експлуатаційними показниками. В експлуатації автомобілів необхідно досягати високих показників ефективності їх використання, що буде впливати на експлуатаційні витрати, капітальні вкладення, собівартість і рентабельність перевезень і в кінці – на результат виконання завдання.

Список використаних джерел

1. *Настанова з автомобільної служби – К. : Варта, 2008. – 121 с.*
2. <https://studopedia.info/1-31906.html>; 3. http://vestnik.kpi.kharkov.ua/files/Наукова_періодика;
4. <https://propozitsiya.com/ua/pravyta-vykorystannya-kolis-ta-shyn;>
5. <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/29597;>
6. <http://ua-referat.com>.

Науковий керівник: Шелухін С.В., к.т.н., доц.

Рецензент: Петров Л.М., к.т.н., Військова академія (м. Одеса).

УДК 681.113;681.518

Котов Д.О., викладач

Семененко Р.О., магістрант

Бойченко С.В., магістрант

Шавейко В.Л., курсант

Військова академія (м. Одеса), Україна

СТАТИСТИЧНИЙ ОПИС ВИПАДКОВИХ ЗБУРЕНЬ В ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРОВАНІЙ СИСТЕМІ РОБОТИЗОВАНОГО АВТОМОБІЛЯ

В роботі класифіковано випадкові збурення (дестабілізуючі фактори) притаманні системам обробки цифрової (дискретної) інформації та підхід до статистичного опису таких збурень на етапі синтезу інформаційно-керованих систем роботизованих автомобілів.

Ключові слова: інформаційно-керована система, роботизований автомобіль, джерела інформації, інформаційна взаємодія, середовище експлуатації автомобіля, фактори дестабілізації.

Постановка проблеми. Проблема якісного функціонування роботизованого автомобіля, що експлуатується в межах системи «автомобіль – середовище експлуатації з об'єктами» характеризується невизначеністю та конфліктністю умов його експлуатації.

Невизначеність та конфліктність середовища експлуатації в значній мірі залежить від інтенсивності інформаційної взаємодії між автомобілем, як об'єктом роботизації, та об'єктами середовища його експлуатації, а також безпосередньо від властивостей самої інформації.

Актуальність проблеми. Сучасні підходи до оцінки якості інформаційних потоків, що обробляються в інформаційно-керованих системах управління (ІКСУ) безпілотними автомобілями базуються на методах обробки цифрової (оцифрованої) інформації. Саме оцифровування, як процес обробки вхідної інформації, а також її різносенсорний характер вносять похибки (неточності вимірювання) всього вхідного інформаційного масиву, а це призводить до зниження ефективності функціонування інформаційно-керованої системи управління безпілотного автомобіля в невизначених та конфліктних умовах його експлуатації.

Тому аналіз джерел, розуміння причин виникнення похибок в інформаційно-керованих системах управління безпілотними автомобілями на ряду з формалізацією процесів взаємодії ІКСУ роботизованого автомобіля з об'єктами середовища експлуатації залишається актуальною задачею.

Мета і завдання. Метою роботи є огляд джерел та аналіз причин виникнення випадкових (хаотичних, нерегулярних) збурень в інформаційно-керованій системі управління роботизованим (безпілотним) автомобілем з інверсним оператором корекції, класифікація збурень та їх статистичний опис формалізація та імітаційне моделювання процесів інформаційної взаємодії роботизованого автомобіля з об'єктами середовища експлуатації.

Виклад основного матеріалу. Під роботизованим (безпілотним) автомобілем будемо розуміти адаптивний роботизований комплекс з інформаційно-керованою системою управління, що функціонує в межах системи «автомобіль – експлуатаційне середовище з об'єктами» в невизначених та конфліктних умовах експлуатації.

Досвід розробки та експлуатації інформаційних систем з інверсним оператором обробки дискретної (цифрової) інформації свідчить, що однією із найбільш складних задач є забезпечення стійкості таких систем в обчислювальному сенсі.

Існує ряд обмежень притаманних цифровим системам, що суттєво впливають на якість обробки дискретної інформації. Наявність таких обмежень обумовлює виникнення збурень в системі обробки цифрової інформації, що мають різні джерела і причини виникнення і суттєво впливають на процес обробки інформації.

Під збуреннями системи формування та корекції вхідного інформаційного масиву будемо розуміти наявність погрішностей (неточностей) в оцінці (вимірах) інформаційного масиву, що спостерігається на її виході.

По характеру прояву в процесі оцінки усі погрішності цифрових систем прийнято підрозділяти на систематичні і випадкові погрішності. Відомо, що систематичними називаються погрішності, які при повторних вимірах залишаються постійними або закономірно змінюються, а випадковими називаються невизначені по значенню та знаку погрішності в появі яких не спостерігається якої-небудь закономірності.

Випадкова погрішність при повторних вимірах незмінної величини змінюється по значенню і знаку випадковим чином і залежить від маючих випадковий характер змін умов експерименту і параметрів вимірювального пристрою.

Інколи результат вимірювань явно не відповідає очікуваному значенню вимірюваної величини. Це свідчить про те, що результат вимірювання має дуже велику погрішність, що називають «промахом».

В цифрових системах «промахи» можуть виникнути при появі збоїв в процесі функціонування різних елементів системи.

Природно до систематичних погрішностей відносять постійні погрішності, а також зміни погрішності, відомим чином функціонально пов'язаних з деякими факторами збурення: температурою, напругою джерел живлення, зовнішнім електромагнітним полем і іншими факторами, які самі змінюються по деяким законам. До випадкових погрішностей відносяться ті погрішності, для яких явно не існує або не відомі зв'язки зі збурюючими величинами, або ж функціональні зв'язки відомі, але самі збуджуючі величини від виміру до виміру змінюються випадковим чином.

За характером залежності від значення вимірюваної величини погрішності поділяються на адаптивні, мультиплікативні і нелінійні погрішності.

Адаптивною називається погрішність, постійна за значенням на всьому діапазоні вимірювання, тобто погрішність, значення якої не залежить від значення вимірюваної величини.

Мультиплікативною називається погрішність, значення якої прямо-пропорційно значенню вимірюваної вхідної величини

Нелінійною називається погрішність, значення якої нелінійно пов'язане зі значенням вимірюваної величини.

Нелінійна погрішність, так само, як і мультиплікативна, характеризує відхилення чуттєвості системи від номінального (ідеального) значення. Однак відносна нелінійна погрішність на відміну від відносної мультиплікативної є змінною, яка залежить від вимірюваної вхідної величини. Таким чином, відносна погрішність чуттєвості системи влюбій точці її передаточної характеристики рівна швидкості зміни інтегральної систематичної погрішності системи в цій точці.

При зміні вимірюваної величини в процесі вимірювання виникає динамічна погрішність, що дорівнює різниці між вихідним і істинним значенням вимірюваної величини в момент часу що розглядається (при умові рівності нулю статистичної погрішності). Стосовно цифрових систем необхідно розрізняти двоє видів динамічних погрішностей.

Динамічна погрішність першого роду обумовлена перехідними процесами, пов'язаними з інерційністю окремих елементів та вузлів пристрою. Динамічна погрішність другого роду обумовлена скінченим часом вимірювання на протязі якого, вимірювана величина може помітно змінитися.

В цифрових системах віднесення результату виміру до початку або до кінця вимірювального інтервалу породжує динамічну погрішність. При цьому віднесення результату вимірювання до визначеного моменту часу, коли значення вимірюваної величини співпадає з компенсуючою величиною, дозволяє практично виключити динамічну погрішність, однак призводить до помітного технічного ускладнення системи, що синтезується.

Наведена вище загальноприйнята класифікація погрішностей на систематичні та випадкові погрішності визначається з однієї сторони ступенем їх вивченості, а з другої сторони, бистротою їх зміни. При цьому вплив вказаних факторів на включення даної погрішності в той чи інший клас ніде чітко не обговорюється. Так, наприклад, температурна погрішність вважається змінною систематичною погрішністю, якщо відомий її функціональний зв'язок з температурою. Але якщо температура змінюється настільки швидко, що на протязі одного виміру проходить декілька доволі суттєвих неупорядкованих коливань, то температурну погрішність правильно враховувати вже як випадкову.

Для вимірів метрологічної точності, така класифікація є єдиною та виправданою. В цьому випадку намагаються врахувати, як можливо більшу кількість джерел погрішностей, в тому числі і погрішності зразкових мір та еталонів, і відповідні похибки виключити із результату вимірювання. Вказані погрішності відносяться до систематичних. Погрішності, які врахувати і виключити не вдається, відносяться до випадкових похибок. Всі збуджуючі фактори і відповідні їм погрішності заздалегідь невідомим (випадковим) чином, змінюються в часі, тобто є випадковими функціями часу.

Тому в даний час більшого поширення набуває точка зору, згідно з якою всі похибки розглядаються як випадкові, що відрізняються тільки середньою частотою зміни.

Випадкові (хаотичні) процеси становлять основу багатьох природних явищ. Такий основний процес для інформаційних систем, як випромінювання, за своєю суттю є хаотичним процесом. Випадкові (нерегулярні) процеси неминуче супроводжують обробку інформації в інформаційних системах в різних сферах її використання. Природно, що випадкові величини постійно впливають на елементи інформаційних систем і грають важливу роль в їх функціонуванні.

Наявність випадковості в результатах багаторазових спостережень одного і того ж явища не означає що явище або процес не підпорядковується певним закономірностям.

Облік випадкових збурень в інформаційних системах шляхом їх апроксимації відомими законами розподілу випадкових величин дозволяє на етапі синтезу систем в тій чи іншій мірі врахувати вплив випадкових збурень.

При цьому питання вибору закону розподілу при апроксимації випадкових збурень залишається відкритим, так як апріорна інформація про характер розподілу (величини випадкових збурень), як правило, невідома розробникам.

Завдання інверсної реставрації дискретного зображення по вихідному, тобто по спостережуваному зображенню, в умовах випадкових збурень інверсного оператора реставрації характеризується наявністю невизначеності відносно величини збурюючих процесів ΔN і Z в узагальненій моделі.

Виходячи з дискретної форми подання спостережуваного зображення Y , у натуральному вираженні можна припустити, що випадкові обурення ΔN , які присутні в цьому зображенні, теж мають дискретну форму подання.

Як відомо, будь-який закон розподілу випадкової величини описує деякий стан невизначеності, при цьому ступінь невизначеності для різних законів розподілу різна. Досить зручною мірою невизначеності для дискретного випадку служить ентропія закону розподілу $V(n) = -\sum_{k=1}^n P_k \ln(P_k)$, де $P_k, k = 1, 2, \dots, n$ – сукупність ймовірностей, якими характеризується розглянутий закон розподілу випадкової дискретної величини (або сукупність ймовірностей повної групи подій).

З визначення ентропії випливає, що ентропія дорівнює $V(n) = 0$ тільки в тому випадку, коли з сукупності ймовірностей повної групи, якась ймовірність дорівнює одиниці (а так, інші дорівнюють нулю) Але це саме той випадок, коли відсутня яка-небудь невизначеність так, як достовірно відомо, яка подія має здійснитися. У всіх інших випадках, коли невизначеність існує, ентропія є позитивна величина, тобто: $V(n) > 0$.

Наявність випадкових збурень $\Delta \mathbf{H}$ в інверсному операторі відновлення $\hat{\mathbf{H}}^{-1} = (\mathbf{H} + \Delta \mathbf{H})^{-1}$ обумовлює існування невизначеності, відмінної від нуля $V(n) > 0$.

Як відомо, серед усіх відомих законів розподілу випадкової дискретної величини, яка приймає одне з можливих значень, найбільшу невизначеність має рівномірний закон розподілу $P_K = \frac{1}{n}, k = 1, 2, \dots, n$.

У загальному випадку, з n очікуваних результатів випробування деякі більш вірогідні, інші менш вірогідні. Однак довільний закон розподілу для n можливих результатів можна замінити рівномірним розподілом $n_1 \leq n$ можливих результатів з тією ж ентропією.

Апроксимація розподілу випадкових збурень $\Delta \mathbf{H}$, в збуреному інверсному операторі реставрації $\hat{\mathbf{H}}^{-1} = (\mathbf{H} + \Delta \mathbf{H})^{-1}$ рівномірним законом розподілу випадкових дискретних величин є найбільш коректним, так як ентропія характеристик системи обробки зображень в цьому випадку є максимальною і імітує реальні умови інверсної реставрації дискретних зображень в умовах апріорної невизначеності щодо інверсного оператора відновлення в умовах випадкових збурень. Виходячи, з обраного закону розподілу випадкових збурень визначимо числові характеристики випадкових збурень в дослідній системі інверсної реставрації дискретних зображень.

В теорії ймовірності аналітичним вираженням закону розподілу випадкової величини є функція розподілу випадкової дискретної величини.

Для випадкової дискретної величини, яка з рівною ймовірністю може приймати кожне із значень натурального ряду чисел $x \in 0, 1, 2, 3, \dots, n$, інтегральна функція розподілу являє собою функцію цілочисельного аргументу і має вид.

$$F(x) = P(\xi \leq x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ \frac{x+1}{n+1}, & 0 \leq x \leq n. \\ 1, & x > n \end{cases}$$

Інтегральна функція розподілу випадкової дискретної величини ξ , розривна, вона зростає стрибками при тих значеннях x , які являються можливими значеннями ξ .

Для нашого випадку функція щільності розподілу випадкових збурень $\Delta \mathbf{H} = [\Delta h_{ij}]$ в інверсному операторі відновлення $\hat{\mathbf{H}}^{-1} = (\mathbf{H} + \Delta \mathbf{H})^{-1}$ має вид

$$P(\Delta h_{ij}) = \begin{cases} (2a)^{-1} \text{ при } |\Delta h_{ij}| \leq a \\ 0 \text{ при } |\Delta h_{ij}| > a \end{cases}$$

де Δh_{ij} – випадкові елементарні процеси

Як відомо, найпростіша числова характеристика випадкової величини – момент розподілу першого порядку, який визначає абсцису центру ваги кривої розподілу, тобто є математичним очікуванням або середнім значенням випадкової величини $m_1\{\xi\} = \sum_{i=1}^n x_i p_i$. Тоді можливо стверджувати що математичне очікування випадкових збурень $\Delta \mathbf{H} = [\Delta h_{ij}]$ в інверсному операторі відновлення $\hat{\mathbf{H}}^{-1} = (\mathbf{H} + \Delta \mathbf{H})^{-1}$ та внутрішнього шуму Z дорівнює нулю.

$$M\{\Delta \mathbf{H} = [\Delta h_{ij}]\} = \mathbf{0}(\mathbf{n}, \mathbf{n})$$

$$M\{Z = [\Delta z_{ij}]\} = \mathbf{0}(\mathbf{n}, \mathbf{n}),$$

де $M\{\cdot\}$ – оператор статистичного усереднення.

Для інформаційної системи з ідеальним матричним оператором деформації \mathbf{H} ермітової форми, матриця випадкових збурень буде володіти властивістю симетричності (ермітовості).

$$\Delta \mathbf{H} = \Delta \mathbf{H}^T$$

Матриця кореляції випадкової величини $\Delta \mathbf{H} = [\Delta h_{ij}]$ ермітової форми має вид

$$R\{\Delta \mathbf{H}\} = M\{\Delta \mathbf{H} \cdot \Delta \mathbf{H}^T\} = N \cdot \sigma^2 \cdot \mathbf{I} = \frac{1}{N} \|\mathbf{H}\|^2 \cdot \mathbf{I},$$

де N – розмірність матриці; \mathbf{I} – одинична матриця; σ^2 – дисперсія випадкових збурень $\Delta \mathbf{H}$.

Докажемо справедливість виразу (1.1), для цього скористуємося визначенням [30] квадратичної норми матриці. Тоді квадратична норма матриці $\Delta \mathbf{H} = [\Delta h_{ij}]$ буде мати вид $\|\Delta \mathbf{H}\|^2 = \text{tr}(\Delta \mathbf{H} \cdot \Delta \mathbf{H}) = N^2 \cdot \sigma_{\mathbf{H}}^2$, де N – розмірність матриці. Звідси матриця $M\{\cdot\}$ в рівнянні

$$R\{\Delta \mathbf{H} \cdot \Delta \mathbf{H}^T\} = N \cdot \sigma^2 \cdot \mathbf{I} = \frac{N}{N} N \cdot \sigma_{\mathbf{H}}^2 \cdot \mathbf{I} = \frac{\|\Delta \mathbf{H}\|^2}{N} \cdot \mathbf{I} = \frac{1}{N} \|\mathbf{H}\|^2 \cdot \mathbf{I} = N \cdot \sigma_{\mathbf{H}}^2 \cdot \mathbf{I}.$$

Тут випадкові елементарні процеси Δh_{ij} , об'єднанні в матрицю $\Delta \mathbf{H}$ мають однакові дисперсії $\sigma^2 = D(\Delta h_{ij})$:

$$M \left\{ \begin{bmatrix} \Delta h_{ij} & \cdots & \Delta h_{ij} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \Delta h_{ij} & \cdots & \Delta h_{ij} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta h_{ij} & \cdots & \Delta h_{ij} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \Delta h_{ij} & \cdots & \Delta h_{ij} \end{bmatrix} \right\} = \begin{bmatrix} N \cdot \sigma_{\mathbf{H}}^2 & \cdots & \mathbf{0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & N \cdot \sigma_{\mathbf{H}}^2 \end{bmatrix} = N \cdot \sigma_{\mathbf{H}}^2 \cdot \mathbf{I}$$

$M\{\Delta h_{ij} \cdot \Delta h_{ij}^*\} = \sigma_{\mathbf{H}}^2$; $M\{\Delta h_{ij} \cdot \Delta h_{ij}^*\} = 0, i \neq m; j \neq n, *$ – комплексне спряження.

Висновки. З вище викладеного витікає, що визначення статистичних властивостей випадкових процесів $\Delta \mathbf{H}$ та \mathbf{Z} по рівномірному закону розподілу з відповідною щільністю забезпечує максимально наближену до реального фізичного процесу апроксимацію аналітичного представлення процесу обробки дискретних зображень в умовах адитивних збурень та внутрішніх шумів в інформаційно-керованій системі роботизованого автомобіля.

Список використаних джерел

1. Скачков В.В. Інформаційно-ентропійний показник якості стану параметричних систем в багатокритеріальних задачах оцінювання / В.В. Скачков, С.Л. Волков, В.І. Павлович, В.В. Чепкий // Міжнародна науково-практична конференція «Тенденції розвитку конвергентних мереж: рішення пост – NGN, 4G та 5G», 17-18 листопада 2016 р., Київ, ДУТ, 2016: матеріали конференції. – Київ, 2016 – С. 21–23.
2. Скачков В.В. Энтропийный подход к исследованию информационных возможностей адаптивной радиотехнической системы при внутрисистемной неопределенности / В.В. Скачков, В.В. Чепкий, Г.Д. Братченко, А.Н. Ефим-чиков // Известия вузов. Радиоэлектроника.– 2015.– т. 58, № 6.– С. 3–12.
3. Клименко В.В. Проблема інформаційної взаємодії безпілотного автомобіля в невизначених і конфліктних умовах експлуатації / В.В. Клименко, О.П. Сакно // Щорічна міжнародна науково-практична конференція «Новітні технології розвитку автомобільного транспорту», 16-19 жовтня 2018 р., Харків, ХНАДУ, 2018: Наукові праці. Харків, 2018 – С. 36–39.
4. Клименко В.В. Аналіз джерел інформаційної взаємодії роботизованого автомобіля в невизначених і конфліктних умовах експлуатації / В.В. Клименко, О.Д.Котов, Р.О.Семененко, С.В. Бойченко, М.В. Кваша // VI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих учених та студентів «Актуальні проблеми автоматизації та управління», 30 листопада 2018 р., Луцьк, ЛНТУ, 2018: Наукові праці. Луцьк, 2018 – С.178-182.
5. НДР «Бар'єр», Держ.реєстр.№ 0101U002533.

Науковий керівник: Клименко В.В., к.т.н., с.н.с.

Рецензент: Скачков В.В., д.т.н., проф., Військова академія (м. Одеса)

УДК 614.84

Кривенець В.І., магістрант,
Військова академія (м. Одеса)

ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ЖИВУЧОСТІ КОЛІСНОГО РУШІЯ АВТОМОБІЛЯ ПІД ЧАС ДІЙ ПРОТИВНИКА

В статті представлені узагальнені дані аналізу застосування різних типів рушіїв в комплексах озброєння та військової техніки наземного базування як серійного так і експериментального виробництва на протязі останніх років. Наведені основні недоліки різних типів рушіїв та можливі шляхи їх усунення. На основі цих даних зроблені припущення щодо перспектив розвитку рушіїв в найближчі десятиліття.

Ключові слова: колісний рушій, Ран Флет, живучість, новітні технології, дослідження.

Постановка проблеми. Еволюція створення та розвитку механічних наземних транспортних засобів розпочалася декілька тисячоліть тому зі створення першого типу рушія - колісного. Рушій – це механізм, який перетворює енергію двигуна або іншого зовнішнього джерела через взаємодію з оточуючим середовищем в корисну роботу по переміщенню транспортного засобу, а в нашому випадку – зразка озброєння та військової техніки. На цей час існує шість найбільш розповсюджених типів рушіїв наземної техніки, п'ять з яких, знайшли в тій чи іншій мірі застосування в зразках озброєння військової техніки, але вдосконалення їх конструкцій триває постійно.

Мета статті: Незважаючи на наявність розробок, проблема підвищення ефективності вантажних перевезень завжди є актуальною на кожному відрізку часу, особливо забезпечення рухомості автомобіля в разі його обстрілу. Таким чином визначення на скільки доцільно розвивати та модернізувати колісні рушії за для забезпечення живучості особового складу та військової автомобільної техніки в умовах бойових дій сьогодення на Сході нашої країни.

Виклад основного матеріалу. Як показує аналіз останніх досліджень і публікацій з розробки транспортних засобів взагалі та перспективних зразків озброєння військової техніки Сухопутних Сил провідних країн світу, стрімкий розвиток науки та технологій швидко змінює тенденції масового застосування тих чи інших рушіїв в найближчі роки та десятиліття як в цивільному секторі так і в секторі оборони. При цьому єдиного підходу щодо перспектив розвитку та застосування того чи іншого типу рушія немає. Найбільш розповсюдженими є колісний та гусеничний рушії. Як показує аналіз останніх досліджень і публікацій з розробки транспортних засобів взагалі та перспективних зразків озброєння військової техніки Сухопутних Сил провідних країн світу, стрімкий розвиток науки та технологій швидко змінює тенденції масового застосування тих чи інших рушіїв в найближчі роки та десятиліття як в цивільному секторі так і в секторі оборони. При цьому єдиного підходу щодо перспектив розвитку та застосування того чи іншого типу рушія немає. Розглянемо існуючий стан та перспективи застосування цих рушіїв виходячи з аналізу серійних зразків та концептів, над якими працюють міністерства оборони та підприємства військово-промислового комплексу провідних країн світу. Також розвиток конструкції шин безпосередньо пов'язаний з удосконаленням конструкції автомобілів і здійснюється в напрямку досягнення найбільш повної відповідності характеристик шин характеристикам та умовам роботи автомобілів. Так, з розширенням мережі вдосконалених автомобільних доріг, підвищенням швидкостей руху автомобілів, збільшенням насиченості доріг рухомим складом при розробці нових моделей шин найгостріше постають питання поліпшення їх екологічних показників і забезпечення безпеки руху. Не так давно з'явилися так звані безповітряні шини що це таке і з чим його їдять розглянемо в цій статті.

За словами виробників безповітряні шини (Рис. 1) набагато ефективніше ніж звичайні, чи так це? Близько століття водіяма використовувалися спеціальні подушки з накопеному в гуму повітря. Ця технологія показала свої переваги, але всесвітньо відома компанія «Michelin» не так давно запропонувала

споживачам абсолютно новий концепт – безповітряні автошини або так звані Tweel. Що ж це таке і в чому полягають переваги даної технології? Ще в порівняно недалекому 2005 «Michelin» заявила про такі шини. Назва цих покришок сталося від комбінації слів «шина» (tire) і «колесо» (wheel) так як в покришках Tweel не задіяні традиційний вузол маточини авто колеса. Жорстка втулка всередині прикріплена до осі, яка оточена спеціальними поліуретановими спицями. Смужки зсуву витягнуті на спицях, роблячи зовнішній край автошини безпосередньо контактує з дорожнім покриттям. Завдяки цим смугам зсуву на спицях вдалося досягти заміни тиску повітря в звичайних шини. Надалі до смуг прикріплюють протектори. Зовнішній вигляд Tweel-шин схожий на великі футуристичні вело колеса.



Рис 1. Безповітряні шини

При контакті шин з дорогою спиці компенсують цей зв'язок так само, як наприклад тиск повітря у звичайній шині. Протектор і смуга зсуву короткочасно змінюють вигин спиць, і миттєво набувають початковий вигляд. У автошинах Tweel передбачалась встановлення спиць різної пружності, що давало покращення керуваності авто. Також можна регулювати і поперечну жорсткість нових автошин. Автовласник самостійно може налаштувати шини відповідно з необхідністю безпосередньо після їх виробництва.

До агресії Росії на Донбасі англійське словосполучення Run-Flat колеса з начинкою в Україні мало хто знав. Саме з цими системами першими силовики отримали бронемашини КраЗ «Когуар» та КраЗ «Спартан». Також більше шансів на полі бою завдяки колесам з начинкою здобули вживані британські «Саксони». В подальшому усі створені українськими приватниками броньовики йшли з Ран Флетами.

На даний час йдуть випробування коліс у зборі з броневставкою проти пробиття для бойових колісних машин Збройних Сил України. Якщо шина пошкоджена уламками або механічними пошкодженнями машина має можливість подальшого пересування не втрачаючи рухомість.

Система Ран Флет (Рис. 1) розроблена для військових та цивільних бронемашин. В разі пошкодження шин, вона дозволяє виходити з-під обстрілу, долаючи 50-80 кілометрів. Була створена компанією «Хатчінсон» і з 1926 року впроваджується на військовий ринок. Існує два види «ранфлетів»: Род-гард та СРФ. Перші мають два зовнішніх кільця та забезпечують пробіг на спущених колесах не більше 50 кілометрів. Другі являють собою єдину вставку що дозволить проїхати до 80 кілометрів з максимальною швидкістю понад 180 кілометрів за годину. Провідні армії світу вже давно почали використовувати цю технологію в найгарячіших точках планети на кшталт Ірану та Афганістану. В Британії використовується система Хатчінсон яка є цільною, в Сполучених Штатах дві системи розбірні та цільна.



Рис 2. Коліса Run-Flat

Переваги Ран Флет:

- Впевнений контроль над машиною в разі пошкодження колеса або коліс
- Немає потреби брати із собою запасні колеса
- Не треба міняти колеса в небезпечній зоні

Недоліки Ран Флет:

- Для обладнання системою Ран Флет чи ремонту колеса потрібне спеціальне обладнання
- Після довгих дистанцій покриття вже не можна використовувати
- Значно вища ціна

Висновок. Так, базовими на найближчі десятиліття в комплексах озброєння та військової техніки наземного базування, залишаться колісний та гусеничний рушії. Широкому застосуванню інших рушіїв перешкоджає необхідність проведення досить великого обсягу пошукових робіт зі створення прийнятно економічних конструкцій які, для впровадження їх у використання, потребують крім іншого перебудови існуючої або побудови нової інфраструктури: шляхів сполучення та мережі технічного обслуговування і ремонту. Хоча бурхливий розвиток технологій створення новітніх матеріалів та розвиток двигунів на нових принципах цілком можливо кардинально змінять існуючий стан речей. Отже, з метою підвищення живучості особового складу та техніки пропонується запроваджувати до використання новітніх технологій, а саме коліс з начинкою Ран Флет, як для вантажних так і бронеавтомобілів Збройних Сил України.

Список використаних джерел

1. Вахламов В.К. Автомобілі: Експлуатаційні властивості / В.К. Вахламов. – М. : Академія, 2005. – 240 с.
2. Кутьков Г.М. Трактори і автомобілі. Теорія і технологічні властивості / Г.М. Кутьков. - М. : Колос, 2004. – 504 с.
3. Конструювання і розрахунок колісних машин високої прохідності: підручник для втузів / За заг. ред. Н.Ф. Бочарова, І.С. Цитович. – М. : Машинобудування, 1983. – 299 с.
4. Системи озброєння і військова техніка, 2015, № 4(44) / С.А. Стукота, М.І. Васьківський, Я.С. Міщенко.
5. Покращення управління ресурсом шин вантажних автомобілів на основі його нормування і прогнозування – Донецька академія автомобільного транспорту / САКНО О.П., асистент
6. Шляхи вдосконалення експлуатаційних і конструктивних параметрів автомобільних шин / Є.В. Мандрик.

Науковий керівник: Шелухін С.В., к.т.н.

Рецензент: Петров Л.М., к.т.н., Військова академія (м. Одеса).

УДК 629.119

Кудря В.Е., магістрант**Діденко М.В.**, магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

В роботі проведено дослідження і здійснення контролю технічного стану автомобілів на основі впровадження методів та періодичності технічної діагностики військових автомобілів сучасними приборами. Це дозволяє зниження кількості виникнення поступових відмов та зниженню рівня експлуатаційних витрат на технічне обслуговування та ремонт машин.

Ключові слова: *технічний стан, контроль, діагностика, технічне обслуговування.*

Постановка проблеми. Одним з ключових аспектів національної безпеки є підтримання необхідного рівня бойової готовності Збройних Сил (ЗС) України. Це стосується як бойової підготовки, так і стану озброєння та військової техніки (ОВТ). Саме озброєння та військова техніка є основою успіху виконання завдань військовими частинами і підрозділами.

Основною складовою частиною ОВТ та по виконанню різноманітних головних завдань під час бойових дій належить військовій автомобільній техніці (ВАТ) як основному виду транспорту Збройних Сил України (ЗСУ). Нажаль, на теперішній час на укомплектуванні військ знаходяться застарілі автомобілі з значним терміном експлуатації і для підтримки таких машин в належному технічному стані залежить бойова готовність військ. Прийнята в ЗС України планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту машин потребує значних матеріальних і людських витрат, тому вирішення головного питання бойової готовності автомобільної техніки на теперішній час можливо за рахунок вдосконалення прийнятої системи, а саме впровадження пропозицій надійного діагностування ВАТ під час її експлуатації. Отже надійність діагностики військової автомобільної техніки з метою визначення технічного стану агрегатів (машини) без розбирання дуже актуальне питання, тому для розгляду та вдосконалення цієї проблеми зумовила вибір теми дослідження.

Мета статті: полягає в провадженні вдосконалення технічного обслуговування і ремонту автомобільної техніки методом технічної діагностики сучасними приборами.

Виклад основного матеріалу. Аналіз наявної військової автомобільної техніки у ЗС України за останні роки свідчить, що постачання нових автомобілів становить менше ніж 3 % наявного парку, і цей показник значно нижчий від нормативного, значення якого повинно коливатися в межах 12...15 %. Тому, на утримання застарілих автотранспортних засобів у технічно справному стані, що забезпечують бойову готовність військ, МО витрачає значні матеріальні і людські ресурси, зростають витрати на забезпечення їхньої надійності та роботоздатності.

У зв'язку з цим постало питання викласти в систематизованому вигляді основне коло проблем, розв'язання яких потрібне для кваліфікованого керівництва процесами підготовки автотранспортних засобів до експлуатації.

Одним з напрямків вирішення проблеми надійності військової автомобільної техніки (ВАТ) є використання інформації, отриманої при діагностуванні параметрів механізмів, вузлів, агрегатів і систем. Такий підхід може служити показником готовності ВАТ за призначенням на етапах життєвого циклу. Це принципово новий підхід до вирішення важливої проблеми зменшення витрат і при цьому забезпечення якості технічного обслуговування та ремонту машин, визначення їх безвідмовних ресурсів та підвищення ефективності їх функціонування.

Впровадження діагностування військової автомобільної техніки є досить складною техніко-економічною проблемою. Своєчасно проведене діагностування і відповідні подальші дії сприятимуть забезпеченню коефіцієнта готовності техніки на відповідному рівні. Методи випробувань і діагностики повинні при найменших затратах часу і матеріалів гарантувати точність і достовірність проведеного вимірювання та базуватись на досягненнях сучасної науки, електроніки, автоматички, приладобудування тощо. Мова йде про майбутню інтелектуалізацію засобів діагностування – їх спроможність розв'язувати задачі, які до цього часу їм не зустрічались, зберігати діагностичну інформацію, вміти прогнозувати діагнози. Зокрема, останнім часом все ширшого використання в діагностиці набувають алгоритми, що базуються на програмуванні штучних нейронних мереж за аналогією вищої нервової системи людини, використанні нечітких методів та генетичних алгоритмів. На сьогоднішній день важливим та актуальним питанням є: розробка, та впровадження до використання нових зразків засобів діагностування як стаціонарних, так і портативних; модернізація старих зразків автомобільної техніки.

Сьогодні практично всі нові моделі автомобілів середнього і бюджетного класу випускаються з вбудованим бортовим комп'ютером. Однак в ЗС України значна кількість застарілих зразків автомобілів, без бортового комп'ютера тому з економічної точки зору, для визначення технічного стану таких машин потрібно розробити стаціонарні діагностичні прилади та методику їх перевірки.

Більшість бортових комп'ютерів, наявних на ринку, орієнтовані на сумісну роботу із модулями керування двигуна й іншими електронними блоками керування, які встановлюються на автомобілях підприємством виробником або самостійно. Такі бортові комп'ютери мають досить широкий спектр функцій та налаштувань, які полегшують керування та обслуговування автомобіля, за відносно невисоку ціну.

Отже пропонується розгляд більш відповідне обладнання для покращення діагностування військової автомобільної техніки під час її експлуатації особливо для визначення технічного стану основних агрегатів та систем безпеки руху.

Нажаль, станом на сьогоднішній день автомобільний парк ЗСУ налічує велику кількість АТ, яка оснащена досить застарілим електрообладнанням, діагностика котрих є неможливою без спеціалізованих приладів перевірки та діагностики електрообладнання, наприклад, таких як, прилад «моделі. Е-214». Шляхом зіставлення результативних порівняльних характеристик, недоліків, переваг приладу «моделі. Е-214» та обладнанням яке необхідне для діагностики сучасних електронних систем керування, дійшов висновку, що для того щоб підвищити ефективність, універсальність, швидкість та якість проведення діагностики, технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання ВАТ необхідно його впроваджувати в комплект майстерні МРС-АТ, без заміни стандартного приладу «мод. Е-214».

Виходячи з проведення порівняльного аналізу між декількома можливими діагностуючими приладами, які можуть допомогти у вирішенні даної проблеми, пропоную, що найбільш доцільним є прилад «АВТОАС-КАРГО». Свою доцільність виправдовує простотою у експлуатації та коротким часом на приведення його до робочого стану, низькими економіко-матеріальними витратами і опрацюванням широкого спектру функцій налаштування, діагностики роботи перевіряемого двигуна.

«АВТОАС-КАРГО» – спеціалізований комп'ютерний сканер для діагностики систем керування дизельних двигунів автомобілів КрАЗ, МАЗ. Цей прилад може бути дуже вигідним та важливим у сучасних умовах, так як за останні роки багато військової техніки виготовляється з новими двигунами, які в свою чергу містять електронні блоки керування.

Прилад можна використовувати для наступних моделей двигунів:

- ЯМЗ 651 Євро -4 з ЕБК BOSCH EDC7UC31;
- ЯМЗ 652 Євро -4 з ЕБК BOSCH EDC7UC31;
- ЯМЗ 656 Євро -4, ЯМЗ 658 Євро-4 з ЕБК М240;
- ЯМЗ 236 Євро 3, ЯМЗ 238 Євро-3 з ЕБК М230.Е3;
- Камаз 740 Євро -3 з ЕБК BOSCH MS 6.1;

«АВТОАС-КАРГО» працює спільно з адаптером «ECU-Link 3» під керуванням персонального комп'ютера, ноутбука або планшета, оснащеного USB-портом або бездротовим модулем Bluetooth с ОС Windows XP / Vista / 7/8/10 (32-х і 64-ох розрядних версій).

Пропонуємо в статті пристрої та обладнання, такі як: «АВТОАС-КАРГО», а також різні стенди для діагностування, покращать надійність, своєчасність, швидкість, а саме головне якість проведення діагностики як в стаціонарному режимі (на пункті діагностики), так і в польових умовах що є край важливим фактором для військової техніки

Висновок. Отже, на основі теоретичних та експериментальних досліджень узагальнено та наведено нове розв'язання науково-прикладної задачі надійності діагностування військової автомобільної техніки.

1. За результатами аналізу чисельності, технічного стану парку ВА та рівнів розвитку їх системи ТО, першочерговим у забезпеченні належного рівня готовності існуючого парку ВА повинно стати в перспективі його оновлення сучасними зразками за аналогією з технічним потенціалом інших держав.

2. Зважаючи на економічні труднощі держави, кардинальне оновлення парку ВА у найблищій перспективі неможливе. За результатами теоретичних досліджень у галузі технічної експлуатації автомобілів та вимог керівних документів щодо розвитку існуючих ОБТ ЗС України встановлено, що забезпечення належної готовності парку ВА та продовження їх ресурсу можливе за рахунок вдосконалення їх системи діагностування.

3. Аналізом наукової джерельної бази з питань діагностування, ТО і ремонту автомобільного транспорту національної економіки та ЗС встановлено, що спосіб вдосконалення системи діагностування ВА повинен бути не складним та невисоковартісним, доступним для широкого застосування у військах. Він повинен базуватися, перш за все, на забезпеченні нормативних значень коефіцієнтів готовності ВА. Власне ці значення повинні прийматися як основні критерії у визначенні раціональних періодичностей діагностування технічного стану ВА у циклах пробігів до чергових ТО.

4. Для підвищення ресурсу агрегатів автомобілів, було впроваджено вдосконалення технологічного процесу їх діагностування із розробленням сучасного електронного діагностичного пристрою для визначення технічного стану автомобіля під час руху, що дає можливість точно визначити технічний стан автомобіля як під час руху, так і під час його запуску. Це дає змогу зменшити час на виявлення причини поломки, та дає змогу попередити поломку.

Вдосконалення системи діагностування за рахунок впровадження діагностуючого пристрою та різних стендів діагностики які забезпечать підтримання належного рівня готовності існуючого парку ВА на період до переоснащення його перспективними зразками автомобільної техніки.

Список використаних джерел

1. *Автотехнічне забезпечення. Управління ресурсом і оновленням парку автомобілів : навчальний посібник / Б.О. Дем'янчук, В.А. Маханьков, В.Ф. Обертас – Одеса : 2017. – 230с.*
2. *Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень : навчальний посібник / Б.О. Дем'янчук, О.В. Малишкін. – Одеса : Військова акад. МО України, 2014. – 208 с.*
3. *Основи автотехнічного забезпечення. Моделювання процесів: навчальний посібник / Б.О. Дем'янчук, С.М. Верпівський, В.М. Меленчук – Одеса : Військова академія, 2015. – 330с.*
4. *Харченко О.В. Експлуатація військової техніки за технічним станом – вимога часу / О.В. Харченко, С.В. Пащенко, В.В. Юхачов // Наука і оборона. – 2011. – № 3. – С. 51-56.*
5. *Експлуатація та ремонт військової техніки. Терміни та визначення : ДСТУ 3576-97. – [Чинний від 01.01.1996]. – К. : Держспоживстандарт України, 1998. – 36 с.*

Науковий керівник: Маханьков В.А.

Рецензент: Оленів В.М., к.військ.н., проф., Військова академія (м. Одеса).

УДК 614.84

Куценко О.А., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА РЕМОНТУ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

Робота присвячена проблемам поліпшення експлуатаційно-технічних показників транспортних засобів через запровадження алгоритму усунення несправностей рульового керування.

Ключові слова: ремонт, діагностування, алгоритм, рульове керування.

Поставлення проблеми. Одним з ключових аспектів національної безпеки є підтримання необхідного рівня бойової готовності Збройних Сил (ЗС) України. Це стосується як бойової підготовки, так і стану озброєння та військової техніки (ОВТ). Автомобільний транспорт є високоманевреним та основним видом транспорту Сухопутних військ (СВ). Готовність військових автомобілів (ВА) до використання характеризується нормативними значеннями показників експлуатаційної надійності, яка забезпечується чинною системою технічного обслуговування (ТО).

Актуальність проблеми: За результатами аналізу функціонування системи діагностування і ремонту у військах та аналізу сучасних наукових публікацій[5; 7; 8] встановлено, що вона не у повній мірі задовольняє вимоги щодо забезпечення належного рівня готовності ВА: 1) фактичні значення пробігів на відмови ВА становлять лише 2000 км; 2) близько 43% техніки потребують різного виду ремонту; 3) існуюча виробничо-технічна база (ВТБ) ТО, діагностування і ремонту оснащена зношеним і фізично застарілим ремонтно-технологічним та діагностичним обладнанням (РТДО); 4) понад 90% ВА з термінами експлуатації більше 18 років.

В результаті значення коефіцієнту технічної готовності (КТГ) ВА знаходиться у межах 0,55–0,60. В сучасних складних економічних умовах існують труднощі з оновленням автомобільного парку новими перспективними зразками й тому першочерговим у забезпеченні необхідного рівня готовності ВА має стати вдосконалення чинної системи технічного обслуговування і ремонту, через введення з відповідними періодичностями додаткових (до існуючих під час виконання ТО-1, ТО-2) діагностувань технічного стану ВА і виконання за потребою регульовальних, замінних та ремонтних операцій.

Мета і завдання: забезпечення заданого рівня працездатності ВАЗП на основі вдосконалення системи обслуговування рульового керування. Розробка спрощених алгоритмів системи діагностування та ремонту рульового керування. Обґрунтування рекомендацій щодо використання вдосконаленої системи діагностування і ремонту рульового керування ВАЗП у військах.

Виклад основного матеріалу. Рульовий механізм служить для збільшення зусилля водія, прикладеного до рульового колеса, і передачі його до рульового привода. Збільшувати зусилля водія необхідно для полегшення керування автомобілем. Збільшення зусилля, прикладеного до рульового колеса, відбувається за рахунок передаточного числа рульового механізму.

Передаточне число рульового механізму залежить від типу автомобіля й становить для різних автомобілів 15-25. Такі передаточні числа за один-два повні оберти рульового колеса забезпечують поворот керованих коліс автомобіля на максимальні кути, рівні 35° ... 45° [6]. На сучасних автомобілях застосовуються різні типи рульових механізмів.

Черв'ячні рульові механізми застосовуються на легкових, вантажних автомобілях і автобусах. Найбільше поширення одержали черв'ячно-роликові рульові механізми, рульова передача яких складається із черв'яка й ролика. Черв'як має форму глобоїда. Така форма забезпечує надійне зачеплення черв'яка з роликом при повороті рульового колеса на більші кути. Ролики можуть бути двогребневими або тригребневими. Двогребневі ролики застосовуються в рульових механізмах легкових автомобілів, а

трьохгребневі - у рульових механізмах вантажних автомобілів і автобусів. Черв'ячно-роликові рульові механізми, мають невеликі габаритні розміри, надійні в роботі й прості в обслуговуванні. Черв'ячно-секторні рульові механізми одержали менше поширення й застосовуються лише на вантажних автомобілях.

Рульова передача цих механізмів складається із циліндричного черв'яка і бічного сектору зі спіральними зубами, що виконаний разом з валом рульової сошки. Механізми мають невеликий тиск на зуби при передачі більших зусиль і невелике зношування. Однак через наявність тертя ковзання їх ККД зменшується.

Гвинтові рульові механізми використовуються на важких вантажних автомобілях. Найбільше застосування одержали гвинторейкові механізми. Гвинторесчна рульова передача містить у собі гвинт, кулькову гайку-рейку і сектор, виготовлений разом з валом рульової сошки. Обертання гвинта перетворюється в поступальне переміщення гайки, на якій нарізана рейка, що перебуває в зачепленні із зубчастим сектором вала рульової сошки. Для зменшення тертя й підвищення зносостійкості з'єднання гвинта з гайкою здійснюється через кульки.

Рульовий механізм з передачею типу гвинт-гайка-рейка-сектор із підсилювачем застосовують у рульовому керуванні автомобіля ЗИЛ-131. Підсилювач рульового керування конструктивно об'єднаний із рульовою передачею в один агрегат і має гідропривід від насоса, що приводиться в дію клиновим пасом від шківів колінчастого вала. Рульову колонку з'єднано з рульовим механізмом через короткий карданний вал, оскільки осі рульового вала й рульового механізму не збігаються. Це зроблено для зменшення габаритних розмірів рульового керування.

Зубчасті рульові механізми застосовуються в основному на легкових автомобілях малого й середнього класів. Шестеренні рульові механізми, що мають циліндричні або конічні шестерні, використовуються рідко.

У зубчастих рульових механізмах рульова передача утворюється циліндричними або конічними шестернями. До них належить також передача типу шестерня-рейка, в якій циліндрична шестірня зв'язана з рульовим валом, а рейка, зачеплена із зуб'ями шестірні, править за поперечну тягу.

Рейкові передачі застосовують переважно на легкових автомобілях. Для вантажних автомобілів використовують рульові передачі типу черв'як-сектор і гвинт-гайка-сектор, обладнані або вмонтовані в механізм підсилювачами, або підсилювачами, винесеними в рульовий привід. Рейкові рульові механізми прості по конструкції, компактні й мають найменшу вартість у порівнянні з рульовими механізмами інших типів. Їх ККД дуже високий, приблизно однаковий в обох напрямках і рівний 0,9...0,95. Через велике значення ККД рейкові рульові механізми без підсилювача встановлюють на легкових автомобілях особливо малого й середнього класів, тому що тільки в цьому випадку вони здатні поглинати поштовхи й удари, які передаються від дорожніх нерівностей на рульове колесо.

На легкових автомобілях більш високого класу з рейковим рульовим механізмом застосовують гідропідсилювач керма, що поглинає поштовхи й удари з боку дороги.

Аналізуючи різні фактори, що впливають на зміну технічного стану рульового механізму їх було згруповано та систематизовано у відповідності з табл. 1.

Таблиця 1

Група факторів	Експлуатаційний фактор	На що впливає
Термін експлуатації	Тривала експлуатація з дотриманням правил експлуатації	Зношення підшипників, збільшення зазорів у зубчастому зачепленні рульового механізму
Якість та своєчасність обслуговування	Порушення вчасного регулювання люфту рульового механізму	Нерівномірний рух автомобіля
Якість експлуатаційних матеріалів	Масило не відповідає нормам	Погіршена змащуваність поверхонь, що труться
Якість водіння	Експлуатація автомобіля на дорогах з поганим покриттям	Спрацювання підшипників рульового механізму і як наслідок збільшення сумарного люфту
Зовнішні фактори	Загустіння (замерзання) мастила у рульовому механізмі	Погіршена змащуваність поверхонь, що труться

Несправності рульового управління разом з несправностями гальмівної системи є найбільш серйозними поломками автомобіля [4]. З широким застосуванням на сучасних легкових автомобілях рейкового рульового механізму перелік несправностей рульового управління значно скоротився. До несправностей рульового управління відносяться: знос передавальної пари («шестерня-рейка»); порушення герметичності рульового механізму; знос або руйнування підшипника рульового вала; знос шарніра наконечника рульової тяги [3].

Найпоширенішою несправністю рульового управління є знос кульового шарніра наконечника рульової тяги [2]. Окремо необхідно зупинитися на несправності підсилювача рульового управління.

Розрізняють наступні несправності гідروпідсилювача керма: знос підшипника вала насоса; пробуксовування ремня приводу насоса; низький рівень робочої рідини в бачку; засмічення елементів приводу (фільтруючого елемента, клапана насоса та ін); послаблення кріплення або пошкодження шлангів.

Основними причинами несправностей рульового управління є: низька якість доріг; порушення правил експлуатації (зміна періодичності обслуговування, застосування неякісної робочої рідини і комплектуючих); некваліфіковане проведення робіт з технічного обслуговування та ремонту системи; граничний термін служби системи. Причиною несправностей рульового управління можуть також стати різні відхилення від робочих характеристик коліс (тиск в шинах, незбалансованість, ступінь зносу шин, знос ступичного підшипника).

Про наступаючу несправність рульового управління свідчать, як правило, різні зовнішні ознаки, основними з яких є: стуки в рульовому управлінні; биття на рульовому колесі; підвищений люфт рульового колеса; туге обертання рульового колеса; шум в підсилювачі рульового управління; підтікання робочої рідини. Підтікання робочої рідини в елементах рульового управління можна встановити при детальному огляді системи, при цьому несправний елемент виглядає вологим. Найпоширеніші засоби діагностування рульового управління – люфтомер-динамометр, прилад К187 або К402 призначений для перевірки технічного стану рульового керування автомобілів по сумарному люфті й загальній силі тертя[1]. Більш досконалі стенди для діагностування рульового управління стенд КРУ-210, Скру-71 ХАДІ серійно не випускалися. Всі вони відомі в одиничних екземплярах.

Аналіз несправностей рульового управління і їх усунення представлені у табл. 2.

Таблиця 2

Алгоритм усунення несправностей рульового керування

Несправність	Спосіб усунення
Збільшений вільний хід кермового колеса	
Ослабнули болти кріплення картера кермового механізму	Затягти гайки
Ослабнули гайки кульових пальців кермових тяг	Перевірити й затягти гайки
У кульових шарнірах кермових тяг збільшений зазор	Замінити кермові тяги або наконечники
Занадто великий зазор у підшипниках маточин передніх коліс	Відрегулювати зазор
У зачепленні ролика із черв'яком є збільшений зазор	Відрегулювати зазор
Між віссю маятникового важеля й втулками занадто великий зазор	Замінити втулки або кронштейн у зборі
У підшипниках черв'яка зазор більше припустимого	Відрегулювати зазор
Ослабнули болти кріплення проміжного вала кермового механізму	Затягти болти

Стукоти або шум у рульовому керуванні	
Зазор у підшипниках маточин передніх коліс більш норми	Відрегулювати зазор
Гайки кульових пальців кермових тяг ослаблені	Затягти гайки
Регульовальна гайка осі маятникового важеля ослаблена	Відрегулювати затягування гайки
У зачепленні ролика із черв'яком порушений зазор	Відрегулювати зазор
У кульових шарнірах кермових тяг є збільшений зазор	Замінити кермові тяги або наконечники
Болти кріплення кронштейна маятникового важеля або картера кермового механізму ослаблені	Перевірити й затягти гайки болтів
Ослаблено гайки кріплення поворотних важелів	Затягти гайки
Ослаблено болти кріплення вала рульового керування	Затягти гайки болтів
Туге обертання кермового колеса	
У зачепленні ролика із черв'яком порушений зазор	Відрегулювати зазор
У шинах передніх коліс низький тиск	Відрегулювати тиск
Неправильна установка кутів передніх коліс	Перевірити й відрегулювати установку коліс
Регульовальна гайка осі маятникового важеля перетягнена	Відрегулювати затягування гайки
Ушкоджено деталі кульових шарнірів	Потрібно замінити ушкоджені деталі
Деталі кермового привода деформировані	Замінити ці деталі
У картері кермового механізму відсутнє масло	Перевірити рівень масла й залити до норми. Перевірити сальник, якщо він ушкоджений, те його необхідно замінити
Підшипники верхнього вала рульового керування ушкоджені	Необхідно замінити підшипники
Самозбудне кутове коливання передніх коліс	
Збільшений або ослаблений тиск у шинах	Перевірити й установити нормальний тиск
Неправильні кути установки передніх коліс	Відрегулювати кути установки коліс
У підшипниках маточин передніх коліс зазор більше допустимого	Відрегулювати зазор
Дисбаланс коліс	Відбалансувати колеса
Нестійкість автомобіля	
Порушено кути установки передніх коліс	Відрегулювати кути установки коліс
У підшипниках передніх коліс є збільшений зазор	Відрегулювати зазор
Ослаблено гайки кульових пальців кермових тяг	Перевірити й підтягти гайки
Занадто великий зазор у кульових шарнірах кермових тяг	Потрібно замінити наконечники або кермові тяги

Болти кріплення картера кермового механізму або кронштейна маятникового важеля ослаблені	Перевірити й затягти гайки болтів
Збільшений зазор у зачепленні ролика й черв'яка	Відрегулювати зазор
Поворотні кулаки або важелі підвіски деформовані	Перевірити кулаки й важелі, деформовані деталі замінити
Відведення автомобіля від прямолінійного руху в яку-небудь сторону	
Неоднаковий тиск у шинах	Установити однаковий тиск
Різне осідання пружин передньої підвіски	Варто замінити непридатні пружини
Поворотні кулаки або важелі підвіски деформовані	Перевірити кулаки й важелі, деформовані деталі замінити
Неповне розгальмовування одного або декількох коліс	Перевірити стан гальмової системи
Витік масла з картера	
Зношування сальника вала сошки або черв'яка	Замінити сальник
Послабляються болти, кришки картера кермового механізму	Замінити болти
Ушкоджено ущільнювальні прокладки	Такі прокладки необхідно замінити

Висновки. Основним показником для рульового механізму є безпека дорожнього руху. Забезпечення працездатності рульового механізму здійснюється за рахунок системи ТО і ремонту автомобілів. Розроблені спрощені алгоритми діагностування та ремонту рульового керування ВАЗП у військах

Список використаних джерел

1. Біліченко В.В., Крещенецький В.Л., Варчук В. В. *Автомобілі та автомобільне господарство. Дипломне проектування : навчальний посібник* / – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 171 с.
2. Лудченко О.А. *Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник* / – К.: Знання – Процес, 2003. – 511с.
3. Канарчук В.С., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. *Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: Підручник* – К. : Вища школа, 1994. – 384 с.
4. *Законодавство України про автомобільний транспорт : збірник законодавчих актів : станом на 1 травня 2005 р.* / Верховна Рада України. – К. : Парламентське видавництво, 2005. – 140 с.
5. Кукурудзяк, Ю.Ю., Біліченко В. В. *Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР : навчальний посібник* – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
6. Пахарєва С.О. *Посібник з дисципліни «Автомобільна техніка» Загальна будова автомобіля: навчальний посібник* – К. : Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2010 – 392 с.
7. *Рульовий механізм автомобіля – режим доступу до ресурсу:* http://ncpn.net.ua/ruleve_keruvania.html.
8. *Будова рульового механізму – режим доступу до ресурсу:* <http://semestr.com.ua/book/413-D>

Науковий керівник: Мальцев О.В., д.т.н., проф.

Рецензент: Артемов В.О., к.т.н., доц., Військова академія (м. Одеса).

УДК 623.437:623.486

Лизуник Д.В., магістрант

Військова академія (м. Одеса), Україна

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ

В роботі проведено дослідження і здійснено аналіз стану щодо відновлення автомобільної техніки під час бойових дій. Це дозволяє підвищити ефективність відновлення військової автомобільної техніки як головного джерела відновлення боєздатності.

Ключові слова: автотехнічне забезпечення, автомобільна техніка, відновлення.

Поставлення проблеми. Ведення збройної боротьби в сучасних умовах характерно використанням нових видів зброї, як наслідок зменшується коефіцієнт захищеності озброєння і техніки. Це приводить до збільшення виходу машин з ладу в ході ведення бойових дій, що потребує визначення нових підходів до вирішення завдань з її евакуації та відновлення.

Мета статті: полягає у розробці нових та удосконаленні існуючих методів автотехнічного забезпечення щодо відновлення автомобільної техніки військ в умовах бойових дій, що дозволить зменшити необхідний час на ремонт і повернення машин в стрій.

Мета досягається теоретичним і експериментальним шляхом дослідження етапів відновлення військової автомобільної техніки (ВАТ), а саме технічної розвідки, евакуації, ремонту, розробки методики для найефективнішого використання наявних сил та засобів автотехнічного забезпечення під час бойових дій.

Виклад основного матеріалу. Час на ремонт і повернення військової автомобільної техніки до підрозділу залежить від планування та організації виконання складових відновлення ВАТ, а саме:

- технічної розвідки;
- евакуації автомобільної техніки;
- ремонту АТ та повернення її до строю.

Від швидкості виконання кожного з цих етапів в цілому буде визначатися ефективність відновлення військової автомобільної техніки в цілому.

Технічна розвідка в бойових умовах організовується і виконується тимчасово створеними пунктами технічного спостереження безпосередньо в підрозділах першого ешелону, а також групами технічної розвідки бригад. Основним завданням цих тимчасових формувань є виявлення пошкодженої техніки, характеру пошкоджень, зараженості та можливості їх евакуації.

Найбільшою проблемою організації технічної розвідки є недостатність кваліфікованих спеціалістів, броньованих засобів переміщення, а також низький рівень взаємодії між підрозділами евакуації і ремонту. Ці недоліки знижує подання недостовірних даних щодо стану пошкодженого зразка автомобільної техніки, що в свою чергу спричиняє затримку в наступних етапах відновлення техніки. Рішенням даної проблеми можливо двома шляхами:

1. Надання наявним спеціалістам необхідних вмінь і навичок для розширення своєї фахової спроможності.
2. Укомплектування підрозділів технічної розвідки броньованими засобами переміщення.

Щодо взаємодії найкращим варіантом буде використання бойових спроможностей підрозділів безпілотних авіаційних комплексів розвідки на маршруті їх слідування для постійного спостереження і виявлення пошкоджених, знищених або залишених зразків озброєння.

Евакуація військової автомобільної техніки в умовах бойових дій має одне з найбільш вирішальних значень. Техніку, яка вийшла з ладу, евакуюють до ремонтних підрозділів не тільки попутним транспортом але і тимчасово призначеними групами евакуації які укомплектовані спеціалізованими тягачами для буксирування і транспортування автомобільної техніки.

Початок бойових дій на сході України показав що внаслідок постійного скорочення евакуаційних підрозділів і погіршення технічного стану спеціалізованих тягачів, ці підрозділи не могли виконати поставлені на них завдання. Тому під час ведення інтенсивних боїв у Луганській і Донецькій областях велика кількість пошкодженої техніки була вчасно не евакуйована до ремонтних органів для її відновлення тому була покинута або знищена для того щоб попередити її захоплення і подальше використання противником.

Для оцінки ефективності евакуації в системі відновлення автомобільної техніки слід враховувати також характер бойових дій. Для розробки пропозицій можемо використати формули для попередніх розрахунків можливості евакуації.

Ймовірний середньодобовий вихід машин з ладу через бойові пошкодження $M_{\delta,n}$ можливо визначити за допомогою залежності [2].

$$M_{\delta,n} = 0,01M_c P_{\delta,n} \quad (1)$$

де $P_{\delta,n}$ – середньодобовий відсоток (наприклад, 2%) виходу автомобілів з ладу через бойові пошкодження, значення цього виходу встановлюється в залежності від виду бойових дій;

M_c – загальна кількість машин в частині за списком.

Можливості з евакуації в частині (одиниці техніки) доцільно визначати за формулою [2].

$$W_e = K_T C_e t_e K_B / 2P_e \quad (2)$$

де K_m – кількість евакотягачів;

C_e – швидкість евакуації несправних (пошкоджених) машин (для частини 10 км/год), км/год.

t_e – час роботи евакотягачів, год;

K_e – коефіцієнт, який враховує втрати часу на підготовку пошкоджених машин для евакуації (для частини він дорівнює 0,8);

P_e – плече евакуації (для частини 5-6 км), км.

Середньодобовий обсяг евакуації (в од. техніки) в умовах інтенсивної протидії противника дорівнює [2].

$$M_{\delta} = 0,01M_{\delta,n} P_e \quad (3)$$

де P_e – середньодобовий процент евакуації (для частини 10-15%).

Вказані можливості є лише потенційними, а вище викладені розрахунки є лише частковою допомогою для командирів евакуаційних підрозділів приймати менше помилкових рішень.

Для орієнтування командирам надається приблизні можливості евакуації підрозділом які наведені в таблиці 1 [2].

Таблиця 1

№ п/п	Вид транспорту	рвб		рр	
		Кількість техніки (од.)	Плече евакуації (км.)	Кількість техніки (од.)	Плече евакуації (км.)
1.	Тягачами типу БРЕМ	7-9	до 10	до 4	до 25
2.	Тягачами типу КЕТ-ЛІ (КТ-ЛІ)	до 10	до 80	-	-
3.	Автотягачами	-	-	до 6	до 30
4.	Сідельними автотягачами	До 16	до 100	до 3	до 100

Для вдосконалення виходячи з вище викладених перемінних можна скласти перспективні напрямки вдосконалення евакуації автомобільної техніки.

Збільшення парку евакуаційних засобів, підвищення професійності спеціалістів евакуаційних підрозділів, вироблення чітких алгоритмів для всіх можливих випадків евакуації військової автомобільної техніки.

З урахуванням досвіду ведення бойових дій середньодобові витрати АТ в ході наступу військ можуть становити 8-10%. При цьому, з усієї кількості АТ, що вийшла з ладу, будуть вимагати проведення поточного ремонту до 65%, середнього ремонту до 15%, капітального ремонту до 10%, та безповоротні втрати – 10% [1].

Виробничі можливості ремонтних органів існуючої системи відновлення дозволяють охопити до 30 – 40 % ремонтного фонду [1]. Такий відносно малий відсоток є наслідком недосконалості та невідповідності сучасній інтенсивності бойових дій існуючих штатів ремонтно-евакуаційних органів механізованої бригади.

Підчас активної фази бойових дій практика показує, що здійснення середнього ремонту ремонтними органами частин в польових підрозділів є недоцільним використання фонду робочого часу. Тому найкраще проводити поточний ремонт автомобільної техніки по можливості в місцях виходу цієї техніки з ладу, або транспортувати дані зразки озброєння на збірні пункти пошкоджених машин (ЗППМ).

Для визначення змін стану військової автомобільної техніки, а також оцінки виробничої потужності ремонтних засобів по ремонту автомобільної техніки за формулою [2].

$$W_p = \frac{C_c t}{T_p K_p}, \quad (4)$$

де W_p , – виробнича потужність ремонтних засобів;

C_c – число фахівців у МТО-АТ, МТО-АТГ, МТО-40С, ПАРМ-1М, ПАРМ-3М;

T – час роботи фахівців, год;

T_p , – середня трудомісткість ремонту машини люд./год;

K_p , – коефіцієнти використання спеціалістів при проведенні ремонту ($K_p = 1$).

Для розрахунків звичайно приймають наступні значення усередненої трудомісткості:

- поточного ремонту:
- автомобілів, крім багатовісних – $T_p = 20$ люд./год;
- багатовісних автомобілів – $T_p = 50$ люд./год;
- гусеничних машин – $T_p = 30$ люд./год.

При підготовці до бою (маршу) рухомі засоби ремонту і обслуговування будуть виконувати роботи з ремонту і технічного обслуговування машин. Тому виробничі потужності ремонтних засобів в цьому випадку доцільно оцінювати по фонду робочого часу всіх фахівців (в люд./год) [2].

$$\Phi = C_c t, \quad (5)$$

порівнюючи його із загальними трудовитратами на ремонт \sum_p (люд./год.)
Сумарні трудовитрати визначають за формулою [2].

$$\sum_p = M_p T_p, \quad (6)$$

де T_p , – трудомісткість ремонту, люд./год;

M_p , – кількість машин, що вимагають ремонту.

При виконанні розрахунків втрати виробничих потужностей пошукових ремонтних засобів в ході бою можна прийняти на рівні їх середньостатистичних втрат в межах до 30% [2].

Виробнича потужність ремонтних засобів по виконанню поточних ремонтів дорівнює [2].

$$W_{np} = (C_{c(вто)}tn / T_{np(вто)} + C_{c(рем)}t / T_{np(рем)})K_n, \quad (7)$$

де $C_{c(вто)}$ – число спеціалістів в відділі технічного обслуговування;

n – число МТО-АТ;

$T_{np(вто)}$, $T_{np(рем)}$ – оптимальна трудоемкість поточного ремонту, який виконують на одному місці силами ремонтних підрозділів в ході бойових дій частин, (люд./год);

$C_{c(рем)}$, – число спеціалістів в ремонтному взводі,чол.;

K_n – коефіцієнт зниження виробничої потужності майстерень в бою.

Оптимальна трудоемкість поточного ремонту машин для ремонтних підрозділів надана в таблиці 2 [2].

Таблиця 2

Оптимальна трудоемкість $T_{np(вто)}$, $T_{np(рем)}$ поточного ремонту машин для ремонтних підрозділів, (люд./год)

Ремонтний підрозділ	На марші	В наступі	В обороні
вто	2	8	12
Ремвзвод	5	20	40
Ремрота	10	50	70

Для збільшення швидкості відновлення автомобільної військової техніки пропонується:

1. Доукомплектувати ремонтні майстерні спеціалістам згідно штату.
2. Замінити морально і технічне обладнання майстерень на більш новітні зразки.
3. Ввести в штат або підготувати нештатних спеціалістів з комп'ютерної діагностики автомобільної техніки нового зразка.
4. Збільшити кваліфікацію наявних спеціалістів.

Висновок. Отже, з метою підвищення ефективності відновлення АТ що вийшла з ладу, в роботі надані пропозиції щодо організації кожного етапу відновлення військової автомобільної техніки бригади в ході бойових дій, та дозволяють визначити раціональний варіант застосування усіх засобів, їх склад, порядок використання та обсяг робіт. Визначений підхід потребує суттєвої зміни організаційно-штатної структури сил і засобів відновлення автомобільної техніки механізованої бригади.

Список використаних джерел

1. *Технічне забезпечення військ (сил) у операції і бою. Підручник*, ч. 1 – К. – 2001. – 616 с.
2. *Основи автотехнічного забезпечення. Моделювання процесів* Посібник, Військова Академія, 2016 рік.
3. *Автотехнічне забезпечення. Управління ресурсом і оновленням парку автомобілів.* Військова академія (м. Одеса), 2017р.
4. *Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень. Навчальний підручник*, Військова академія, 2014р.
5. *Настанова з автомобільної служби ЗС України.*
6. *Бойовий статут Сухопутних військ, частина I (бригада, полк).* –К.: КСВ, 2009. – 384 с., тасмно, інв.110.
7. *Бойовий статут Сухопутних військ, частина II (батальйон, рота).* - К.: КСВ, 2010. – 298 с.

Науковий керівник: Маханьков В.А.

Рецензент: Оленев В.М., к. військ. н., проф., Військова академія (м. Одеса).

УДК 614.84

Мізюрко М.А., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ЗДІЙСНЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЕВАКУАЦІЇ ПОШКОДЖЕНИХ МАШИН В СКЛАДНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В роботі наведені пропозиції щодо автоматизованого зчпного пристрою, що зменшує час на організаційні моменти евакуації автомобільної техніки та водночас підвищує живучість особового складу.

Ключові слова: евакуаційний засіб, озброєння та військова техніка, евакопридатність.

Постановка проблеми. Евакуація складається з витягування застряглих, засипаних, затонулих і підйомі перекинутих зразків озброєння та військової техніки (далі ОВТ) з проведенням необхідних підготовчих робіт, буксируванні або транспортуванні з районів (місць) бойових дій (з-під вогню противника), яким загрожує захоплення противником, у найближчі укриття зразків ОВТ, що вийшли з ладу, доставки їх у ремонтні органи, а саме збірний пункт пошкоджених машин (далі ЗППМ), на шляхи евакуації, у райони (місця) передачі ремонтного фонду озброєння засобам старшого начальника, у місця відвантаження, завантаження на транспортні засоби. Усі пошкоджені зразки ОВТ поділяються на категорії транспортабельності за трудовитратами підготовчих робіт: легкотранспортабельні – менше 0,5 люд./год; транспортабельні – 0,5...1,5 люд./год; важкотранспортабельні – 1,5...5,0 люд./год; нетранспортабельні – понад 5,0 люд./год.

Мета статті: полягає у дослідженні проблем, що виникають під час евакуації ОВТ в складних умовах експлуатації та розробки пропозицій для зменшення часу, що затрачається на евакуацію.

Виклад основного матеріалу. Під евакуацією зразків ОВТ розуміють проведення комплексу таких заходів: швидке виведення зразків ОВТ, які підлягають відновленню, з-під вогню противника у найближчі укриття, з районів (місць), яким загрожує захоплення противником; витягування застряглих, засипаних, затонулих і підняття перекинутих зразків ОВТ з проведенням необхідних підготовчих робіт; буксирування або транспортування ОВТ у ремонтно-відновлювальні органи (на збірні пункти пошкоджених машин, на шляхи евакуації, у райони (пункти) передачі засобам старшого начальника, у місця завантаження (залізничні станції, порти, пристані, аеродроми).

І. Отримавши завдання на евакуацію застряглого або пошкодженого зразка ОВТ, екіпаж засобу евакуації убуває до місця його розміщення, рухаючись за призначеним маршрутом. При цьому ведеться постійний контроль зараженості місцевості. У разі зараження маршруту екіпаж продовжує рух у протигазах і захисних костюмах, оглядаючи місцевість без виходу із засобу евакуації.

За відсутності точних даних про місце розміщення застряглого або пошкодженого зразка ОВТ командир екіпажу після прибуття в заданий район повинен організувати його пошук. Для цього, користуючись оптичними приладами, необхідно оглянути прилеглі околиці і добре переглянути ділянки місцевості. Якщо місцевість погано проглядається, необхідно, рухаючись по наявних у районі пошуку дорогах, оглянути лісові (садові, паркові) масиви, будівлі й інші обмежуючі огляд місцеві предмети.

У разі прихованого розміщення застряглого або пошкодженого зразка ОВТ особливу увагу необхідно звертати на сліди з'їздів з доріг, на чагарники, яри, окопи, укриття тощо.

Під час здійснення пошуку водій евакуаційного засобу повинен обережно вести його в зазначеному командиром екіпажу напрямку, звертаючи особливу увагу на ознаки мінування або зараження місцевості.

Після виявлення застряглого або пошкодженого зразка ОВТ необхідно вибрати маршрут підходу до нього, рухаючись по існуючих слідах (коліях) і обходячи місця можливого застрягання евакуаційного засобу.

Наблизившись до застряглого або пошкодженого зразка ОВТ, екіпаж має його оглянути для визначення обсягу евакуаційних робіт. Для цього необхідно оцінити характер і складність застрягання, перекидання (пошкодження) зразка ОВТ, визначити орієнтовну величину потрібного зусилля для витягування, вибрати спосіб виконання робіт, раціональну схему розкладання транспортного обладнання, а також установити необхідний перелік підготовчих робіт.

Якщо зразок ОВТ має тільки пошкодження і не потребує витягування, необхідно визначити технічний стан його ходової частини й органів управління, вибрати спосіб транспортування, встановити перелік робіт для приведення зразка ОВТ у транспортабельний стан, а також оцінити прохідність засобу евакуації зі зразком ОВТ, який транспортуватиметься за маршрутом.

II. Підготовка засобу евакуації до витягування зразка ОВТ полягає в правильному його розміщенні, у переведенні обладнання з похідного положення в робоче, у розкладенні і закріпленні транспортного обладнання за прийнятною схемою витягування.

У разі витягування застряглих зразків ОВТ з переміщенням уперед або назад евакуаційний засіб має розміщуватись на одній осі із зразком ОВТ. Причому залежно від характеру місцевості під'їзд і установлення засобу евакуації можуть здійснюватися різними способами.

У разі застосування простих поліспаств, що закріплюються на ґрунті якорями, засіб евакуації може встановлюватися або подалі від поліспаства, або безпосередньо на якорі.

III. Ремонтні підрозділи на ЗППМ розміщуються розосереджено з урахуванням забезпечення його кругової оборони. Захист від зброї масового ураження, охорона і оборона організується командирами ремонтних підрозділів. Заходи щодо захисту, охорони і оборони здійснюються, як правило, силами і засобами ремонтних підрозділів, а також екіпажами (обслугами) і водіями (механіками-водіями) зразків, що ремонтуються, з використанням їх працездатного озброєння і військової техніки. На ЗППМ організується і постійно ведеться радіаційна, хімічна розвідка, спостереження за повітрям. Для дезактивації і дегазації пошкоджених ОВТ, а також рухомих засобів ремонту і обслуговування створюються необхідні запаси матеріальних засобів.

У деяких випадках за рішенням командира з'єднання для охорони і оборони ЗППМ можуть виділятися бойові підрозділи, для його обладнання - сили і засоби інженерних підрозділів, а для проведення дезактивації і дегазації ОВТ – сили і засоби підрозділів радіаційного, хімічного, бактеріологічного захисту.

Всі роботи на ЗППМ виконуються з суворим дотриманням вимог маскування.

Евакуація пошкоджених зразків ОВТ до місця призначення здійснюється на основі таких принципів:

- евакуація пошкоджених зразків ОВТ здійснюється безперервно і безпосередньо в ході бойових дій підрозділів;
- в першу чергу евакуюються в укриття зразки ОВТ з-під вогню противника, а також з районів (місць), яким загрожує захоплення противником або нанесення по них ударів зброєю масового ураження;
- евакуація ОВТ в умовах радіаційного, хімічного та бактеріологічного забруднення здійснюється після радіаційної, хімічної та бактеріологічної розвідки і проведення, за необхідності, часткової дезактивації, дегазації та дезінфекції ОВТ;
- у всіх випадках спочатку витягуються легко застрягли, затоплені і буксируються (транспортуються) найбільш важливі для виконання завдань зразки ОВТ з найменшим обсягом ремонтних і інших робіт;
- евакуація здійснюється “на себе”, тобто евакуюються зразки ОВТ евакозасобами того ремонтно-відновлювального органу, який буде здійснювати у наступному ремонт цих зразків.

В ході проведення аналізу щодо евакуації техніки з поля бою постає проблема евакуації техніки, що знаходиться на ділянці місцевості де противник активно обстрілює даний район зі стрілецької зброї. У такому випадку евакуація вважається неможливою, так як особовий склад який здійснює зачеплення техніки може бути уражений внаслідок дій противника. Відповідно техніка з такого району не евакуюється. Саме тому прийнято рішення у розробці для подальшого використання автоматичного зчіпного пристрою (рис. 1), який дає змогу керувати зацепом техніки безпосередньо з евакуатора. Але така евакуація буде неможлива, так як виникає інша проблема – відсутність місця для зачеплення, бо конструктивно для подібної фіксації на автомобілі не передбачено місця для зачеплення. Таким чином для вирішення проблеми необхідно додати до конструкції автомобіля деякі зміни, а саме провести наварку зачепа з переду та ззаду автомобіля на раму (рис. 2).

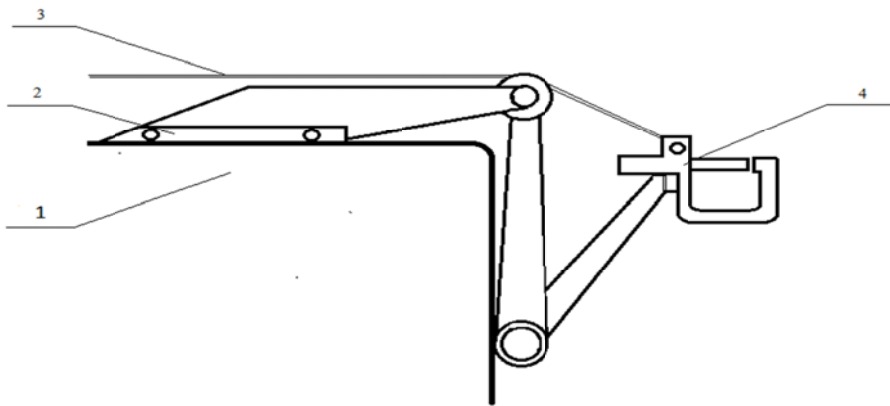


Рис. 1. Автоматизований зчіпний пристрій: 1 – автомобіль, 2 – кріплення, 3 – лебідка, 4 – електромагнітний зацеп

Дана конструкція дає змогу швидко зачепити виведений зі строю автомобіль та вивести його з-під обстрілу противника в безпечну зону.

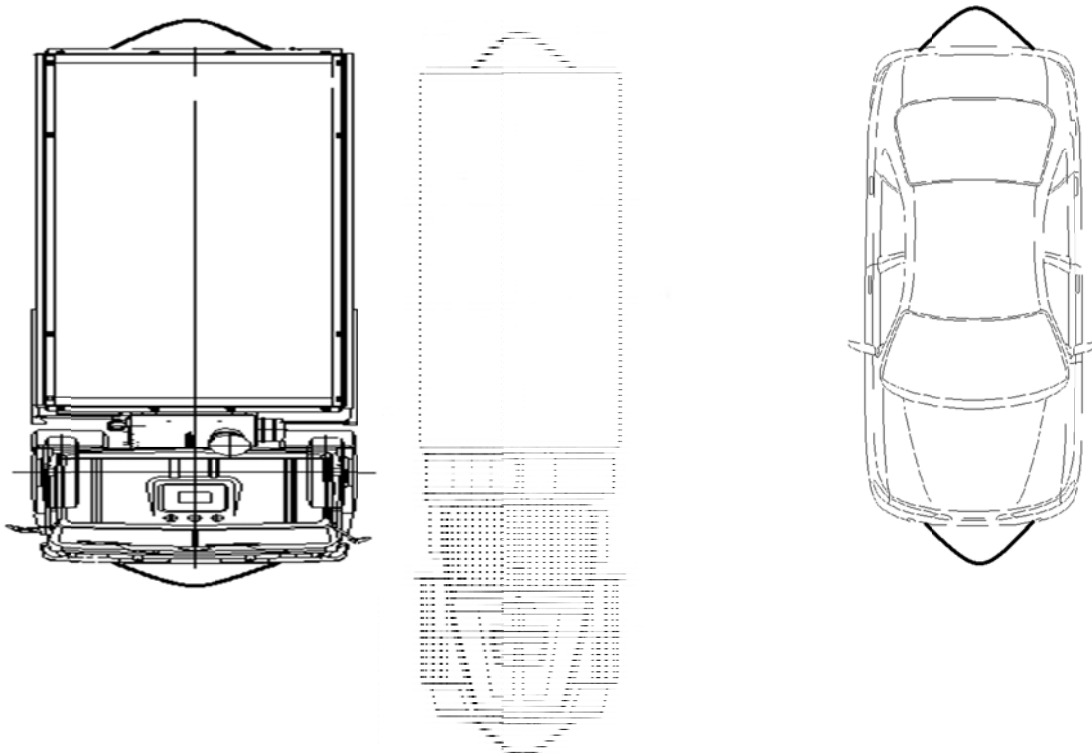


Рис. 2. Зразок модернізації зачепа на автомобілях для прискорення та забезпечення евакуації під час бою: а) – вантажних; б) – легкових

Таким чином військовослужбовець, який знаходиться в кузові евакуатора за допомогою системи важелів опускає кран для зачепа. Тим самим час на евакуацію зменшується у два рази, а живучість особового складу зростає. Головне завдання вивести машину із зони ураження до найближчого укриття.

Висновок. При застосуванні запропонованих пропозицій і конструкцій значно зменшується час на ремонт техніки та час на її евакуацію, а також відбувається збереження життя і здоров'я особового складу під час евакуації техніки в умовах вогневих дій противника, тому що помічнику водія немає необхідності виконувати роботи із зачеплення під вогнем противника.

Таким чином, за умови впровадження вказаних пропозицій, підвищується ефективність відновлення військової техніки в цілому у 1,5...2 рази.

Список використаних джерел

1. *Технічне забезпечення військ (сил) у операції і бою. Підручник, ч. 1 – К. – 2001. – 616 с.*
2. *Основи автотехнічного забезпечення. Моделювання процесів Посібник, Військова Академія, 2015. – 330 с.*
3. *Автотехнічне забезпечення. Управління ресурсом і оновленням парку автомобілів. Військова академія (м. Одеса), 2016. – 250 с.*
4. *Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень. Навчальний підручник, Військова академія, 2014. – 240 с.*

Науковий керівник: Купринюк О.П.

Рецензент: Артемов В.О., к.т.н., доц., Військова академія (м. Одеса).

УДК 614.84

Мельничук Т.Г., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна***РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ АБШ ЗІЛ-131**

В роботі наведено основні пропозиції для підвищення економічної властивості автомобіля ЗІЛ-131, а саме заміна двигуна ЗІЛ-131, на дизельний Д-245.

Ключові слова: *рухомі засоби технічного обслуговування та ремонту, автомобільні базові шасі, двигун.*

Поставлення проблеми. В умовах ведення сучасних бойових дій, проведення операції об'єднаних сил, особливої актуальності набуває забезпечення мобільності та маневреності озброєння та військової техніки підрозділів та частин Збройних Сил України. Відомо, що саме ці якості забезпечують автомобільні базові шасі під монтаж озброєння та військової техніки. Тому актуальними є питання теоретичного обґрунтування характеристик перспективних зразків автомобільні базові шасі для визначення можливих варіантів подальшої експлуатації сучасного парку АБШ ЗС України.

Мета статті. Постійний розвиток конструкцій сучасної автомобільної техніки потребує вдосконалення системи їх технічного обслуговування і ремонту. Відомо, що якою б досконалою не була конструкція машини, в процесі експлуатації її надійність постійно знижується через вплив різних чинників та виникнення несправностей, що усуваються під час ТО і Р. Особливого значення набуває ремонт в польових умовах, оскільки в результаті зростання інтенсивності експлуатації АТ збільшується вірогідність виходу їх з ладу через будь-які пошкодження. У випадку відсутності (недосконалості) сучасних рухомих засобів ТО і Р термін на відновлення АТ збільшується, що веде до невиправданих грошових витрат та зниження ефективності експлуатації у цілому.

За цими умовами основним шляхом підвищення надійності та, відповідно, ефективності застосування АТ за призначенням може бути швидке та якісне відновлення з використанням рухомих засобів ТО і Р. Таким чином, на теперішній час існує необхідність створення високовиробничої та ефективної сучасної рухомої майстерні технічного обслуговування і ремонту АТ. Але економічні реалії сьогодення не дозволяють вирішити це питання кардинально. Таким чином, розглядаються інші варіанти вдосконалення рухомих засобів технічного обслуговування та ремонту.

Виклад основного матеріалу. На даний момент усі рухомі засоби ремонту змонтовані на АБШ ЗІЛ-131, що в наш час є не досить ефективно та економічно. Рухомі засоби ремонту, тобто самі майстерні які призначенні для виконання технічного обслуговування і ремонту в польових умовах, в період їх створення зарекомендували себе з доброї сторони. Але всі вони створенні ще в Радянському союзі.

Встановлений на АБШ двигун ЗІЛ- 131, має розхід палива в середньому 49 літрів на 100 кілометрів. Слід зазначити що у ті часи не було ніяких проблем з паливом. Його було досить ніж достатньо і розробники даного автомобіля, не звертали увагу, на такий аспект як паливна економічність. На даний момент, коли вітчизняний оборонпром не може повністю забезпечити ЗС України, новими пересувними майстернями, доводиться працювати на тих що лишилися, ще з Радянського союзу. Але слід зазначити, що обладнання на автомобілі вже застаріле, як технологічно, так і морально, адже ефективним вони були ще в 70-80-х роках. Сучасні умови ведення бою, проведення ремонту, показують що треба щось нове, або хоча б модернізувати те що є. Так як радянські часи пройшли, то потрібно задуматися над таким фактором як паливна економічність. Адже це проблема не тільки військових автомобілів, а й усієї автомобільної техніки. Тому, найбільш доцільно є можливість заміни карбюраторного двигуна ЗІЛ-131, на дизельний, Д-245, який застосовується на тракторах. Це дозволить значно економити паливо. Аналіз результатів вдосконалення АБШ показує, що можливо буде втрачені певні характеристики, наприклад

швидкість руху, якщо двигун бути менш потужний. Але рухомі майстерні призначенні для того щоб доїхати з точки А в точку Б, розгорнутися і виконувати ремонт і технічний огляд, на місці, а не в русі, а потужності яку потрібно надавати для обладнання, буде достатньо.

Переобладнання автомобілів – складний процес, причому, не тільки з технічної точки зору, але і з точки зору оформлення всіх необхідних документів та реєстрації транспортного засобу.

Процес заміни двигуна в загальному можна розділити на такі етапи:

1. Підготовчі роботи. Доопрацювати кронштейни кріплення рамки водяного радіатора з крилами капота для установки повітропроводів охолоджувача наддувочного повітря (інтеркулера). Встановити на картер зчеплення дизельного двигуна штатну вилку вимикання зчеплення при відсутності важеля з шліцьовим з'єднанням.

2. Підключення силової установки. Для застосування штатної КПП в складі дизельного двигуна необхідно вкоротити первинний вал на 20 мм. (якщо встановлено картер зчеплення ЗІЛ 5301-161012-10). Коробка передач автомобіля ЗІЛ-130 укомплектована гальмівним барабаном, тому при заміні штатної КПП на нову необхідно зняти зі штатною кпп гальмівний барабан і встановити на нову КПП. Якщо в складі дизельного двигуна коробка передач не встановлена, то необхідно виконати наступні роботи: Встановити на направляючу кришку первинного вала коробки передач вижимний підшипник, попередньо змастивши внутрішню поверхню корпусу вижимного підшипника. З'єднати відтяжною пружиною корпус вижимного підшипника зчеплення з кронштейном на кришці первинного вала для запобігання провертання корпусу підшипника зчеплення і повернення його в початкове положення в процесі роботи. Включити в КПП першу передачу для кращої стикування шліцьової частини вала з веденим диском зчеплення. Підняти підйомним пристроєм коробку передач так, щоб первинний вал коробки був розташований на рівні центру отвори в картері зчеплення. Повернути вилку вимикання зчеплення в сторону коробки передач до відмови і, переміщаючи коробку до двигуна, завести вилку за корпус вижимного підшипника і встановити її на картер зчеплення. Перевірити переміщення вижимного підшипника по направляючій кришці КПП. Заїдання підшипника не допускається.

3. Встановлення навісного обладнання та інших органів управління. Для підключення клапанної коробки ГПР 245-1022080-01 з насосом шестеренчастим дизельного двигуна необхідно встановити трубопроводи з гумовими кільцями ущільнювачів. Клапанна коробка ГПР 245-1022080-01 встановлюється на рамку водяного радіатора. Підключення гідропідсилювача руля здійснюється як на штатному бензиновому двигуні.

4. Підключення зчеплення. Для підключення приводу зчеплення необхідно поміняти вилку вимикання зчеплення при відсутності важеля зі шліцами. Підключення приводу зчеплення аналогічно штатному двигуну.

5. Підключення електрообладнання та засобів полегшення пуску двигуна. У зв'язку з тим, що стартер дизельного двигуна споживає більший струм (в порівнянні з стартером карбюраторного двигуна) для зниження падіння напруги на проводах і забезпечення більш високих обертів прокручування стартером під час пуску необхідні дроти, що сполучають акумуляторні батареї зі стартером і вмикачем «маси» замінити на більш товсті. Крім того, повинні бути замінені дроти, що з'єднують реле стартера «К7» зі стартером, ці проводи повинні мати перетин. Акумуляторні батареї також необхідно замінити на з'єднані паралельно Дві батареї ємністю не менше 88 А год і струмом в стартерному режимі 395А.

6. Підключення пневмокомпресора. Підключення пневмокомпресора дизеля здійснюється через штуцер і з'єднується зі штуцером через рукав високого тиску зі штатним штуцером пневмосистеми автомобіля. При комплектації дизельного двигуна двоциліндровим пневмокомпресором підключення аналогічно штатному бензиновому двигуну.

7. Доопрацювання проміжного карданного валу. Дизельний двигун Д-245.9 / 9Е2 з коробкою передач довше по відношенню до бензиновому двигуну, тому потрібно вкоротити карданний вал (за місцем) з боку кріплення його до роздавальної коробки (ЗІЛ-131) або проміжний вал (ЗІЛ-130).

Необхідно зазначити, що переобладнання автомобіля можливо тільки на спеціалізованих СТО або на заводах, де для зміни конструкції автомобіля можна виконати певні дії. Крім того, необхідно пам'ятати, що для початку переобладнання вантажного транспорту необхідно попередньо отримати відповідний дозвіл. А після закінчення робіт з переобладнання автомобіля відповідні фахівці повинні надати висновок про те, що зміна конструкції транспортного засобу повністю відповідає технічним умовам. Переобладнання вантажного автомобіля може привести до змін у вагових показників транспортного засобу, його потужності, а також змін в кабіні. Тому після закінчення всіх робіт переобладнаний транспортний засіб повинен отримати дозвіл на застосування. З цією метою проводиться експертний висновок. Зміни в конструкції автомобіля необхідно внести в його технічний паспорт. Трапляються ситуації, коли перереєструвати переобладнений автомобіль неможливо.

Для оформлення документів на переобладнання автомобіля необхідна наявність висновку експертизи. Це базовий документ, в якому описані всі виконані в ході переобладнання роботи, а також рекомендації щодо вибору виробничої бази. Для отримання такого висновку потрібно надати наступні документи:

- свідоцтво про реєстрацію ТЗ;
- паспорт власника або банківські реквізити, якщо власник - юрособа;
- паспорт транспортного засобу.

Що дає зазначене переобладнання. При пробігу автомобіля в день близько 150 км середньомісячний пробіг буде дорівнює: $150 \text{ км} \times 22 \text{ дні} = 3300 \text{ км}$ на місяць.

У найбільш економічному режимі ЗІЛ-130 витрачає 38 літрів бензину А-76 на 100 км шляху. Звідси місячна потреба в паливі складе $3300 \text{ км} / 100 \times 38 \text{ літрів} = 1254 \text{ л}$.

Після установки дизельного двигуна Д 245 витрата палива знижується до 17л. на 100 км, і відповідно, місячна потреба в дизельному паливі наступна: $3300 \text{ км} / 100 \times 17 = 561 \text{ л}$.

Розглянемо плюси і мінуси цього процесу. Плюси:

- витрата палива різко знижується: 18-20 л дизеля проти 30-35 л бензину на 100 км;
- доступність дизельного палива;
- тяговитість дизеля на низьких оборотах;
- надійний і простий в обслуговуванні (відсутність свічок запалювання, карбюратора і т.д.);
- дизель Д-245 поступово стає масовим;
- можливість виконання норм Євро-2;
- зниження транспортного податку.

Мінуси – додаткові витрати фінансові на переобладнання і простий автомобіля на час переобладнання.

Висновок. Сучасні умови ведення бойових дій, та економічні показники показують, що автомобільний парк ЗС України, до якого входять різні зразки АТ радянського виробництва є застарілі, як морально так і фізично. Тому, необхідно або повністю їх замінювати сучасними зразками АТ, або модернізувати старі. Так як економічна складова не може дозволити замінити повністю сучасними автомобілями, треба йти іншим шляхом. Один із прикладів такої модернізації є заміна двигуна на АБШ ЗІЛ – 131, на дизельний.

Список використаних джерел

1. *Автомобільні двигуни / В.М. Архангельський, М.М. Віхерт, А.Н. Воїнов та ін. / Підред. проф. М.С. Ховаха. - М. : Машинобудування, 1977. – 591 с.*
2. *Автомобільні двигуни: Курсове проектування: навч. Посібник / М.Г. Шатров, І.В. Алексєєв, С.Н. Богданов та ін., під ред. М.Г. Шатров. – М.: Видавничий центр «Академія», 2011. – 256 с.*
3. *Колчін А.И., Демидов В.П. Розрахунок автомобільних і тракторних двигунів М.: Вища.шк. 2002.*
4. *Інструкція по переобладнанню бензинових двигунів, на дизельні/ Мінський автомобільний завод, Двигуни внутрішнього згорання /Під ред. В.Н. Луканіна. - М. : Вища. шк., 1995. - 953с.*

Науковий керівник: Шелухін С.В., к.т.н.

Рецензент: Петров Л.М., к.т.н., Військова академія (м. Одеса).

УДК 614.84

Нагірний Є.М., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАРШУ

В роботі наведено основні методи прогнозування показників ефективності функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу у випадкових умовах.

Ключові слова: автотехнічне забезпечення маршу.

Поставлення проблеми. В даній роботі, задачі прогнозування ефективності автотехнічного забезпечення маршу військової частини сприяють через потреби практики у своєчасному пересуванні або передислокації частин, підрозділів, тобто транспортних і матеріальних потоків в заданому напрямку, на задану відстань та в заданий час в умовах сучасного інтенсивного впровадження передових технологій забезпечення дій військ в системі військової логістики.

Але цю мету для гарантованого здійснення маршу суттєво ускладнюють зараз реальні умови та перешкоди для надійного і беззаперечного виконання завдання. По-перше, не є найкращим технічний стан військової автомобільної техніки через її обмежений ресурс і невисокі рівні її оперативної готовності; по-друге, в сучасних умовах здійснення маршу реальною є загроза противника, який може перешкоджати виконанню завдання протягом маршу на будь-якої ділянці лінії зіткнення протидіючих сторін.

Проблемним зараз є також відсутність практичного застосування методу прогнозного визначення цього показника, тому необхідними є конкретні рекомендації теорії.

Мета статті: розробка методики визначення прогнозного рівня показника ефективності функціонування підсистеми АТЗ маршу військової частини, під час планування технічного забезпечення маршу та визначення наслідків підготовки, автотехнічного забезпечення та корекції заходів збільшення ефективності забезпечення військ протягом маршу.

Мета досягається:

- визначити характеристики сучасних умов і вимог до автотехнічного забезпечення підготовки і здійснення маршу частин і підрозділів;
- побудувати модель функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу;
- розробити метод прогнозування показників ефективності функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу на основі моделювання процесу підготовки та здійснення маршу.

Виклад основного матеріалу. Систему ремонту під час її підготовки до маршу доцільно представити у виді простого графа переходів з відповідними інтенсивністю і ймовірністю переходів в типових умовах підготовки ВАТ до маршу. На рис. 1 представлені стани підсистеми, де позначено:

S_{00} – стан «готовності ВАТ до маршу»;

S_{01} – стан «ремонту ВАТ після відмов, поломок або пошкоджень»;

y – інтенсивність переходу підсистеми із стану ремонту ВАТ у стан готовності ВАТ до маршу;

Y – ймовірність цього переходу;

z – інтенсивність переходу із стану готовності ВАТ до маршу у стан її відновлення після відмов, поломок або пошкоджень ВАТ; Z – ймовірність цього переходу.

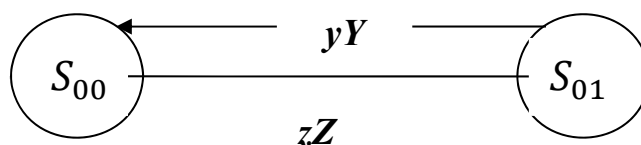


Рис. 1. Граф переходів підсистеми ремонту в різні її стани: S_{00} – стан «готовності ВАТ до маршу»; S_{01} – стан «ремонту після відмов, поломок або пошкоджень ВАТ»

Сукупність диференціальних рівнянь, що описують процес функціонування підсистеми ремонту ВАТ у часі відносно ймовірностей P_{00} , P_{01} перебування підсистеми в кожному із 2-х станів, (див. рис. 1), у виді:

$$\begin{aligned}\frac{dP_{00}(t)}{dt} &= yY P_{01} - (zZ) P_{00}; \\ \frac{dP_{01}(t)}{dt} &= zZ P_{00} - (yY) P_{01}.\end{aligned}\quad (1)$$

Рішення диференціальних рівнянь має вид:

$$P_{00}(t) = [yY P_{01}] \frac{\{1 - \exp[-(zZ)t]\}}{zZ}; \quad (2)$$

$$P_{01}(t) = [zZ P_{00}] \frac{\{1 - \exp[-yYt]\}}{yY} \quad (3)$$

Умова нормування сукупної ймовірності станів ВАТ при $t > 0$ має вид

$$P_{00}(t) + P_{01}(t) = 1. \quad (4)$$

В результаті перетворень (2) і (3) з урахуванням (4) отримаємо ймовірності перебування ВАТ підсистеми ремонту у станах: «готовності ВАТ до маршу»; «ремонту після відмов, поломок або пошкоджень ВАТ» у виді:

$$P_{00}(t) = \frac{yY}{yY + zZ\beta}; \quad P_{01}(t) = \frac{zZ\beta}{zZ\beta + yY}; \quad (5)$$

де позначено:

$$\beta = 1 - \exp(-yYt), \quad (6)$$

Звичайно справедливі наступні залежності:

z – інтенсивність переходу підсистеми у стан ремонту, що дорівнює $1/T_0$;

T_0 – середній час напрацювання на відмову ВАТ;

y – це інтенсивність переходу підсистеми у стан готовності до маршу, що дорівнює $1/T_B$;

T_B – середній час ремонту ВАТ, у разі її відмови;

$Z \approx 1$; $Y \approx 1$; – відповідні ймовірності переходів підсистеми (ці рівні ймовірностей переходів реальної підсистема ремонту є звичайними).

В цьому разі із (5), (6) одержимо показники, тобто ймовірності, які характеризують готовність ВАТ до маршу у виді:

$$P_{00} = T_0 / (T_0 + T_B) = K_r; \quad P_{01} = T_B / (T_0 + T_B) = K_{нг}. \quad (7)$$

Ці показники є добре відомими, а саме: K_r – коефіцієнт готовності; $K_{нг}$ – коефіцієнт неготовності ВАТ до застосування за призначенням для будь-яких технічних об'єктів (див. Держстандарт № 2860-94).

У прикладі для стаціонарного випадку залежності показників готовності до маршу, що отримані згідно до (6), від параметрів T_0 і T_B , надані у таблиці 1.

Таблиця 1

Залежності показників готовності P_{00} і неготовності P_{01} підсистеми автотехнічного забезпечення маршу від параметрів T_0 і T_B

T_0 , годин	T_B , годин	t , діб	P_{00}	P_{01}
6,00	1,00	5,00	0,857	0,143
5,00	1,20	5,00	0,806	0,194
4,00	1,20	5,00	0,769	0,231
3,00	1,00	5,00	0,750	0,250

Далі доцільно розглянути закономірності змін цих показників в нестационарних умовах функціонування підсистеми ремонту автомобілів, тобто за умов, коли ймовірності залежать від часу відповідно до формул (5), (6).

Таблиця 2

Залежності показників готовності $P_{00}(t)$ і неготовності $P_{01}(t)$ автомобільної техніки до маршу від часу при незмінних параметрах T_0 і T_B

T_0 , годин	T_B , годин	t , годин	$P_{00}(t) =$ $= [1+0,33(1 - \exp(-t))]^{-1}$	$P_{01}(t) =$ $= [1+ 3(1 - \exp(-t))^{-1}]^{-1}$
3,00	1,00	2,00	0,776	0,224
3,00	1,00	2,50	0,766	0,234
3,00	1,00	3,00	0,760	0,240
3,00	1,00	3,50	0,757	0,243
3,00	1,00	4,00	0,755	0,245
3,00	1,00	5,00	0,753	0,247

Модель доцільно побудувати на основі апарата дискретних марківських процесів. Варіант графу станів і переходів системи в різні стани представлено на рисунку 2.

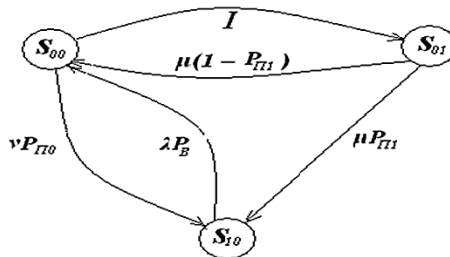


Рис.2. Варіант графу станів і переходів системи в різні стани

Перелік станів системи АТЗ:

- S_{00} – система «працездатна – вільна»;
- S_{01} – система «працездатна – зайнята»;
- S_{10} – система «непрацездатна».

Завдання моделювання:

визначити ймовірності перебування системи в цих станах.

Сукупність диференціальних рівнянь, що описують процес перебування системи в кожному з 3-х станів доцільно записати, згідно з правилом контурів для графа переходів системи автотехнічного забезпечення маршу, в оточенні кожного із станів системи (див. рис.1), а саме: похідні ймовірностей перебування системи дорівнюють:

$$\begin{aligned}
 \text{для } S_{01}: \quad \frac{dP_{01}(t)}{dt} &= -\mu P_{m1} P_{01} - \mu(1 - P_m) P_{01} + I P_{00} = I P_{00} - \mu P_{01}; \\
 \text{для } S_{10}: \quad \frac{dP_{10}(t)}{dt} &= \mu P_m P_{01} + \nu P_{m0} P_{00} - \lambda P_B P_{10}; \\
 \text{для } S_{00}: \quad \frac{dP_{00}(t)}{dt} &= -I P_{00} + \mu(1 - P_m) P_{01} - \nu P_{m0} P_{00} + \lambda P_B P_{10};
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

Переходи і ймовірності переходів системи АТЗ маршу в процесі її функціонування. Це обов'язково записати змістово, неформально:

ν – інтенсивність відмов ВАТ до початку процесу забезпечення маршу підрозділів через витрати ресурсу цих автомобілів;

$P_{\Pi 0}$ – ймовірність відмов ВАТ до початку забезпечення маршру підрозділів;

I – інтенсивність застосування ВАТ для автотехнічного забезпечення маршру;

μ – інтенсивність відмов ВАТ після початку застосування їх за призначенням;

$P_{\Pi 1}$ – ймовірність відмов автомобілів після початку автотехнічного забезпечення маршру підрозділів;

λ – інтенсивність відновлень автомобілів, що відмовили протягом маршру;

P_B – ймовірність відновлення автомобілів за час, який є сумірним з циклом їх відмов.

Визначення ймовірностей перебування системи АТЗ в різних станах і показника ефективності функціонування системи АТЗ маршру

Рішення диференціальних рівнянь системи призводить до алгебраїчних залежностей:

$$P_{00}(t) = \frac{\mu(1-P_{\Pi 1})P_{01} + \lambda P_B P_{10}}{I + \nu P_{\Pi 0}} \{1 - \exp[-(I + \nu P_{\Pi 0})t]\}; \quad (10)$$

$$P_{01}(t) = \frac{I P_{00}}{\mu} \{(1 - \exp[-\mu t])\}; \quad (11)$$

$$P_{10}(t) = \frac{\mu P_{\Pi 1} P_{01} + \nu P_{\Pi 0} P_{00}}{\lambda P_B} \{1 - \exp[-\lambda P_B t]\}. \quad (12)$$

З цих рівнянь лінійно незалежними є тільки два, наприклад, (11) і (12), тому визначити 3 невідомих не можливо, саме тому необхідно скласти четверте рівняння відносно цих невідомих у виді умови нормування ймовірностей:

$$P_{00} + P_{01} + P_{10} = 1. \quad (13)$$

Рішення системи 3-х рівнянь (11), (12), (13) дає 3-и шукані ймовірності у виді:

$$\begin{aligned} P_{00} &= 1/[1 + \gamma(1 + \delta) + \eta]; \\ P_{01} &= \gamma/[1 + \gamma(1 + \delta) + \eta]; \\ P_{10} &= (\delta\gamma + \eta)/[1 + \gamma(1 + \delta) + \eta]. \end{aligned} \quad (14)$$

Де позначено:

$$\begin{aligned} \gamma &= I/\mu \{1 - \exp[-\mu t]\}; \\ \delta &= (\mu P_{\Pi 1})/(\lambda P_B) \{1 - \exp[-\lambda P_B t]\}; \\ \eta &= (\nu P_{\Pi 0})/(\lambda P_B) \{1 - \exp[-\lambda P_B t]\}. \end{aligned} \quad (15)$$

Приклад 1

Вихідні дані: маємо рівноінтенсивні і рівноймовірні інтенсивності та ймовірності переходів системи автотехнічного забезпечення маршру із будь-якого стану в будь-який її стан, а саме (див. рис. 1): $\mu = \nu = \lambda = i = 1/2$ години; $t = 5 \dots 48$ годин; $P_{\Pi 1} = P_{\Pi 0} = P_B = 1/4$. Визначити загальні ймовірності, які потрібно кількісно зіставити, а саме, ймовірності: $P_{00}(t)$; $P_{01}(t)$; $P_{10}(t)$; $P_P(t) = P_{00}(t) + P_{01}(t)$, а також $E_1 = P_P(t)/P_{10}$.

Рішення:

$$\begin{aligned} P_{00}(t=5 \dots 48) &= 0,38 \dots 0,25, \\ P_{01}(t=5 \dots 48) &= 0,33 \dots 0,25, \\ P_{10}(t=5 \dots 48) &= 0,29 \dots 0,50, \\ P_P(t=5 \dots 48) &= 0,71 \dots 0,50, \\ E_1 = P_P(t)/P_{10}(t) &= 2,36 \dots 1,0. \end{aligned}$$

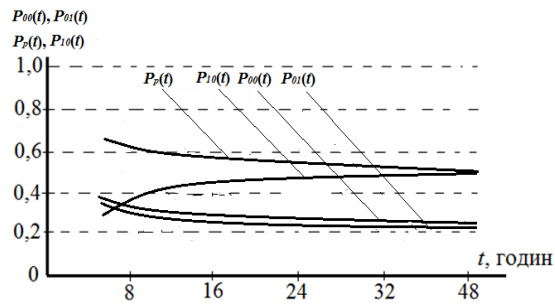


Рис. 4. Приклад 1

Вплив маскування АТ і збільшення ймовірності її відновлення на ефективність функціонування системи АТЗ маршу

Приклад 2

Вихідні дані: маємо рівноінтенсивні інтенсивності переходів системи автотехнічного забезпечення маршу із будь-якого стану в будь-який її стан, а саме (див. рис. 1):

$$\mu = \nu = \lambda = i = 1/2 \text{ години}; t = 5 \dots 48 \text{ годин}; P_{11} = P_{10} = 1/8; P_B = 1/2.$$

Визначити загальні ймовірності, які потрібно кількісно зіставити, а саме, ймовірності: $P_{00}(t)$; $P_{01}(t)$; $P_{10}(t)$; $P_P(t) = P_{00}(t) + P_{01}(t)$, а також $E_1 = P_P(t) / P_{10}$; E_2 / E_1 .

Рішення:

$$P_{00}(t = 5 \dots 48) = 0,465 \dots 0,402; P_{01}(t = 5 \dots 48) = 0,402 \dots 0,402;$$

$$P_{10}(t = 5 \dots 48) = 0,132 \dots 0,196; P_P(t = 5 \dots 48) = 0,867 \dots 0,804;$$

$$E_2 = P_P(t) / P_{10}(t) = 6,52 \dots 4,10; E_2 / E_1 = (6,52 \dots 4,10) / (2,36 \dots 1,0) = (2,76 \dots 4,10).$$

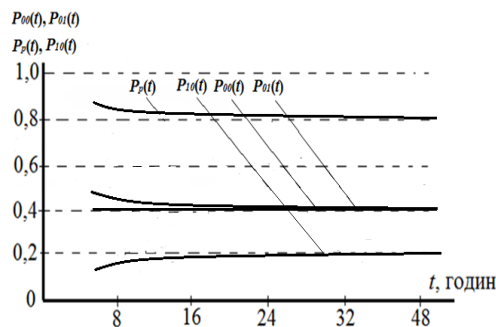


Рис. 5. Приклад 2

Висновок. Збільшення часу відновлення, а через це і ймовірності перебування зразків техніки у стані неготовності до маршу, суттєво зменшує критерій ефективності функціонування. Це свідчить про те, що зміна факторів впливу на відновлення техніки у сукупності зменшує ймовірність швидкого відновлення її боєздатності у подальшому. Тому функціонування системи автотехнічного забезпечення маршу можливо спрогнозувати, використовуючи статистичні дані автомобільної служби і відомості про ворога, та, виходячи з отриманого критерію, оцінити можливості сил та засобів автотехнічного забезпечення і вжити заходів, що його підвищать.

Список використаної літератури

1. Дем'янчук Б.О. *Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень* / Б.О. Дем'янчук, О.В. Малишкін. Навчальний посібник з грифом МОН. – Одеса: Військова академія. – 2014. – 240 с.
2. *Основи автотехнічного забезпечення. Моделювання процесів: навчальний посібник* / Б.О. Дем'янчук, С.М. Верпівський, В.М. Меленчук – Одеса: Видавництво Військова академія (м. Одеса), 2015. – 330 с.
3. *Автотехнічне забезпечення. Управління ресурсом і оновленням парку автомобілів: навчальний посібник* / Б.О. Дем'янчук, В.А. Маханьков, В.Ф. Обертас – Одеса: Видавництво: Військова академія (м. Одеса), 2016. – 250 с.

Науковий керівник: Дем'янчук Б.О., д.т.н., доц.

Рецензент: Оленев В.М., к.військ. н., проф., Військова академія (м. Одеса)

УДК 355.69

Пісний Б.М., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

АНАЛІЗ ЗАХОДІВ З АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЯКИХ НЕОБХІДНО ВИКОРИСТОВУВАТИ ПОВІТРЯНИЙ ТРАНСПОРТ

У статті наводяться пропозиції щодо удосконалення організації автотехнічного забезпечення бойових дій військової частини при використанні повітряного транспорту та пропозиції щодо безпосереднього використання

Ключові слова: *повітряні перевезення, автотехнічного забезпечення, доставка, контроль.*

Постановка проблеми. На маневреність засобів автотехнічного забезпечення (АТЗ) військової частини впливають різні фактори. Аналіз особливостей бойового застосування військ в гірській, степовій і лісистій місцевості показує, що фізико-географічні умови значно ускладнюють проведення АТЗ військ, організація якої повинна проводитись з урахуванням наступних факторів: зменшення кількості районів (майданчиків), зручних для розгортання частин і підрозділів; збільшення відстані доставки засобів АТЗ; зменшується вантажопідйомність автотранспорту та середня швидкість руху; збільшується час доставки АТЗ. Проведені дослідження показують, що фізико-географічна специфіка особливості гірничо-лісової місцевості, порівняно з рівнинним, суттєво знижують ефективність функціонування системи доставки засобів автотехнічного забезпечення. Гірська, лісова і степова місцевості дуже відрізняються одна від одної. Автомобілі не завжди можуть проїхати по тій чи іншій місцевості, та вчасно здійснити доставку майна автотехнічного забезпечення до військових частин. Водночас, як свідчить аналіз результатів досліджень [2], розвиток та модернізація засобів доставки у Збройних Силах України практично не проводиться або проводиться на рівні науково-практичних досліджень без подальшого їх прийняття на озброєння.

Мета статті: полягає в удосконаленні організації автотехнічного забезпечення бойових дій військової частини при використанні повітряного транспорту та пропозиції щодо побудови пріоритетного ряду черговості доставки засобів автотехнічного забезпечення авіатранспортом.

Виклад основного матеріалу. Дослідження показали, що можливості існуючої системи АТЗ не завжди відповідають потребам військ, що діють в особливих умовах (гори, степ, ліси тощо). В першу чергу це пояснюється особливостями бойового застосування військ. Бойові дії окремих угруповань військ на роз'єднаних напрямках, вносять додаткові складнощі у вирішенні завдань АТЗ. Особливе перевантаження буде відчувати система доставки засобів автотехнічного забезпечення. Так, проведені розрахунки показали, що фізико-географічні особливості гірничо-лісової смуги в порівнянні з рівнинами, зменшує ефективність функціонування системи доставки засобів АТЗ на 35...48%.

В гірських, лісових і степових районах збільшуються часи доставки запасів, а труднопрохідна місцевість значно знижує швидкість і вантажопідйомність автотранспорту. Крім того, дослідження показали, що можливості транспортної техніки з подоланням перешкод значно нижче, ніж у бойовій техніці сухопутних військ. Практично всі автомобільні дороги гірничої системи мають малі радіуси поворотів (8-15 метрів). На підставі цього можна стверджувати, що для подачі засобів, навіть при нормальній роботі автодоріг (без руйнувань), потрібно використовувати повітряний транспорт.

По транспорту на маршрутах доставки можливі удари тактичної і армійської авіації противника та вплив диверсійно-розвідувальних груп противника. У можливості впливу на транспорт армійської авіації свідчить досвід локальних війн в Індокитаї і на Близькому Сході. Слід очікувати застосування патрулів дальньої розвідки, які закидаються на вертольотах в тил строком на 3-8 діб для збору та передачі даних про пересування шляхами комунікацій, що ведуть до лінії фронту.

У контакті з патрулями дальньої розвідки будуть діяти "група негайного реагування" вертольотами вогневої підтримки, які залучаються для нанесення раптового удару по важливим цілям противника.

Проведені дослідження [1, 3–6] показали, що незважаючи на плановане проведення організаційних та відновлювальних заходів на транспортних об'єктах, затримка у перевезеннях матеріальних засобів наземними видами транспорту (в порівнянні з плановими термінами) може скласти від 3 до 6 діб. З цього випливає, що для своєчасної доставки матеріальних засобів військам, необхідно використовувати повітряний транспорт. Практика показала, що вертольоти, навіть в найскладніших умовах, виконують завдання забезпечення з набагато більшим успіхом, ніж наземний транспорт.

Доставка по повітрю зменшує вплив плечей підвозу, виключає залежність від стану доріг та їх завантаженості, а в наслідок цього забезпечує своєчасну доставку автотехнічних засобів. Доцільність застосування вертольотів для доставки засобів по тимчасовому чиннику можна оцінити залежністю:

$$S_{кр} = \frac{V_B V_a}{V_B - V_a} (t_B - t_a),$$

де $S_{кр}$ – величина плеча підвозу, при якому години подачі засобів вертольотами і автотранспортом будуть рівні;

$V_B V_a$ – швидкість транспортування засобів вертольотами та автотранспортом;

$t_B - t_a$ – час підготовки засобів до транспортування і подачі їх адресату.

У роки Другої світової війни у підвозі матеріальних засобів 5 гв. ТА в Уманьсько-Баташанської і Білоруської, 4 гв. ТА у Вісло-Одерській 6 гв. ТА в Маньчжурської операції, коли вони діяли на більшій відстані від забезпечення їх тилу, головну роль зіграв повітряний транспорт.

Не в меншій мірі ефективність бойового застосування військ залежить від своєчасного і якісного проведення таких заходів АТЗ як організація та проведення технічного обслуговування та ремонту несправної автомобільної техніки.

Таким чином, виникає необхідність вирішення таких важливих питань:

визначення раціонального обсягу та черговості відновлення пошкодженої техніки;

встановлення напрямків та шляхів удосконалення ремонтно-відновлювальних робіт.

При цьому слід враховувати, що кінцевою метою проведення ремонтно-відновлювальних робіт є підвищення на задану величину ефективності бойових дій військових частин з урахуванням наявності обмежень по часу. Черговість відновлення техніки повинна визначатися пріоритетним рядом, збудованим з пошкоджених зразків. Згідно методики, ознакою побудови пріоритетного ряду є величина

$$\eta_j = \frac{\Delta \exists_j}{(\Delta t_{ji})_{cp}},$$

де $\Delta \exists_j$ – приріст ефективності j -го зразка техніки;

$(\Delta t_{ji})_{cp}$ – середній час відновлення одного примірника j -го зразка техніки.

Разом з тим, кожен ремонтний орган розташований на видаленні від пошкодженого зразка озброєння (техніки). Тому, до тривалості безпосереднього відновлення Δt_j додається ще організаційний час $(\Delta t_{jik})_{cp}$ і час евакуації пошкодженого зразка (доставки ремонтних бригад до ушкоджених зразків) $(\Delta t_{jik})_{\exists}$. Тоді загальні витрати часу на відновлення можна визначити виразом

$$t_{jik} = \Delta t_{ji} + (\Delta t_{jik})_{cp} + (\Delta t_{jik})_{\exists}.$$

Пріоритетний ряд, за яким приймається рішення про те, в якому ремонтному органі необхідно відновлювати даний зразок техніки, буде визначатися за величиною

$$\eta_{jk} = \frac{\Delta \exists_{ji}}{(\Delta t_{jik})_{cp}}.$$

Очевидно, що $\eta_{jk} < \eta_j$.

При організації ремонту необхідно прагнути до того, щоб в кінцевому результаті прийти до досягнення рівності. Одним з таких шляхів є зменшення Δt_{jik} за рахунок використання вертольотів при доставці ремонтних бригад до ушкодженого зразка (евакуації пошкодженого зразка). Іншим варіантом використання вертольотів типу Мі – 6, Мі – 8, Мі – 26 є розміщення у вантажних кабінах апаратури ПАРМ-3М та інших видів ремонтно-перевірочної техніки. В перспективі слід очікувати створення універсальних контрольно-перевірочних машин (КПМ) з використанням бортової ЕВМ. Показовим у цьому плані є досвід, накопичений у військах ППО колишнього Радянського Союзу. Була розроблена система доставки ЗП і необхідних блоків, вузлів і агрегатів на бойовому чергуванні з допомогою спеціально виділеного вертольота, який знаходиться у двох-годинній готовності на аеродромі поблизу групових складів служби РАО. Це дозволяє в значній мірі скоротити час простою несправної техніки. Досвід навчань, проведених в цей час, показує, що відновлення однієї збратор, потребує поточного ремонту, при відсутності в збр дефіцитного ЗП становить 4...4,5 доби, а використання вертольотів для доставки необхідних для ремонту агрегатів і ЗП скорочує час відновлення до доби. Використовуючи переваги агрегатного методу ремонту і більше враховуючи організаційні втрати часу при ремонті озброєння та техніки ремонтними органами в ході операції, доцільно створювати мобільні (на вертольотах) спеціалізовані ремонтні групи. Ці групи, що складаються з досвідчених висококваліфікованих спеціалістів-ремонтників, маючи необхідний запас ЗП у вигляді блоків (великих вузлів) і постійний зв'язок зі своїм ремонтним органом, здатні проводити ремонт озброєння та техніки в місцях його виходу з ладу, при цьому в короткий термін може відновлюватися зразок, який має слабкі і середні ушкодження. Особливо важливе застосування таких ремонтних груп для відновлення радіолокаційного озброєння. У цьому випадку вертольоти можуть використовуватися в якості кранів при заміні антенних пристроїв, які є найбільш уразливими від вогневого впливу противника. Посилення ремонтних органів частин такими мобільними групами дозволить значно збільшити їх можливості щодо відновлення озброєння та техніки в ході операції.

В системі відновлення озброєння і техніки найважливіша роль буде належити технічній розвідці, так як лише вона може забезпечити своєчасний збір даних, необхідних для прийняття обґрунтованого рішення на виробництво ремонтно-евакуаційних та інших відновлювальних робіт в інтересах як найшвидшого поповнення втрат підрозділів і частин в техніці. В даний час в тактичній ланці відсутні штатні підрозділи технічної розвідки. Технічна розвідка ведеться особовим складом, що входить до складу замикання похідних колон при висуванні військ, а також пунктів технічного спостереження, ремонтно-евакуаційних груп, екіпажами тягачів, рекогносцировочними групами, які виділяються зі складу ремонтних підрозділів. Дослідження показали, що органи технічної розвідки військової ланки повинні своєчасно охоплювати не менш 85% виведеної з ладу техніки. Для того, щоб розв'язати цю проблему, виникла об'єктивна необхідність мати штатні органи технічної розвідки, укомплектовані особовим складом відповідних спеціальностей і оснащені спеціально створеними для цих цілей засобами. При цьому для ведення технічної розвідки, крім наземних засобів, в обов'язковому порядку повинні використовуватися вертольоти з комплектом спеціального обладнання.

Висновок. Таким чином, до основних заходів АТЗ військових частин, для виконання яких необхідно використовувати повітряний транспорт відносяться:

створення у військових частинах і підрозділах встановлених засобів АТЗ (автомобільної техніки і автомобільного майна);

своєчасне заповнення їх витрат та втрат;

маневр запасами засобів АТЗ в ході бойових дій;

своєчасне забезпечення автомобільної техніки необхідними ЗП і маневрами ремонтних сил і засобів;

організація технічної розвідки за всіма видами озброєння і техніки.

Особливо необхідним виявляє застосування повітряного транспорту для вирішення розглянутих заходів АТЗ військових частин і підрозділів, що діє у відриві від основних баз постачання, в умовах постійного вогневого впливу противника.

Список використаних джерел

1. Булгаков В.В. *Вооруженный конфликт: формы и способы действий* / Булгаков В.В. – К. : «Военная мысль» – 2002. – № 1. – С.39–43.
2. Воробьев И.Н. *Контртеррористическая операция: анализ, уроки и выводы* / Воробьев И.Н., Киселев В.А. // «Оперативная информация» – 2004. – 82 с.
3. Оленев В.М., Хаба С.М., Попович В.І. *Оцінка факторів, які впливають на маневреність засобів автотехнічного забезпечення військової частини*. Збірник наукових праць Військової академії (м.Одеса). – №2 (8). – Одеса : ВА, 2017. – С. 93–99
4. *Особливості автотехнічного забезпечення військових частин в гірській, степовій та лісистих місцевості* / С.М. Хаба, В.М Оленев: *Матеріали Третьої Всеукраїнської курсантсько-студентської науково-практичної конференції*. 24.11.2017р., Одеса, 2017. – С.103–104.
5. Хаба С.М., Оленев В.М. *Особливості автотехнічного забезпечення військових частин в гірській, степовій та лісистих місцевості* // *Національна безпека України: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення. Матеріали Третьої Всеукраїнської курсантсько-студентської науково-практичної конференції*. 24.11.2017р., Одеса. 2017. – С. 99–100.
6. Чепков І.Б. *Проблеми технічного оснащення Збройних Сил України та шляхи їх розв'язання в сучасних умовах* / І.Б. Чепков // *Наука оборона*. – 2014. – № 3. – С. 43–50.

Науковий керівник: Оленев В.М., к.військ.н., проф.

Рецензент: Шлапак В.О., к.ф.-м. н., доц., Військова академія (м. Одеса)

УДК 614.84

Свірідов Д.С., магістрант

Військова академія (м. Одеса), Україна

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИСКОРЕННЯ І ЗБІЛЬШЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ЕВАКУАЦІЇ ТЕХНІКИ, ПОШКОДЖЕНОЇ В БОЙОВИХ УМОВАХ

В роботі наведені пропозиції щодо вдосконалення системи евакуаційних заходів, для подальшого покращення ефективності евакуації військової автомобільної техніки під час бою.

Ключові слова: евакуаційні заходи, озброєння та військова техніка, евакуаційні засоби.

Поставлення проблеми. В сучасних умовах використання військової автомобільної техніки при зростаючій вражаючій дії на неї супротивника підсистема евакуації є вирішальною для підсистеми ремонту, яка здатна ефективно функціонувати тільки при відповідності виробничих можливостей обох підсистем, а саме при своєчасній доставці засобами евакуації непрацездатної автомобільної техніки в ремонтно-відновлювальні органи.

Мета статті полягає у дослідженні проблем звільнення військ і маршрутів їх переміщення від пошкодженої автомобільної техніки, забезпечення ремонтних частин і підрозділів ремонтним фондом, а також зберігання машин які вийшли з ладу.

Виклад основного матеріалу. Евакуація військової автомобільної техніки є складовою частиною автотехнічного забезпечення військ. Технічні основи евакуації, а також практичні прийоми проведення евакуаційних робіт, розробляються Генерального штабу Збройних сил України. Під евакуацією автомобільної техніки, озброєння і військової техніки (надалі за текстом «машина», «об'єкт») розуміється комплекс робіт, включаючи пошук, витягування застряглих (перевернених, затонулих) машин, приведення їх в транспортабельний стан, транспортування пошкоджених або таких, що не мають водіїв (механіків-водіїв) машин з місць виходу з ладу, або яким загрожує захоплення супротивником, до маршрутів евакуації, в місця ремонту, або до місць передачі.

I. В ході бойових дій при організації евакуації заступник командира частини з озброєння (начальник автомобільної служби) робить розрахунки об'єму евакуаційних робіт, можливостей евакуаційних органів, визначає потребу в засобах посилення і розробляє пропозиції щодо організації евакуації пошкодженої автомобільної техніки, які позначаються на робочій карті з вказівкою місць розміщення евакуаційного фонду, розгортання збірних пунктів пошкоджених машин (збірний пункт пошкоджених машин.) і розміщення евакуаційних підрозділів.

Основні принципи організації евакуації:

- евакуація пошкодженої автомобільної техніки здійснюється безпосередньо в ході дій військ;
- в усіх випадках, як правило, спочатку евакуюються машини з водіями (екіпажами), легко застрягли (затонулі) машини з найменшим об'ємом ремонтних та інших робіт;
- в першу чергу евакуюються автомобільної техніки з-під вогню супротивника, з районів або місць, яким погрожує захоплення супротивником;
- передусім евакуюються машини, що найбільшою мірою визначають боєздатність підрозділу в цих умовах бойової обстановки, а з них з найменшим об'ємом ремонтних і евакуаційних робіт;
- в умовах радіоактивного і хімічного зараження евакуаційні роботи проводяться після радіаційної і хімічної розвідки і проведення (при необхідності) часткової спеціальної обробки.

До основних заходів, що проводяться при евакуації машин, відносяться наступні:

- уточнення місця знаходження і стану машин, що підлягають евакуації, за даними технічної розвідки;

- виконання підготовчих робіт;
- виведення пошкоджених (несправних) машин з-під вогню супротивника;
- витягування застряглих, затонулих, засипаних машин, перевертання перевернених машин;
- буксирування (транспортування) пошкоджених (несправних) машин.

I. В ході наступу евакуація автомобільної техніки у військовій ланці здійснюється, як правило, вперед, по напрямку пересування військ, а також в напрямках сил і засобів самих підрозділів (частин), наданих евакуаційних підрозділів і попутним транспортом в місця, сплановані для розгортання збірний пункт пошкоджених машин..

При веденні оборонних дій евакуація пошкоджених машин здійснюється засобами нижчої ланки на збірний пункт пошкоджених машин. або до ремонтних підрозділів (частинам) старшого начальника. Евакуувати пошкоджені машини в оборонному бою необхідно негайно, щоб супротивник у разі свого просування не зміг їх захопити або знищити.

II. Евакуація машин здійснюється у декілька етапів і розділяється на первинну і подальшу.

Первинна евакуація – евакуація машин з районів бойових дій і з місць виходу їх з ладу до маршрутів евакуації або на найближчі збірний пункт пошкоджених машин.

Первинна евакуація виконується силами і засобами підрозділів і частин. В окремих випадках для первинної евакуації можуть залучатись евакуаційні органи старших начальників.

Подальша евакуація – подальше транспортування об'єктів з маршрутів евакуації і збірний пункт пошкоджених машин. в місця їх ремонту або завантаження на транспорт для відправки.

Подальша евакуація виконується силами і засобами з'єднань і об'єднань.

Безпосереднє виконання робіт при евакуації автомобільної техніки здійснюється екіпажами евакуаційних машин, водіями (розрахунками), а також особовим складом інших підрозділів, що залучаються з цією метою.

Для успішного виконання робіт по витягуванню машин, що вийшли з ладу, велике значення має правильна оцінка характеру застрягання і відповідність тягових можливостей засобів евакуації необхідним зусиллям витягування. Крім того, успіх цих робіт визначається вибором способів і прийомів евакуації, які залежать від особливостей розкладки такелажних схем, об'єму і трудомісткості підготовчих робіт.

III. Процес евакуації пов'язаний із забезпеченням переміщення застряглого або пошкодженого об'єкту і в загальному випадку передбачає подолання сил опору руху (при його витягуванні, буксируванні або транспортуванні) за рахунок того, що прикладається засобом евакуації тягового зусилля.

Щоб правильно вибрати заздалегідь або перевірити достатність тягових можливостей засобу евакуації, необхідно за результатами огляду об'єкту і оцінки його технічного стану, складності застрягання визначити орієнтовні величини сил опору переміщенню об'єкту і тягового зусилля, що розвивається засобом евакуації, та порівняти їх між собою. Опір переміщенню (руху) об'єкту евакуації виникає в результаті взаємодії його складових частин (передусім елементів ходової частини, рами, корпусу і т.д.) з докільцям, ґрунтом перешкоди або полотном дороги.

На об'єкт евакуації можуть діяти сили опору переміщенню (R_П), які за природою виникнення підрозділяють на сили основного(R₁) і додаткового(R₂) опорів:

$$R_{\text{П}} = R_1 + R_2 \quad (1)$$

Сила основного опору переміщенню об'єкту евакуації (R₁) включає опір коченню (R_к) і опір підйому (R_і), а також опір інерції (R_і) і повітряного середовища (R_w)

Q_m – вага об'єкту евакуації, α – кут подовжнього ухилу дороги;β – кут неспівпадіння напрямку переміщення об'єкту евакуації з напрямком докладання тягового зусилля;

Оскільки при витягуванні об'єктів евакуації діє незначна сила інерції і опору повітряного середовища, то ними можна нехтувати, тоді

$$R_{\Sigma} = R_k + R_i . \quad (2)$$

Сила опору коченню (R_k) обумовлена опором переміщенню, що виникає в результаті взаємодії коліс (гусеничного руху) машини з ґрунтом і деформації останнього, і може бути визначена по формулі

$$R_k = f * Q_m * \cos \alpha . \quad \dots\dots\dots (3)$$

де f – коефіцієнт опору коченню;

Q_m – вага об'єкту експлуатації, кН (тс);

α – кут повздовжнього ухилу дороги (місцевість), град.

Значення коефіцієнтів опору коченню (f) для колісних і гусеничних машин на різних дорогах (місцевості). Сила ваги об'єкту евакуації визначається з рівняння

$$Q_m = g * G_m . \quad (4)$$

де g – прискорення вільного падіння, рівне $9,81 \text{ м/с}^2$;

G_m – маса об'єкту, кг(т).

Сила опору підйому (R_i) викликається дією сили ваги об'єкту евакуації при русі його по похилій поверхні (схили ярів, насипів, ровів і тому подібне). В результаті цього виникає складова сила, паралельна дорозі і спрямована у бік, протилежний до напрямку руху об'єкту на підйом (при русі на спуску вона є кочення силою).

Сила опору підйому визначається по формулі:

$$R_i = Q_m * \sin \alpha . \quad (5)$$

Знак «плюс» приймається при русі машини на підйом, а «мінус» – при русі під ухил.

Для визначення величини сили основного опору переміщенню об'єкту евакуації (R_{Σ}) при застряганні в різних умовах можна використати емпіричні

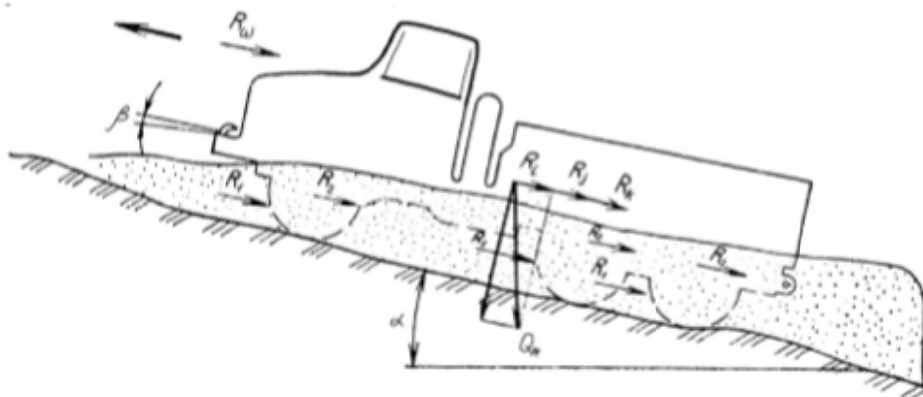


Рис 1. Схема опору які діють на автомобіль під час евакуації

Сучасні бойові дії вимагають більш високої тактичної самостійності підрозділів і частин, що викликає необхідність приведення структури і технічних можливостей засобів підсистеми евакуації в відповідність з новими оперативно-тактичними умовами.

В першу чергу повинна бути підвищена ефективність підсистеми евакуації військового рівня, що дозволить забезпечити необхідну автономність підрозділів і частин. Це може бути досягнуто при використанні двох груп засобів:

– в підрозділах ремонтно-евакуаційних машин і машин технічної допомоги для технічного обслуговування, поточного ремонту та евакуації автомобільної техніки;

– в евакуаційних підрозділах і частинах (від полку і вище) – евакуаційних тягачів і транспортерів для первинної та подальшої евакуації машин. Основні напрямки вдосконалення підсистеми евакуації:

1) забезпечення достатності сил і засобів підсистеми існуючого і перспективного парку автомобільної техніки, їх раціональне співвідношення в ланках «батальйон полк-бригада;

2) оснащення евакуаційних підрозділів і частин сучасними евакуаційні засоби з розрахунку: одна ремонтно-евакуаційних машин (машини технічної допомоги) на 25-30 од. в підрозділах та один евакуаційний тягач (транспортер) на 50-70 од. автомобільної техніки в полковому і бригадних ланках;

3) створення в полковому і бригадних ланках резерву евакуаційна машина за рахунок включення в їх евакуаційні органи по 1-2 од. ремонтно-евакуаційних машин (машини технічної допомоги) для забезпечення підрозділів, які не мають штатних засобів евакуації, і маневру силами і засобами в залежності від складається бойової обстановки;

4) підвищення ефективності використання евакуаційних засобів за рахунок їх оснащення локальної силах різних держав, засобами зв'язку, автономними електросиловими установками та іншим сучасним обладнанням для проведення евакуаційних і ремонтних робіт;

5) оснащення машин підрозділів, в першу чергу не мають при ланцюгового навантаження, жорсткими буксирами «трикутник» для їх використання в якості автотягачів для буксирування однотипної непрацездатною автомобільної техніки.

Здійснення зазначених заходів має проводитися на основі своєчасної модернізації існуючих засобів і оснащення ними військ .

Висновок. Евакуація військової автомобільної техніки є складовою частиною автотехнічного забезпечення військ. Організація евакуації являється ключовою основою яка базується на знанні, умінні, навичках, які набули Збройні сили України з досвіду участі у локальних збройних конфліктах. Технічні основи евакуації, а також практичні прийоми проведення евакуаційних робіт наведені в керівних документах Генерального штабу Збройних сил України.

Було представлено ряд спеціальних зразків, їх модифікації та напрямку розвитку, щодо вдосконалення систем яка призначена для евакуації військової автомобільної техніки.

Евакуаційні можливості даних зразків, як і їх кількість в військовому ланці, не в повній мірі відповідають потребам військ в евакуації автомобільної техніки при сучасних бойових діях.

У зв'язку з модернізацією військової автомобільної техніки та постійним оновленням парку ведуться розробки, щодо вдосконалення системи евакуаційних заходів, які потребують більшої мобільності і швидкості, що в свою чергу допоможе своєчасно відновити та поставити техніку у стрій, а також зберегти життя особового складу в ході бойових дій.

Список використаних джерел

1. *Технічне забезпечення військ (сил) у операції і бою. Підручник, ч. 1 – К. – 2001. – 616 с.*
2. *Основи автотехнічного забезпечення. Моделювання процесів Посібник, Військова Академія, 2015. – 330 с.*
3. *Автотехнічне забезпечення. Управління ресурсом і оновленням парку автомобілів. Військова академія (м. Одеса), 2016. – 250 с.*
4. *Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень. Навчальний підручник, Військова академія, 2014. – 240 с.*

Науковий керівник: Обертас В.Ф.

Рецензент: Артемов В.О., к.т.н., доц., Військова академія (м. Одеса)

УДК 614.84

Сухарніков О.І., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ПО ПІДВИЩЕННЮ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ГІДРОМЕХАНІЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ БАГАТОВІСНИХ КОЛІСНИХ ШАСІ

В роботі наведені пропозиції щодо вирішення завдання безшумного та безударного включення передач в гідромеханічній трансмісії за допомогою зубчатих муфт, якими керують гальма-синхронізатори за допомогою приладу формування імпульсів тиску.

Ключові слова: *коробка передач, гідромеханічна трансмісія, зубчата муфта, гальмо-синхронізатор, імпульсна система.*

Постановка проблеми. Гідромеханічні трансмісії на даний час широко використовуються на транспорті: від легкових автомобілів і легких навантажувачів до надважких спеціальних вантажних шасі. Найчастіше працюють з планетарними коробками передач, хоча зустрічаються і поєднання зі звичайними двох- і трьохвальними конструкціями. Під час їх експлуатації виникає проблема удосконалення системи управління гідромеханічною трансмісією з метою досягнення найкращих тягово – динамічних показників машини та її паливної економічності.

Мета статті: полягає у дослідженні проблем, що виникають під час застосування системи управління гідромеханічною трансмісією та пошуку шляхів для її покращення.

Тягово-динамічні показники і паливна економічність автомобіля багато в чому залежать від трансмісії. Сучасні трансмісії багатоступінчасті, що пов'язано не стільки з підвищенням тягово-динамічних показників і поліпшенням плавності руху, скільки з посиленням екологічних норм токсичності вихлопу двигунів. Щоб відповідати нормам EURO-4,5,6, двигун повинен працювати в дуже вузькому діапазоні зміни кутових швидкостей колінчастого вала. Для перекриття необхідного діапазону швидкостей руху і тягових зусиль необхідна більша кількість ступенів в коробці передач (далі КП). Зі збільшенням числа ступенів різко ускладнюється управління коробкою передач і вибір оптимальних режимів руху, тому основна увага при створенні сучасних трансмісій приділяється їх автоматизації.

Найбільш пристосовані до автоматизації гідромеханічні трансмісії. Гідромеханічні трансмісії (далі ГМТ) – це трансмісії до складу яких входить (КП) з гідродинамічним перетворювачем обертового моменту – гідротрансформатором (далі ГТ). У ГТ, крім його складності, є ще один істотний недолік – це невисокий коефіцієнт корисної дії, пов'язаний з подвійним перетворенням енергії механічної – в динамічний напір рідини і назад – в механічну, що супроводжується неминучими втратами енергії. Але ГМТ легко піддаються автоматизації. Для них збільшення числа ступенів передач не викликає ускладнення управління, оскільки виконавчі елементи бортової системи управління найкраще пристосовані до взаємодії з фрікціонами або гальмами ГМТ.

В даний час найбільш поширеними автоматичними КП є гідромеханічні. Ними оснащується 98% легкових автомобілів, у США., 60% які виготовляються в Японії, 30% – у Німеччині. Основні переваги таких КП – це безступінчата зміна крутного моменту в залежності від опору руху і швидкості автомобіля: спрощення керування автомобілем за рахунок відсутності педалі зчеплення, забезпечується плавний розгін без переривання передачі крутного моменту, що підвищує комфортабельність і прохідність автомобіля. Досвід експлуатації показує, що ресурс деталей, що працюють з ГМТ, значно вище і в ряді випадків вони витрачають менше палива.

Оскільки діапазон регульованого потоку потужності з досить високим ККД у ГТ невеликий, то за ним встановлюється багатоступінчаста коробка передач, переключення ступенів в якій можливо

здійснювати тільки фрикційними муфтами так як при розриві потоку потужності турбінний вал ГТ розганяється до кутової швидкості колінчастого вала двигуна, а вихідний, навпаки, сповільнюється, в результаті чого величина відносної кутової швидкості які з'єднуються на вищих ступенях передач значна. Застосування фрикційних муфт переключення передач у багатоступінчатих КП на сучасних автомобілях значно ускладнює їх конструкцію, збільшує масу та габарити.

У 70-і рр. використовували компактні, але не дуже економічні триступінчасті гідромеханічні передачі (далі ГМТ), в 80-і рр. – більш економічні – чотириступінчасті, але великих габаритів і маси. Прагнення сю131п' втрати за рахунок роботи ГТ при більш високих значеннях ККД призводить до зменшення числа ступенів у КП і тривалій роботі на заблокованому ГТ. Сьогодні стандарт - п'яти або шестиступінчасті ГМП, але пропонуються вже семиступінчасті і восьмиступінчасті ГМП (для кар'єрних самоскидів) (фірма «Алісон»). Ведуться роботи над десятиступінчатою ГМП. В результаті над габарити і маса таких коробок передач зростають ще більше.

Зменшення габаритів і маси за рахунок заміни вальної КП планетарної кардинально проблему не вирішило, оскільки істотно збільшило трудомісткість виробництва і ремонту. Крім того, в планетарній коробці передач складно отримати необхідний геометричний ряд передавальних чисел при великій кількості ступенів.

Поліпшити масогабаритні показники ГМТ можна за рахунок заміни фрикційних муфт зубчастими. Вони мають високу навантажувальну здатність при невеликих габаритах і масі. Але для їх включення необхідно забезпечити синхронізацію кутових швидкостей з'єднуються зубчастих полумуфт в межах 0,15 рад /с. Звичайні інерційні синхронізатори у цьому випадку непридатні, оскільки при вирівнюванні кутових швидкостей зубчастих полумуфт ГТ не припиняє передачу крутного моменту і синхронізатор не розблокує. Застосування синхронізаторів без блокуючої ланки погіршує якість процесу перемикавання, збільшує динамічні навантаження на контактуючі крайки зубців напівмуфт, що позначається на їх довговічності.

Одним з рішень було введення в конструкцію ГМТ зчеплення, що роз'єднує двигун і гідротрансформатор на час перемикавання ступенів в КП (трактор ДТ – 175С). Але така схема трансмісії не знайшла застосування через свою громіздкість. Замість зчеплення використовували ГТ який спорожняється (трактор ВТ-200), однак додаткові моменти інерції від ГТ привели або до необхідності встановлення багатодискових синхронізаторів для зменшення часу перемикавання передач, або до перемикавання їх на зупинках. Крім того, під час спорожнення і заповнення ГТ виникла кавітація, що руйнує лопаточну систему ГТ. Таким чином, повна заміна фрикційних муфт зубчастими не знайшла застосування.

Підвищити якість процесу включення зубчастих муфт ГМП на зупинках можливо за допомогою введення в її конструкцію спеціального гальма-синхронізатора (далі ГС), який загальмовують турбінний вал ГТ, як це зроблено в гідромеханічній КП десантної гусеничної машини. У ній для технологічної передачі, що реалізує максимальну силу тяги по зчепленню, а також для реверсу використовуються зубчасті муфти, що включаються на зупиненій машині.

Для виключення ударів при включенні зубчастих муфт система управління давала заборона на переміщення полумуфт до досягнення кутової швидкості в 5 рад /с. Але час знаходження зубчастих полумуфт в діапазоні кутових швидкостей від 5 рад /с до повної зупинки, в якому відбувається їх безшумне і безударне включення, виявився настільки малим, що виконавчий механізм не встигав перемістити зубчасту напівмуфту, пов'язану з турбінним валом, для її включення. В результаті обидві зубчасті напівмуфти виявлялися нерухомими і при неспівпадині зубів однієї зі впадинами іншої процес включення завершитися не міг. У цьому випадку потрібна вже не синхронізація кутових швидкостей полумуфт, а десинхронізація – примусове обертання ведучої зубчастої напівмуфти з кутовою швидкістю 0,1 ... 5 рад /с відносно відомої напівмуфти.

Продовжити час буксування (ГС) гальма – синхронізатора з необхідною для включення зубчастої напівмуфти кутовий швидкістю φ_3 , підбираючи тиск управління у виконавчому гідроциліндрі ГС, виявилось вельми проблематично. Змінюючи рівні тиску p від 1,4 до 0,6 МПа, час перебування, зубчастої муфти в необхідному діапазоні кутових швидкостей складало десятки частки секунди. Більш високий рівень тиску дозволяє швидко досягти необхідної кутової швидкості, але час перебування зубчастої муфти в потрібному інтервалі кутових швидкостей до зупинки турбінного валу мінімальний.

Висновок. Для вирішення завдання безшумного та безударного включення зубчатих муфт керувати гальмом-синхронізатором необхідно за допомогою застосування імпульсної системи, яка спроможна модулювати імпульси тиску керування по амплітуді та частоті за допомогою спеціального приладу формування імпульсів тиску.

Список використаних джерел

1. *Технічне забезпечення військ (сил) у операції і бою. Підручник, ч. 1 – К. – 2001. – 616 с.*
2. *Основи автотехнічного забезпечення. Моделювання процесів Посібник, Військова Академія, 2015. – 330 с.*
3. *Автотехнічне забезпечення. Управління ресурсом і оновленням парку автомобілів. Військова академія (м. Одеса), 2016. – 250 с.*
4. *Г.Л.Антипенко Імпульсні системи управління та діагностики гідромеханічних трансмісій мобільних автомобілів.*
5. *Тарасик; В.П. Вдосконалення процесів управління зубчастими муфтами тракторних трансмісій / В.П. Тарасик, Г.Л. Антипенко // Трактори та сільськогосподарські машини. – 1989. – №11. – С. 9–12*

Науковий керівник: Купринюк О.П.

Рецензент: Артемов В.О., к.т.н., доц., Військова академія (м. Одеса)

УДК 614.84

Філіпенко В.І., магістрант*Військова академія (м.Одеса), Україна*

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ДИЗЕЛІВ

В роботі обґрунтована й експериментально підтверджена можливість удосконалення технології ремонту транспортної техніки за рахунок застосування запропонованого нового способу обробки, а саме дискретного зміцнення робочих поверхонь шийок колінчастих валів, виготовлених з чавуну і сталей, що підвищує їх зносостійкість і ремонтпридатність.

Ключові слова: *технічний стан, дослідження, контроль.*

Постановка проблеми. Працездатність двигуна, стабільність його техніко-економічних характеристик у процесі експлуатації значною мірою залежать від терміну служби і стану колінчастого вала. Для цієї деталі дуже важливими показниками, що визначають її експлуатаційні властивості, є культура виробництва, включаючи рівень технології виготовлення (відновлення), механічні характеристики матеріалу і якість робочих поверхонь деталі, а також її ремонтпридатність. Оптимізація цих показників у достатньому ступені дасть змогу збільшити ресурс як самої деталі, так і двигуна загалом, а отже, значно скоротить витрати на закупівлю запасних частин. Сьогодні багато транспортних засобів у різних галузях промисловості мають дуже обмежений термін служби, що призводить до величезних збитків. Матеріальні втрати внаслідок тертя і зношування у машинобудуванні розвинених держав досягають 4–5 % від національного доходу. Згідно з наявними даними, опір тертю поглинає в усьому світі 30–40 % від вироблюваної протягом року енергії. Витрати на ремонт і технічне обслуговування машин інколи в кілька разів перевищують їхню вартість. Відомо, що двигуни транспортної техніки за увесь термін служби ремонтують до 5 разів. Ресурс двигуна після ремонту порівняно з ресурсом нового двигуна становить 30–50 %, хоча за технічними умовами повинен бути не нижче 80 %. У той самий час, як показує практика, близько 75 % деталей після розбирання агрегатів, що надходять в капітальний ремонт, мають великий залишковий ресурс і можуть бути використані повторно після відновлення з витратами, що не перевищують 40–60 % вартості нових деталей. Отже, завдання з підвищення зносостійкості деталей транспортних засобів і трибосистем загалом є актуальним і вимагає всебічного підходу і вивчення. При цьому відомо, що будь-який технологічний процес ремонту і відновлення деталі (агрегата) передбачає не тільки усунення змін геометричних параметрів, які виникли під час експлуатації, але й, насамперед, стримування тих руйнівних процесів, що відбуваються на поверхні деталі, і усунення їх наслідків. Тому за доволі великої кількості способів відновлення таких швидкозношуваних деталей, як колінчасті вали, актуальним завданням дотепер є пошук нових ефективних технологій виготовлення та ремонту, що підвищують ресурс їхніх робочих поверхонь.

Метою статті є удосконалення технології виготовлення та ремонту колінчастих валів з застосуванням дискретного зміцнення для підвищення ресурсу транспортної техніки. Основний матеріал. Для проведення досліджень з визначення впливу дискретного зміцнення на механічні і триботехнічні властивості сталі і високоміцного легованого чавуну з кулястим графітом, модифікованого Mg, зміцнених з використанням електрода зі сталі завтовшки $S = 1$ мм, був проведений комплекс досліджень, який показав, що величина струму розряду I_p значно впливає на мікротвердість матеріалу зміцненої зони. Установлено, що проведення дискретної обробки за величини струму розряду $I_p = 60$ – 70 А забезпечує збереження стабільності механічних властивостей зміцнених зон деталі. Дослідження впливу величини дискретності ϕ на коефіцієнт тертя f показало, що він має найменші величини за значень $\phi = 50$ – 70 %. Подальше збільшення дискретності не знижує коефіцієнт тертя. Металографічний аналіз зразків після

дискретного зміцнення показав, що у приповерхневому шарі чітко виявляються ділянки, які різко відрізняються від основного матеріалу. Вони мають вигляд світлої блискучої зони. Товщина “білого” шару у цих зонах коливається в межах 250–400 мкм, метал “білого” шару щільний і добре піддається поліруванню. Межа між “білим” шаром і металом, розташованим під ним, різко виражена, має прямолінійний або хвилеподібний характер. Метал по лінії сплавлення “білого” шару з основою (матрицею) не має несплавлень, розшарувань, шлакових включень, раковин.

Дослідження мікротвердості “білого” шару показало, що в усіх випадках вона перевищує мікротвердість основного металу і коливається в межах 500–1000 МПа (твердість високоміцного легованого чавуну після нормалізації з високим відпуском 31–37 HRC, сталі – 21–27 HRC). Безпосередньо під “білим” шаром виявлений підшар, який відрізняється від основного металу за хімічним складом та мікротвердістю. Визначення глибини “підшару” за результатами виміру мікротвердості і за даними мікрорентгеноспектрального аналізу показали, що він знаходиться у межах 25–70 мкм. Комплексний аналіз результатів металографічних і мікрорентгеноспектральних досліджень зразків дав змогу установити, що дискретне зміцнення приводить до локальної зміни хімічного складу матеріалу, що викликає підвищення механічних властивостей поверхневих шарів як чавуну, так і сталі. При цьому слід підкреслити, що зміцнені зони з високою твердістю чергуються з м’якими областями, що сприяє зниженню коефіцієнта тертя.

Для визначення впливу дискретного зміцнення на втомну міцність високоміцного чавуну з кулястим графітом, модифікованого Mg, який застосовується для виготовлення колінчастих валів двигунів типу Д80, було виготовлено і випробувано чотири серії зразків. Результати іспитів з визначення границі витривалості залежно від стану зразків.

Згідно з отриманими даними встановлено, що границя витривалості для чавунних зразків після нормалізації з високим відпуском без наявних дефектів ливарного походження (серія 1) дорівнює $\sigma_{-1} = 200$ МПа. Наявність на поверхні зразків точкових ливарних дефектів (серія 2) знижує опір втомі до 140 МПа. Результати, отримані для чавунних зразків серії 1, збігаються з характеристиками втомної міцності для зразків аналогічного хімічного складу і термічної обробки, дослідження яких проведені раніше ($\sigma_{-1} = 170$ МПа). Зразки з дискретним зміцненням без ливарних дефектів (серія 3) мають границю витривалості, що знаходиться в полі розсіювання результатів для чавунних зразків без дискретного зміцнення ($\sigma_{-1} = 190$ МПа). Наявність на поверхні грубих дефектів, не виведених фінішною обробкою (серія 4), призводить до зниження втомної міцності зразків з дискретним зміцненням ($\sigma_{-1} = 120$ МПа).

Важливим чинником є місце руйнування під час випробувань зразків на втому. Експерименти показали, що після дискретного зміцнення руйнування у жодному випадку не відбулося по межі зміцненої зони з основним металом, а в усіх випадках розвивалося по частині зразка на відстані приблизно 1 мм від межі цієї зони. Отже, отриманий результат дає підстави стверджувати, що межа між зміцненим шаром і основним матеріалом не є технологічним концентратором напружень, що може знижувати втомну міцність за дискретного зміцнення. Тому цей спосіб можна рекомендувати для зміцнення інших виробів і матеріалів. Дослідження впливу дискретного зміцнення на триботехнічні характеристики зразків з високоміцного легованого чавуну з кулястим графітом, модифікованого Mg, показали, що воно приводить до істотного, приблизно у 8–10 разів зменшення зношення порівняно з нормалізованими зразками й у 1,3–1,5 раза порівняно із зразками, загартованими СВЧ.

Результати випробувань з визначення залежності коефіцієнта тертя від навантаження також свідчать про те, що зразки з дискретним зміцненням мають нижчі значення коефіцієнта тертя, ніж зразки, зміцнені за стандартними технологіями. Крім того, встановлено, що збільшення навантаження призводить до зниження коефіцієнтів тертя у зразків з дискретним зміцненням, тоді як у чавунних зразків, зміцнених після нормалізації гартуванням СВЧ, і сталевих після азотування, подібна тенденція відсутня. Це свідчить про високу задиростійкість зразків з дискретним зміцненням порівняно з контрольними зразками.

Наукова новизна і практична значимість:

– узагальнено основні технічні причини відмов при роботі дизельних ДВЗ, оснащених паливними насосами високого тиску з плунжерними парами, що може призвести до виникнення небезпечної ситуації на складній ділянці дороги, при несприятливих метеорологічних умовах або при здійсненні маневру з обгону тягачів з багатомірними причепами чи великогабаритним вантажем;

– обґрунтовано концептуальні підходи до відновлення показників довговічності і ремонту плунжерних пар паливних насосів високого тиску, які дозволяють коректно прогнозувати напрацювання пар тертя на відмову, а відповідно, і на визначення показників виробничого ризику у процесі використання, що є актуальним питанням при проектуванні прецизійних деталей і вузлів у транспортних засобах;

– вперше встановлено, що при безрозбірному відновленні пар тертя розташування робочих поверхонь на полюсі N постійного магніту зміщує механізм тертя у сторону відновлення у феромагнітних матеріалів, а процес намагнічування у мастильному середовищі часток зношеного матеріалу супроводжується їх утриманням у зоні тертя з подальшим налипанням на найбільш енергетично нестабільні зони тертя, що дозволяє, в умовах часу зміни стомлюючої міцності матеріалу стабілізувати показники виробничого ризику при експлуатації прецизійних механізмів силових агрегатів транспортних засобів.

Висновки: 1. На підставі проведених досліджень вперше науково обґрунтована й експериментально підтверджена можливість удосконалення технології ремонту транспортної техніки за рахунок застосування запропонованого нового способу обробки – дискретного зміцнення робочих поверхонь шийок колінчастих валів, виготовлених з чавуну і сталей, що підвищує їх зносостійкість і ремонтпридатність. 2. Дискретне зміцнення корінних і шатунних шийок колінчастих валів забезпечує (порівняно зі стандартними способами зміцнення) високі триботехнічні характеристики пари тертя. 3. Установлено, що дискретне зміцнення колінчастого вала не приводить до зниження його втомної міцності.

Список використаних джерел

1. Асоян, А.Р. Аналіз напружено-деформованого стану корінних опор блоку циліндрів двигуна КамАЗ / А.Р. Асоян, А.С. Денисов, А.А. Суханкіна // Вісник Саратов. держ. техн. ун-ту. - 2011.
2. Асоян, А.Р. Забезпечення працездатності турбокомпресорів автотракторних двигунів / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков, А.Р. Асоян, А.А. Коркін. - Саратов: СГТУ, 2012.
3. Асоян, А.Р. Особливості технології відновлення корінних опор блоку циліндрів для підвищення надійності дизельних двигунів / А.Р. Асоян, А.С. Денисов, А.А. Суханкіна // Вісник Саратов. держ. техн. ун-ту. - 2009.
4. Асоян, А.Р. Оцінка ресурсу опор блоку циліндрів двигунів КамАЗ / А.Р. Асоян, А.С. Денисов, А.А. Суханкіна // Удосконалення технологій та організації забезпечення працездатності машин: зб. науч. статей. Саратов: СГТУ, 2010.

Науковий керівник: Мацей Р.О., к.т.н., доц.

Рецензент: Мацей Р.О., к.т.н., доц., Військова академія(м.Одеса).

УДК 623.236

Хапілін Д.Ю., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ПОЛІПШЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ

В статті запропонована модель процесів для попереднього всебічного дослідження пропозиції при яких організація відновлення покращиться, а саме зменшення часових показників при евакуації, що призведе до підвищення безпеки особового складу та модернізація ремонтних майстерень. Визначені шляхи зменшення програмних затрат під час моделювання, з метою запобігання методу спроб і помилок під час практичного підвищення якості двигунів вітчизняних виробників автомобілів.

Ключеві слова: евакуація, ремонтні майстерні.

Постановка проблеми. В умовах сучасних високоманеврених бойових дій і наявності у противника потужних засобів ураження, відновлення боєздатності частин в найкоротші терміни чи підтримання їх на визначеному рівні буде залежати від чіткої організації і своєчасного виконання такої складової технічного забезпечення, як своєчасне відновлення озброєння і військової техніки.

У перші доби ведення бойових дій єдиним джерелом поповнення втрат озброєння і військової техніки є його своєчасне відновлення системою рухомих ремонтних органів.

Автомобільна техніка є основним засобом, який забезпечує оперативну і тактичну рухомість військ, можливість ведення бою та операції у високих темпах. Під час бойових дій автомобільна техніка виходить з ладу з експлуатаційних та бойових причин. У ході бою відновлення військової автомобільної техніки має бути швидким та ефективним в результаті прийнятого рішення на застосування рухомих засобів ремонту та евакуації військової автомобільної техніки.

Машину вважають готовою до бойового використання, коли вона справна чи працездатна. Підтримання працездатного стану машин у період використання за призначенням, а також швидке відновлення пошкоджених машин здійснюється ремонтно-відновлювальними органами різних рівнів з ефективним використанням матеріальної частини рухомих засобів технічного обслуговування, ремонту й евакуації.

Мета статті: розробити пропозиції при яких організація відновлення покращиться, а саме зменшення часових показників при евакуації, що призведе до підвищення безпеки особового складу та модернізація ремонтних майстерень.

Виклад основного матеріалу. Під поняттям відновлення розуміється комплекс організаційно-технічних заходів, направлених на приведення зразків ВАТ у готовність до використання з поверненням їх до строю. Воно включає технічну розвідку, евакуацію, ремонт та передачу зразків, які не можуть бути відновлені у підрозділах і частинах ремонтно-евакуаційним, ремонтним або евакуаційним частинам старшого начальника, а також приведення відремонтованих (евакуйованих) зразків у стан готовності до використання, передачу їх (повернення в стрій) у підрозділи або частини.

Зі зростанням кількості та підвищенням конструктивної складності об'єктів автомобільної техніки (АТ) розширюється сфера їх відновлення, зростають відносні та абсолютні витрати часу, матеріальних коштів, підвищуються вимоги до технічної якості відновлених об'єктів. По суті справи відновлення пошкоджених об'єктів АТ стає функцією управління ресурсами та процесами, від якості виконання якої залежить і боєготовність та боєздатність військ. Для того, щоб оцінити значення процесу відновлення пошкоджених об'єктів АТ, необхідно спочатку роздивитися його технічну доцільність.

Відновлення пошкоджених машин з технічної точки зору є доцільним у тому випадку, якщо пошкодження та зіпсування у об'єктах не будуть одночасно розповсюджуватись на всі деталі, вузли,

агрегати. Досвід експлуатації об'єктів підтверджує це положення. Аналіз роботи деталей, вузлів, агрегатів силової установки, трансмісії, ходової частини показує, що вони виходять із строю нерівномірно. Несправності, які виникли у процесі експлуатації машини, носять, як правило, локальний характер. Досвід експлуатації підтверджує це положення. Нерівномірність виходу деталей в ремонт розповсюджується на більшість видів ВАТ.

Локальність пошкоджень не є характерною особливістю експлуатації об'єктів ВАТ тільки в умовах мирного часу. Вона у повній мірі розповсюджується і на бойові пошкодження. Як показує досвід Великої Вітчизняної війни, локальних війн та військових конфліктів, бойові пошкодження у більшості випадків також носять локальний характер.

Звичайно заходи, об'єднані єдиним задумом, називають системою. Очевидно це положення може бути застосовано і до заходів, зв'язаних з відновленням пошкоджених об'єктів. Об'єднані єдиним задумом, вони утворюють систему відновлення (рис.1).

Система відновлення ВАТ, як і інші складні системи, характеризується метою та завданнями функціонування.

Метою системи відновлення ВАТ в ході бойових дій є тривале підтримання на заданому рівні боєздатності військ за рахунок своєчасного повернення до строю ВАТ, яка підлягає відновленню. Для вирішення цієї головної задачі (мети) системи залучаються три рівні сил і засобів відновлення: військовий, оперативний і стратегічний. Комплект ремонтних органів, які входять у кожний з вказаних рівнів, орієнтовані на виконання визначених частин, але взаємозв'язаних задач. У відповідності з задачами розробляється раціональна виробничо-технологічна спеціалізація структурних ланок системи.

Відомо, що для військових формувань військового рівня планування бойових дій обмежується, як правило, однією добою. Тому задачі, які повинні ставитись їх засобами, які їх забезпечують, повинні з одного боку, обмежуватись таким же інтервалом у часі і межами у просторі, які встановлені для відповідного військового формування.

З іншого боку, засоби відновлення, які знаходяться у військових формуваннях військового рівня, найбільш наближені до місць дислокації несправних, пошкоджених машин, які потребують відновлення, тому вони повинні бути орієнтовані на виникнення первинних функцій відновлення.

Процес відновлення ВАТ в бойових умовах і в мирний час здійснюється у відповідності з визначеною програмою функціонування системи. Програма функціонування системи включає принципи, методи і узгоджену за часом і в просторі послідовність рішення часткових задач, а також заплановані реакції системи на можливі зміни умов її функціонування. Частковим відображенням програм функціонування програм є план, який визначає послідовність вирішення задач і можливі реакції системи в певних межах, як у просторі, так і в часі. Розробка планів базується на принципах і методах функціонування системи. Тому, чітке визначення принципів і методів являє собою одну з важливих сторін аналізу системи.

Принципами функціонування системи визначаються чіткі правила побудови планів, структур і управління процесами. Методи функціонування лежать в основі виконання основних, допоміжних і забезпечуючих процесів.

Принципами розробки планів на різних функціональних рівнях системи відновлення є: розподіл задач рівням та ланкам системи відновлення ВАТ по трудоемкості ремонту об'єктів; подвійний пріоритет у ремонті; оптимальне групування ремонтного фонду і технічних засобів ремонту.

Принцип розподілу задач рівням і ланкам по трудоемкості означає, що у ході планування кожному ремонтному органу (ланки, системи відновлення) визначається діапазон трудоемкості (або тривалості) ремонту. Ремонтні органи готуються до ремонту і приймають у ремонт тільки ті об'єкти ВАТ обсяг або тривалість ремонту яких не перебільшує границі цього діапазону. Відповідним чином планується евакуація та інші допоміжні і забезпечуючі процеси.

На рівні системи ремонту принципом, який визначає побудови планів у всіх ланках (ремонтних органів) є принцип подвійного пріоритету черговості відновлення ВАТ. Згідно цього принципу, в першу чергу підлягають відновленню озброєння і техніка, які мають найбільшу значимість у бойових порядках військ – перший рівень пріоритету.

Черговість відновлення (у порядку убуття значимості) прийнята наступна: машини управління, реактивні установки, зенітно-ракетні комплекси, автомобільна техніка загальновійськового призначення. При цьому в межах кожної з названих груп ВАТ, а також в межах заданого діапазону трудоемкості в ремонтному органі в першу чергу відновлюються об'єкти з найменшою трудоемкістю робіт – другий рівень пріоритету.

Третій функціональний рівень відновлення являє собою технологічну систему ремонту, тобто сукупність конкретного об'єкту або групи об'єктів ремонту, а також задіяних в технологічному процесі ремонту цих об'єктів технічних засобів і особового складу.

На цьому рівні діє принцип оптимального групування ремонтного фонду і технічних засобів. Він потребує чіткого визначення в ході планування найбільш раціонального дріблення ремонтних органів різних рівнів на технологічні групи в залежності від прогнозуємих зон зосередження ремонтного фонду, тобто потребує, з одного боку максимального наближення ремонтних засобів до ремфонду, щоб виключити великі витрати часу на евакуацію, з другого – розумного зосередження ремонтного фонду, щоб підвищити ефективність використання технічних засобів ремонту.

Структури різних функціональних підсистем будуються (організуються) на підставі наступних принципів: побудова структури системи відновлення ВАТ по структурі військ (система, яка обслуговується); забезпечення технологічної діяльності структурних ланок (ремонтних органів); забезпечення комплексного ремонту будь-яких об'єктів на рівні технологічної системи ремонту.

Принцип побудови організаційної структури системи відновлення ВАТ по структурі військ полягає в тому, що кожна структурна ланка системи військ, починаючи від нижчої наділена правом самостійності у виконанні тактичних задач, повинна мати у своєму штаті відповідну ланку системи відновлення. Цим досягається ешелонування сил і засобів системи відновлення по оперативній побудові бойового порядку в ході бойових дій.

Принцип забезпечення технологічної ділимості ланок системи відновлення ВАТ потребує, щоб штатно-організаційна структура кожного ремонтного органу забезпечила можливість цього ділення мінімум на дві технологічно самостійні групи. Технологічна самостійність означає наявність у кожній технологічній групі сил і засобів для виконання будь-яких технологічних операцій і процесів, які можуть знадобитися у ході ремонту ВАТ в даному ремонтному органі.

Все більше значення, особливо в умовах використання високоточної зброї, набуває принцип забезпечення комплексного ремонту об'єктів ВАТ в кожній структурній одиниці технологічної системи ремонту. Він означає виконання кожної з них самостійно повного циклу робіт по ремонту усіх елементів і пристроїв об'єкту незалежно від їх конструкції і належності до тієї або іншої служби (бронетанкової, ракетно-артилерійського озброєння, зв'язку, автомобільної тощо). У відповідності з цим принципом кожна структурна одиниця технологічної структури ремонту повинна бути оснащена необхідним обладнанням і укомплектована кваліфікованим особовим складом.

Управління в системі відновлення базується на наступних принципах: на паралельному проходженні ремонтного фонду по структурі системи, на маневрі силами і засобами ремонтних органів зверху вниз і на визначенні черговості робіт по ступеню технічної готовності об'єкту ремонту. Перший з цих принципів потребує, щоб інформація про ремонтний фонд поступала безпосередньо в ті ремонтні органи, які повинні цей ремонтний фонд відновлювати у відповідності з його трудоемкістю. При цьому евакуаційні засоби можуть зразу висуватися до "свого" ремонтного фонду і доставляти його на збірний пункт пошкоджених машин (ЗППМ), минаючи проміжні інстанції. Послідовне переміщення ремфонду полягає

в тому, що ремонтний фонд може потрапити спочатку на ЗППМ частини, де з'яують неможливість його ремонту на даному ЗППМ і передають у вищестоящу ланку. Паралельне переміщення ремфонду потребує чіткої і глибокої технічної розвідки, яка полягає не тільки у визначенні місць знаходження об'єкту ремонту, але головним чином у правильному визначенні трудоемкості його ремонту.

Другий з цих принципів означає, що у тих випадках, коли ланка визначеного рівня не в змозі охопити увесь ремонтний фонд, який потрапив у запланований для нього діапазон трудоемкостей, ремонтний фонд, який залишився, передається вищестоящому ремонтному фонду. Цей орган виділяє для ремонту неохопленого ремонтного фонду сили і засоби, які повинні переміщуватись до бойових порядків, в район дії нижчих ланок, а не чекати евакуації цих об'єктів на свій ЗППМ.

У відповідності з третім принципом у ході ремонту корегується зосередження основних зусиль на тих об'єктах, які по тим чи іншим причинам виявились ближче до завершення, тобто технічна готовність яких на даний момент вища.

Технічне забезпечення в обороні має за мету створення сприятливих умов для успішного виконання бригадою задач з відбиття наступу противника, нанесення йому значних втрат, стійкому утриманню смуги оборони і подальшому переходу до рішучого наступу.

Ця мета досягається виконанням комплексу заходів технічного забезпечення при підготовці і в ході оборони.

Технічне забезпечення бригади в обороні організується і здійснюється відповідно до отриманої задачі, рішення командира бригади на бій, рішення заступника командира бригади з озброєння по технічному забезпеченню, а також розпорядження старшого начальника по службі.

У тому випадку, коли за умовами обстановки проведення чергового номерного ТО не можливо, до початку бою, на ОВТ обов'язково проводиться ЩТО і окремі, найбільш важливі, операції чергового номерного виду ТО. Решту операцій в цьому випадку передбачається провести в ході оборони. Якщо підготовка ОВТ у повному обсязі проводилася раніше і витрати ресурсу після проведеного номерного ТО були незначними (не більш 10-15% встановленої періодичності), то під час підготовки до оборони на ОВТ, звичайно, проводиться ЩТО.

При організації оборони в ході бою в умовах безпосереднього зіткнення з противником підготовка ОВТ здійснюється в обмежений час, у обсязі, який забезпечує їх надійну роботу в ході оборонного бою. В підрозділах першого ешелону проводиться контрольний огляд з усуненням несправностей і недоліків, поповнення боєкомплекту і заправка паливно-мастильними матеріалами, а в підрозділах другого ешелону при необхідності і наявності часу - ЩТО. Крім цього, на ОВТ можуть проводитися додаткові роботи, що забезпечують їх надійне функціонування в конкретних умовах бою.

Завершення відновлення ОВТ, які вийшли із ладу на маршрутах під час висування бригади у смугу оборони, здійснюється силами і засобами замикань похідних колон, а після заняття оборони – силами і засобами *рвб* на ЗППМ бригади, а також у районах розгортання підрозділів.

Обсяг відновлювальних робіт на маршрутах висування визначається з врахуванням необхідності прибуття замикання похідних колон підрозділів у призначені райони вслід за своїми підрозділами, а замикань похідних колон бригади в місця розгортання *рвб* після виконання ними задач на маршрутах висування.

При організації оборони в ході бою в умовах безпосереднього зіткнення з противником завершення відновлення ОВТ, які вийшли з ладу в попередніх районах, здійснюється з таким розрахунком, щоб ремонтно-евакуаційні сили і засоби бригади у повному обсязі виконали задачі, поставлені їм на попередній до оборони період. В ході оборонного бою основними заходами технічного забезпечення є:

- доукомплектування підрозділів бригади ОВТ;
- технічне обслуговування ОВТ;
- відновлення ОВТ, які вийшли із ладу;

- поповнення витрат і втрат ракет, боєприпасів і ВТМ;
- захист, охорона та оборона сил і засобів ТхЗ та ремфонду;
- управління технічним забезпеченням.

Технічне обслуговування ОВТ здійснюється з метою підтримання постійної їх готовності до бойового застосування і забезпечення надійної роботи в ході виконання бригадою поставлених завдань в обороні, а також завдань в подальших бойових діях.

У ході оборонного бою, у випадку проведення всього комплексу робіт з підготовки ОВТ до бою (у тому числі і необхідного номерного технічного обслуговування), наприкінці доби бою на ОВТ проводиться ЩТО, як правило, у бойових порядках підрозділів. ТО проводиться силами екіпажів, обслуги, механіків-водіїв, водіїв, за необхідності можуть залучатися сили і засоби ТО взводів ТхЗ підрозділів. У тому випадку, якщо під час підготовки до оборони не було можливості провести необхідне номерне ТО, воно в підрозділах першого ешелону бригади проводиться в кілька етапів, рознесених за часом разом із проведенням ЩТО, а в підрозділах другого ешелону, як правило, за один етап. ТО ОВТ підрозділів, що діють у смузі забезпечення, проводиться, після виходу їх у другий ешелон або резерв.

Відновлення ОВТ у ході оборони організовується і здійснюється з урахуванням обстановки, яка складається.

З початком оборонного бою технічна розвідка ведеться ГТР, а також РЕГ (РемГ) бригади, зосереджуючи основні зусилля на напрямку головного удару противника і в районах, яким загрожує захоплення противником.

ГТР узагальнюють та передають дані про ОВТ, які не охоплені ремонтом в підрозділах, відшукують і уточнюють райони зосередження найбільшої кількості ОВТ, які вийшли із ладу, та визначають їх належність, визначають стан місцевих ремонтних та інших підприємств і можливості їх використання для ремонту ОВТ. На підставі даних технічної розвідки ЗКО бригади (командир *рвб*) приймає рішення на евакуацію, ремонт, або передачу засобам старшого начальника виведених з ладу ОВТ.

Основною метою евакуації є запобігання знищення або захоплення противником ОВТ, які вийшли з ладу і потребують своєчасної доставки до місць ремонту. Слід підкреслити, що в умовах оборонного бою реалізація одного із найважливіших принципів “проведення ремонту пошкоджених зразків ОВТ у місцях виходу із ладу” здійснити значно важче, в порівнянні з наступальним боєм. В наслідок цього, в оборонному бою зростає роль своєчасності евакуації пошкоджених зразків ОВТ до місць їх ремонту, підвищується навантаження на евакуаційні засоби.

Тягачами РЕГ бригади ОВТ, які не можуть бути відремонтовані на місцях або поблизу місць виходу із ладу, евакуюються в місця розгортання ремонтних засобів РЕГ. За неможливості ремонту ОВТ засобами РЕГ тягачі буксирують пошкоджені ОВТ на шляхи евакуації бригади, де передають їх ЕГ бригади. Технічне забезпечення бригади при підготовці до наступу

При організації технічного забезпечення бригади в наступі необхідно враховувати:

- способи переходу до наступу, роль бригади у виконанні поставленого завдання і її місце в оперативному шикуванні корпусу;
- глибину бойового завдання, ширину смуги і темп наступу;
- положення, склад, стан і характер дій противника, його можливості з враження ОВТ бригади;
- склад, стан і можливості сил і засобів технічного забезпечення бригади та інші фактори.

Основними заходами ТхЗ під час підготовки до наступу є:

- доукомплектування підрозділів бригади ОВТ;
- підготовка ОВТ до використання за призначенням;
- завершення відновлення ОВТ, які вийшли із ладу у попередніх бойових діях;

ЕГ доставляють пошкоджені ОВТ на ЗППМ бригади для ремонту або передачі засобам старшого начальника в визначені місця, розташовані на шляхах евакуації корпусу (пункти, райони передачі ОВТ).

Евакуацію ОВТ підрозділів, які обороняють передову позицію або діють у смузі забезпечення, здійснюють тягачі РЕГ підрозділів і ЕГ бригади. Під час проведення контратаки евакуація ОВТ здійснюється силами РЕГ підрозділів і бригади, а також ЕГ.

При загрозі вклинення противника в глибину оборони і недостатній кількості тягачів для евакуації ОВТ із загрозованих районів можуть залучатись бойові та інші машини.

Для евакуації ОВТ із осередків ураження використовуються усі евакуаційні засоби, а також бойові та інші машини, які не використовуються для продовження бою. Особливу увагу при цьому приділяють евакуації ОВТ із осередків ураження, і в першу чергу тих, які отримали слабкі пошкодження, а також справні зразки, екіпажі, механіки-водії, яких загинули або втратили боєздатність.

З досвіду локальних війн ЗППМ в наступі може організовуватися і в вихідному положенні з'єднання (частини) для наступу, про що свідчить організація технічного забезпечення 1 мд7 АК США в операції "Буря в пустелі". Організація ЗППМ у вихідному положенні для наступу забезпечило готовність системи відновлення пошкоджених ОВТ до початку наступу.

Висновок. Досвід на сході України показав, що модернізацію і оновлення потрібно не тільки проводити і забезпечувати в бойових частинах, а й в ремонтних частинах теж. Від нас залежить наскільки швидко техніка попаде до ремонтного органу, наскільки швидко вона буде відремонтована та наскільки швидко вона повернеться в стрій до виконання своїх завдань. Чим більше справної техніки тим більший коефіцієнт технічної готовності. На прикладі своєї магістерської були розроблені пропозиції щодо зменшення часу на саму евакуацію та на модернізацію ремонтних майстерень. Як кажуть, теорія мовчить, а практика потребує.

Кількісна оцінка ефективності застосування пропозицій з розробки і застосування спеціального обладнання для підвищення безпеки евакуації автомобільної техніки та озброєння, що змонтоване на автомобільних базових шасі в умовах сучасного бою показало, що за умов підвищення безпеки евакуації та прискорення процесу відновлення пошкодженої техніки в бою, наприклад, у два рази за часом та збільшення інтенсивності системи відновлення техніки із стану відновлення у стан її застосування наприклад у 1,5 рази, ймовірності змінюються протягом (6-48) годин наступним чином, а саме ймовірність перебування застосування відновлення техніки збільшується в 3 рази, а ймовірність перебування у стані відновлення зменшується у 2,5 рази.

Список використаних джерел

1. Дем'янчук Б.О. *Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень* / Б.О. Дем'янчук, О.В. Малишкін. Навчальний посібник з грифом МОН. – Одеса: Військова академія. – 2014. – 240 с.
2. Дем'янчук Б.О. *Основи автотехнічного забезпечення. Моделювання процесів* / Дем'янчук Б.О., Верпівський С.М., Меленчук В.М. Навчальний посібник з грифом МОН. – Одеса: Військова академія. – 2015. – 391 с.
3. *Застосування військових ремонтних органів у бойових умовах.* – Одеса: ОІСВ, 2001.

Науковий керівник: Мацей Р.О., к.т.н., доц.

Рецензент: Артемов В.О., к.т.н., доц., Військова академія (м. Одеса)

УДК 614.84

Чайка В.П., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ З ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗАСОБІВ АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В УМОВАХ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН ДЕСАНТНО-ШТУРМОВИХ ВІЙСЬК

В роботі розглядається підхід до дослідження ефективності системи автотехнічного забезпечення військових частин.

Ключові слова: *можливості, бойове застосування, черговість доставки.*

Поставлення проблеми. Аналіз системи автотехнічного забезпечення показав, що задачі завчасного забезпечення засобами автотехнічного забезпечення в ряді випадків не можуть бути вирішені без застосування повітряного транспорту. Тому, все більшого значення набуває повітряний транспорт, на який не впливають гірські перешкоди, степові і лісові масиви, де мережа наземних шляхів сполучення розвинена слабо, а просування поза доріг ускладнено чи неможливо. Доставка матеріальних засобів військам в таких умовах іншими видами транспорту, крім повітряного, може бути несвоєчасно, а в деяких випадках і взагалі неможливо [1-3].

Мета статті полягає в оцінці визначення можливостей з транспортування автотехнічного забезпечення в умовах бойового застосування військової частини та черговості їх доставки авіатранспортом.

Виклад основного матеріалу. В умовах сучасних бойових дій театри бойових дій можуть швидко змінюватись як за напрямком та інтенсивністю, так і за характером дій та рельєфу місцевості. Сучасні бойові дії характеризуються швидкістю пересування, зміною зброї та обстановки. А у важко прохідних умовах забезпечення може бути не достатнім, не своєчасним, а в деяких випадках взагалі відсутнім.

У гірських районах мережа автомобільних доріг, залізничних шляхів слабо розвинена, автомобільні дороги мають малу місткість та зміни рельєфу, ґрунту що ускладнює процес пересування військ та підрозділів забезпечення. В умовах гірської місцевості швидкість пересування військової техніки зменшується до 10-15 км/год., а величина добового переходу становить до 200-250 км, а деколи, навіть, і менше, тим самим знижуючи ефективність та швидкість пересування та забезпечення. У табл. 1 наведено дані про можливості військової техніки з подолання підйомів.

У важкопрохідних ділянках місцевості необхідно: уникати масового скупчення особового складу, техніки в обмежених районах, перевалах, ущелинах, та не допускати втягування значних сил в скупчення, в гірських проходах і ущелинах; раптово захоплювати гірські дороги, перевали, гірські проходи й інші важливі об'єкти у тилу противника; вміло організувати подолання завалів та загороджень на шляху, завчасно та всебічно підготовлювати війська до виконання дій у складних гірських умовах. При плануванні і організації підвезення всіх видів матеріальних засобів необхідно враховувати зниження вантажопідйомності автотранспорту залежно від рельєфу і висоти, а також прохідності техніки згідно табл. 1.

Таблиця 1

Можливості техніки з подоланням підйомів

Крутизна підйому, град.	Допустимість підйому	
	для гусеничних машин	для колісних машин
до 5	Долаються легко	Долаються
5 – 10	Долаються	Долаються з трудом
10 – 20	Долаються з трудом	Долаються з великим трудом
20 – 30	Долаються з великим трудом	
Більше 30	Недоступні	Недоступні

Вдалим прикладом використання авіа-транспортування являються об'єднані збройні сили НАТО, які останнім часом все більше уваги приділяють вантажним гелікоптерам. Командування НАТО вважає, що швидкий маневр силами і засобами завдяки повітряних поставчань може значно вплинути на хід бойових дій. Що ж стосується транспортної авіації країн НАТО, то зараз налічується більше 2900 літаків, з них транспортні літаки ВВС складають з 1500 од., транспортні літаки цивільної авіації – 1400 од. Сполучені Штати мають найбільш сильну транспортну авіацію, яка налічує 1150 літаків, майже половина з них є стратегічними транспортними літаками. В планах подальшого нарощування можливостей сухопутних військ провідних країн світу, доставка техніки і засобів постачання значне місце відводиться гелікоптерам.

Згідно програми реорганізації сухопутних військ США, весь вертолітний парк перспективних дивізій об'єднується в бригади армійської авіації, в якій повинно бути 146 вертольотів різного призначення, в тому числі і транспортно-десантні. Крім того, у якості засобів та сил посилення дивізії може отримати рота транспортно-десантних вертольотів (36 шт.). В складі армійського корпусу також введена бригада армійської авіації, яка має, крім вертольотів розвідки та вогневої підтримки, 48 транспортно-десантних вертольотів СН-47 і 83 вертольоти загального призначення VН-60А. Якщо врахувати, що багатоцільовий вертоліт VН-60А "Блік Хок" з успіхом може використовуватися для транспортування вантажів, то можна зробити наступний висновок: США продовжують нарощувати можливості своїх сухопутних військ по підвозу матеріальних засобів по повітрю. Завдяки цьому інженерно-саперний батальйон армії США витрачав на будівництво польового аеродрому 1-2 – місяці замість 3-3,5 місяця в період війни в Кореї. Нині цей термін скорочено до 5-10 днів.

Щодо підрозділів ДШВ ЗС України та їх АТЗ, то вони укомплектовуються близько 200 автомобілями, що в два рази більше, ніж бронетанкової техніки. Крім того, у бригаді мається близько 120 різних причепів. Всю автомобільну техніку бригади можливо поділити на три групи. Основна автомобільна частина бригади складає ГАЗ-66, ГАЗ-66Б, УАЗ-452А, МТ-10, які можуть десантуватися парашутним способом. Автомобілі цієї групи призначенні для різних видів забезпечення бойових дій бригади у тилу противника. Десантуються на парашутних платформах П-7 з літака Іл-76МД з парашутною системою МКС-5-128М. Для позначення й відшукування платформи, що приземлилась, застосовується спеціальна апаратура: передатчик сигналів (закріплюється на платформі) та пошуковий приймач (знаходиться у екіпажа).

Наявність у бригаді табельної повітряно-десантної техніки дозволяє десантувати усі бойові машини, міномети, ППО та протитанкові засоби, а також до 50 автомобілів. Такої кількості автомобілів цілком достатньо для забезпечення бойових дій десанту у тилу противника.

До другої групи можливо віднести автомобілі та причепа, які можливо десантувати тільки посадочним способом. Загалом це автомобілі ЗІЛ-131 й всі причепа.

До третьої групи можливо віднести авто, які не дозволяють десантувати їх ніяким способом. Це спеціальні автомаїстерні (МРС, МТО, АЦ9-КрАЗ-260, АЦ5,5-Урал-4320), автомобільні крани та інші. Недесантуєма автомобільна техніка після вильоту десанту зосереджується у назначеному їй районі та застосовується в рішенні задач забезпечення бойових дій десанту (під керівництвом автомобільної служби).

Аналіз науково-дослідних робіт провідних країн світу щодо подальшого використання повітряного транспорту для забезпечення військ дозволяє виділити три основних напрямки: вдосконалення засобів повітряного транспорту і засобів доставки вантажу, вдосконалення системи базування повітряного транспорту, удосконалення процесу обробки вантажу.

Характер бойового застосування парашутно-десантної бригади, її організаційно-штатна структура сприяє на оснащення бригади автомобільної техніки, організацію автомобільної служби, а також і на організацію автотехнічного забезпечення.

Кількість доставлених у військову частину засобів автотехнічного забезпечення є важливим параметром, характеризуючим ці можливості системи доставки. Однак, система доставки засобів автотехнічного забезпечення функціонує в умовах цілого ряду випадкових факторів, які в кінцевому підсумку впливають на її можливості.

$$P = P_{N_{\text{тр}}}[t_g(N_{\text{тр}}) \leq t_{\text{пл}}],$$

де $P_{N_{\text{тр}}}$ – ймовірність своєчасної доставки;

$N_{\text{тр}}$ – кількість засобів АТЗ, що потрібно транспортувати;

$P_{N_{\text{тр}}}t_g$ – час, витрачений на доставку $N_{\text{тр}}$ засобів АТЗ;

$t_{\text{пл}}$ – встановлений час на доставку.

Для обчислення $P_{N_{\text{тр}}}$ використані статистичні методи моделювального процесу випробувань випадкової величини t_g можна отримати ряд її значень: $t_{g1}, t_{g2}, t_{g3}, \dots, t_{gn-1}, t_{ng}$. Функціонування системи доставки. В результаті розрахунків для n незалежних

На основі теореми Чебишева статистичним аналогом математичного значення або очікування випадкової величини t_g буде середнє арифметичне статистично середнє:

$$t_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{gi},$$

а аналогом середньо квадратичного відхилення статистичної дисперсії:

$$\sigma_{t_g} = \sqrt{D_{t_g}},$$

$$D_{t_g} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_{gi} - \bar{t}_g)^2,$$

де t_{gi} – значення випадкової величини.

Для вирішення більшості практичних завдань приймають нормальний закон розподілу часу доставки при розрахунку ймовірності своєчасної доставки необхідних кількостей засобів автотехнічного забезпечення. Тому, ймовірність своєчасної доставки може бути визначена залежністю:

$$P_{N_{\text{тр}}} = \frac{1}{2} [\Phi(\frac{t_{\text{пл}} - t_g}{\sigma_{t_g}}) + 1],$$

де t_g – математичне очікування часу доставки.

Вибраний критерій ефективності системи доставки засобів автотехнічного забезпечення відображає складний взаємозв'язок багатьох факторів, впливає на її функціонування і відповідає всім вимогам, висунутим до критеріїв ефективності складної системи.

З викладеного виходить, що безпосередньо систему доставки необхідно оцінювати за критерієм $P_{N_{\text{тр}}}$. Вплив системи доставки на ефективність системи визначається у відповідності із структурною схемою.

Проведені дослідження показали [3,4], що необхідно скорочувати прості літаків (вертольотів) на аеродромах (посадкових майданчиках) за рахунок впровадження комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт, застосування пакетів з використанням піддонів та контейнерів. Найбільш раціонально застосовувати піддони розміром 1200x1600 мм, що дозволяє трудомісткість робіт порівняно з навантаженням вручну зменшити в 2,6–3 рази, а час – у 1,5–2 рази. При використанні вертольотів пакетування вантажів і контейнеризація дозволяє здійснювати доставку автомобільного майна на зовнішній підвісці, що істотно скорочує не тільки час вантаження і вивантаження, але і зменшує вірогідність пошкодження вертольотів вогнем противника при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт.

Результати розрахунків показують, що використання вертольотів для доставки засобів АТЗ в умовах гірничо-лісистій місцевості дає вигоду у часі порівняно з наземним транспортом при плечах підвезення понад 16 км. При цьому доцільно в оперативно-технічній ланці доставку здійснювати на зовнішній підвісці, що дозволить підвищити ефективність використання вертольотів на 50-60%.

Вчення Закавказького військового округу колишнього Радянського Союзу і дослідження показали, що незважаючи на плановане проведення організаційних та відновлювальних заходів на транспортних об'єктах, затримка у перевезеннях матеріальних засобів наземними видами транспорту (в порівнянні з плановими термінами) може скласти від 3 до 6 діб. З цього випливає, що для своєчасної доставки матеріальних засобів військам необхідно використовувати повітряний транспорт. Практика показала, що

вертольоти, навіть в найскладніших умовах, виконують завдання забезпечення з набагато більшим успіхом, ніж наземний транспорт.

Доставка повітряним шляхом зменшує вплив плечей підвозу, виключає залежність від стану доріг та їх завантаженості, а в наслідку цього забезпечує своєчасну доставку автотехнічних засобів.

В практиці вирішення задач автотехнічного забезпечення військових частин із застосуванням повітряного транспорту можуть виникати наступні завдання:

визначити час доставки за відомою кількістю засобів автотехнічного забезпечення, дальністю перевезень та наявною кількістю авіатранспорту;

визначити потрібну кількість авіатранспорту за відомою кількістю засобів автотехнічного забезпечення, дальністю перевезень та заданим часом доставки;

визначити кількість доставлених засобів автотехнічного забезпечення за відомою кількістю наявних транспортних засобів, дальністю перевезень та заданим часом.

Не в меншій мірі ефективність бойового застосування військ залежить від своєчасного і якісного проведення таких заходів АТЗ, як організація та проведення технічного обслуговування і ремонту несправного озброєння і техніки. Можливості повітряного транспорту з доставки засобів автотехнічного забезпечення приведена на рис. 1.

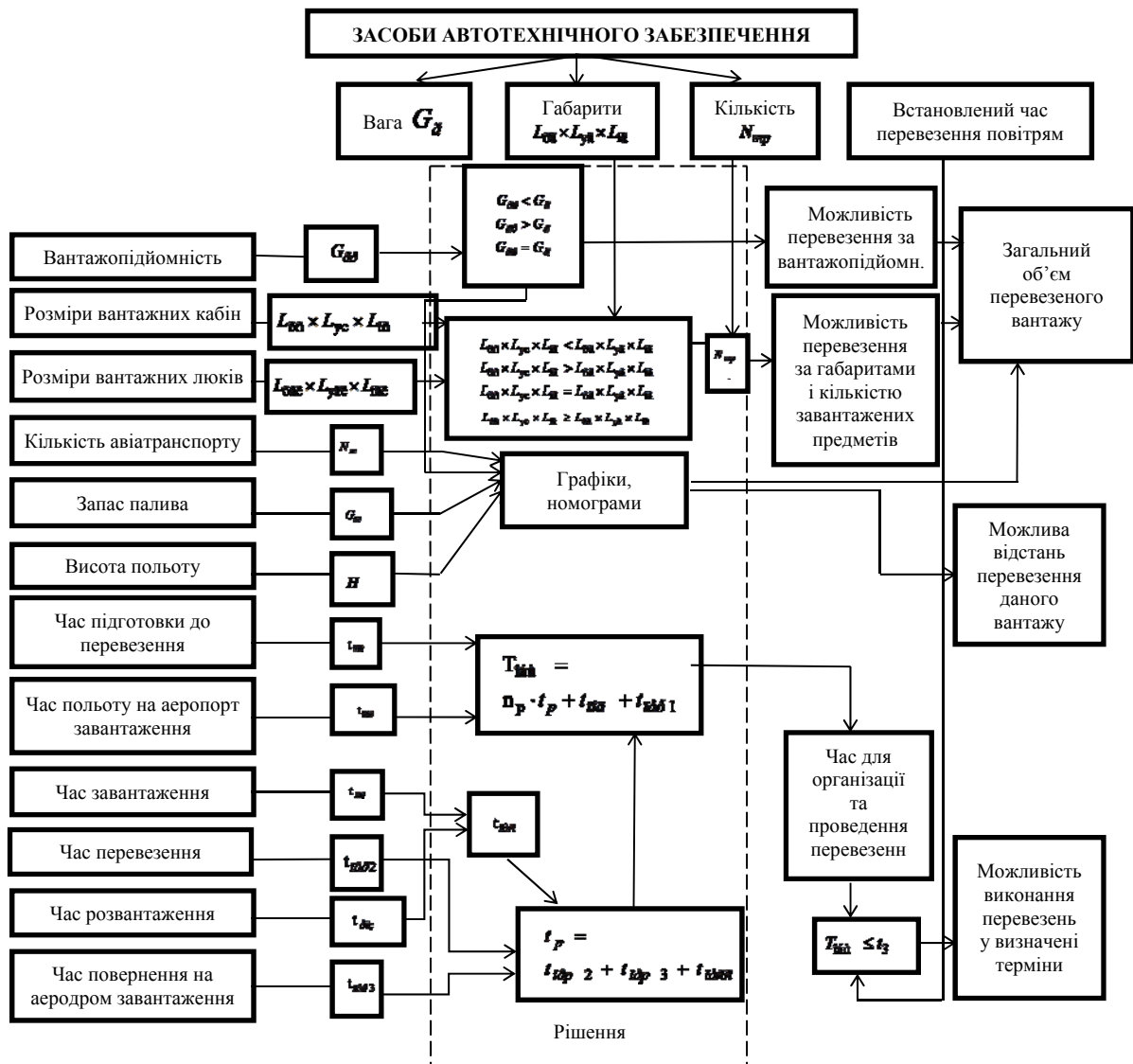


Рис.1. Блок-схема оцінки можливості повітряного транспорту з доставки засобів автотехнічного забезпечення

Таким чином, виникає необхідність вирішення таких важливих питань:

- визначення раціонального обсягу та черговості відновлення пошкоджених озброєння і техніки;
- встановлення напрямків та шляхів удосконалення ремонтно-відновлювальних робіт.

В системі відновлення озброєння і техніки найважливіша роль буде належати технічній розвідці, так як лише вона може забезпечити своєчасний збір даних, необхідних для прийняття обґрунтованого рішення на виробництво ремонтно-евакуаційних та інших відновлювальних робіт в інтересах як найшвидшого поповнення втрат підрозділів і частин в озброєнні і техніці. В даний час в тактичній ланці відсутні штатні підрозділи технічної розвідки. Технічна розвідка ведеться особовим складом, що входять до складу замикання похідних колон при висуванні військ, а також пунктів технічного спостереження, ремонтно-евакуаційних груп, екіпажами тягачів, рекогносцировочними групами, які виділяються зі складу ремонтних підрозділів. Дослідження показують, що органи технічної розвідки військової ланки повинні своєчасно охоплювати не менш 85% озброєння і техніки, які вийшли з ладу. Для того, щоб розв'язати цю проблему, виникла об'єктивна необхідність мати штатні органи технічної розвідки, укомплектовані особовим складом відповідних спеціальностей і оснащені спеціально створеними для цих цілей засобами. При цьому, для ведення технічної розвідки крім наземних засобів, в обов'язковому порядку повинні використовуватися вертольоти з комплектом спеціального обладнання.

Таким чином, до основних заходів АТЗ військових частин для виконання яких необхідно використовувати повітряний транспорт відносяться:

створення у військових частинах і підрозділах встановлених засобів АТЗ (автомобільної техніки і автомобільного майна);

своєчасне заповнення їх витрат та втрат;

маневр запасами засобів АТЗ хід бойових дій;

своєчасне забезпечення автомобільної техніки необхідними ЗІП і маневр ремонтними силами і засобами;

організація технічної розвідки за всіма видами озброєння і техніки.

Особливо необхідним виявиться застосування повітряного транспорту для вирішення розглянутих заходів АТЗ військових частин і підрозділів, що діє у відриві від основних баз постачання, в умовах постійного вогневого впливу противника.

Висновок. Для збільшення ефективності автотехнічного забезпечення авіатранспортом, для підрозділів ДШВ в умовах бойових дій, ефективним буде використання транспортних вертольотів.

Список використаних джерел

1. Щуськін В.О., Ішутін І.С., Трегубенко С.С. Метод визначення оптимального варіанта використання різних видів транспорту під час забезпечення військ (сил) матеріально-технічними засобами. // зб. Наук. Пр.. ЦНДІ ЗС України. – К., 2014. – №2(68). – С. 44–53.

2. Оленев В.М., Бовкун О.П. Методика оцінки можливостей повітряного транспорту з доставки засобів автотехнічного забезпечення. // зб. Наук. Пр.. Військова Академія (м. Одеса). – Одеса., 2015. – №3. – С. 24–31.

3. Маленков Д. Д. Аналіз можливостей з транспортування засобів автотехнічного забезпечення в умовах бойового застосування військової частини в гірській, лісовій та степовій місцевості // зб. Наук. робіт курсантів. Військова Академія (м. Одеса), 2017– №2. – С. 98–102.

4. Рогальський Д.О. Оленев В.М. Особливості автотехнічного забезпечення бойових дій частин підрозділів Високомобільних десантних військ // Національна безпека України: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення. Матеріали Третьої Всеукраїнської курсантсько-студентської науково-практичної конференції. 24.11.2017р., Одеса. 2017. – С. 93-94

Науковий керівник: Оленев В.М., к.військ.н., проф.

Рецензент: Шлапак В.О., к.ф.-м. н., доц., Військова академія (м. Одеса)

УДК 621.436

Чень Б.Б., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ З НАДДУВОМ

В статті запропонована модель процесів для попереднього всебічного дослідження результатуючих характеристик автомобільних двигунів з наддувом перед їх модернізацією. Визначені шляхи зменшення програмних затрат під час моделювання, з метою запобігання методу спроб і помилок під час практичного підвищення якості двигунів вітчизняних виробників автомобілів.

Ключеві слова: *дизельний двигун з наддувом, модель для дослідження, термодинаміка.*

Постановка проблеми. У сучасних публікаціях пропонуються алгоритми побудови моделей, які дозволяють досліджувати вплив часткових параметрів дизельних двигунів з наддувом на результуючі характеристики двигуна. Ці підходи до вирішення проблеми підвищення якості окремих характеристик цих двигунів, на жаль, не сприяють принципу всебічного підходу для узагальненої оптимізації якості такого двигуна, тобто деякої багатофакторної оптимізації за узагальненим критерієм.

В статті обговорюється алгоритм розробки моделі для всебічного дослідження результатуючих характеристик дизельного двигуна з наддувом за деяким узагальненим критерієм. При цьому модель не може бути повністю адекватна об'єкту, вона віддзеркалює лише певні його найбільш важливі властивості, що представляють суттєвий інтерес для цілей дослідження з метою подальшої модернізації двигуна з передбаченим результатом.

Мета статті. Розробити алгоритм побудови моделі для всебічного дослідження результатуючих характеристик дизельного двигуна з наддувом та визначити доцільні шляхи зменшення апаратних і програмних затрат під час моделювання, з метою сприяння підвищенню системотехнічної якості двигунів для виробників вітчизняних військових автомобілів.

Мета досягається послідовним створенням елементів адекватної моделі дослідження двигунів з наддувом та їх логічним узгодженням.

Виклад основного матеріалу. Для початку визначимо завдання дослідження спільної роботи двигунів внутрішнього згорання з агрегатами наддуву і алгоритм спільної роботи типового дизельного двигуна внутрішнього згорання з агрегатом наддуву.

Вимоги щодо зменшенню викиду в атмосферу дизелями шкідливих газоподібних речовин і твердих частинок стали однією з основних причин переходу провідних фірм світу на випуск практично виключно дизелів з наддувом.

При підборі до двигуна системи наддуву велику роль відіграють розрахункові методи. Вони зменшують поле пошуку та істотно скорочують час і витрати коштів на створення двигунів з наддувом.

Викладені нижче інженерні методики розрахунку спільної роботи двигунів з агрегатами наддуву переслідують, в першу чергу, методичні цілі. Тому в них прийнято спрощуючі допущення.

Перейдемо до розробки алгоритму побудови моделі для дослідження спільної роботи двигунів внутрішнього згорання з агрегатами наддуву. Конструктивні схеми дизеля з ТКР, з ТКР і приводним нагнітачем (ПН), а також з ТКР і силовою турбіною (СТ) представлені на рис. 1

Середній індикаторний тиск

$$P_i = P_e + P_m. \quad (1)$$

Індикаторний ККД η_i і максимальний тиск згоряння p_r визначаються за поліномами:

$$\eta_i = f_1(n, a, p_k, Tr, p_t, \varnothing_{вос}); \tag{2}$$

$$\eta_z = f_2(n, a, p_k, Tr, p_t, \varnothing_{вос}). \tag{3}$$

Часовий розхід палива

$$G_{топ} = \frac{p_i \cdot i_{ц} \cdot v_h \cdot 30 \cdot n}{H_w \cdot \eta_i}, \tag{4}$$

де $G_{ц}$ – кількість циліндрів; U_k – робочий об'єм одного циліндра; H_u – нижча теплотворна здатність палива, МДж / кг.

Питома ефективна витрата палива

$$g_e = \frac{G_{топ} \cdot 0,12}{p_e \cdot \eta_i \cdot v_h} * 1000 \tag{5}$$

Часовий розхід палива

$$G_b = a * l_0 * G_{топ} \tag{6}$$

де l_0 – теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг палива ($l_0 = 14,4$).

Секундний розхід палива

$$G_k = \frac{G_b}{i_{тк} * 3600} \tag{7}$$

де $i_{тк}$ – кількість ТКР, встановлених на двигуні.

Тиск повітря на вході в компресор:

$$p_i = p_0 - \Delta p_{вп} \left(\frac{n}{n_{ном}} \right) \tag{8}$$

де p_0 – тиск навколишнього повітря; $\Delta p_{вп}$ – коефіцієнт, що враховує втрати тиску на ділянці до компресора на номінальному режимі. Згідно з літературними даними $\Delta p_{вп} = 0,003-0,005$ МПа.

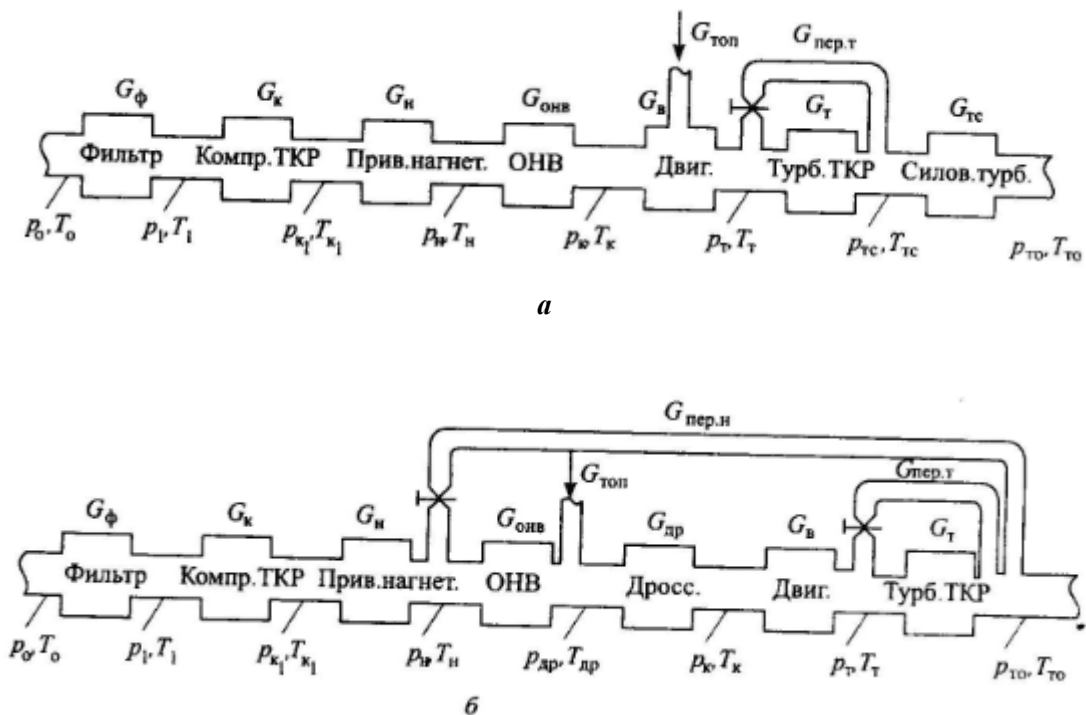


Рис.1. Гідравлічні схеми двигуна з наддувом: а- дизеля, б – газового двигуна

Наведена частота обертання колеса компресора

$$n_{к. пр} = n p \sqrt{T_{ок}/T1}, \quad (9)$$

де $T1$ – температура повітря на вході в компресор (приймається рівною температурі навколишнього повітря); $T_{ок}$ – температура приведення характеристики компресора (зазвичай 288 К).

$$G_{к. пр} = Gk \frac{p_{ок}}{p1} \sqrt{T1/T0k}, \quad (10)$$

де $p_{ок}$ – тиск приведення характеристики компресора (зазвичай 0,1 МПа). Адіабатний ККД і ступінь підвищення тиску повітря в компресорі визначаються з використанням експериментальних характеристик компресора:

$$\eta_{к} = f1 * (n_{к. пр}, G_{к. пр}); \quad \pi_{к} = f2 * (n_{к. пр}, G_{к. пр}). \quad (11), (12)$$

Робота, що витрачається на адіабатне стиснення 1 кг повітря в компресорі, дорівнює

$$lk = \frac{k}{k-1} * T1 * R * (\pi_{к}^{\frac{k-1}{k}} - 1). \quad (13)$$

Потужність, що затрачується на привод компресора

$$N_{к} = G_{к} * \frac{lk}{\eta_{к}}. \quad (14)$$

Уточнюємо тиск наддуву у виді

$$p_{к. нов} = \pi_{к} * p1 - \Delta p_{охл} * \left(\frac{n}{n_{ном}}\right)^2, \quad (15)$$

де $\Delta p_{охл}$ – коефіцієнт, що враховує втрати тиску від компресора до впускного клапана по температурним даним $\Delta p_{охл} = 0,001 \dots 0,004$ МПа. Більше значення $\Delta p_{охл}$ приймають при наявності охолоджувача наддувочного повітря.

Надалі використовується значення $p_{к} = p_{ж. нов}$.

Показник політропи стиску повітря в компресорі

$$n_{пол} = \frac{\frac{k}{k-1} \eta_{к}}{\frac{k}{k-1} \eta_{ж} - 1} \quad (16)$$

де k – показник повітря на виході із компресора

$$T_{к} = T1 \pi_{к}^{\frac{n_{пол}-1}{n_{пол}}} \quad (17)$$

Ефективність охолоджувача наддувочного повітря (ОНВ) виду «повітря-повітря» $E_{охл}$ розраховується по емпіричній залежності, доцільно визначити на основі аналізу виконаних конструкцій:

$$E_{охл} = f * \left(\frac{G_{охл}}{G_{вен}} * \rho_{ж}\right) \quad (18)$$

де $G_{охл}$ – секундний розхід палива через ОНВ, який дорівнює $G_{в}$; $G_{вен}$ – секундні витрати палива, які створюються вентилятором; $\rho_{к}$ – густина наддувочного повітря.

Температура наддувочного повітря (перед впускними клапанами)

$$T_{к} = T_{к'} * (1 - E_{охл}) + E_{охл} * T1. \quad (19)$$

Коефіцієнт наповнення визначається по поліному

$$\eta_{v} = (f3 * (n, a, p_{к}, T_{к}, p_{т}, \phi_{вос}). \quad (20)$$

Густина наддувочного повітря

$$\rho_k = \frac{p_k \cdot 10^6}{R \cdot T_k}, \quad (21)$$

де R -газова стала повітря

Уточнюється розхід повітря через двигун, секундний розхід через компресор, коефіцієнт залишку повітря:

$$G_{в. нов} = iVh \cdot 30 \cdot n \cdot \eta_v \cdot p_k \quad (22)$$

$$G_{к. нов} = G_{в. нов} / (i_{тк} \cdot 3600) \quad (23)$$

$$a_{нов} = G_{в. нов} / (G_{топ} \cdot L_0). \quad (24)$$

Далі в розрахунках використовуємо значення:

$$G_{в} = G_{в. нов}, G_{к} = G_{к. нов}, a = a_{нов}.$$

Середній розхід випускних газів

$$G_T = \frac{a \cdot l_0 + 1}{a \cdot l_0} \cdot G_k \cdot m, \quad (25)$$

де m – коефіцієнт, що враховує витік газу; $m=0,98 \dots 1$.

При відсутності перепуску частини газів, обходячи турбіну, розхід газу через турбіну визначається у виді

$$G_T = G_T \quad (26)$$

Тиск газу поза турбіною

$$p_{то} = p_0 + \Delta p_{вип} \cdot \left(\frac{n}{n_{вип}} \right), \quad (27)$$

де $\Delta p_{вип}$ – коефіцієнт, що враховує протидію газу поза турбіною. По літературним даним $\Delta p_{вип} = 0,003 \dots 0,005$ МПа.

Ступінь пониження тиску в турбіні

$$\pi_t = p_t / p_{то}. \quad (28)$$

Температура газів перед турбіною визначається по поліному

$$T_t = f_4 \cdot (n, a, p_k, T_k p_t, \Phi_{вос}). \quad (29)$$

Приведений розхід газу через турбіну має розмірність, оскільки при експериментальному визначенні характеристик турбіни традиційно використовують величини p_t в $\text{кг}/\text{см}^2$.

Нове значення тиску газу перед турбіною дорівнює

$$p_{т. нов} = \frac{G_T \sqrt{T_t \cdot 0,0981}}{K_f \cdot G_{т. пр}}, \quad (30)$$

де перекладний коефіцієнт 0,0981 необхідний, оскільки в величині $G_{т. пр}$ підставлено значення p_t , $\text{кг}/\text{см}^2$; K_f – коефіцієнт, що враховує зміну пропускної здатності турбіни в імпульсному потоці газу і визначається по експериментальній залежності в функції π_k .

Нове значення ступені пониження тиску дорівнює

$$\pi_{т. нов} = p_{т. нов} / p_{то} \quad (31)$$

Далі використовуються значення: $p_t = (P_t + P_{то}) / 2$; $y_t = (T_{ГХ} + 7c_{т0}) / 2$, оскільки при використанні $p_t = p_{т01}$ і $y_t = y_{т0}$, процес послідовних наближень розходиться.

Розрахунок повторюється спочатку до виконання умови

$$(N_k - N_t)/N_t \leq 0,02 \quad (32)$$

Висновки:

1. Створення моделі двигуна сприяє можливості автоматизації пошуку його оптимальних варіантів, включення моделі в систему автоматизованого проектування, а також використання математичної моделі в якості динамічного функціонального аналога об'єкта або його елемента.

2. Модель регулятора реального двигуна дослідженню ефективності управління двигуном, не чекаючи створення його експериментального зразка, і, навпаки, можна досліджувати роботу мікропроцесорної системи управління, використовуючи замість двигуна, встановленого на автомобілі або моторному стенді, математичну модель системи двигун – автомобіль – дорога як динамічний функціональний аналог.

3. Застосування моделі особливо ефективно тоді, коли воно дозволяє уникнути створення дорогих дослідних зразків або дає можливість отримати інформацію про об'єкт, яку при натурних експериментах складно або неможливо отримати. Так, вельми важко експериментально визначити теплову і механічну напруженість елементів поршня при роботі двигуна або динаміку зміни температури газу і протікання хімічних реакцій в окремих точках камери згоряння.

4. Подальший розвиток запропонованої роботи доцільно спрямовувати на створення програмного продукту, що є адекватним всієї сукупності вимог практичного використання інформаційно-аналітичного апарата для удосконалення двигунів з наддувом на попередньому етапі їх модернізації.

Список використаних джерел

1. Луканін В. М. *Комп'ютерний практикум. Моделювання процесів в ДВЗ* / В. М. Луканін [та ін.]. - М.: Вищ. шк., 2005. - (Двигуни внутрішнього згоряння: підручник для ВНЗ: в 3 кн.; Кн. 3). - с. 70.
2. Дячук І. В. *Аналіз тиску палива і регулювання потужності двигуна на техніко-економічні показники дизеля* / LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів і студентів. - К: 2015. - 572 с.
3. Жуковець А. А. *Акумуляторна система подачі пального з двофазним уприскуванням* / LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів і студентів. - К: 2015. - 572 с.

Науковий керівник: Дем'янчук Б.О., д.т.н., доц.

Рецензент: Артемов В.О., к.т.н., доц, Військова академія (м. Одеса)

УДК 621.436

Чень Б.Б., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОБОТИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

В статті порівнюються сучасні принципи моделювання процесів термодинаміки двигунів за узагальненими критеріями. Показані необхідність та доцільні шляхи зменшення апаратурних і програмних затрат під час моделювання, з метою сприяння підвищенню якості двигунів закордонних виробників автомобілів.

Ключові слова: *принципи моделювання, термодинаміка, якість двигуна.*

Постановка проблеми. В останні десятиліття поряд з традиційними методами створення нових двигунів, які базувалися на послідовному проектуванні, будівництві зразків і експериментальному дослідженні ряду оптимальних варіантів, все ширше застосовується розрахункові моделювання з використанням математичних моделей. Моделі будуються у вигляді систем диференціальних, інтегральних, алгебраїчних сіток та ін. При цьому модель не може бути повністю адекватна об'єкту і відображає лише певні його властивості, що представляють інтерес для цілей конкретного дослідження.

Мета статті. З метою узагальнення багатого досвіду і подальшого його застосування та удосконалення у вітчизняних умовах необхідно порівняти сучасні принципи моделювання процесів термодинаміки двигунів за узагальненими критеріям і показати необхідність та доцільні шляхи зменшення апаратурних і програмних затрат під час моделювання роботи двигунів, з метою сприяння підвищенню якості двигунів виробників вітчизняних автомобілів.

Мета досягається ретельним аналізом відомих моделей та їх критичним порівнянням.

Виклад основного матеріалу. За допомогою математичного моделювання (ММ) – вирішення завдань на ЕОМ з використанням математичних моделей – можна проаналізувати перебіг окремих робочих процесів і всього робочого циклу, прогнозувати основні показники і характеристики двигуна і отже, можна оцінити його поведінку на автомобілі в процесі експлуатації.

Математичне моделювання застосовують при оцінці впливу теплових і механічних навантажень, виборі матеріалу і розмірів деталей двигуна, при прогнозуванні його надійності. Математичні моделі широко використовують при проектуванні і відпрацюванні мікропроцесорних систем управління двигунами, безпосередньо при організації управління двигуном, під час розробки методів діагностування його роботи і при вирішенні ряду інших завдань.

Важливими аспектами ММ двигуна є можливість автоматизації пошуку оптимальних варіантів і в кінцевому рахунку включення моделей в системи автоматизованого проектування, а також використання математичних моделей в якості динамічного функціонального аналога об'єкта або його елемента при побудові автоматизованих випробувальних систем.

Побудувавши модель регулятора, на реальному двигуні можна досліджувати ефективність управління за допомогою такого регулятора, не чекаючи створення його експериментального зразка, і, навпаки, можна досліджувати роботу мікропроцесорної системи управління, використовуючи замість двигуна, встановленого на автомобілі або моторному стенді, математичну модель систему двигун – автомобіль – дорога як динамічний функціональний аналог.

Застосування ММ особливо ефективно тоді, коли воно дозволяє уникнути створення дорогих дослідних зразків або дає можливість отримати інформацію про об'єкт, яку при натурних експериментах складно чи неможливо отримати. Так, вельми важко експериментально визначити теплову і механічну напру-

женість елементів поршня при роботі двигуна або динаміку зміни температури газу і протікання хімічних реакцій в окремих точках камери згоряння. Такі завдання успішно вирішуються за допомогою ММ.

Різноманітність цілей ММ двигуна унеможлиблює створення єдиної, спільної для всіх випадків, математичної моделі двигуна. Тому в залежності від розв'язуваних задач використовують набір моделей різного рівня і призначення.

При цьому дуже важлива уніфікація цих моделей для можливості їх спільного застосування, базуючись на CALS-технологіях, в системах автоматизованого проектування і випробування ДВЗ з використанням єдиної бази даних.

У практиці розробки і дослідження двигунів, інженери зазвичай мають справу з двома основними типами математичних моделей.

1. Теоретичними моделями, побудованими на основі опису фізико-хімічних процесів, що протікають в двигуні і його елементах. Ці моделі базуються на основних законах збереження маси, енергії і кількості руху, що записуються в диференціальній формі. При дослідженні впливу однієї змінної застосовують звичайні диференціальні рівняння, а при декількох змінних – в приватних похідних.

Моделювання може вестися в тимчасовій і просторовій областях. Математичною моделлю в цих випадках є система диференціальних рівнянь, задана спільно з крайовими умовами для отримання єдиного рішення задачі. Залежно від виду моделі в якості крайових умов використовуються початкові і граничні умови, що задаються різними способами.

2. Емпіричними моделями або, як їх часто називають, статистичними моделями, отриманими на підставі експериментів, виконаних на натурному об'єкті, а іноді і на підставі розрахункових експериментів з використанням теоретичних моделей.

Емпіричні моделі, як правило, не відображають суті реальних фізико-хімічних процесів, що відбуваються в двигуні, і рідко використовуються для вивчення їх механізму, але такі моделі дозволяють встановити причинно-наслідкові зв'язки, прогнозувати поведінку об'єкта при зміні незалежних змінних, вибрати найкращі умови організації робочих процесів. Вони застосовуються при вирішенні низки практичних завдань.

Емпіричні моделі справедливі тільки для того об'єкта і тих умов, для яких вони отримані. Адекватність моделі зазвичай оцінюється статистичними методами, але корисно її перевіряти і незалежними дослідженнями. Статистичні моделі найчастіше використовуються при вирішенні інтерполяційних задач.

Можливості екстраполяції даних в цьому випадку обмежені. При використанні спеціальних методів побудови емпіричних моделей вони можуть застосовуватися і в задачах екстраполяції, хоча при цьому не можна виключити можливість отримання помилкового результату.

При побудові теоретичної моделі необхідно враховувати складність її вирішення, яка, в першу чергу, характеризується трьома факторами: «порядком» моделі, тобто кількістю незалежних функцій, які необхідні для опису процесу; числом параметрів і незалежних змінних, включених в модель.

Розробка теоретичних математичних моделей є складним процесом і вимагає глибокого знання теорії двигунів.

Моделі можуть бути статичними і динамічними. Модель називають динамічною, якщо однією з незалежних змінних є час.

Розрізняють моделі з безперервними і дискретними змінними. У першому випадку змінні можуть приймати будь-які значення всередині інтервалу, а в другому – тільки окремі певні значення.

Розрізняють також моделі детерміновані і стохастичні (ймовірні).

Модель є детермінованою, якщо при введенні одних і тих же початкових умов однозначно відтворюються і результати розрахунку.

Для багатьох технічних об'єктів і в тому числі для ДВЗ характерна зміна вихідних показників під дією випадкових факторів, що обурюють, які не можуть бути проконтрольовані. Деякі процеси за своєю природою носять ймовірний характер.

Для двигунів з іскровим запалюванням типово неоднакове протікання процесів сумішоутворення, запалювання і турбулентного поширення полум'я в послідовних циклах, що призводить в окремих циклах до змін тисків і температур в циліндрі, виникненню детонації і змінненню інших показників роботи двигуна.

При вирішенні ряду задач випадкові зміни протікання процесів повинні бути враховані, для чого необхідно використовувати стохастичні моделі. Зазвичай для побудови таких моделей в детерміновану модель вводяться випадкові обурення, що підкоряються певним законом розподілу із заданою дисперсією. Як правило, випадкові збурення з різною дисперсією накладаються на кілька змінних, а іноді і на вихідні параметри моделі.

Процес створення і використання теоретичних математичних моделей можна представити у вигляді ряду послідовних етапів:

- визначення цілей моделювання та вимог до моделі;
- вибір показників і критеріїв якості роботи об'єкта або процесу;
- декомпозиція задачі, тобто поділ складної системи або об'єкта на ряд окремих елементів або процесів, які можуть бути описані більш просто. Прикладом такої декомпозиції задачі може служити уявлення робочого циклу двигуна у вигляді послідовності окремих процесів: сумішоутворення, газообміну, стиснення, займання, згоряння, розширення і т. ін.;
- формулювання припущень, вибір незалежних перемінних і діапазону їх зміни;
- складання математичних моделей для окремих блоків або процесів;
- встановлення крайових (початкових і граничних) умов;
- синтез моделі, тобто складання системи рівнянь, що підлягають спільним рішенням;
- вибір способу і розробка алгоритму розв'язання задачі математичного моделювання;
- підготовка необхідного програмного забезпечення;
- перевірка адекватності (правильності) моделі і результатів моделювання;
- дослідження з використанням моделі і прийняття рішення.

При побудові емпіричних моделей, якщо загальний вигляд залежності відомий, як правило, вдаються до так званої ідентифікації моделі, тобто до експериментального визначення параметрів (коефіцієнтів) цієї моделі стосовно конкретному об'єкту.

Якщо ж вид залежності заздалегідь не відомий, застосовують методи апроксимації експериментальних даних. Найчастіше використовують метод найменших квадратів і поліноміальні багатофакторні залежності.

Визначення параметрів емпіричних залежностей на основі експериментальних даних може бути виконано на ЕОМ з використанням методів математичної статистики. У простих випадках можна скористатися стандартними програмами, що входять в програмне забезпечення, що постачається до персональних комп'ютерів (Microsoft Excel, Microsoft Graf та ін.).

Для більш глибокої обробки даних використовують спеціалізовані пакети програм, орієнтованих на рішення задач моделювання і обробки даних (Matlab, MathCAD, Statistica, Maple і т. д.).

З метою скорочення числа дослідів, необхідних для отримання адекватних статистичних моделей, зазвичай застосовують математичні методи планування багатофакторних експериментів.

Нарешті, при використанні сучасної обчислювальної техніки, іноді зручно будувати моделі у вигляді матриць і матричних поліномів, що забезпечує дуже високу їх швидкодію. У цьому випадку вдається побудувати моделі, що працюють в реальному часі, наприклад, моделі, що дозволяють розраховувати якісний робочий цикл двигуна при русі автомобіля. Така властивість дуже важливо при дослідженнях роботи систем управління.

У звичайних математичних моделях технічних об'єктів вся інформація проходить складну обробку в одному або, в усякому разі, в невеликому числі каналів. У штучних нейронних мережах вся інформація надходить і передається через велике число каналів (нейронів). У кожному з каналів інформація може затримуватися або перетворюватися і, підсумовуючись, надходити на вихід. Хоча в кожному окремому нейроні відбувається найпростіше перетворення інформації, в результаті на виході можна отримати досить складні функціональні залежності.

При побудові таких моделей немає необхідності вдаватися до опису складних фізико-хімічних процесів, а іноді і враховувати структуру системи. Однією з особливостей подібних моделей є їх здатність навчатися.

При моделюванні в умовах неповної інформації, особливо коли точна модель виявляється занадто складною або її отримання практично неможливо, побудови моделей ведуть на основі теорії нечітких множин.

Моделі на основі МКЕ. Метод кінцевих елементів слід розглядати не тільки як спосіб вирішення диференціальних рівнянь при дослідженні суцільних середовищ, а й як ефективний спосіб побудови моделей. В основі МКЕ лежить положення про те, що будь-яку безперервну величину можна апроксимувати моделлю, яка будується на безлічі кусково-неперервних функцій, визначених на кінцевому числі подібностей (рис.1).

При цьому кусочно-безперервні функції будуються по значенням безперервної величини в кінцевому числі точок в досліджуваній області. Для кусочно-безперервної апроксимації найчастіше використовуються елементи у вигляді симплексів або комплексів. Таким чином, якщо експериментально або іншим способом отримати значення функції в ряді точок, можна побудувати модель для визначення значення функції в будь-якій точці даної області. Такий підхід дуже важливий. Наприклад, з випробувань двигуна на обмеженому числі режимів, він дозволяє отримати модель для дослідження або для управління двигуном в широкому полі робочих режимів.

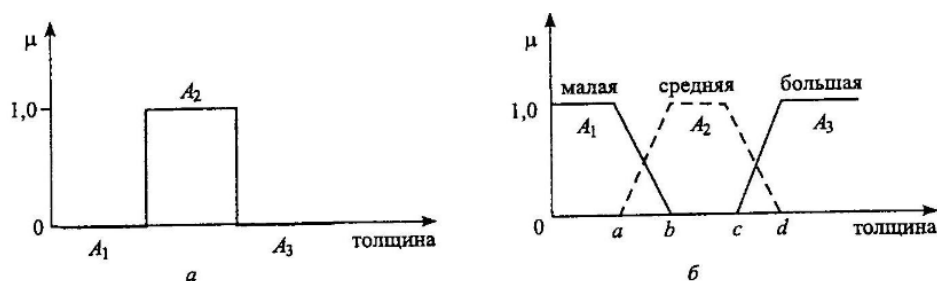


Рис. 1 Визначення множини за допомогою характеристичної функції:

а – характеристична функція чіткого безлічі: A_1 і A_3 умова R не виконується; A_2 умова R виконується;

б – характеристична функція приналежності нечітких множин. A_1 – «мала товщина»;

A_2 – «середня товщина»; A_3 – «велика товщина»

Окрему групу становлять моделі, що описують конструкцію двигуна і його елементів для вирішення завдань теплонавантаженості, міцності і коливань в ДВС. В даний час ці моделі в якості апарату рішення використовують МКЕ і МГЕ. Дані методи також використовують при вирішенні задач механіки рідини і газу, а також акустики, які мають місце в двигунах.

Моделювання складних систем і, зокрема, імітаційного моделювання присвячена велика кількість спеціальних робіт.

Як приклад ієрархії моделей різного рівня і призначення розглянемо набір моделей для дослідження та оптимізації індикаторного циклу двигуна з іскровим запалюванням.

У найпростішому випадку, коли необхідно досліджувати вплив ступеня стиснення, початкового тиску циклу, кількості і умов введення теплоти на термічний ККД і середній тиск циклу, в якості моделі можна використовувати термодинамічні цикли поршневих двигунів.

Заміна дійсного циклу теоретичним термодинамічним циклом дозволяє отримати кінцеве рішення задачі, що зручно для аналізу, однак, абсолютні значення параметрів, одержуваних при цих розрахунках, істотно відрізняються від параметрів циклів реальних двигунів.

Для розширення можливостей аналізу розроблені термодинамічні цикли з довільним законом введення теплоти в цикл і з урахуванням залежності теплоємності робочого тіла від температури.

Для більш точного прогнозування індикаторних показників двигуна в якості моделі застосовують так званий тепловий розрахунок двигуна, розроблений В.І. Гриневецьким та істотно розвинений в працях Н.Р. Брілінга, Е.К. Мазінга і Б.С. Стечкина.

У цьому розрахунку, з використанням ряду емпіричних даних, враховується вплив реального складу робочого тіла, політропічного характеру процесів стиснення і розширення, повноти виділення і частки втрат теплоти при згорянні. Розрахунок ведеться по окремим процесам.

При правильному виборі початкових даних теплової розрахунок дозволяє досить точно оцінити середні індикаторні тиск циклу і індикаторний ККД; визначити потужність двигуна при заданій величині його робочого об'єму або вибрати робочий об'єм при заданій потужності двигуна; побудувати наближену індикаторну діаграму циклу і отримати таким чином дані, необхідні для динамічного розрахунку двигуна і розрахунку на міцність деталей кривошипно-шатунного механізму; наближено побудувати зовнішню і навантажувальні характеристики двигуна.

Обмежені можливості теплового розрахунку пов'язані з тим, що в ньому не розглядаються найважливіші фізичні явища, що відбуваються в двигуні, в процесах газообміну, подачі палива і сумішоутворення, запалення і згорання суміші, теплообміну та ін.

Подальший розвиток моделювання індикаторного процесу двигуна йшов за трьома основними напрямками:

- 1) вдосконалення теплового розрахунку;
- 2) створення спеціалізованих моделей для вирішення конкретних завдань при аналізі процесів в двигуні;
- 3) створення глобальної моделі, побудованої на якомога повнішому описі дійсних фізико-хімічних процесів, що відбуваються в двигуні.

Для обліку впливу динаміки виділення теплоти використовуються два різних підходи: при першому задається динаміка вигорання палива або динаміка виділення теплоти.

Для опису динаміки тепловиділення використовується напівемпіричної рівняння, або інші аналогічні залежності; при другому підході тим чи іншим чином задається швидкість поширення сферичного фронту полум'я і розраховується динаміка виділення теплоти. Залежність швидкості поширення полум'я від режимних умов задається на підставі експериментальних даних або зв'язується з числом Рейнольдса потоку суміші на вході в циліндр або з вихровим ставленням руху заряду в циліндрі.

При розрахунку циклу з урахуванням динаміки тепловиділення можна використовувати три моделі: однозонну, двозонну і багатозонну.

У першому випадку склад робочого тіла однорідний і змінюється в міру вигорання палива від суміші повітря, палива і залишкових газів до продуктів згорання.

У другому випадку заряд розділяється на дві зони, які змінюються в міру вигорання палива. В одній містяться продукти згорання, а в другій робоча суміш.

У третьому випадку заряд розбивається на ряд зон за масою або об'ємом, і по мірі вигорання палива складу робочого тіла в зонах змінюється.

Остання модель дозволяє простежити за зміною температури в окремих порціях заряду з урахуванням Маху-ефекту, який полягає в підвищенні температури продуктів згорання при їх підтисканні з ростом тиску в циліндрі.

На основі двозонних і багатозонних моделей згоряння розроблені моделі, що описують динаміку утворення токсичних речовин: CO, CH і NO.

Додаткові можливості для аналізу факторів, що впливають на показники циклу, можна отримати, якщо враховувати дисоціацію продуктів згоряння. Для цього використовують залежність констант рівноваги основних реакцій окислення від температури.

Важливим доповненням теплового розрахунку є облік реального теплообміну зі стінками. Так, теплообмін зі стінками, що врахований в моделях дійсного циклу двигуна з іскровим запалюванням і дизеля, описаних в цьому розділі.

При необхідності вивчення таких процесів як сумішоутворення, порушення нормального згорання та інших доводиться використовувати більш складні моделі.

В даний час інтенсивно розробляються *глобальні моделі двигуна*, в основному, для цілей дослідження і комплексної оптимізації робочих процесів і конструкції двигунів.

Характерною особливістю цих моделей є використання тривимірного опису процесів газообміну, руху заряду в циліндрі і поширення полум'я.

На підставі тривимірного моделювання локальних швидкостей руху заряду в циліндрі розраховується процес сумішоутворення, визначаються характеристики турбулентності заряду і турбулентна швидкість поширення полум'я.

Такі моделі створюються великими дослідницькими фірмами: AVL, Ricardo, FEV, а також дослідницькими відділами двигунобудівних фірм GM, Ford та ін.

Висновок. Отже, удосконалення відомих принципів моделювання роботи двигунів більш доцільними є комп'ютерні узагальненні оптимізаційні моделі для попереднього дослідження і прогнозування характеристик потужності та економічності вітчизняних військових автомобільних двигунів з наддувом.

Список використаних джерел

1. Луканін В. М. *Комп'ютерний практикум. Моделювання процесів в ДВЗ* / В. М. Луканін [та ін.]. - М.: Виц. шк, 2005. - (Двигуни внутрішнього згоряння: підручник для ВНЗ: в 3 кн.; Кн. 3). – с. 70.
2. Жерновий А. С., Колобов К. С. *Експрес-діагностування дизеля за температурними імпульсами у випускній системі* / LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів і студентів. – К: 2015. – 572 с.
3. Корпач А. О., Філоненко О. Д. *Вплив величини добавки водневокісневої суміші до повітряного заряду на паливну економічність дизеля* / LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів і студентів. – К: 2015. – 572 с.

Науковий керівник: Маханьков В.А.

Рецензент: Оленев В.М., к.військ.н., проф., Військова академія (м. Одеса)

УДК 614.84

Чернігов О.Ю., магістрант

Військова академія (м. Одеса), Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ

Робота присвячена проблемам поліпшення експлуатаційно-технічних показників транспортного дизеля шляхом розробки і удосконалення засобів діагностування системи живлення двигунів військової автомобільної техніки.

Ключові слова: технічний стан, дослідження, контроль.

Постановка проблеми. Тиск газів, що розширюються після запалювання робочої суміші, може бути найкраще використаний при умові, якщо суміш цілком згорить зразу ж після переходу поршня верхню мертву точку (в.м.т.), ($8-15^\circ$ повороту шийки колінчастого вала після в.м.т.). Враховуючи, що суміш горить певний час, її треба запалювати з деяким випередженням, тобто до підходу поршня у в.м.т. Величина кута повороту колінчастого вала з моменту запалювання робочої суміші до в.м.т. називається кутом випередження запалювання. Цей кут залежить від числа обертів колінчастого вала, швидкості згорання суміші та навантаження на двигун.

Розглянемо спільно індикаторну діаграму тиску в циліндрі p , температури газів T і закон подачі палива.

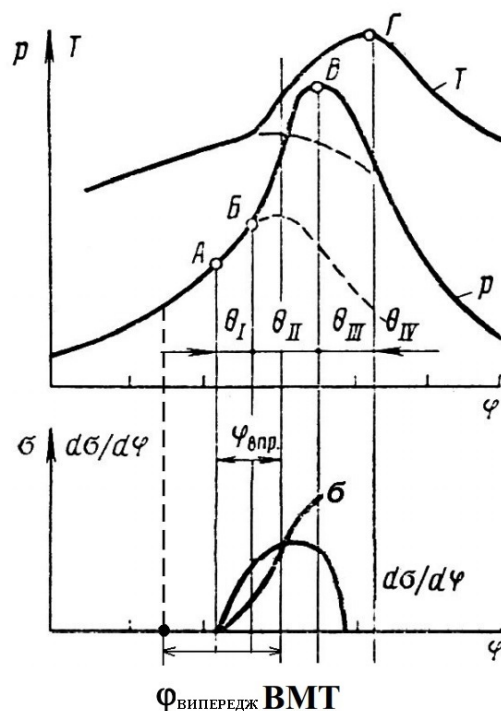


Рисунок 1. Характер зміни тиску (p) і температури (T) газів, кількості поданого в камеру згорання палива (s), по куту повороту колінчастого вала

У процесі стиснення, коли поршень ще не дійшов до ВМТ на кут випередження подачі $\varphi_{випередж.}$ плунжерна пара починає нагнітати в паливопровід і форсунку паливо. При куті $\varphi_{впр.}$ до ВМТ форсунка починає подавати паливо в циліндр. (т. А) У цей момент відбувається змішування дрібно розпорошеного (за допомогою форсунки) палива і повітря, випаровування палива і займання суміші. Величина подачі палива збільшується до т.Б, однак лінія згорання і лінія стиснення збігаються.

Період від т.А до т.В називається періодом затримки самозаймання. У цей період подається 60 ... 70% палива, він триває від моменту уприскування (т.А) до відриву лінії згорання від лінії стиснення (т.Б). Тиск в циліндрі $P_C = 4 \dots 6$ мПа при температурі газів $T_c = 620 \dots 750$ К.

$\varphi_{\text{випередж. ВМТ}} = 15 \dots 35^\circ$ до ВМТ; $\varphi_{\text{впр.}} = 3 \dots 10^\circ$ до ВМТ.

У т.3 лінія згорання відривається від лінії стиснення і починається другий період згорання (II), який триває до т.4, коли тиск в циліндрі стає максимальним. Цей період називають періодом видимого горіння, він характеризує динаміку процесу згорання (жорсткість роботи).

Третій період III (т.4 ... 5), який триває від максимального тиску P_z до точки максимальної температури T називається періодом уповільненої горіння.

Четвертий період називається періодом догорання, він триває 70..80° після ВМТ і проходить на лінії розширення.

Швидкість згорання робочої суміші й час на її згорання у двигуні не завжди відповідають одне одному. Зі збільшенням числа обертів колінчастого вала двигуна час на згорання суміші зменшується, тому кут випередження повинен збільшуватись. При зменшенні навантаження двигуна до мінімальної величини дросель прикривається і кількість робочої суміші, що надходить до циліндрів, зменшується, а кількість залишкових газів, що домішується до неї, збільшується. Така робоча суміш горітиме повільніше, і тому кут випередження запалювання повинен також збільшуватись. Однак необхідно пам'ятати, що дуже велике збільшення кута випередження неприпустиме, тому що газы, розширюючись, діятимуть назустріч поршню, і потужність двигуна зменшиться.

Надмірне зменшення кута випередження призведе до пізнього запалювання суміші, внаслідок чого її згорання продовжуватиметься навіть при рухові поршня униз, а тиск газів і потужність двигуна падатимуть.

При пізньому запалюванні стінки циліндрів, охолоджуюча рідина і випускні труби перегріваються, бо робоча суміш згорає під час робочого ходу і навіть при випуску відпрацьованих газів (ВГ) [2].

Мета статті: забезпечення найбільшої ефективності робочого процесу дизеля шляхом організації процесу регулювання паливоподавання, як за величиною циклового подавання палива (ЦПТ), так і по забезпеченню можливості вимірювання кутів зсуву між моментами уприскування циліндрів двигуна по порядку їх роботи, що є одним з діагностичних показань роботи дизеля.

Мета досягається шляхом створенні методів контролю і засобів діагностування технічного стану системи паливоподавання, як за величиною циклового подавання палива, так і по моменту початку уприскування - куту випередження уприскування палива.

Виклад основного матеріалу. Відомі різноманітні облаштування для виміру кута уприскування палива. Багато з них мають достатньо складну структуру, або не забезпечують достатню точність вимірів. Так пристрій [20], блок-схема якого наведена на рисунку 1, містять послідовно пов'язані датчик 1 тиску палива, підсилювач 2, випрямляч 3, фільтр 4 низьких частот. Вихід фільтру низьких частот 4 паралельно сполучений з першими входами пікового детектора 5, додаткового компаратора 6 і компаратора 7, вихід пікового детектора 5 пов'язаний з другим входом додаткового компаратора 6 і через дільника 8 сполучений з другим входом компаратора 7, вихід додаткового компаратора 6 сполучений з настановним в «О» входом D-тригера 9, на інформаційний вхід якого подана постійна напруга, що відповідає рівню логічної одиниці, вихід D-тригера 9 сполучений з другим входом пікового детектора 5. Датчик 10 верхньої мертвої точки через формувач 11 пов'язаний з другим входом блоку 12 керування, перший вхід якого сполучений з виходом компаратора 7 і тактовим входом D-тригера 9, вихід блоку 12 керування, що керує, пов'язаний з входом, що керує, індикатора 13, інформаційні виходи блоку керування 12 сполучені з відповідними інформаційними входами рахунково-кодуючого блоку 14, інформаційні виходи якого пов'язані з відповідними інформаційними входами індикатора 13,

інформаційні входи і виходи рахунково-кодуєчого блоку 14 утворені відповідними інформаційними входами і виходами формувача 15 цифрового еквіваленту кута уприскування, а його опорний вхід пов'язаний з виходом генератора 16 опорної частоти.

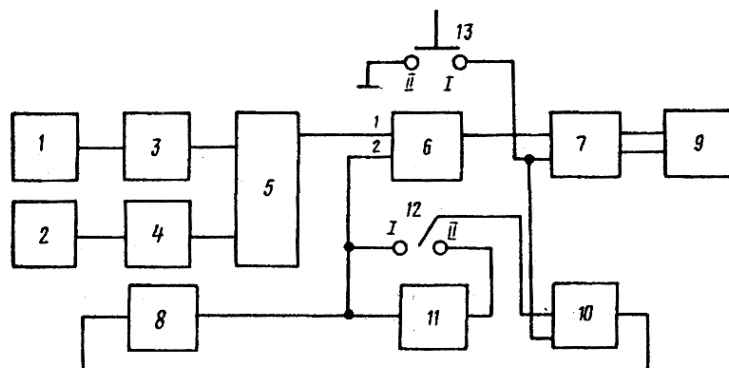


Рис. 2. Пристрій для вимірювання кута уприскування палива

1 – датчик тиску палива; 2 – підсилювач; 3 – випрямляч; 4 - фільтр низьких частот; 5 - піковий детектор; 6 – додатковий компаратор; 7 – компаратора; 8 – дільник; 9 – D-тригер; 10 – датчик в. м. т.; 11 – формувач;

В процесі роботи пристрою сигнал з датчика 1 тиску піддається різноманітним перетворенням: посилюється підсилювачем 2 після випрямлення випрямлячем 3, подається на фільтр 4 низьких частот для виділення сигналу, що огинає. Далі перетворений сигнал подається на вхід пікового детектора 5 для запам'ятовування його максимального значення і на перші входи додаткового компаратора 6 і компаратора 7. З виходу пікового детектора 5 пікове значення попереднього імпульсу тиску поступає на другий вхід додаткового компаратора 6 і на дільника 8 напруги. З дільника 8 напруги частина пікового значення попереднього імпульсу тиску поступає на компаратор 7 і при досягненні вхідним сигналом цього рівня на виході компаратора 7 встановлюється високий рівень переднім фронтом якого D-тригер 9 перемикається в одиничний стан і одночасно поступає на перший вхід блоку 12 керування для формування початку тимчасового еквіваленту кута уприскування палива. Імпульс з виходу D-тригера 9 поступає на другий вхід пікового детектора 5 і скидає його. По приходу імпульсу скидання пікового детектора 5 з виходу D-тригера 9 на другому вході додаткового компаратора 6 рівень сигналу зменшується і при досягненні їм рівня вхідного сигналу на виході додаткового компаратора 6 встановлюється рівень логічної одиниці, який скидає D-тригер 9 в початковий стан, т. е. знімається сигнал скидання пікового детектора 5. Потім піковий детектор 5 запам'ятовує новий рівень вхідного сигналу. Сигнал з датчика 10 в. м. т. поршня, сформований формувачем 11, поступає на другий вхід блоку 12 керування для формування кінця тимчасового еквіваленту кута уприскування палива в двигун. Сформований імпульс, пропорційний куту уприскування палива, подається з інформаційних виходів блоку 12 керування на інформаційні входи формувача 15 цифрового еквіваленту кута уприскування і далі, перетворений в цифрову форму, переписується на індикатор 13. Генератор 16 опорної частоти потрібний для формування точного цифрового еквіваленту кута уприскування. Визначення знаку кута може бути вирішене будь-яким з відомих способів і функції визначення знаку кута покладені на рахунково-кодуєчий блок 14. Далі цикл виміру повторюється.

Складність процесу вимірювання кута уприскування не викликає довіри до результатів.

Відомий пристрій для виміру кута уприскування палива [21], містять датчик уприскування, перший, другий і третій керовані лічильники, датчик верхньої мертвої точки (в.м.т.), схеми ділення і множення, генератор сигналів, тригер і реєстратор, причому входи лічильників пов'язані між собою, датчик в.м.т., включений на вході «Стоп» третього лічильника, а генератор сполучений з керованими входами другого і третього лічильників [1]. Для усунення впливу зміни швидкості двигуна на результат вимірів використовується еталонна міра, що дорівнює частині кута між сусідніми зубами вінця крутного колеса, Для цього доводиться встановлювати додатковий третій датчик, який перетворює момент проходження зубів в електричні сигнали, число яких за один оборот двигуна постійно. Для збільшення точності виміру кута частота дотримання імпульсів зубів множитья схемою множення

в ціле число разів. Проте при цьому відбувається також множення погрішності виміру числа імпульсів, причому, чим менше швидкість обертання валу, тим більше погрішність виміру

З метою підвищення точності виміру пропонується пристрій [22], блок схема якого наведена на рис. 2. Вказана мета досягається тим, що пристрій додатково містить блок затримки, реле, ключ і кнопки установки нуля і запуску схеми, причому блок затримки підключений до входів лічильників і рахунковому входу першого лічильника, вихід якого пов'язаний з кнопкою установки нуля і з нульовим входом тригера, одиничний встановлений вхід який сполучений з кнопка запуск, а вихід через ключ – з реле і через нормально замкнутий контакт який датчик момент уприскування сполучений з вхід «стопа» другий лічильник і вхід «старт» схема ділення, а нормально розімкнений контакт реле розміщений між датчик уприскування і вхід лічильник і схема затримка, при цьому вихід другий і третій лічильник підключений до вхід схема ділення, пов'язаний через схема множення з реєстр.

Пристрій для виміру кута уприскування складається з датчика I моменту уприскування, вихід якого сполучений через нормально розімкнені контакти реле 2 з входами трьох керованих лічильників 3, 4, 5 і через блок 6 затримок - з рахунковим входом першого керованого лічильника 3, а через нормально замкнуті контакту реле 2-с входом "стопа" другий керований лічильник 4 і вхід «старт» схема 7 ділення, причому вихід перший керований лічильник 3 сполучений з нульовий настановний вхід три перо 8, до який також підключений кнопка 9 установка схема в нульовий стан, а одиничний настановний вхід три перо сполучений з кнопка 10 запуск схема, причому вихід три перо через ключ 11 приєднаний до реле 2, вихід генератор 12 сполучений з рахунковий вхід керований лічильник 4 і 5 відповідно але другий і третій. Вихід датчика 13 верхньої мертвої точки сполучений з входом «Стоп» третього керованого лічильника 5, а виходи другого і третього керованих лічильників 4 і 5 сполучені з входом схеми 7 ділення, вихід якої сполучений з входом схеми I4 множення, вихід якої сполучений з реєстратором 15.

Схема працює таким чином. Сигнал від датчика 1 який фіксує момент початку уприскування палива, через нормально розімкнені контакти реле 2 запускає усі лічильники 3, 4, 5 і одночасно через блок 6 затримок подає на рахунковий вхід лічильника 3 імпульс. Лічильник 3 рахує кількість оборотів, по яких визначається середня величина кута уприскування. Лічильники 4 і 5 починають рахувати імпульси високочастотного генератора 12, У момент проходження поршнем верхньої мертвої точки, (ст. м. т.) датчик 13 в. м. т. зупиняє лічильник 5. Таким чином, на лічильнику 5 накопичується число імпульсів, пропорційне куту повороту валу від моменту уприскування до в. м. т. Лічильник 4 підраховує імпульси пропорційне повному оберту валу. Після відліку лічильником 3 заданих кількості оборотів валу він видає імпульс, який через тригер 8 відкриває ключ 11. Реле 2 відключить датчик моменту уприскування з входом "Старт" лічильників 4, 5, 3, підключить його до входу «Стоп» лічильника 4 і запустить схему 7 ділення, яка, розділивши показання лічильника 5 на показання лічильника 4, отримає відносне значення кута уприскування. Схема 14 перекладає це значення в градуси і видає на реєстратор 15.

Кнопка 9 служить для установки схеми в початковий стан. Кнопкою 10 робився запуск схеми. Пропонована схема дозволяє проводити усереднювання по довільному числу оборотів валу, а точність виміру визначається частотою імпульсів генератора 12 і практично не залежить від швидкості обертання валу.

Кнопка 9 служить для установки схеми в початковий стан. Кнопкою 10 робився запуск схеми. Пропонована схема дозволяє проводити усереднювання по довільному числу оборотів валу, а точність виміру визначається частотою імпульсів генератора 12 і практично не залежить від швидкості обертання валу. Але цей пристрій дозволяє оцінити значення кута уприскування окремого циліндру.

Відомий пристрій [23], який може бути використован для циклової подачі і випередження вприскування в дизельних багатоциліндрових двигунах. Пристрій дозволяє підвищити точність вимірювань величин наступних один за одним високочастотних циклових подач, забезпеченням ідентичних і близьких до спостерігається в реальних двигунах умов для кожного вприскування палива, забезпечити можливість застосування його в багатоциліндрових дизелях, також для оцінки нерівномірності випереджений уприскування палива.

Пристрій для вимірювання нерівномірності подачі палива складається з корпусу з вимірювальної камерою, утвореної зливним електромагнітним клапаном, навантаженим пружиною, форсунками та плунжером, забезпеченим поворотною пружиною. Вузол знімання сигналу являє собою пружну пластину з наклеєними на ній тензометричними датчиками, з'єднаними по мостовій схемі. Аналогоцифровий перетворювач підключений до ЕОМ і через підсилювач до вузла знімання сигналів. Електронний блок (з датчиком) підключений до електромагнітного клапану. Пристрій додатково забезпечено неprecизійними зливними і пропускними клапанами, встановленими послідовно.

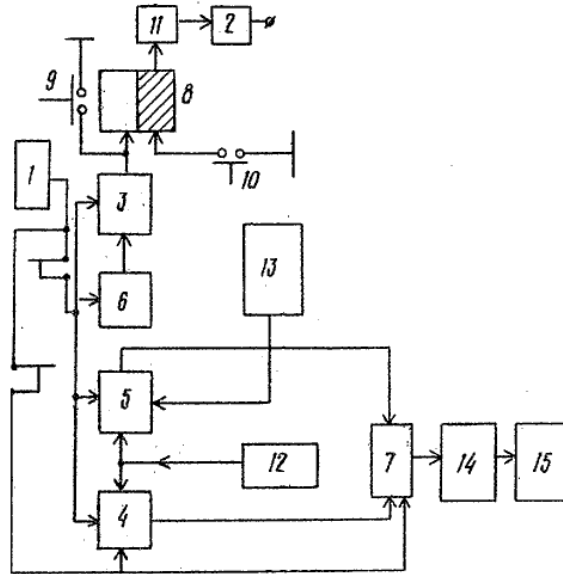


Рис. 3. Пристрій для вимірювання кута уприскування палива

1 – датчик моменту уприскування, 2 – реле, 3, 4, 5 – керувані лічильники, 6 – блок затримки, 7 – схема ділення, 8 – тригер, 9 – кнопка установки схеми в нульовий стан, 10 – кнопка запуску схеми, 11 – ключ, 12 – генератор, 13 – датчик верхньої мертвої точки

З метою підвищення точності вимірювань наступних один за одним високочастотних циклових подач вимірювальний плунжер може бути забезпечений поворотною пружиною, що задає близьку до спостережуваних в камері згоряння реальних двигунів закономірність зміни тиску в камері в процесі уприскування.

З метою застосування його в багаточиліндрових дизелях в корпусі його передбачені отвори для установки всіх форсунок двигуна.

З метою використання його для визначення рівномірності випередження впорскування забезпечено додатковим електронним блоком.

На рис. 4 зображено вигляд сигналів на екрані комп'ютера при вимірюванні послідовних циклових подач: $G_{ц}$ і α – величини подачі і випередження впорскування палива (максимальна і мінімальна подачі виявилися у другого і четвертого чиліндрів).

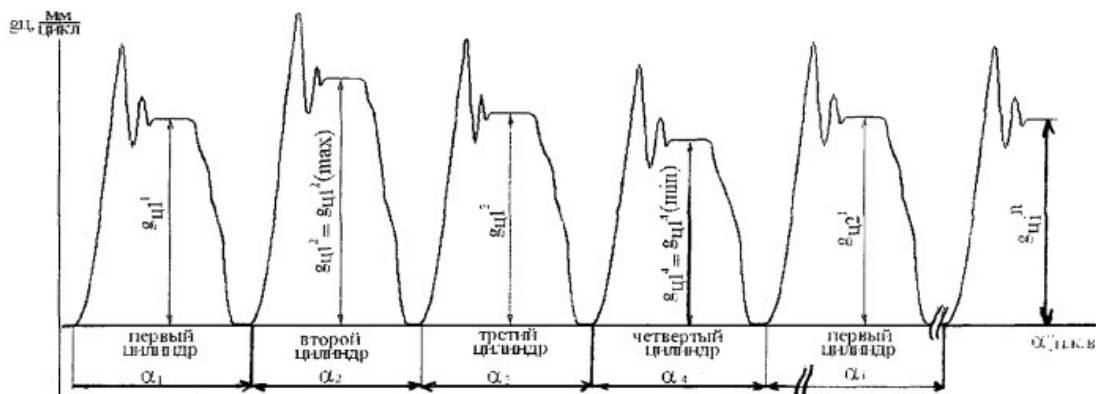


Рис. 4. Зображення сигналів на екрані комп'ютера

Недоліком цього пристрою є складність пристрою і втручання в систему живлення. З метою забезпечення можливості вимірювання кутів зсуву моментів впрыскування всіх циліндрів двигуна по порядку їх роботи і спрощення процесу діагностики пропонується пристрій [24], схема якого наведена на рис. 5.

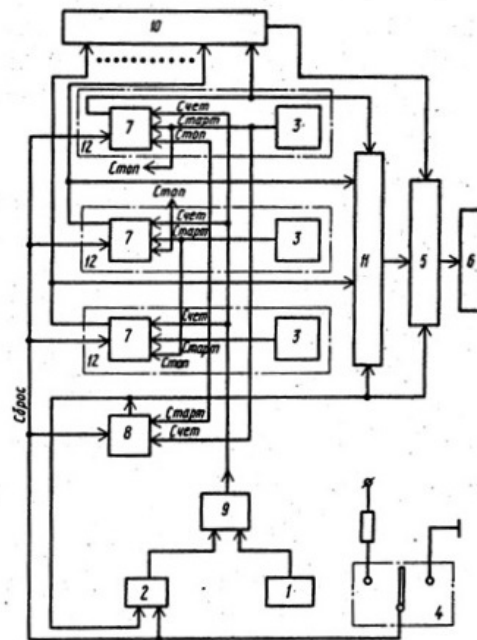


Рис. 5. Схема пристрою для діагностики дизеля

1 – генератор сигналів, 2 – тригер, 3 – датчики упорскування, 4 – кнопка установки нуля і запуску, 5 – дільник, 6 – реєстратор, 7 – керовані лічильники, 8 – реверсивний лічильник, 9 – схема I, 10 – комутатор, 11 – схема підсумовування, 12 – блоки вимірювання кутів зсуву моментів впрыскування

Пристрій містить генератор 1, сигналів, тригер 2, датчики 3 впрыскування, кнопку 4 установки нуля і запуску, дільник 5, реєстратор 6, причому дільник 5 з'єднаний з реєстратором 6 і з одним входом тригера 2, другий вхід якого з'єднаний з кнопкою 4 установки нуля і запуску, керовані лічильники 7, кількість яких дорівнює кількості циліндрів двигуна, реверсивний лічильник 8, схему і 9, комутатор 10 і схему 11 підсумовування, причому генератор 1 сигналів через схему і 9, з'єднану з виходом тригера 2, підключений до рахункових входів керованих лічильників 7 блоку 12 вимірювання кутів зсуву моментів впрыскування, входи «Скидання» яких з'єднані з входом «Початкова установка» реверсивного лічильника 8 і кнопкою 4 установки нуля і запуску, а входи «Старт» і «Стоп» підключені до датчиків 3 впрыскування, причому перший і останній датчики 3 впрыскування підключені також відповідно до входу «Старт» і «Рахунок» реверсивного лічильника 8, вихід якого з'єднаний з входами схеми 11 підсумовування і дільника 5, який підключений до виходів, комутатора і схеми підсумовування, входи яких з'єднані з виходами керованих лічильників 7.

Пристрій працює наступним чином.

Двохпозиційна кнопка 4 установки нуля і запуску спочатку встановлює пристрій у вихідне положення, тобто обнуляє керовані лічильники 7, в реверсивному лічильнику 8 встановлює кількість вимірювань для знаходження середнього значення, потім, подаючи імпульс на тригер 2, дозволяє роботу пристрою.

Схема I 9 отримує дозволяючий сигнал від тригера 2 і пропускає високочастотні імпульси від генератора 1 сигналів на рахункові входи керованих лічильників 7. Коли спрацьовує датчик 3 впрыскування першого блоку 12 вимірювання кута зсуву моменту упрыскування першого циліндра по відношенню до другого по порядку їх роботи, то імпульс від датчика 3 впрыскування запускає перший керований лічильник, реверсивний лічильник 8 і подає сигнал на вхід «Стоп» останнього керованого, лічильника. Перший керований лічильник рахує імпульси від генератора 1 сигналів до того часу, поки не

спрацює датчик 3 вприскування другого. блоку 12 вимірювання кута зсуву моменту уприскування другого циліндра по відношенню до третього по порядку їх роботи. При цьому імпульс від другого датчика 3 вприскування і зупинить перший керований лічильник і запустить другий керований лічильник. І так далі. Сигнал від останнього датчика 3 вприскування запускає останній керований лічильник, зупиняє передостанній керований лічильник і видає одиничний імпульс на лічильний вхід реверсивного лічильника 8.

Після видачі. на рахунковий вхід реверсивного лічильника 8 заданого числа імпульсу від останнього датчика 3 вприскування реверсивний лічильник видає сигнал на тригер 2, в результаті якого на схему І 9 подається заборонний сигнал і імпульси від генератора сигналів не проходять більше на рахункові входи керованих лічильників 7. Одночасно з цим видається сигнал на запуск схеми ІІ підсумовування, яка визначає суму показань всіх керованих лічильників 7, потім дільник 5 визначає через комутатор 10 відносини показань кожного керованого лічильника 7 (S_i) до загальної сумі (S), яка пропорційна куту зсуву між моментами уприскування двох циліндрів в порядку їх роботи – $i = S_i / S$, а видає результат на реєстратор 6.

Можливість вимірювання кутів зсуву моментів вприскування дозволяє проводити контроль і регулювання паливної апаратури з великою точністю, що дозволить вибрати найкращий режим роботи двигуна як за динамічними характеристиками, так і з економічних за рахунок більш повного згорання палива.

В результаті підвищується довговічність і надійність роботи двигуна, зменшується забруднення навколишнього середовища, збільшується потужність двигуна, заощаджується паливо. Масове впровадження запропонованого пристрою принесе значний народногосподарський ефект.

Висновок. Підвищення точності виміру кута уприскування дозволить вибрати найкращий режим роботи двигуна, що дозволить за рахунок повнішого згорання палива зменшити забруднення довкілля шкідливими газами, а також при меншій витраті палива збільшити потужність, що знімається з двигуна. Масове впровадження запропонованого пристрою принесе значний народногосподарський ефект.

Список використаних джерел

1. Суркин В.И. Курс лекций «рабочие процессы и основы расчета тепловых двигателей строительно-дорожных машин». /УФ МАДИ – Челябинск, 2003 / 220 с
2. С.О. Пахарев, Р.Ф. Сапожников, О.Я. Терещенко Посібник з дисципліни «Автомобільна техніка» Загальна будова автомобіля. За ред. С.О. Пахарєва. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010 – 392 с.
- 3.Аношина Татьяна Сергеевна, Повышение экономических и экологических качеств транспортного дизеля при работе на режимах малых нагрузок и холостых ходов // Диссертация кандидата технических наук М-2014
4. Виноградов Л.В., Горбунов В.В., Патрахальцев Н.Н. Работа дизеля на режимах частичных нагрузок: Учеб. пособие. М.: Изд-во РУДН. - 2000. – 88 с.
5. Горбунов В.В., Патрахальцев Н.Н. Токсичность двигателей внутреннего сгорания: Учебное пособие. – М.: Изд-во РУДН. – 1998. – 214 с.,
6. Горбунов П.В., Эфрос В.В. Улучшение топливоподачи на частичных режимах дизелей внедорожной техники // Тракторы и сельхозмашины, 2007.- № 5. – С. 30 – 32.
7. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. – М.: Легион-Автодата. – 2005. – 344 с.
8. Гутаревич Е.Ф. Снижение вредных выбросов и расхода двигателями автомобилей путём оптимизации эксплуатационных факторов. Киев. – Наукова думка. – 1985 г.
9. Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение. – 1981.- 160 с.

10. *Игнатович И.В., Кутенёв В.Ф., Малов Р.В. Общие положения теории оценки токсичности автомобиля // Автомобильная промышленность. –1979.- № 7. –С. 1 –3.*
11. *Корнев Б.А. Возможности повышения экономичности режимов малых нагрузок автотракторного дизеля типа Д-260 (6 Ч 11/12,5) изменением его рабочего объёма: автореф. дис....канд. техн. наук. 05.04.02. Москва. - 2013. - 16 с.*
12. *Костин А.К., Пугачёв Б.П., Кочинев Ю.Ю. Работа дизелей в условиях эксплуатации.: Справочник. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд. - 1989. 284 с.*
13. *Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для высшей школы. – 2-е изд., испр. и доп. - Академический проект, 2004. – 400 с.*
14. *Морозов К.А. Токсичность автомобильных двигателей. – М.: Легион-Автодата. - 2000. – 80 с.*
15. *Новиков Л.А. Основные направления создания малотоксичных транспортных двигателей // Двигателестроение. – 2002. - № 2. – С. 23 - 27.*
16. *Обеспечение качеств транспортных двигателей: Т. 1. /М.А. Григорьев, В.А. Долецкий, В.Т. Желтяков, Ю.Г. Субботин. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 1998 – 632 с.*
17. *Олесов И.Ю. Повышение экономических, эффективных и экологических качеств автотракторного дизеля использованием метода отключения – включения цилиндров или циклов: автореф. дис....канд. техн. наук. 05.04.02. Москва. - 1992. - 19 с.*
18. *Работа топливоподающей аппаратуры дизелей на частичных и переходных режимах / Г.Б. Горелик, Н.Х. Дьяченко, Л.Е. Магидович, Б.П. Пугачёв // Труды ЛПИ. – 1971. - Вып. 316. - С. 19 – 22.*
19. *Снижение токсичности газо-дизеля, регулируемого изменением рабочего объёма / Н.Н. Патрахальцев, Т.С. Аношина, Р.О. Камышиников, Э.А. Савастенко // АвтоГазоЗаправочный Комплекс+Альтернативное топливо. - 2014. - № - С. –*
20. *Кирюхин В. Н., Кирюхин К. Н. Устройство для измерения угла впрыска топлива АС 1590614*
21. *Патент Англии № 1396G90, кл. G Д U, опублик. 1975,*
22. *Желяско И. М., Артемов В. А. Устройство для измерения угла впрыска топлива АС 765674*
23. *Устройство для измерения неравномерности подачи топлива/ Баширов Р.М., Инсафуддинов С.З., Габдрафиков Ф.З., Гафуров М.Д. Патент 2245453, 2005*
24. *Артемов В. А., Желяско И. М. Устройство для диагностики дизеля, АС 970177*

Науковий керівник: Артемов В.О., к.т.н., доц.

Рецензент: Мальцев О.В., д.техн.н., проф., Військова академія (м. Одеса).

УДК 623.437.42

Чоботар С.С., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНИХ ВІЙСЬКОВИХ БАГАТОВІСНИХ СІДЕЛЬНИХ ТЯГАЧІВ

В роботі проведено дослідження і здійснено аналіз стану щодо вимог до тактико-технічних характеристик перспективних військових багатовісних сидельних тягачів. Це дозволяє удосконалити вимоги до тактико-технічних характеристик автомобільної техніки.

Ключові слова: *автотехнічне забезпечення, автомобільна техніка, військова автомобільна техніка.*

Постановка проблеми. Ведення збройної боротьби в сучасних умовах характерно використанням нових видів автомобільної техніки, як наслідок зменшується коефіцієнт захищеності озброєння і техніки. Це приводить до збільшення виходу машин з ладу в ході ведення бойових дій, що потребує визначення нових вимог до тактико-технічних характеристик для вирішення завдань з її евакуації та перевезень.

Мета статті: полягає у розробці та удосконаленні існуючих вимог до тактико-технічних характеристик щодо перспективних багатовісних сидельних тягачів, вибір сукупності параметрів, що забезпечують наявність тактико-технічних характеристик, що потрібні в реальних умовах експлуатації тягачів.

Виклад основного матеріалу. Так, для вантажних автомобілів визначаються необхідністю економічність конструкції у виробництві і експлуатації, висока продуктивність при перевезенні вантажів по автомобільним дорогам; для багатоцільових вантажних автомобілів - висока тактико-технічна рухомість і надійність при роботі як по дорогам або колонним шляхам, так і бездоріжжю.

Розглянемо основні характерні вимоги, які пред'являються до військових автомобілів багатоцільового призначення. При цьому зауважимо, що числові дані, які включаються в ці вимоги, якщо вони не стандартизовані, носять орієнтовний характер. Вони взяті із відкритої даної літератури. При додаванню їх до конструювання автомобіля вони повинні відповідним чином уточнятися, крім цього, розвиток автомобільної техніки з часом буде вносити в ці дані свої корективи.

Габаритно-вагові показники, а саме: повна вага, навантаження на вісь, габарити автомобіля і розміри кузова (платформи) багатоцільових автомобілів мають відповідати ГОСТу 9314-59 для автомобільних доріг зального призначення. Згідно цього документа визначається повна вага і навантаження на вісь. Допустимі габаритні розміри не повинні перевищувати 12 метрів у довжину, 2,5 метра ширини, а також 3,8 метра висоти. Розміри кузова визначено по ГОСТу 8891-58 згідно вантажопідйомності. Для малого і середнього класу, об'єм і площа платформи не повинна перевищувати показник 2 м³/т. Для багатотонних вантажівок становить 1,0...1,5 м³/т.

Важливою характеристикою для автомобіля вважається коефіцієнт вантажопідйомності. Він визначається відношенням вантажопідйомності до повної ваги спорядженої машини. Для сучасних багатоцільових автомобілів такий коефіцієнт становить $q=0,4...0,8$, де нижня межа відповідає автомобілям малої вантажопідйомності, а верхня – багатотоннажним.

Досягнення науки у розвитку надміцних матеріалів, впровадження сучасних технологій в автомобілебудуванні шляхом використання якісних металів, алюмінієвих і магнієвих сплавів високоміцних пластмас та інших матеріалів дає змогу збільшувати корисні навантаження на одиницю ваги автомобіля. Невдовзі коефіцієнт вантажопідйомності багатоцільових автомобілів досягне показника 0,6...1,0 та автопоїздів в межах 1,2...1,4.

Надійність і досконалість сучасних автомобілів великим чином впливає на маневреність військ. Завдяки таким автомобілям оперативно вирішуються військові завдання. Для військових необхідні автомобілі надійні і досконалі в конструкції, а водночас прості в обслуговуванні і придатні для перевезення різноманітних вантажів. Для перевезення на залізно-дорожніх платформах всі типи багатоцільових автомобілів повинні вписуватися у стандартні габарити 0,2-Т. У вантажному відсіку транспортних суден і літаків автомобілі повинні навантажуватися без попередньої розборки виступаючих частин (кабін, облицювання і т.д.).

У конструкції автомобіля повинні передбачатися пристосування, які забезпечують надійне їх кріплення на залізні дорожніх платформах і у вантажних відсіках суден, літаків.

Легкі і середні автомобілі повинні бути пристосовані до десантування на спеціальних платформах. Елементи конструкції цих автомобілів повинні бути розраховані із врахуванням можливостей перевантаження і швидкості приземлення до 10 м/с.

Тактико-технічна рухомість автомобілів забезпечується високими тягово-швидкісними властивостями, прохідністю по ґрунтових дорогах, колонних шляхах і місцевості, пристосованість автомобілів для здійснення маршів з високими швидкостями руху.

Основні параметри, які характеризують тягово-швидкісні властивості багатоцільових автомобілів, повинні знаходитися в межах:

- 1) максимальна швидкість руху по дорогах – 70...100 км/год;
- 2) мінімальна стійка швидкість – 2...3 км/год;
- 3) максимальний динамічний фактор на нижчій передачі в коробці передач і в роздавальній коробці – 0,7...0,9, а на прямій передачі – 0,06...0,15;
- 4) вага буксируємого причепа до 30...70% від повної ваги автомобіля з вантажем;
- 5) середня швидкість руху по дорогам з твердим покриттям – 40...50 км/год, по ґрунтовим дорогам – 30...40 км/год;

По прохідності багатоцільові автомобілі повинні забезпечити:

- середня швидкість руху по розм'яклій і засніженій ґрунтовій дорозі і колонних шляхах – 15...20 км/год;
- впевнене долаття тяжко-прохідних ділянок місцевості;
- долаття крутих підйомів (до 30...35°), зтяжних спусків, косогорів (до 20-25°), порогових перешкод висотою 0,8...1,0 та ровів шириною 1,0...1,3 радіус колеса;
- долаття водних перешкод на плаву або вброді. Глибина броду без підготовки автомобіля до 1,2 м, а після попередньої підготовки на протязі 10...15 хв – 1,5...1,8 м.

Для здійснення багатоцільовими автомобілями маршів без тривалих зупинок необхідно:

- висока надійність і безвідмовність роботи всіх механізмів вузлів;
- запас ходу – 650...800 км;
- висока плавність ходу, забезпечення мінімальної втомленості водія і перевозимого особового складу.

Працездатність автомобіля і водія повинна зберігатися в різних експлуатаційних умовах:

- 1) при температурі навколишнього середовища від -59 до +50°C;
- 2) при відносній навколишній вологості повітря від 98%;
- 3) при запиленості повітря до 2 г/м³;
- 4) в горах на висоті до 3000 м над рівнем моря (на великих висотах падіння потужності двигуна повинні компенсуватися шляхом надуву);
- 5) при русі по місцевості, зараженої радіоактивними або отруйними речовинами.

Надійність автомобіля характеризує можливість його конструкції тривалої роботи в заданих умовах експлуатації без вимушених зупинок по технічним причинам.

Для військових автомобілів ці властивості особливо важливі, адже складає впевненість у своєчасному і безперебійному виконанні задач з маневрування військ, забезпеченню їх матеріальними засобами тощо.

Одним із основних показників надійності автомобіля являється ймовірний час напрацювання на відказ, рівне середньому числу годин роботи автомобіля між двома суміжними зупинками із-за поломок або інших технічних поломок.

Виходячи із вимог безперебійної роботи автомобільної техніки для багатоцільових автомобілів час напрацювання на відказ повинно прийматися не менше 120...150 год. В перспективі цей час бажано збільшити до 200-300 год., що може бути досягнуте шляхом подальшого удосконалення конструкції автомобіля і методів їх розрахунків, покращення технології виробництва, більш широкого використання і конструкції всіх агрегатів і вузлів матеріалів, які володіють високою втомлюючою міцністю і зносостійкістю, покращення якості палива, змазочних і других експлуатаційних матеріалів, а також шляхом удосконалення технічного обслуговування і ремонту автомобіля в польових умовах.

В результаті збільшення якості виробництва гарантійний пробіг автомобіля повинен бути доведений до 25...30 тис. км за п'ять років.

Надійність автомобіля безпосередньо переплітається з такими властивостями його конструкції, як довговічність, міцність, зносостійкість, живучість, пристосування до технічного обслуговування і ремонту (ремонтпридатність), які також повинні забезпечувати надійну безвідмовну роботу автомобіля у складних умовах військової експлуатації і бойової обстановки.

Довговічність або термін служби автомобіля характеризує тривалість їх роботи в кілометрах пробігу або годинах, включаючи пробіг (час роботи) після капітального ремонту, до повного зносу, руйнування і списання.

В нормальних умовах експлуатації мінімальний пробіг багатоцільових автомобілів до першого капітального ремонту повинен складати 160...250 тис. км, причому менший пробіг відноситься до легкових автомобілів, а великий – до вантажних.

Загальний пробіг до списання легких і середніх автомобілів має розраховуватися на 300...400 тис. км при одному капітальному ремонті. Умови терміну служби цих автомобілів за рахунок додаткових капітальних ремонтів економічно недоцільно. Початкова вартість і трудовитрати на виготовлення цих автомобілів велика, тому економічно вигідно збільшити їх термін служби за рахунок проведення двох-трьох капітальних ремонтів.

Моральне старіння автомобілів можливо у зв'язку з швидкими темпами розвитку ЗС, які приводять до корінних змін тактико-технічних вимог, які висуваються до військової техніки.

У зв'язку з цим в конструкції військових автомобілів при високій експлуатаційній надійності і раціональній довговічності повинні задавати можливість подальшого їх удосконалення.

Інтенсивна експлуатація у воєнний час, а також ймовірність бойових пошкоджень висувають на перший план вимоги короткотермінової ефективної віддачі при високій експлуатаційній надійності і живучості автомобілів навіть за рахунок можливого скорочення їх загального терміну служби по зносу.

Живучість конструкції автомобілів визначається їх можливістю протидіяти бойовим пошкодженням і адаптованість до виконання задач при наявності окремих пошкоджень.

До вимог живучості відносяться:

1) висока стійкість проти перевертання під дією ударної хвилі, а у випадку перевертання із емкостей не повинні вилитися рідини (пальне, масло, вода), з тим щоб після постановки автомобіля на колеса він зміг бути готовий до руху (якщо звичайно немає серйозних пошкоджень), а також щоб попередити самозапалення автомобіля;

2) міцність кабіни і кузова при надлишковому зовнішньому тиску до 0,5 кг/см²;

3) використання вогнестійких покриттів і матеріалів витримуючих значні світлові імпульси без спалахування і погіршення фізико-механічних характеристик;

4) використання шин, яким притаманна підвищена стійкість проти кульових і осколочних пробіїв (багатосекційні пористих шин та інших), обладнання автомобілів централізованою системою регулювання тиску повітря в шинах;

5) використання в конструкції автономних дублюючих систем (рульового управління, гальмівної системи та інші), забезпечуючи працездатність автомобіля при його часткових пошкодженнях.

Вимоги, які висуваються до компоновки військового автомобіля. Компоновкою називається прийняте в процесі проектування автомобіля розміщення його основних вузлів і агрегатів, робочого місця водія, кузова або вантажної платформи, додаткового і спеціального обладнання.

Компоновка повинна забезпечити:

- 1) малогабаритність і компактність конструкції;
- 2) зручність управління автомобілем;
- 3) зручність використовувати автомобіль по призначенню;
- 4) правильне розподілення ваги автомобіля по мостах (колесах) і низьке розміщення центру мас в цілях отримання необхідних показників тягових властивостей, прохідності, управління, плавності ходу;

5) пристосування конструкції до технічного обслуговування і ремонту.

Висновок. Отже, для вантажних автомобілів визначаються необхідністю економічність конструкції у виробництві і експлуатації, висока продуктивність при перевезенні вантажів по автомобільним дорогам; для багатоцільових вантажних автомобілів - висока тактико-технічна рухомість і надійність при роботі як по дорогам або колонним шляхам, так і бездоріжжю.

Список використаних джерел

1. Дем'янчук Б.О. *Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень* / Б.О. Дем'янчук, О.В. Малишкін. Навчальний посібник з грифом МОН. – Одеса: Військова академія. – 2014. – 240 с.
2. *Основи автотехнічного забезпечення. Моделювання процесів: навчальний посібник* / Б.О. Дем'янчук, С.М. Верпівський, В.М. Меленчук – Одеса: Видавництво Військова академія (м. Одеса), 2015. – 330 с.
3. *Автотехнічне забезпечення. Управління ресурсом і оновленням парку автомобілів: навчальний посібник* / Б.О. Дем'янчук, В.А. Маханьков, В.Ф. Обертас – Одеса: Видавництво: Військова академія (м. Одеса), 2016. – 250 с.
4. *Настанова з автомобільної служби Збройних Сил України.*

Науковий керівник: Дем'янчук Б.О., д.т.н., доц.

Рецензент: Оленев В.М., к.військ.н., проф., Військова академія (м. Одеса)

РОЗВИТОК І ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТНО-АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ ТА СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ

УДК 355

Алієв М.О., магістрант

Військова академія (м. Одеса), Україна

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА АРСЕНАЛАХ, БАЗАХ ТА СКЛАДАХ ЗБЕРІГАННЯ РАКЕТ І БОЄПРИПАСІВ

В статті розглянуто питання удосконалення систем раннього виявлення аварійних ситуацій на арсеналах баз та складах (АБС) ракет і боєприпасів, які впливатимуть на підвищення живучості арсеналів, баз, складів зберігання ракет і боєприпасів.

Ключові слова: виявлення аварійних ситуацій на АБС, система контролю безпеки що попереджує виникнення надзвичайних ситуацій на АБС зберігання ракет і боєприпасів, пульт центрального моніторингу (пожежний підрозділ), пульт централізованого спостереження (черговий частини), об'єкт потенційної загрози, місце зберігання, оповіщення особовим складом частини, оповіщення цивільного населення.

Постановка проблеми. Сучасний стан організації об'єктів зберігання ракет і боєприпасів вимагає насамперед удосконалення механізму реагування у разі виникнення надзвичайних подій. Одним з важливих напрямків цієї діяльності у Збройних Силах України є впровадження на об'єктах зберігання боєприпасів раннього виявлення надзвичайних ситуацій.

Події останніх років, а саме вибухи на арсеналах у м. Балаклея (Харківської області), м. Калинівка (Вінницької області), та у м. Ічня (Чернігівської області), польових складах поблизу м. Сватове (Луганської області) та с. Малоянісоль (Донецької області), вказують на недосконалу систему охорони АБС та нерозвинену систему раннього виявлення надзвичайних ситуацій.

Ці чинники напряму пов'язані з недостатнім фінансуванням програм по забезпеченню безпечного зберігання ракет і боєприпасів на АБС, та, як наслідок, призводять до виникнення надзвичайних ситуацій.

Мета статті. Проаналізувати методики підвищення ефективності заходів живучості арсеналів та удосконалення систем раннього виявлення аварійних ситуацій на АБС зберігання боєприпасів. Розробити рекомендації щодо підвищення рівня живучості арсеналів, баз та складів зберігання боєприпасів.

Основна частина. Арсенали, бази і склади зберігання ракет та боєприпасів Збройних сил України відіграють основну роль у створенні необхідних запасів боєприпасів та в забезпеченні ними військ (сил). Саме тому проблема удосконалення систем раннього виявлення аварійних ситуацій становиться все більш актуальною.

Задля визначення як саме потрібно підвищити рівень живучості арсеналів, баз та складів зберігання боєприпасів, необхідно:

охарактеризувати аналіз стану технічної безпеки, живучості та вибухопожежобезпеки АБС зберігання ракет і боєприпасів ЗСУ;

визначити основні напрями забезпечення техногенної безпеки, живучості та вибухопожежобезпеки АБС.

Значна кількість ракет та боєприпасів була накопичена за часів СРСР, коли було виготовлено та передано з потужних заводів на територію України, а незначний об'єм робіт по утилізації

боєприпасів тільки підтримував дану кількість. Таким чином, у частини ракет та боєприпасів строк технічної придатності закінчився, перевищено максимальні строки їх зберігання.

Окрім того, значна кількість боєприпасів зберігається на відкритих майданчиках і постійно відчуває вплив атмосферних явищ.

Задача підвищення ефективності заходів живучості АБС зводиться до удосконалення систем раннього виявлення аварійних ситуацій на арсеналах баз та складах.

Необхідно визначити методику підвищення ефективності заходів живучості АБС; використання пожежних сповіщувачів та датчиків різних типів у системах раннього виявлення надзвичайних ситуацій на військових об'єктах.

Існуючі системи технічних засобів охорони і протипожежного захисту в цілому застаріли і не відповідають сучасним вимогам, а забезпечення ефективними засобами зв'язку АБС знаходяться у незадовільному стані.

Потрібно підкреслити і позитивну сторону, адже використання тепловізорів та інфрачервоних камер у системах моніторингу температурного стану місць зберігання ракет і боєприпасів, які почали вводитись у деяких АБС Збройних Сил України, дасть можливість своєчасно виявлення пожежі, на місцях зберігання, дистанційно. Успішне вирішення цього питання можливе лише при науково обгрунтованому вивченні ситуації, що склалася у сфері безпеки функціонування об'єктів зберігання боєзапасу та наданні пропозицій і рекомендацій щодо вдосконалення виявлення аварійних ситуацій.

Наступним етапом потрібно проаналізувати та дослідити саме рекомендації щодо підвищення рівня живучості арсеналів, баз, складів зберігання боєприпасів. За допомогою даного питання потрібно розглянути рекомендації щодо підвищення рівня живучості АБС з урахуванням системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій (об'єктів зберігання боєзапасу, на потенційно небезпечних об'єктах, загальні вимоги до даних систем, технічні вимоги до окремих складових частин систем та комплексів, поетапне впровадження та модернізації системи оповіщення, локальна автоматична система моніторингу і оповіщення); впровадження тепловізорів для здійснення моніторингу об'єктів зберігання боєзапасу; фінансово-економічні механізми забезпечення безпеки об'єктів зберігання боєзапасу.

Висновки. Таким чином, розглянуто питання удосконалення систем раннього виявлення аварійних ситуацій на арсеналах баз та складах ракет і боєприпасів, які впливають на підвищення живучості арсеналів, баз, складів зберігання ракет і боєприпасів. Встановлено, що підвищення ефективності заходів живучості АБС зводиться до удосконалення систем раннього виявлення аварійних ситуацій на арсеналах баз та складах.

Список використаних джерел

1. *Засади забезпечення живучості охорони та захисту військових об'єктів підвищеної небезпеки Збройних Сил України. Затверджені Директивною начальника Генерального штабу – Головнокомандувачем Збройних Сил України від 27 травня 2006р. № ДГШ-6.*

2. *Аналітична доповідь Центру Разумкова. Записи боєприпасів, стрілецької зброї та легких озброєнь в Україні: ризики та виклики // Нац. безпека та оборона. – 2005. – №2. – С. 2-30.*

3. *Біла книга – 2005: оборонна політика України. – К.: МО України, 2006. – 134 с.*

4. *Мошковський Н.С., Беспалов А.В., Климчук В.І. Обгрунтування рекомендацій щодо підвищення пожежної безпеки в Збройних Силах як складової частини воєнної безпеки України // Зб. наук. праць Нац. науково – дослідного центру оборонних технологій і воєнної безпеки України. – 2004. – Вип. 3(23). – С. 141-149.*

Науковий керівник: Дехтяренко К.М.

Рецензент: Нікул С.О., к.т.н., Військова академія (м. Одеса), Україна

УДК 623.454:623.451

Бичков В.О., магістрант*Військова академія (м. Одеса, Україна)*

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АРТИЛЕРІЇ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ТА ТАХОМЕТРИЧНИХ ПІДРИВНИКІВ

В статті розглянуто питання щодо удосконалення розробки дистанційного підричника на звичайний боєприпас на основі використання новітніх досягнень науки та техніки. У даному випадку, у зв'язку з розвитком електронної промисловості зріс інтерес до створення електронних дистанційно-контактних підривників (далі – ЕДКП).

Ключові слова: *підривники, тахометричний підричник, осколкова дія, артилерійський комплекс, електронний механізм, бойові властивості.*

Постановка проблеми. В наш час, коли на сході нашої країни тривають бойові дії, перед військовими фахівцями і всіма підприємствами Укроборонпрому постала проблема підвищення ефективності дії зразків озброєння, що розробляється, модернізується або модифікується. У зв'язку з цим, постає задача створення нового артилерійського комплексу, який дозволить реалізувати спосіб високоточного ураження цілей противника. Сутність цього способу зводиться до того, що після визначення бойової задачі батареї зі спостережного пункту або з кожної гармати за допомогою лазерного далекоміра визначається відстань до цілі. Потім кожній гарматі проводиться розрахунок установок для стрільби, а також визначення часу спрацювання підричника – для ЕДКП, або необхідна кількість обертів снаряду на траєкторії для тахометричного підричника (далі – ТП). За допомогою електронного установника (програматора) ці значення вводяться у підричник снаряда та проводиться постріл по цілі.

Мета статті. Виходячи з наведених задач постає проблема у розробленні електронних установників підривників в ЕДКП та ТП з подальшим удосконаленням і самих підривників. У процесі польоту снаряду буде проводитись порівняння поточного часу з встановленим і при співпаданні їх відбудеться підрив снаряда. Для досягнення вказаних цілей необхідно розроблення шляхом модифікації та модернізації ЕДКП та ТП.

Основна частина. Висока вражаюча дія снарядів з дистанційним підривником по відкритій живій силі і техніці давно відома як у нас у країні так і за кордоном. Однак низька точність обробки заданого часу спрацювання не дозволяє у повній мірі використовувати переваги повітряного розриву снарядів. Лише з появою простих і дешевих електронних пристроїв підрахування часу стало можливим підвищити точність обробки часу спрацювання підричника. Досвід розвинених країн світу (США, Німеччини та Великої Британії) свідчить про те, що при стрільбі на основі пристрілки з використанням лазерного далекоміру для вимірювання відстані до розривів точність стрільби в 1,5 рази вище, чим при ударній стрільбі. Пристрілка з використанням лазерного далекоміру в якості засобу знаходження установок для стрільби снарядами з дистанційними підривниками забезпечує у 6-7 разів більш високу точність стрільби, чим повна підготовка до стрільби. ЕДКП містить у собі електричний пристрій визначення часу спрацювання. Перед пострілом за допомогою спеціального установника у ЕДКП вводиться вимагаємий час спрацювання підричника.

Разом з ЕДКП зростає інтерес до створення тахометричного підричника (ТП), принцип дії якого заснований на підрахунку кількості обертів снаряда відносно своєї осі. Цей принцип пов'язаний з тим, що при стрільбі на певну визначену відстань снаряд робить чітко визначену кількість обертів. Кожний оберт фіксується у ТП за допомогою електромагнітної котушки, яка міцно закріплена у корпусі снаряду перпендикулярно осі обертання. Під час польоту снаряду котушка, що обертається, перетинається з магнітним полем Землі і виробляє синусоїдальний сигнал, по якому визначається кількість обертів снаряду.

Головна перевага дистанційного підриву перед контактним це збільшення зони враження. Це викликано тим, що можливості осколкової дії осколково-фугасних снарядів при ударній стрільбі використовуються не із заглиблення снаряда в ґрунт і поглинанні ґрунтом частини осколків, із-за екранування цілі рельєфом місцевості та неможливості враження цілі, яка знаходиться у сховищах. За оцінкою спеціалізованої організації МОУ, при стрільбі по відкрито розташованій живій силі заглиблення снаряда у ґрунт середньої щільності знижує зону ураження приблизно на 35%, рослин висотою до 30 см або щойно випавший сніг на 10%, а мікрорельєф місцевості на 17%. Повітряні розриви снарядів над ціллю дозволяють звести нанівець вплив цих факторів і забезпечують ураження живої сили противника в укриттях та легко броньованої техніки з найбільш незахищеного боку, тобто зверху.

Висновки. У роботі запропоновано нові конструктивні пропозиції щодо використання ЕДКП та ТП до боеприпасів зі складу комплексів високоточного ураження. Такий комплекс дозволить артилерії вражати спостерігаємі цілі противника з високою ефективністю.

Список використаних джерел

1. *Зиновьев А.Г. Основания устройства материальной части и боеприпасов наземной артиллерии. МО СССР, 1977.*
2. *Клюев А.И. Боеприпасы артиллерии. ВАКА. Ленинград. 1959.*
3. *Третьяков Г.М. Боеприпасы артиллерии. Москва. 1947.*
4. *Стрельба неземной артиллерии. М.: Воениздат, 1970. – Кн.2.*
5. *Кобилинский А.В., Липовецкий Е.П. Однокристалльные ЕВМ серии К1816 Микропроцессорные средства и системы. – 1986.*
6. *Руководство службы Радиовзрыватель АР-30. ВИ МО СССР. М., 1962. – Вопросы оборонной техники. – Сер. 9.*
7. *Артиллерийские комплексы. Стрелковое оружие и патроны. – 1989.*

Науковий керівник: Іванов Т.С.

Рецензент: Сініло Ю.Г., Військова академія (м. Одеса), Україна

УДК 355

Демченко М.А., магістрант
Військова академія (м. Одеса, Україна)

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ТА ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ БОЄПРИПАСІВ

В статті розглянуто питання щодо обґрунтування вимог та вибору раціональних процесів утилізації боєприпасів у Збройних силах України.

Ключові слова: утилізація боєприпасів, виробничі потужності, раціональний процес, зберігання ракет і боєприпасів.

Постановка проблеми. З часом будь-які боєприпаси втрачають свої властивості і стають непридатними для використання. В даному випадку їх належить знищувати на спеціальних полігонах. Процедура утилізації повинна проводитися кваліфікованими професіоналами, що мають необхідний досвід і знання. Зберігати боєприпаси зі збіглим терміном використання не можна, адже вони можуть здетонувати.

Мета статті. Обґрунтувати вимоги та вибір раціональних процесів утилізації боєприпасів у Збройних силах України.

Основна частина. Уряд затвердив перелік боєприпасів, що підлягають утилізації в 2017-2021 роках. Рішення прийняте з метою позбавлення Збройних сил України непридатних для подальшого використання і зберігання боєприпасів і надмірних боєприпасів. Про це повідомили в прес-службі уряду. Реалізація документу дозволить вивільнити технічні території військових частин від непридатних для подальшого використання і зберігання боєприпасів, сприятиме зниженню реальної загрози виникнення техногенно-екологічних катастроф і забезпеченню безпечної експлуатації озброєння і військової техніки як в мирний, так і в особливий час. Так, процедура відбору виконавців робіт і укладення з ними державних контрактів (договорів) про утилізацію боєприпасів здійснюватиметься прозоро, на конкурсній основі. Після виконання робіт по утилізації боєприпасів отримані елементи (складові) боєприпасів, які можна використати для повторного використання в інтересах національної безпеки, оборони і економіки, вилучатимуться на арсенали, бази і склади Збройних сил України і використовуватимуться для ремонту боєприпасів або виготовлення нових боєприпасів.

В результаті промислової утилізації усіх боєприпасів на території України можна отримати 600 тис. тонн вибухової речовини. Про це повідомив експерт за технологією вибухових речовин, професор Володимир Захматов. «Технологія знищення боєприпасів вибухами набагато менш вигідна, чим промислова утилізація, адже підривання боєприпасів шкодить довкіллю і не дає ніякої економічної вигоди на відміну від промислової утилізації. У Росії зараз відновлюють центри промислової утилізації боєприпасів, які працювали в країні в 80-х роках. Усі ці технології не є новими. Ні у Росії, ні у Білорусії, ні в Україні після розвалу СРСР нічого принципово нового в технології утилізації боєприпасів винайдено не було. Все, що зараз впроваджується, є відновленням забутих старих технологій. В Україні прекрасно розуміють вигоду від утилізації боєприпасів саме промисловим способом», – відмітив експерт. Відмітимо, що в Україні за різними оцінками, зберігається від 1,5-ра до 2 млн. тонн непридатних снарядів, які вимагають утилізації. Для виконання робіт по утилізації боєприпасів в Україні притягуються Хімічне казенне об'єднання імені Г. И. Петровського, Донецький казенний завод хімічних виробів, Шосткінський казенний завод і Державний науково-дослідний інститут хімічних продуктів.

Час минає і Україна зробила великий крок, щодо питання утилізації боєприпасів, цей крок називається УКРОБОРОНСЕРВІС.

Це державне підприємство котре проводить роботи по проведенню утилізації боєприпасів, на яких закінчився термін зберігання. У 2008 році структурний підрозділ ГП «Укроборонсервіс» – Центр вийшло на проектні виробничі потужності.

Для проведення робіт з утилізації боєприпасів має:

1. Власні виробничі потужності.
2. Дозвіл Державного департаменту з нагляду за охороною праці України на виконання робіт підвищеної небезпеки по утилізації боєприпасів.
3. Ліцензію Міністерство трудової політики України на утилізацію боєприпасів.
4. Ліцензію Державного департаменту з нагляду за охороною праці України на виробництво промислових вибухових речовин.
5. Сертифікати суспільства DEKRA Sertifikation Sp.zo.o на відповідність виробництва утилізації боєприпасів і виготовлення конверсійних вибухових речовин У центрі Державного підприємства «Укроборонсервіс» існують такі потужності по утилізації боєприпасів:

- утилізація боєприпасів які містять в собі тротил авіабомб калібрів 100-5000 кг;
- утилізація боєприпасів які містять в собі тротил снарядів і мін;
- утилізація боєприпасів які містять в собі гексоген, снарядів шашкового спорядження (бронебійно-трасуючих, кумулятивних, осколково-фугасних);
- утилізація гранатометних пострілів;
- утилізація авіаційних ракет (НАР С- 5, С- 8);
- утилізація спеціальних снарядів і мін;
- розбирання металевих зарядів;
- утилізація боєприпасів малого калібру;
- утилізація патронів стрілецької зброї;
- термічне знищення втулок капсулів, детонаторів, трасерів, вишибних зарядів;
- розбирання пострілів на елементи.

Виробничі потужності дозволяють утилізувати наступні типи боєприпасів:

1. Боєприпаси артилерійські тротилового наповнення калібру 76 мм, 85 мм, 100 мм, 122 мм, 152 мм, 203 мм.
2. Боєприпаси артилерійські боєприпасів які містять в собі гексоген окремо-шашкового спорядження, кумулятивні калібру 37 мм, 57 мм, 76 мм, 85 мм, 100 мм, 115 мм, 122 мм, 125 мм, 152 мм.
3. Гранатометні постріли калібру 40 мм, 58,3 мм, 73 мм.
4. Боєприпаси бронебійно-підкаліберні калібру 100 мм, 115 мм, 125 мм.
5. Боєприпаси спеціального призначення калібру 122 мм, 152 мм (шрапнельні, освітлювальні, агітаційні).
6. Боєприпаси малого калібру 20, 23, 25, 30 мм
7. Патрони до стрілецької зброї калібру 5,45 мм, 7,62 мм, 9 мм, 12,7 мм, 14,5 мм і засоби ініціації (втулки капсулів, детонатори, трасери).
8. Артилерійські унітарні постріли калібру 37-115 мм.
9. Метальні заряди до артилерійських пострілів калібру 37-152 мм.
10. Авіаційні ракети (НАРС- 5, С- 8).

Висновки. Утилізація боєприпасів потребує особливої уваги. Для раціонального вирішення цього складного питання до сих пір не знайдено найбільш раціонального методу. Проведення робіт за цим напрямком дозволить на практиці подивитись, який з представлених методів утилізації є найбільш економічно вигідним та підходящим для використання в Збройних Силах України.

Подальшим напрямком досліджень за даною тематикою є формування порядку і вимог щодо пошуку та вибору найбільш економічно вигідних варіантів утилізації та застосування програмних розрахунків.

Список використаних джерел

1. Закон України “Про об’єкти підвищеної небезпеки”.
2. Наказ НГШ № 191 від 30.05.2017 р. «Про затвердження Положення про арсенали, бази та склади зберігання ракет і боєприпасів Збройних Сил України».
3. Наказ МОУ від 29.11.17 р. № 635 «Про затвердження Інструкції з розробки планів діяльності функціональної підсистеми запобігання надзвичайним ситуаціям і ліквідації їх наслідків у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України».
4. Наказ МОУ від 06.06.17 р. № 5 «Про затвердження Порядку організації пропускового режиму на особливо важливих і режимних об’єктах Міністерства оборони України та Збройних Сил України».
5. Наказ МОУ від 18.08.16 р. № 429 «Про затвердження Інструкції з організації та порядку дій за рівнями терористичних загроз».
6. Методичний посібник «Щодо порядку організації зберігання ракет і боєприпасів, функціонування трирівневої системи охорони і оборони на об’єктах зберігання боєзапасу. Організація боротьби з БПЛА. Командування Сухопутних військ 2016 р.
7. Методичні рекомендації «Щодо заходів пожежної безпеки на об’єктах Збройних Сил України при застосуванні противником запалювальної зброї» Командування Сухопутних військ 2016 р.
8. Методичні рекомендації щодо порядку розробки Планів локалізації та ліквідації наслідків аварій та Планів реагування на надзвичайні ситуації на об’єктах і територіях Міністерства оборони України і Збройних Сил України МО 2016 р.

Науковий керівник: Босий О.В.

Рецензент: Нікул С.О., к.т.н., Військова академія (м. Одеса), Україна

УДК 355

Козаченко С.В., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЗБЕРІГАННЯ РАКЕТ І БОЄПРИПАСІВ НА АРСЕНАЛАХ, БАЗАХ І СКЛАДАХ

В статті розглянуто обґрунтування рекомендацій щодо підвищення безпеки зберігання ракет і боєприпасів на арсеналах, базах і складах шляхом використання мережевих моделей за критерієм «ефективність-вартість». На сьогоднішній день стало актуальне питання щодо підвищення безпеки зберігання ракет і боєприпасів на арсеналах, базах та складів, які впливатимуть на підвищення живучості арсеналів, баз, складів зберігання ракет і боєприпасів.

Ключові слова: *живучість АБС, безпека, зберігання, живучість, технологічний процес.*

Постановка проблеми. Ситуація, яка склалася у галузі безпеки функціонування військових об'єктів підвищеної небезпеки (далі ВОПН), а саме складів, баз, арсеналів зберігання ракет та боєприпасів, характеризується, з одного боку, складністю і високим рівнем небезпечності, з іншого, – потребою поглибленого аналізу та пошуку шляхів раціонального вирішення пов'язаних з цим проблем в умовах обмежених матеріальних і фінансових ресурсів, які на сьогодні може виділити для цього держава.

До основних напрямів функціонування ВОПН, як і у тій чи іншій мірі впливають на його рівень безпеки, слід віднести:

- безпечне розміщення ракет та боєприпасів на території ВОПН;
- вибухопожежобезпеку;
- охорону і оборону;
- технічну підготовку й організацію виробничих процесів;
- організацію життєзабезпечення персоналу;
- матеріально-технічне забезпечення;
- облік та фінансову діяльність;
- планування діяльності ВОПН та управління ним.

Цілком справедливо припустити, що за кожним з цих та інших напрямів існують певні нормативні вимоги, неухильне виконання яких дає змогу підтримувати рівень безпеки ВОПН на задовільному рівні. Однак, на жаль, на сьогодні не існує системних інтегральних вимог щодо забезпечення безпеки функціонування ВОПН у цілому. Більше того, допускаються порушення навіть елементарних вимог до безпечного функціонування ВОПН

Для повного й ефективного вирішення питань безпеки ВОПН потрібні великі матеріальні і фінансові ресурси, яких в Україні під час проведення ООС та агресії з боку Російської Федерації, хронічно не вистачає. У той же час очевидно, що ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій (НС) на ВОПН, наприклад, під час широко відомих подій у Артемівську, 2003 р., Новобогданівці, 2004 р., Цвітоха, 2005 р., Лозова, 2008 р. Балаклея 2016 р. Калинівка 2017 р., потребує значно більших зусиль і коштів, ніж своєчасне і повне дотримання вимог що до їх безпечного функціонування.

Тому існує нагальна потреба обґрунтування рекомендацій щодо підвищення безпеки зберігання ракет і боєприпасів на ВОПН, які надавали б адміністрації баз, арсеналів складів, керівництву Збройних сил України можливість об'єктивно оцінювати заходи щодо підвищення рівня безпеки ВОПН за критерієм «ефективність – витрати» та приймати найбільш раціональні рішення. У цій статті розглядаються питання обґрунтування рекомендацій щодо безпеки ВОПН на базі методичного підходу до вирішення таких завдань з використанням мережевих моделей.

Виходячи із зазначеного та з урахуванням результатів інших досліджень і керівних настанов з проблем безпеки ВОПН, можна зробити такі висновки:

- будь-який ВОПН становить собою взаємодіючу сукупність структурних елементів, безпека функціонування кожного з яких забезпечується певною мірою автономно;
- рівень безпеки ВОПН у цілому залежить від рівня безпеки кожного із його структурних елементів;
- існують керівні документи, згідно з якими кожний ВОПН має пройти ідентифікацію – процедуру виявлення джерел та чинників небезпеки, на підставі яких об'єкт визнається потенційно небезпечним і встановлюються певні нормативні вимоги до рівня безпеки його структурних елементів;
- нормативний рівень безпеки структурних елементів ВОПН в реальності не завжди забезпечується, що негативно впливає на рівень безпеки ВОПН у цілому;
- рівень безпеки ВОПН суттєво залежить від якості системи управління ним, оскільки саме вона забезпечує синергетичний ефект заходів безпеки по окремих структурних елементах об'єкта.

Як правило, адміністрація ВОПН постійно дбає про підвищення його рівня безпеки. Однак в умовах жорстких фінансових і матеріальних обмежень та з урахуванням існуючого стану ВОПН прийняття рішень щодо тих чи інших запобіжних заходів з кожного виду небезпеки перетворюється на складну проблему. Тому автори поставили перед собою задачу обґрунтувати рекомендації з прийняття таких рішень за допомогою моделювання процесу підвищення рівня безпеки ВОПН, виходячи з наведених нижче міркувань.

Мета статті. Метою доповіді є обґрунтування рекомендацій щодо підвищення безпеки зберігання ракет і боєприпасів на військових об'єктах підвищеної небезпеки шляхом розробки моделі процесу підвищення рівня безпеки.

Основна частина. Базові положення підходу до обґрунтування рекомендацій шляхом моделювання процесу підвищення рівня безпеки ВОПН.

При моделюванні процесу підвищення рівня безпеки ВОПН надається можливість математично обґрунтувати рекомендації по підвищенню рівня безпеки ВОПН за критеріями «ефективність – витрати» та вибрати оптимальний шлях підвищення рівня безпеки ВОПН.

Підвищення рівня безпеки ВОПН пропонується розглядати як постійний дискретний процес з певними інтервалами часу I , величина яких визначається розміром наявних коштів для виконання відповідних заходів безпеки. Загальна послідовність дій у цьому процесі включає такі складові:

- групою експертів-аналітиків з питань безпеки ВОПН устанавлюється шкала рівнів безпеки ВОПН, яка враховує:
 - зовнішні фактори впливу на ВОПН, які можуть призвести до виникнення надзвичайної ситуації;
 - рівень безпеки структурних елементів ВОПН, що призначені для нейтралізації зовнішніх факторів впливу і недопущення виникнення надзвичайної ситуації, ступінь їх готовності до виконання своїх функцій;
 - ступінь впливу рівнів безпеки структурних елементів ВОПН на безпеку об'єкта в цілому;
 - внутрішні загрози, які можуть призвести до виникнення на ВОПН надзвичайної ситуації;
 - формується множина можливих стратегій підвищення рівня безпеки ВОПН через підвищення рівня безпеки його структурних елементів;
 - визначаються періоди впровадження стратегій підвищення рівня безпеки ВОПН (часові інтервали I);
 - визначаються плани заходів щодо реалізації кожної із сформованих стратегій по періодах;
 - прогноуються рівні безпеки ВОПН, які будуть досягнуті в результаті реалізації запланованих заходів за кожний період з урахуванням існуючих нормативів безпеки як структурних елементів ВОПН, так і об'єкта в цілому;
 - проводиться експертна оцінка вартісних показників заходів кожної стратегії по визначених періодах;
 - здійснюється вибір стратегії підвищення рівня безпеки ВОПН за критерієм досягнення максимального (або заданого) результату з мінімальними матеріальними і фінансовими витратами.

Суттєво, що потрібний рівень безпеки ВОПН у цілому визначає також потрібні рівні безпеки його структурних елементів (підрозділів).

Порядок побудови моделі підвищення рівня безпеки ВОПН

Порядок побудови моделі процесу підвищення рівня безпеки окремого ВОПН включає три етапи.

На першому етапі групою експертів-фахівців з проблеми безпеки ВОПН формується шкала рівнів безпеки об'єкта та визначаються декілька стратегій підвищення рівня його безпеки за визначені періоди часу. Прогнозуються рівні безпеки, які можуть бути досягнуті за ці періоди за кожною з визначених стратегій.

На другому етапі розробляється мережева модель процесу підвищення рівня безпеки ВОПН, яка містить знання предметної області, у тому числі шкалу рівнів безпеки. Для опису такої моделі в [13] пропонується сукупність п'яти множин:

$$M = \langle M1, M2, M3, M4, M5 \rangle, \quad (1)$$

де $M1$ – множина вершин;

$M2$ – множина імен вершин, яка характеризує рівні безпеки згідно з нормативною шкалою рівнів безпеки;

$M3$ – множина дуг, що поєднують пари вершин;

$M4$ – множина дуг, які характеризують конкретні причинно-наслідкові зв'язки між вершинами у конкретній ситуації, тобто вплив одних факторів безпеки на інші;

$M5$ – множина імен дуг, довжинам яких відповідають конкретні числові характеристики (часові, фінансові тощо).

На думку авторів, для визначення стратегії підвищення рівня безпеки ВОПН можна обмежитися трійкою множин $\langle M2, M4, M5 \rangle$, яка характеризує найбільш суттєві відношення в середині мережевої моделі.

Під час побудови графічної частини моделі використаємо такі позначення:

n – кількість окремих структурних елементів ВОПН;

i – нормативний рівень безпеки окремого структурного елемента;

L – кількість нормативних рівнів безпеки;

$i = \overline{1, L}$

Кожному i відповідають певні дискретні рівні безпеки відповідного структурного елемента ВОПН, які можна контролювати.

Нехай початковий рівень безпеки ВОПН дорівнює $R1$. Треба побудувати модель процесу підвищення рівня безпеки ВОПН за T періодів часу до бажаної величини RT , якої можна досягнути шляхом реалізації однієї із можливих стратегій. При цьому $R1$ і RT належать до нормативної шкали безпеки.

Для вирішення поставленої задачі визначимо мережу, яку характеризують:

$X1$ – початкова вершина;

XT – кінцева вершина;

T – кількість періодів часу;

$(T-1)$ – кількість шарів рівнів безпеки, кожний з шарів містить L -вершин;

(i, t) – вершина з i -м нормативним рівнем безпеки для t -го інтервалу часу;

$(i, j)_t$ – дуга, яка єднає вершину $(i, t-1)$ з вершиною (j, t) ;

$Stij$ - довжина дуги $(i, j)_t$.

Початкова вершина з'єднується дугами з усіма вершинами першого шару безпеки. Кінцева вершина з'єднується дугами з усіма вершинами останнього шару безпеки. Отже, з кожної вершини (i, t) йдуть дуги до відповідних L вершин $(t+1)$ шару безпеки. При цьому рівень безпеки ВОПН від періоду до періоду має або зростати, або залишатися незмінним.

Кожний шлях у мережі, який поєднує початкову вершину з кінцевою, характеризує одну з можливих стратегій підвищення рівня безпеки ВОПН. Тобто шляху $[X1, \dots, X_T]$ відповідає стратегія $\{i, \dots, T\}$. І навпаки, кожній стратегії відповідає деякий шлях у мережі, який поєднує початкову вершину з кінцевою.

Загальна кількість стратегій підвищення рівня безпеки NS визначається рівнянням

$$NS=(T-1)L-(L-1)(T-1). \quad (2)$$

Наведемо приклад мережевої моделі, в якому ВОПН розглядається як єдиний неподільний об'єкт, який пройшов ідентифікацію і для якого визначено рівень безпеки згідно з певною нормативною шкалою. Як шкалу оберемо нормативні рівні безпеки $\{1,2,3,4\}$, що визначаються фактичною завантаженістю ВОПН боеприпасами:

- 1-й рівень $R1$ – ВОПН завантажено на (30 ± 5) % більше норми;
- 2-й рівень $R2$ – ВОПН завантажено на (20 ± 5) % більше норми;
- 3-й рівень $R3$ – ВОПН завантажено на (10 ± 5) % більше норми;
- 4-й рівень $R4$ – завантаження ВОПН відповідає нормі.

Потрібно обрати й спланувати дії, час і кошти для того, щоб за три періоди часу ($T=3$) підвищити рівень безпеки ВОПН з $R1$ до $R4$ за умови, що витрати коштів на це будуть мінімальними. Це типова задачевибору варіанта рішення в залежності від вартості його реалізації.

Мережева модель процесу підвищення рівня безпеки ВОПН для зазначених умов наведена на рис. 1. Мережа складається з початкової вершини $X1$, кінцевої вершини $X4$, трьох періодів та двох шарів безпеки, кожний з яких має чотири вершини.

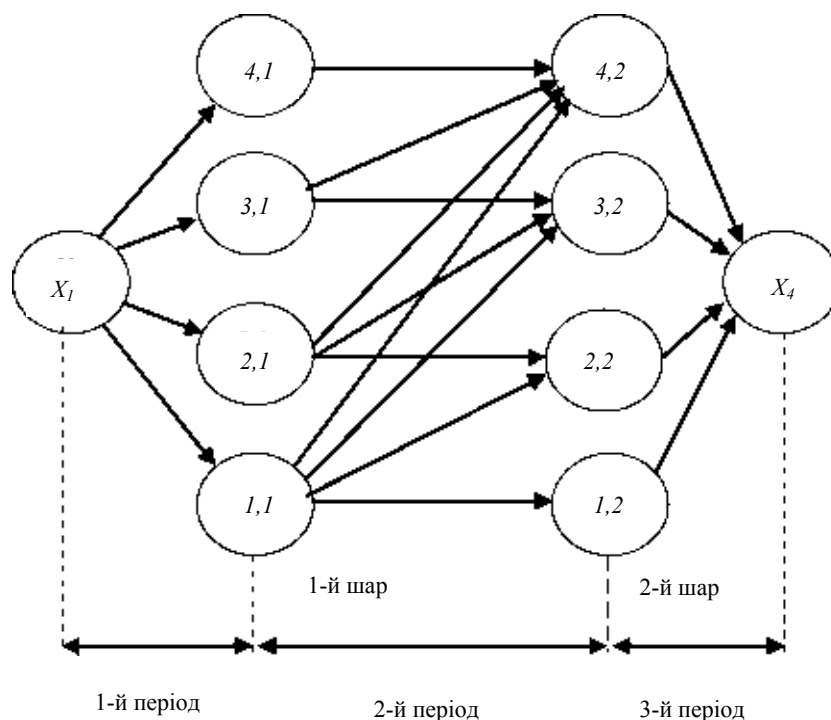


Рис. 1. Приклад мережевої моделі процесу підвищення рівня безпеки ВОПН

Загальна кількість можливих стратегій підвищення рівня безпеки ВОПН для цього випадку складає $NS = 10$:

- шлях $[X1, (1, 1), (1, 2), X4] \rightarrow$ стратегія $\{1, 1, 1, 4\}$;
- шлях $[X1, (1, 1), (2, 2), X4] \rightarrow$ стратегія $\{1, 1, 2, 4\}$;
- шлях $[X1, (1, 1), (3, 2), X4] \rightarrow$ стратегія $\{1, 1, 3, 4\}$;
- шлях $[X1, (1, 1), (4, 2), X4] \rightarrow$ стратегія $\{1, 1, 4, 4\}$;
- шлях $[X1, (2, 1), (2, 2), X4] \rightarrow$ стратегія $\{1, 2, 2, 4\}$;

шлях $[X1, (2, 1), (3, 2), X4] \rightarrow$ стратегія $\{1, 2, 3, 4\}$;
 шлях $[X1, (2, 1), (4, 2), X4] \rightarrow$ стратегія $\{1, 2, 4, 4\}$;
 шлях $[X1, (3, 1), (3, 2), X4] \rightarrow$ стратегія $\{1, 3, 3, 4\}$;
 шлях $[X1, (3, 1), (4, 2), X4] \rightarrow$ стратегія $\{1, 3, 4, 4\}$;
 шлях $[X1, (4, 1), (4, 2), X4] \rightarrow$ стратегія $\{1, 4, 4, 4\}$;

На третьому етапі розробляється алгоритмічне забезпечення використання мережевої моделі для вибору раціональної стратегії підвищення рівня безпеки ВОПН, тобто послідовність обчислень, за допомогою яких обробляється ця модель та визначається раціональне рішення щодо підвищення рівня безпеки ВОПН.

Вибір найбільш раціональної стратегії підвищення рівня безпеки ВОПН може здійснюватись за різними критеріями [14]. Очевидно, що в першу чергу нас цікавить максимальний рівень безпеки. Однак завжди визначальним фактором будуть також потрібні матеріальні і фінансові витрати. Тому в методичному підході, що пропонується, використовується економічний критерій – мінімізація витрат для певного підвищення рівня безпеки ВОПН. Отже, завдання полягає у виборі найбільш раціональної стратегії дій з точки зору досягнення задовільного результату з мінімальними витратами матеріальних і фінансових ресурсів.

Зіставимо довжині дуги S_{ij}^t витрати на досягнення й підтримання у періоді t рівня безпеки j , якщо у періоді $(t - 1)$ був рівень безпеки i . Тоді пошук найбільш раціональної стратегії зводиться до визначення шляху, який має мінімальну довжину. Саме найменша сукупність довжин дуг, що поєднує початкову вершину з кінцевою, визначає стратегію, якій відповідає величина витрат для підвищення рівня безпеки ВОПН з $R1$ до $R4$.

Для формальної постановки вибору стратегії підвищення рівня безпеки введемо логічну функцію X_{kj}^t , яка визначає, чи забезпечується у k -му структурному елементі (підрозділі) ВОПН у періоді t рівень безпеки, що дорівнює або більше j , чи ні:

$$X_{kj}^t = \begin{cases} 1, & \text{у } k - \text{му підрозділі у періоді } t \text{ досягається рівень безпеки } j \\ 0, & \text{у } k - \text{му підрозділі у періоді } t \text{ не досягається рівень безпеки } j \end{cases}$$

Визначимо, що у кожному періоді t для кожного k -го підрозділу встановлюється лише один рівень безпеки j , тобто

$$\sum_{j=0}^j X_{kj}^t = 0, k = 1, n, t = 1, T. \quad (3)$$

Умови незменшення рівнів безпеки підрозділів від періоду до періоду задаються виразом

$$\sum_j X_{kj}^t - j \geq \sum_j X_{kj}^{t-1} j, k = 1, n, t = 1, T. \quad (4)$$

Сукупність значень X_{ij}^t , які задовольняють (3) і (4), є прийнятною стратегією підвищення безпеки k -го підрозділу ВОПН. У свою чергу, сукупність значень $X_k\{X_{ij}^t, j = \overline{1, j}, t = \overline{1, T}\}$, яка задовольняє (2) і (3), будемо вважати прийнятною стратегією підвищення рівня безпеки ВОПН у цілому.

Умову підвищення рівня безпеки ВОПН від початкового рівня $R1$ до потрібного рівня RT можна записати у вигляді

$$\sum_k \sum_j X_{ij}^t j = R_T \quad (5)$$

а вимога мінімізації втрат для цього зводиться до мінімізації функції

$$S(x) = \sum_k \sum_i \sum_j X_{ki}^{t-1} X_{kj}^t S_{kij}^t, \quad (6)$$

де S_{kij}^t – величина зменшення втрат на безпеку k -го структурного елемента ВОПН внаслідок досягнення для нього у періоді t рівня безпеки j за умови, що у періоді $(t-1)$ рівень безпеки дорівнював i . Задача визначення раціональності стратегії підвищення рівня безпеки ВОПН у цілому полягає у мінімізації функції $S(x)$ при обмеження (3) і (4).

Задача вибору стратегії підвищення рівня безпеки окремого структурного елемента ВОПН вирішується аналогічно. Відмінність полягає лише в тому, що в ролі ВОПН виступає його структурний елемент.

Висновки. Викладений методичний підхід до обґрунтування рекомендація щодо підвищення рівня безпеки об'єкта підвищеної небезпеки спрямований на підтримку прийняття управлінських рішень щодо запобігання виникнення техногенних надзвичайних ситуацій, насамперед, на військових об'єктах. Процедура об'єктивного вибору раціональної стратегії підвищення рівня безпеки ВОПН, що запропонована, поєднує використання знань експертів-аналітиків предметної області з побудовою та обчисленням мережевої моделі процесу підвищення рівня безпеки. Її перевагами є, по-перше, відносна простота і наочність, по-друге, високий ступінь формалізації і придатності до використання в сучасних високоінтелектуальних системах підтримки рішень на основі відповідних інформаційних технологій, по-третє, можливість використання для вибору раціональних стратегій підвищення рівня безпеки не тільки військових, а й будь-яких інших об'єктів підвищеної небезпеки.

Важливо, що зазначений підхід зорієнтований на досягнення максимального корисного ефекту в умовах заданих мінімальних ресурсних витрат.

Список використаних джерел

1. Міністерство оборони України “Основи живучості арсеналів, баз та складів зберігання боєприпасів”; Учебний посібник; Вінниця, 2006
2. Міністерство оборони України ;Національна академія оборони України;” Організація безпечного функціонування арсеналів, баз і складів боєприпасів”; Учебний посібник; Київ – 2009.
3. Кузьменко Г.Є., Хомініч В.С. До питань управління безпекою ВОПН // Математичні машини і системи. – 2008. № 3. – С. 131–140.
4. Морозов А.О., Косолапов В.Л. Інформаційно-аналітичні технології підтримки прийняття рішень. – Київ: Наукова думка, 2002. – 232 с.
5. Теслер Г.С. Новая кибернетика. - Киев: Логос, 2004. – 404 с.

Науковий керівник: Ковальчук О.В.

Рецензент: Нікул С.О., к.т.н., Військова академія (м. Одеса), Україна

УДК 623.419

Мірчевський Т.І., курсант

Колісник Н.Ю., курсант

Дорош Б.М., курсант

Військова академія (м. Одеса), Україна

ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ НАВЕДЕННЯ ПРОТИТАНКОВИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Пропонується та обґрунтовується підхід до модернізації електроприводу наведення пускової установки протитанкового ракетного комплексу. Підхід ґрунтується на синтезі нових алгоритмів керування просторовим рухом пускової установки, оптимальних за швидкодією, та покращенні експлуатаційних характеристик шляхом обґрунтованої заміни колекторної електричної машини електроприводу наведення на безконтактний електромеханічний перетворювач. Розроблені програмні засоби моделювання процесів в електроприводі наведення протитанкового ракетного комплексу.

Ключові слова: математична модель, швидкодія, електромеханічні системи, протитанковий ракетний комплекс.

Постановка проблеми. Сучасні протитанкові ракетні комплекси (ПТРК) на рухомих наземних носіях містять складні електромеханічні системи, найбільш важливою складовою частиною яких є електроприводи (ЕП) наведення пускової установки (ПУ). Електроприводи горизонтального та вертикального наведення ПУ забезпечують можливість швидкого перенесення вогню, високу точність влучення ПТУР в ціль, зменшення мінімальної дальності ураження цілі, скорочення часу на підготовку до пуску ПТУР, збільшення швидкості та зменшення статичних і динамічних помилок наведення ПТУР на ціль. Наявні зразки ПТРК мають достатній модернізаційний потенціал, тому задача оптимізації роботи електромеханічних систем наведення є актуальною та практично значущою.

Пристрої керування в електроприводах ПТРК за своїм типом є автоколивальними регуляторами, що широко застосовуються в зразках озброєння та методам дослідження яких присвячено широке коло праць [1; 2; 5]. Складовою частиною таких регуляторів є релейний блок, охоплений гнучким зворотнім зв'язком за допомогою тахогенератора, що дозволяє забезпечити пропорційне регулювання двигуном постійного струму (ДПС) в режимі частотно-широкоімпульсної модуляції. Наявність релейного блоку створює можливість застосувати в ЕП ПТРК [6–9] алгоритми керування, оптимальні за швидкодією [1; 5]. Функція переключення є загалом нелінійною і залежить від похибки регулювання та її похідної. Обґрунтування програмно-алгоритмічних засобів на основі комп'ютерного моделювання [3; 4], що направлені на підвищення швидкодії ЕП ПТРК, є важливим та актуальним науково-прикладним завданням, оскільки їх реалізація покращує ТТХ.

Мета статті. Метою роботи є вирішення науково-прикладної задачі обґрунтування підходу до модернізації електроприводу наведення пускової установки протитанкового ракетного комплексу, що ґрунтується на синтезі нових алгоритмів керування просторовим рухом пускової установки, оптимальних за швидкодією, та покращенні експлуатаційних характеристик шляхом обґрунтованої заміни колекторної електричної машини електроприводу наведення на безконтактний електромеханічний перетворювач, на основі застосування методів оптимального керування та створення комп'ютерних моделей електроприводів.

Об'єктом досліджень є процеси в електроприводах наведення протитанкових ракетних комплексів.

Предметом досліджень є програмно-алгоритмічні засоби дослідження процесів в електроприводах систем наведення протитанкових ракетних комплексів та удосконалення методів керування.

Важливим прикладним завданням, на вирішення якого спрямована робота, є покращення експлуатаційних характеристик та підвищення швидкодії систем наведення протитанкових ракетних комплексів.

Важливим науковим завданням, на вирішення якого спрямована робота, є обґрунтування оптимальних за швидкістю алгоритмів керування систем наведення протитанкових ракетних комплексів в умовах існуючих обмежень.

Виклад основного матеріалу. Для вирішення поставленого завдання в роботі виконано функціонально-структурний аналіз електропривода наведення, побудована комп'ютерна модель та виконано моделювання САК ЕП. Вихідною є функціональна схема ЕП, яка наведена на Рис.1. Розроблену модель існуючого ЕП, що поєднує об'єкт керування, електричний двигун та елементи системи автоматичного керування, та модель запропонованого ЕП – на Рис.2. На відміну від існуючого ЕП в систему керування додатково уведено нелінійний блок Subsystem, який формує функцію переключення, що забезпечує оптимальну швидкість незалежно від початкових умов. Додатково з тією ж метою ДПС пропонується замінити на електромагнітну муфту (блок MUFT), що обертається за допомогою незалежного асинхронного двигуна з живленням від перетворювача на 400 гц. Тим самим досягається також покращенні експлуатаційних характеристик шляхом обґрунтованої заміни колекторної електричної машини електроприводу наведення на безконтактний електромеханічний перетворювач. Результати моделювання існуючого та запропонованого ЕП ПТРК 9П149 наведено на Рис.3 (перехідний процес) та Рис. 4 (фазовий портрет). При моделюванні враховані існуючі обмеження на потужність ЕП та кутове прискорення (динамічний момент навантаження).

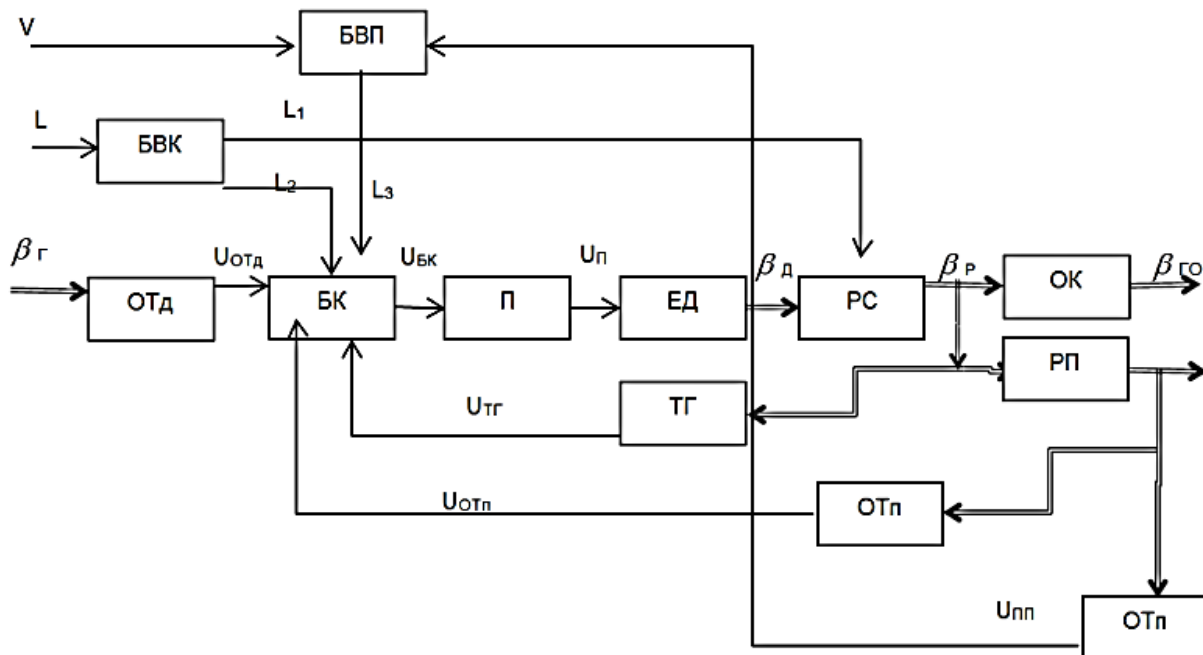


Рис. 1. Функціональна схема ЕП ГН ПТРК 9П149. На схемі позначені: БВК – блок вироблення команд; ОТд, ОТп – обертові трансформатори датчик та приймач; БК – блок керування; П – підсилювач; ЕД – електричний двигун; РС- редуктор силовий; ТГ – тахогенератор; ОК – об'єкт керування (ПУ)

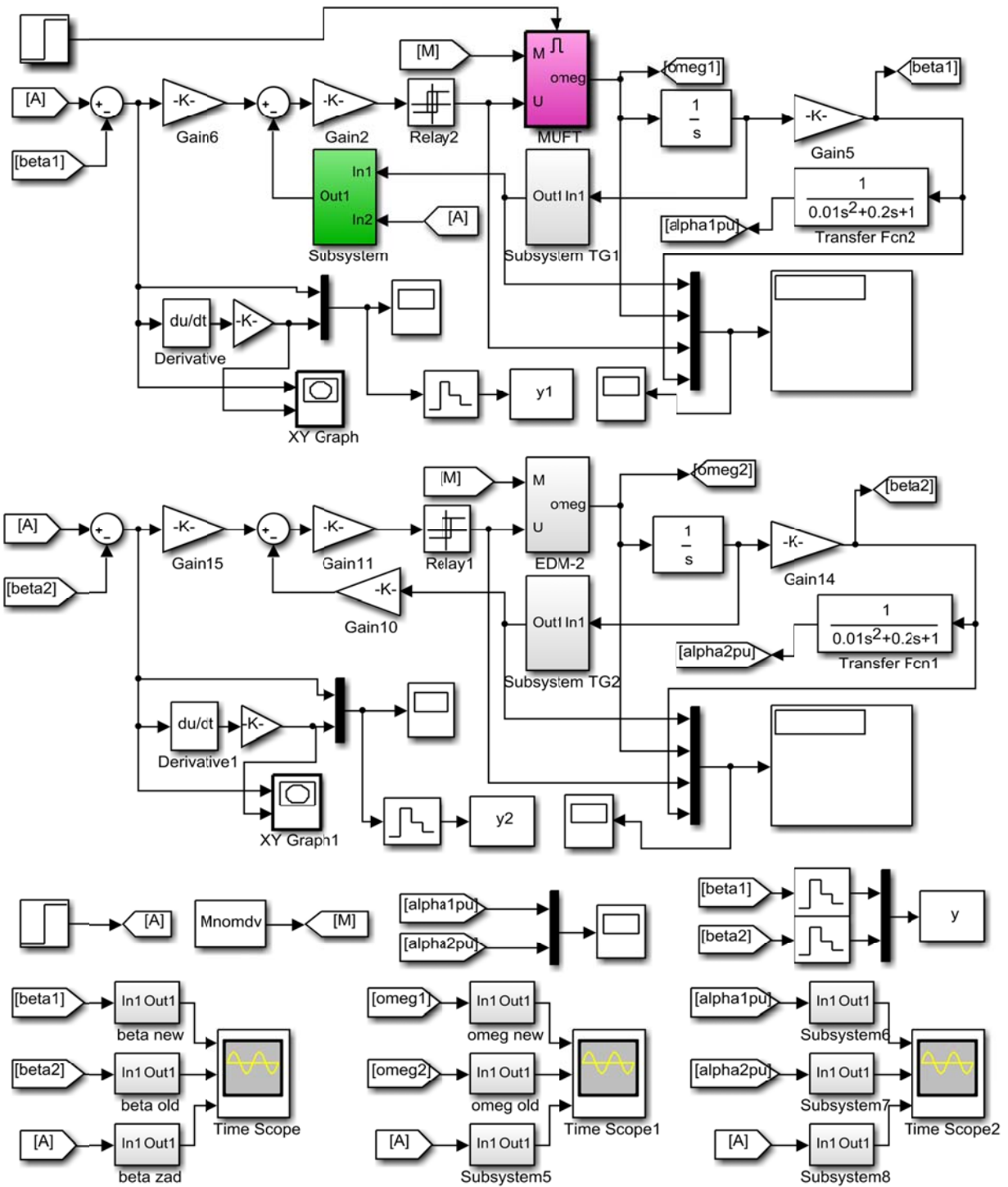


Рис. 2. Схема моделювання пропонованого та існуючого ЕП ГН ПТРК 9П149, виділено додаткові та змінні блоки

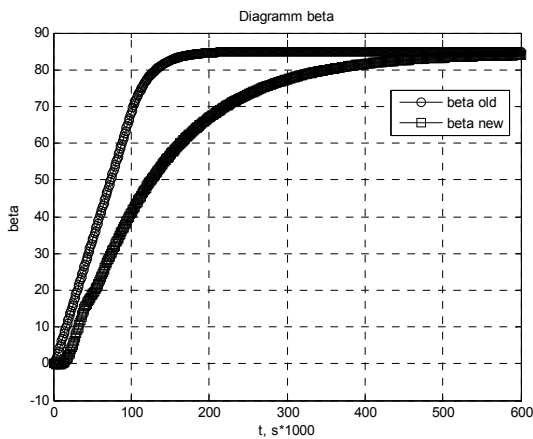


Рис. 3. Перехідні процеси в ЕП до та після модернізації

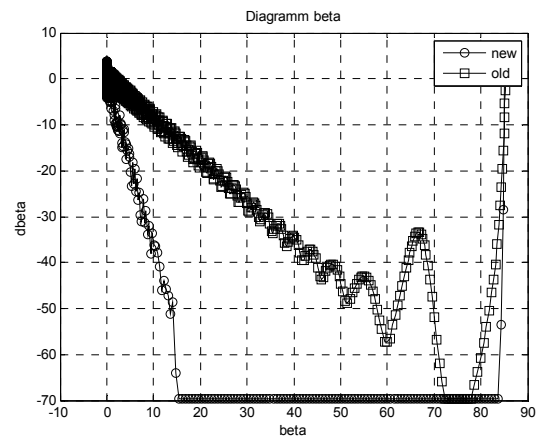


Рис. 4. Фазові портрети в процеси в ЕП до та після модернізації

Як видно з результатів моделювання, підвищується швидкість системи наведення, скорочується час реакції і покращуються ТТХ ПТРК, оскільки час переходного процесу в ЕП значно скорочується.

Висновок. На основі застосування методів теорії оптимального керування та дослідження математичної моделі системи досягнуто мету роботи у вигляді вирішення науково-прикладної задачі обґрунтування підходу до покращення експлуатаційних характеристик та швидкості електроприводів систем наведення протитанкових ракетних комплексів. Отримані результати можуть сприяти покращенню тактико технічних характеристик ПТРК. Розроблені програмні засоби для комп'ютерної реалізації запропонованого підходу.

Список використаних джерел

1. Поповіч М.Г. Теорія автоматичного керування. / М.Г. Поповіч, О.В. Ковальчук // Навчальний посібник. – К. – Либідь, 1997. – 544 с.
2. Поповіч М.Г. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник – К.: Либідь, 2005. - 680 с.
3. Лозинський А.О., Мороз В.І., Паранчук Я.С. Розв'язання задач електромеханіки в середовищах MathCAD і MATLAB / Навчальний посібник. – Львів: Вид-во ДУ “Львівська політехніка”, 2000. – 166 с.
4. R.C. Dorf, R.H. Bishop., *Modern Control Systems* // Prentice Hall– 2004. – 832 с.
5. Жукова Н.В. та ін. Сучасна теорія керування динамічних систем // Навч. посібник. – Донецьк, – ДонНТУ. 2013 – 292 с.
6. Миргород В.Ф. Розробка методики проектування та моделювання систем наведення з урахування динаміки об'єкта стеження / В.Ф. Миргород, П.О. Акінін, Є.О. Щербенко // Оптимальне управління та експлуатація електроприводів спеціальних установок. Збірник праць наукового семінару. – Одеса: Наука і техніка, 2015. – С. 11–16
7. Пушкар'юв Ю. І. Основи будови та експлуатації самохідних протитанкових ракетних комплексів (9П148 «Конкурс») : навч. посіб. / Ю.І. Пушкар'юв, А.Й. Дерев'янчук, А.О. Вакал. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 349 с.
8. Гуменюк Г. Системи наведення протитанкових ракетних комплексів і протидія їм. Г. Гуменюк, В. Евдокимов, В. Ребриков // *Защита и безопасность. Противодействие терроризму.* – 2006. – № 2. – С. 56–58.
9. Растопшин М. Особливості розвитку закордонних ПТРК / М. Растопшин//*Техника и вооружение.* – 2002. – № 1.

Науковий керівник: Гвоздєва І.М., д.т.н., проф.

Рецензент: Пічугін Е.Д., к.т.н., проф., Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса.

УДК 355

Новожен С.Д., магістрант*Військова академія (м. Одеса, Україна)*

РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНИХ ЛОГІСТИЧНИХ ПОТОКІВ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЄПРИПАСАМИ У ЗОНІ ПРОВЕДЕННЯ ООС

У статті розглянута розробка раціональних логістичних потоків щодо забезпечення боєприпасами у зоні проведення ООС. Дана модель може бути використана як основа для розробки інформаційного і програмного забезпечення щодо розробки раціональних логістичних потоків щодо забезпечення боєприпасами у зоні проведення ООС в системі вказаного типу.

Ключові слова: логістична система, матеріальні ресурси, автоматизовані системи управління (далі АСУ), розробка раціональних логістичних потоків, забезпечення боєприпасами, зона проведення ООС, типові групи (далі ТГ).

Постановка проблеми. У ході проведення антитерористичної операції було виявлено, що система матеріально технічного забезпечення Збройних Сил України, особливо з початку проведення антитерористичної операції, в повному обсязі не готова до виконання покладених на неї завдань та не змогла своєчасно адаптуватись до завдань, які були на неї покладені, що обумовилось існуючими на той час негативними чинниками, які знизили ефективність її функціонування.

Мета статті. Обґрунтувати необхідність створення транспортної задачі логістичного забезпечення щодо підвозу боєприпасів для забезпечення військ(сил) в зоні ООС.

Основна частина. Актуальність розробки раціональних логістичних потоків щодо забезпечення боєприпасами у зоні проведення ООС визначається перш за все жорсткими вимогами що висувуються до оперативності управління запасами, необхідністю переробки в короткі терміни великих потоків найрізноманітнішої інформації, різноманіттям номенклатури матеріальних ресурсів, складністю самої логістичної системи і т.д. Звичайно, що людина в силу обмеженості своїх психофізіологічних можливостей не в силах впоратися з цими завданнями без застосування раціональних логістичних потоків щодо забезпечення боєприпасами.

Відомо, що в цьому нам допомагає АСУ, яка складає комплекс моделей, основними з яких є математичні та інформаційні.

Аналіз відомого науково-методичного апарату дослідження процесів управління запасами показує, неповну спроможність спроб реалізації підходу до розробки якоїсь універсальної моделі управління запасами в силу істотної специфіки тієї чи іншої конкретної задачі, різноманіття і складності реальних логістичних систем. Проте, має сенс привести короткий аналіз найбільш поширених, концептуальних моделей управління запасами для більш чіткого логічного формулювання напрямків вирішення поставленого завдання. природним бажанням дослідників логістичних систем є отримання порівняно простих формульних співвідношень дозволяють розрахувати оптимальні запаси і терміни їх поповнення на планований період. До найбільш поширених і простих в існуючій літературі з управління запасами є формули Вільсона (Wilson formula) [1; 3]

$$Y = \sqrt{\frac{2\mu g}{s}} \quad (1)$$

$$Y = \sqrt{\frac{2g}{\mu s}} \quad (2)$$

де Y – оптимальний розмір запасу,

T – оптимальна періодичність поповнення запасу,

g – фіксовані витрати, пов'язані з запуском виробництва,
 s – інтенсивність поставок,
 μ – інтенсивність потреби.

Дані формули застосовні для логістичних систем з детермінованою і стаціонарною потребою і постачанням. Якщо аналіз реальної логістичної системи дозволяє звести її без відчутного збитку до такого ідеалізованого варіанту то запропоноване рішення дає досить задовільний результат. Однак, реальні логістичні системи цілком складні і крім того слабо детерміновані.

Декілька гнучкою моделлю [1; 2] яка враховує стахостичність потреби, проте не враховує зміну потреби в часі (тобто запас створюється на певний проміжок часу) є модель виду

$$L_T = s \int_0^Y (Y - x)f(x)dx + p \int_Y^\infty (x - Y)f(x)dx + c(Y - z), \quad (3)$$

де L_T – математичне очікування витрат у системі за період T

x – випадкова потреба за період T , з функцією розподілу $f(x)$,

z – запас в системі до початку операції (перехідний запас),

Y – запас після поповнення (поточний запас),

s – витрати на зберігання одиниці запасу,

p – витрати від дефіциту одиниці матеріалу,

c – витрати на виробництво одиниці запасу.

Мінімізація Y дає для знаходження оптимального значення Y рівняння

$$F(Y^*) = \frac{p-c}{p+c}, \quad (4)$$

де F – інтегральна функція розподілу потреби за період T ,

Y^* – математичне очікування оптимального розміру запасів який необхідно створювати на період T .

Знаючи аналітичний вираз для щільності розподілу потреби, легко отримати також аналітичний вираз для визначення оптимального запасу. Проте, даний підхід хоч і розрахований на застосування в стохастичних логістичних системах, але все ж таки в спрощеному і обмеженому варіанті.

Розглянуті математичні моделі досить добре описують управління запасами в найпростіших логістичних системах з одним складом і одним споживачем. У той же час сучасні логістичні системи, як відомо, мають більш складну структуру яка включає кілька рівнів ключових із запасами матеріальних ресурсів, територіально розподіленою сукупністю постачальників і споживачів, взаємопов'язаних між собою складною мережею матеріальних потоків. Крім того, ефективне функціонування логістичної системи передбачає наявність інтенсивного інформаційного обміну між різними елементами системи є як постачальниками, так і споживачами найрізноманітнішої інформації.

Таким чином, зазначені математичні моделі не зовсім повно описують розробку раціональних логістичних потоків щодо забезпечення боєприпасами у зоні проведення ООС в реальних логістичних системах і не відображають процеси інформаційного обміну протікають в процесі їх функціонування, а тому не можуть служити основою для розробки математичного і перш за все інформаційного забезпечення даної теми.

Даний висновок зумовив необхідність дослідження процесів інформаційного обміну в логістичних системах з метою розробки адекватних інформаційних моделей.

Основний матеріал і завдання. Побудова інформаційної моделі як правило починається з дослідження існуючих і проєктованих інформаційних потоків системи управління і визначення їх основних характеристик. З цією метою, перш за все необхідно провести аналіз структури керованої і керуючої систем і побудова моделі інформаційного обміну в АСУ, яке проєктується.

Дослідження процесу інформаційного обміну в розробці раціональних логістичних потоків передбачає застосування методу декомпозиції як складової системного підходу.

Метод декомпозиції дозволяє розкласти початкову досліджувану систему (в даному випадку розробка раціональних логістичних потоків на більш прості об'єкти – типові групи споживачів (ТГ) інформації, як правило, такої ж природи (структури), як і початкова система, причому, сукупність цих більш простих типових груп споживачів (об'єктів або систем) еквівалентна структурі початкової системи.

Хоча в загальному випадку методологія поділу початкової складної інформаційної системи на більш прості типові групи базується на її графічному поданні, визначення типової групи користувачів, яке дозволяє з часом побудувати модель інформаційного обміну в розробці раціональних логістичних потоків, може бути здійснено, як правило, на основі і тільки фізичних міркувань.

Вихідним поняттям для побудови моделей процесів інформаційного обміну в розробці раціональних логістичних потоків, є поняття локальної типової групи (ТГ) споживачів, визначеної в теоретично-множинних термінах. Типова група споживачів, як система з конкретною архітектурою визначається мовою теорії множин: будь-яка система S може бути представлена у вигляді Декартового виразу [5]

$$S \subset \prod_{i \in N} U_i, \quad (5)$$

де N – безліч індексів; U_i – компоненти декартового виразу, які є об'єктами досліджуваної системи S .

При побудові моделі обміну інформацією в типовій групі споживачів основний інтерес представляють такі об'єкти U і системи S , як вхідний $U_1 = Y_{вх}$ і вихідний $U_2 = Y_{вих}$ інформаційні потоки. В цьому випадку типова група користувачів, будучи інформаційною системою S , може бути визначена наступним відношенням

$$S \subset (Y_{вх} \times Y_{вих}), \quad (6)$$

тут множинні

$$Y_{вх} = \prod_{i \in N_{вх}} Y_{вх}(i), \quad (7)$$

$$Y_{вих} = \prod_{i \in N_{вих}} Y_{вих}(i), \quad (8)$$

позначають інформаційні потоки, відповідно, на вході і виході системи S (типової групи споживачів), причому i утворюють розбивку множинних індексів N , тобто i . Така система є системою типу «вхід-вихід».

Подання ТГ споживачів, як системи S , у вигляді відношення (6) є гранично загальним і цілком узгоджене з природою системних досліджень, спрямованих на з'ясування організації та інформаційного зв'язку елементів (підрозділів) системи, а не на вивчення яких-небудь конкретних механізмів в рамках даної обмеженої реальності. Навіть в умовах невизначеності, якщо систему, яка досліджується, вдається описати лише усно, всі усні висновки знову визначають співвідношення виду (6).

Для аналізу процесів обміну інформацією в локальній типовій групі споживачів доцільно розглянути питання інформаційної взаємодії його підрозділів (підсистем), організаційне з'єднання яких і утворює типову групу як систему взагалі. В цьому випадку необхідно ввести поняття класу підсистем (підрозділів ТГ), які з'єднуються (в інформаційному значенні), а потім на ньому вже визначити різні моделі інформаційної взаємодії.

На основі співвідношення (6) будь-яка інформаційна підсистема S_i (підрозділ ТГ споживачів) з об'єктами $Y_{вх}(i)$ і $Y_{вих}(i)$, що входить до складу довільного рівня ТГ, визначається, як

$$S \subset (Y_{вх}(i) \times Y_{вих}(i)) \quad (9)$$

де об'єкти системи є множинні

$$Y_{вх}(i) = \prod_{j \in N_{вх}(i)} Y_{вх}(i, j); \quad Y_{вих}(i) = \prod_{j \in N_{вих}(i)} Y_{вих}(i, j), \quad (10), (11)$$

У загальному випадку деякі, але далеко не всі компоненти множин U_{vx} (i), U_{vix} (i) можуть служити для реалізації інформаційних з'єднань.

Висновок. Розглянуті в статті теоретико-множинні, математичні співвідношення, являють собою узагальнену (концептуальну) модель інформаційного обміну дворівневої логістичної системи в раціональних логістичних потоках щодо забезпечення боєприпасами військ(сил) в зоні ООС. Дана модель відображає загальну схему інформаційних потоків в типовій групі споживачів інформації якими як правило є персонал логістичної системи і споживачами матеріальних ресурсів. У той же час, окремі ТГ можна розглядати в якості неподільних елементів ТГ більш високих рівнів, що дозволяє масштабувати модель інформаційного обміну в процесах управління запасами логістичної системи довільного ступеня складності за умови однотипності (в даному випадку ієрархічності) структури складових її підрозділів.

Список використаних джерел

1. Рижиков Ю.І. *Управління запасами* / Рижиков Ю.І. – М.: Наука, 1969. – 344 с.
2. Зайченко Ю.П. *Дослідження операцій* / Зайченко Ю.П. – К.: Вища школа, 1979, – 332 с.
3. Wilson R.H. *A scientific routine for stock control* / Wilson R.H. *Harvard business review*. v. 13. №1., 1934. – 128 с.
4. Буслєко В.Н. *Автоматизація імітаційного моделювання складних систем* / Буслєко В.Н. – М.: Наука, 1977, – 227 с.
5. Окландер М.А. *Маркетинг і логістика в підприємстві* / Окландер М.А. – Одеса: АПНТ і ЕІ, 1996, – 104 с.
6. Месарович М.Д. *Загальна теорія систем: Математичні основи* / Месарович М.Д. Такахара Я. – М.: Мир, 1978, – 21 с.

Наковий керівник: Святокум К.В.

Рецензент: Головань В.Г., к.т.н., проф., Військова академія (м.Одеса), Україна

УДК 623.419

Носов О.О., курсант**Чумак А.А.**, курсант**Романишин Б.О.**, курсант**Гречко П.В.**, курсант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ПРОЕКТУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ НАВЕДЕННЯ ЗРАЗКІВ РАКЕТНО-АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ З УРАХУВАННЯ ЗАКОНУ РУХУ ОБ'ЄКТА СТЕЖЕННЯ

Пропонується та обґрунтовується підхід до удосконалення методики проектування систем наведення зенітно-ракетного комплексу. Підхід ґрунтується на аналізі процесів стеження за рухомим об'єктом, процесів в електроприводах зенітно-ракетних комплексів при змінних навантаженнях, теоретичній розробці актуального питання удосконалення методів проектування, математичному та комп'ютерному моделюванні, дослідженням вказаних процесів в електроприводах зенітно-ракетних комплексів. Розроблена програма та методика моделювання процесу наведення зенітно-ракетного комплексу.

Ключові слова: *система наведення, методика проектування, закон руху цілі, електропривод.*

Постановка проблеми. У зв'язку із значним бойовим потенціалом сучасної авіації, успішне ведення бойових дій в сучасних умовах неможливо без її широкого використання. Основним засобом який забезпечує високу ефективність протиповітряної оборони, на думку військових фахівців, були і залишаються зенітно-ракетні комплекси (ЗРК), які існують в переносному варіанті, а також на рухомих наземних носіях. Однією з характеристик ЗРК, що визначає його структуру та технічні параметри є система керування електромеханічним приводом пускової установки.

У будь-якому режимі роботи система автоматичного управління електричним приводом ЗРК повинна забезпечувати потрібні динамічні характеристики системи, малий час реакції та швидкість наведення на ціль пускової установки.

Пошук технічних рішень, які задовольняють даним вимогам, та забезпечують потрібні точнісні статичні та динамічні характеристики системи наведення ЗРК слід проводити у кожному конкретному випадку окремо, тому удосконалення та оптимізація елементів системи наведення існуючих зразків ЗРК є актуальною задачею і потребує свого розв'язання. Враховуючи досвід застосування ЗРК, методи та алгоритми, що реалізуються в САК, повинні урахувувати складну динаміку руху цілі у просторі.

Слідкуючі системи автоматичного керування є необхідною складовою технічних засобів супроводу рухомих об'єктів різноманітного призначення. Такі засоби застосовуються в радіолокаційних станціях, гідролокації, авіаційно-космічній техніці, комплексах спеціального призначення [1–3; 6–8]. Основною характеристикою слідкуючих систем в ЗРК є точність відпрацювання кута наведення на маневруючу ціль, виміряного системою стеження за об'єктом. Відмінною рисою слідкуючих систем комплексів спеціального призначення є жорсткі вимоги щодо швидкодії. Має місце протиріччя між вказаними вимогами, яке може бути вирішене удосконаленням методик проектування схемо-технічних рішень. Тому розробка удосконалених методик проектування слідкуючих систем наведення [4; 5; 8]. є важливим та актуальним науково-прикладним завданням.

Мета статті. Метою роботи є вирішення науково-прикладної задачі обґрунтування підходу до удосконалення методики проектування та моделювання систем наведення зразків зенітно-ракетних комплексів з урахуванням складного закону руху об'єкта стеження, на основі застосування методів системного моделювання та створення комп'ютерних моделей електроприводів.

Об'єктом досліджень є процеси в електроприводах наведення при змінних навантаженнях та математичні моделі їх досліджень.

Предметом досліджень є методики розрахунку та моделювання, програмно-алгоритмічні засоби дослідження процесів в електроприводах наведення.

Важливим прикладним завданням, на вирішення якого спрямована робота, є розширення функціональних можливостей систем наведення зразків ракетно-артилерійського озброєння та зменшення похибок стеження за рухомим об'єктом.

Важливим науковим завданням, на вирішення якого спрямована робота, є обґрунтування шляхів удосконалення методики проектування систем наведення на основі аналізу закону руху об'єкта стеження.

Виклад основного матеріалу. Для вирішення поставленого завдання в роботі виконано аналіз змінних навантажень на електропривод наведення з урахуванням складного руху та різних типів цілей (рис.1, 2), функціонально-структурний аналіз електропривода наведення (рис. 3), побудована комп'ютерна модель та виконано моделювання САК ЕП (рис. 4).

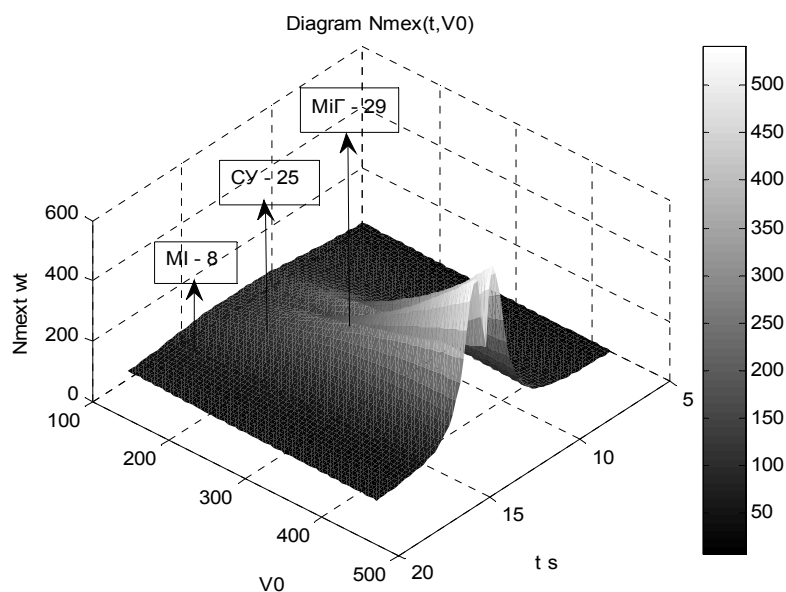


Рис. 1. Необхідна потужність ЕП в залежності від кута та типу цілі

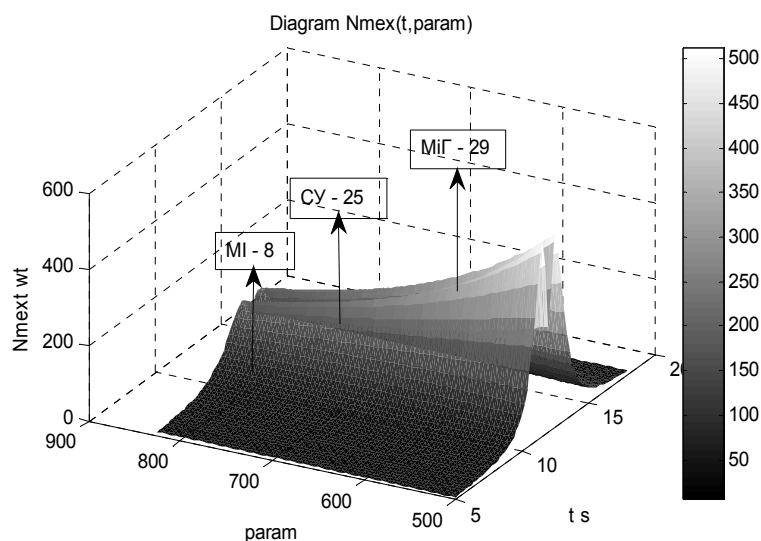


Рис. 2. Необхідна потужність ЕП в залежності від швидкості та типу цілі

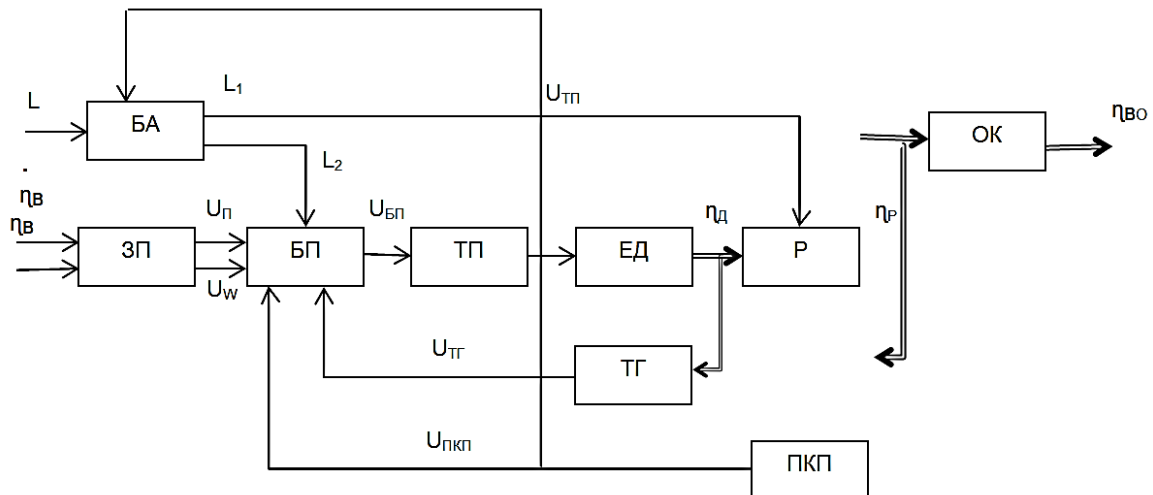


Рис. 3. Функціональна схема електроприводу вертикального наведення ЗРК

БА – блок автоматики	η_p – швидкість зміни пеленгу цілі
ЗП – задаючий пристрій САК	$U_{п}, U_{ПW}$ – відповідні масштабовані напруги
БП – блок підсилювачів	L_1 – сигнал «Запуск»
ТП – тиристорний перетворювач	L_2 – сигнал зміни режимів
ЕД – електричний двигун	$U_{БП}$ – сигнал виходу БП
Р - редуктор	$U_{ТП}$ – сигнал виходу ТП
ТГ - тахогенератор	η_d – кут повороту ЕД
ПКП – потенціометр кутового положення	η_p – кут повороту вихідного валу
ОК – об’єкт керування (ПУ)	$\eta_{ГО}$ – кут повороту ПУ в горизонтальній площині
L - команди	$U_{ТГ}$ – сигнал ТГ
η_p – пеленг цілі	$U_{ПКП}$ – сигнал ПКП

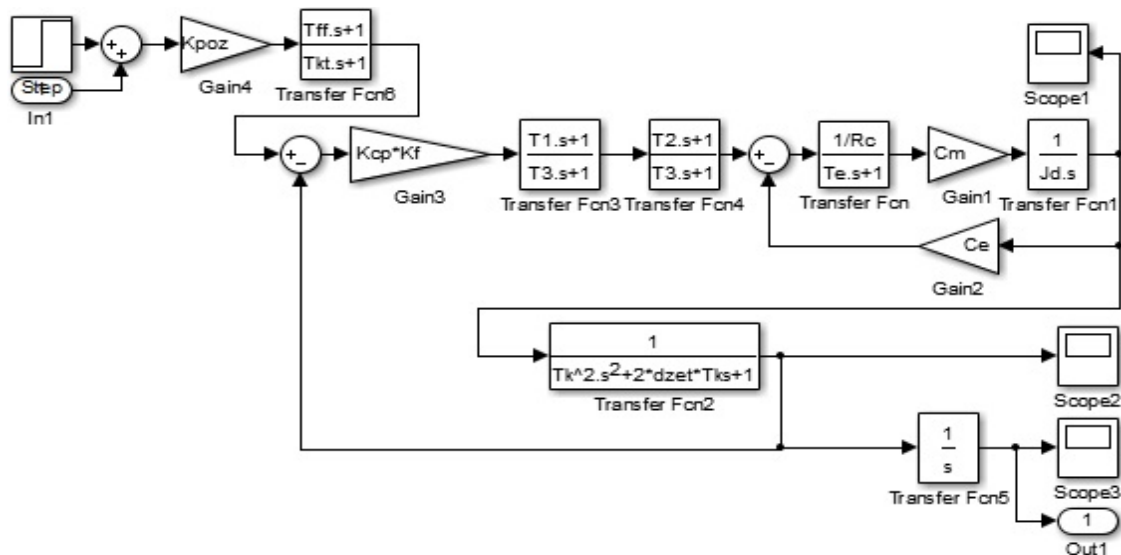


Рис. 4. Комп’ютерна модель САК ЕП

Комп’ютерна модель САК ЕП містить швидкісний та позиційний контури із засобами корекції динаміки руху. Зменшення похибок супроводу рухомого об’єкта досягається підвищенням порядку її астатизму за рахунок коригуючих ланок в контурі швидкості та позиційному контурі

Висновок. У роботі проведено аналіз джерел інформації про сучасні ЗРК, які свідчить про актуальність напрямків їх подальшого удосконалення, у тому числі й слідкуючих електроприводів цих комплексів. Особлива увага дослідження приділена часу реакції ЗРК, значення якого у сучасних зразках ЗРК не перевищує одиниць – десятка секунд. В цих умовах актуальним постає питання підвищення швидкодії електроприводів систем наведення ЗРК.

Досліджена послідовність етапів проектування слідкуючого електроприводу, яка передбачає аналіз залежності кутової швидкості та прискорення приводу від дальності до цілі, її типу та швидкості руху, на підставі чого були здійснені розрахунки потужності двигуна з урахуванням змінного навантаження.

Проведено дослідження та здійснено моделювання слідкуючих електроприводів систем наведення за динамічною та швидкісною похибками. Здійснено вибір критерію оптимізації, виходячи з призначення системи наведення та вимог до її швидкодії та точності стеження. Результати дослідження вказують на можливість удосконалення існуючих електроприводів, зокрема зменшення їх динамічних похибок та покращення ТТХ існуючих ЗРК.

Розроблені програмні засоби для комп'ютерної реалізації пропонованого підходу. Перспективи подальших досліджень становить обґрунтування пропонованого підходу при маневруванні цілі

Список використаних джерел

1. Поповіч М.Г. Теорія автоматичного керування. / М.Г. Поповіч, О.В. Ковальчук // Навчальний посібник. – К. – Либідь, 1997. – 544 с:
2. Попович М.Г. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник – К. : Либідь, 2005. – 680 с.
3. Жукова Н.В. та ін. Сучасна теорія керування динамічних систем // Навч. посібник. – Донецьк, – ДонНТУ. 2013 – 292 с.
4. Лозинський А.О., Мороз В.І., Паранчук Я.С. Розв'язання задач електромеханіки в середовищах MathCAD і MATLAB / Навчальний посібник. – Львів: Вид-во ДУ “Львівська політехніка”, 2000. – 166 с.
5. R.C. Dorf, R.H. Bishop., *Modern Control Systems* // Prentice Hall– 2004. – 832 с.
6. Колб Ант. А., Колб А.А. Теорія електроприводу: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НГУ, 2006. – 511 с.
7. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.
8. Миргород В.Ф. Розробка методики проектування та моделювання систем наведення з урахування динаміки об'єкта стеження / В.Ф. Миргород, П.О. Акінін, Є.О. Щербенко // Оптиміальне управління та експлуатація електроприводів спеціальних установок. Збірник праць наукового семінару. – Одеса: Наука і техніка, 2015. – С. 11-16

Науковий керівник: Миргород В.Ф., д.т.н., доц., Військова академія(м. Одеса)

Рецензент: Пічугін Е.Д., к.т.н., проф., Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса

УДК 623.451:623.48

Петін Є.С., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПРОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ НА АРСЕНАЛАХ, БАЗАХ ТА СКЛАДАХ

В статті розглянуто питання щодо подовження терміну зберігання боєприпасів на арсеналах, базах і складах, удосконалення системи контролю їх технічного стану. Наявність запасів ракет і боєприпасів є основою для забезпечення успішного ведення військами (силами) операцій і бойових дій, а підтримання їх в готовності до бойового застосування безпосередньо впливає на боєздатність Збройних Сил.

Ключові слова: зберігання боєприпасів, строк збереженості (строк технічної придатності), готовність до бойового застосування, технічний стан.

Постановка проблеми. На теперішній час на арсеналах, базах та складах накопичилося велика кількість боєприпасів у яких виходить строк технічної придатності та вони будуть не придатні до бойового використання.

Наявність великої кількості запасів застарілих ракет і боєприпасів потребує значні ресурси та має ряд негативних аспектів щодо їх подальшого утримання, а саме:

- виникнення небезпеки при їх тривалому зберіганні;
- додаткові витрати на заходи вибухопожежобезпеки для уникнення надзвичайних ситуацій.

В зв'язку з цим Державною програмою передбачені заходи щодо проведення комплексної утилізації. Але за останній час зв'язку з подіями на арсеналах запаси ракет і боєприпасів значно зменшились, доцільніше буде впровадження програми продовження терміну зберігання а також впровадження програми власного виробництва ракет і боєприпасів.

Боєприпаси після їх виготовлення на підприємствах промисловості і проведення різних випробувань закладаються на зберігання на складах, базах і арсеналах. При цьому призначається гарантійний термін зберігання, протягом якого забезпечується збереження їх технічних характеристик і бойових властивостей. В процесі зберігання здійснюються контроль якісного стану і регламентні роботи, у тому числі ремонт боєприпасів, пов'язаний з видаленням корозії з металевих деталей корпусів, заміною мастила, а також ремонт дерев'яної укупорки і ін.

Досвід зберігання боєприпасів показує, що їх чутливість до природних факторів з часом підвищується, це пов'язано зі зміною властивостей вибухових речовин, якими споряджені боєприпаси. З часом відбувається взаємодія вибухової речовини з матеріалом корпусу боєприпасу що сприяє підвищенню чутливості в порівнянні з початковою вибуховою речовиною, це підвищує небезпеку подальшого зберігання боєприпасів. Зміна фізико-хімічних властивостей вибухової речовини в процесі зберігання може істотно вплинути на терміни зберігання боєприпасів.

В процесі старіння виробів, протягом строку збереженості (строку технічної придатності), відбуваються накопичення продуктів розпаду, їх взаємодія з корпусом снаряду може привести до самоліквідації. Глибина перетворення залежить як від умов і часу зберігання, так і від конструктивних особливостей виробів.

Порушення умов зберігання вибухової речовини, підвищення в основному продукті домішок кислот і лугів навіть на частки відсотка можуть істотно змінювати характеристики спорядження боєприпасів, підвищувати вибухопожежонебезпеку при їх тривалому зберіганні.

На даний час відсутня нормативна база яка регламентує терміни зберігання ракет, боєприпасів та їх елементів. Не встановлений кількісний зв'язок між хімічною стійкістю вибухової речовини і строком збереженості (строком технічної придатності) боєприпасів. Тому на практиці терміни зберігання встановлюють емпірично за результатами контрольних випробувань, в процесі яких визначають призначений строк зберігання.

Крім цього постає інша задача, яка полягає у прогнозуванні технічного стану боєприпасів і їх елементів. Так, якщо час надійної експлуатації (зберігання) буде занижено, то боєприпаси будуть вилучені з експлуатації раніше ніж вичерпається їх термін служби, а це не економічно. У іншому випадку, якщо терміни експлуатації будуть завищені, то виріб може вийти зі строю під час зберігання (транспортування, застосування), що в свою чергу, може призвести до аварії або ще більш тяжким наслідкам.

Тому метою дослідження є – на основі аналізу умов зберігання боєприпасів середнього калібру та впливу факторів на їх технічний стан обґрунтувати рекомендації щодо подовження терміну їх зберігання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести аналіз організації зберігання боєприпасів на арсеналах, базах і складах та вплив факторів на їх технічний стан.

2. Встановити закономірності зміни технічного стану боєприпасів і розробити метод управління їх зберігання.

3. Розробити пропозиції щодо подовження призначеного терміну зберігання боєприпасів на арсеналах, базах і складах.

Для обґрунтування пропозицій з подовження терміну збережуваності боєприпасів після аналізу і оцінки технічного стану виробів на арсеналах, базах і складах та виходячи з їх результатів, необхідно провести:

випробування боєприпасів за спеціальними програмами методиками та оцінку їх технічного стану у процесі життєвого циклу ;

розбирання визначеної кількості боєприпасів на складові частини оцінку їх технічного стану;

проведення випробувань складових частин боєприпасів за спеціальними програмами і методиками та оцінку їх технічного стану у процесі життєвого циклу.

Програма продовження терміну технічної придатності повинна передбачати виконання таких робіт:

– статистичний аналіз технічного стану партій боєприпасів середнього калібру в експлуатації;

– аналіз елементів , які впливають на термін зберігання боєприпасу в цілому;

– лабораторні випробування елементів боєприпасів;

– полігонні випробування;

– транспортні випробування;

– перевірку безпеки виробу при отриманні механічних пошкоджень які можливі під час експлуатації.

Оскільки елементи боєприпасів в процесі експлуатації (зберігання) не піддаються достатньо повному контролю (їх параметри в процесі зберігання на арсеналах, базах та складах не контролюються), проведення їх випробувань потребує наявності індивідуальних програм.

У відповідності з цим в процесі виконання робіт щодо продовження терміну технічної придатності боєприпасів необхідно виконати роботи за такими програмами:

– програма транспортних випробувань;

– програма кліматичних випробувань елементів боєприпаси різних умовах зберігання;

– програма лабораторних випробувань ВР;

– програма полігонних випробувань.

Крім того необхідно розробити наступні методики:

– методика проведення транспортних випробувань;

– методика проведення кліматичних випробувань елементів боєприпасів;

– методика проведення полігонних випробувань.

Крім того, для проведення вищезазначених випробувань необхідно удосконалити методику визначення відбору боєприпасів, в залежності від їх конструктивних особливостей. Таким чином, наявність відповідних спеціальних Програм і Методик забезпечить проведення заходів щодо подовження терміну технічної придатності боєприпасів на підставі результатів випробувань боєприпасів в цілому та випробувань їх елементів.

Наукова новизна полягає в обґрунтуванні терміну зберігання боєприпасів в результаті зміни їх технічного стану за рахунок впливу факторів при різних умовах зберігання.

Об'єктом дослідження роботи є процес подовження терміну зберігання боєприпасів.

Предметом дослідження – закономірності змін технічного стану боєприпасів середнього калібру.

Висновок. В результаті проведення досліджень щодо часового терміну зберігання боєприпасів за різними температурно-часовими режимами, встановлені закономірності змін цього терміну, як непрямого показника їх технічного стану, в залежності від інтенсивності процесів старіння. Отримані результати свідчать, що при зберіганні боєприпасів в умовах, які відрізняються від оптимальних, тривалість їх зберігання істотно зменшується. Поряд з цим, при вирішенні даного питання слід враховувати не тільки конкретні кліматичні умови і характер навколишнього середовища, але й особливості конструкції конкретного виду боєприпасів і їх елементів. Також встановлено, що існуючий підхід до визначення терміну зберігання не враховує умови зберігання боєприпасів у сховищах різної конструкції.

Список використаних джерел

1. Директиви МО України від 7.11.03 року № Д-4, від 11.05.2004 року № Д-11 “Про виконання першочергових заходів у Збройних Силах України щодо забезпечення живучості та вибухо-пожежобезпеки баз та складів озброєння, ракет і боєприпасів”;
2. Програма забезпечення живучості та вибухо-пожежобезпеки арсеналів, баз і складів озброєння, ракет і боєприпасів Збройних Сил України на 1995 – 2015 роки, затвердженою постановою Кабінету Міністрів України від 28.06.95 № 472;
3. Правила техніки безпеки при зберіганні, збиранні та ремонті боєприпасів на артилерійських арсеналах, базах та складах, введеною у дію наказом Головнокомандувачем Сухопутних військ №05 – 1988 р.;
4. Керівництво по експлуатації РАО частини 1,2, введеною в дію наказом Головнокомандувача Сухопутних військ №05 – 1988 р.
5. Інструкція по технічному огляду боєприпасів на арсеналах, базах і складах» 1978 р.;
6. Дерев'янчук А.Й., Поган Л.Ф. основи експлуатаційної надійності артилерійського озброєння. Навчальний посібник.-Суми:ВІА, 2004.
7. Татищев Ю.А. Промислові вибухові речовини на основі утилізованих боєприпасів.1998
8. ДСТУ 2860-94.Надійність техніки. Терміни та визначення.
9. ДСТУ В 3576-97. Експлуатація та ремонт військової техніки. Терміни та визначення.
10. Горст А.Г. Пороха та вибухові речовини. –М:Машинобудівництво, 1972.-207с.
11. Клімат України. Інформаційний бюлетень.
12. Міністерство оборони України «Перелік боєприпасів артилерії, застосування яких заборонено або обмежено».
13. Шагов Ю.В. Вибухові речовини та пороха. –М:Воєніздат, 1976. -119с.
14. Боєприпаси наземної артилерії: Підручник. –М.: Воєніздат, 1970. -248с.
15. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теорія вибухових речовин. – М:Оборонгиз, 1970. -595с.
16. ДСТУ 2639-94 Матеріали полімерні. Методи прискорених випробувань на кліматичне старіння.
17. УДК 662. 216. 1 Порохи пірокселинові, балістичні та лакові. Манометричний метод визначення стійкості.

Науковий керівник: Бордіян П.П.

Рецензент: Бордіян В.П., Військова академія (м. Одеса), Україна

УДК 355.311.93:623.485

Пушкар Д.В., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ОБҐРУНТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ШТАТНОЇ СТРУКТУРИ ПОЛЬОВИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СКЛАДІВ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ ЗА ДОСВІДОМ БОЙОВИХ ДІЙ ЗС УКРАЇНИ В РАЙОНІ ПРОВЕДЕННЯ ООС (АТО)

В статті розглянуто питання щодо обґрунтування та впровадження на польових артилерійських складах зберігання боєприпасів оптимальної організаційно-штатної структури яка б дозволяла функціонувати складу при виникненні різних ситуаціях під час ведення бойових дій.

Ключові слова: польові склади зберігання боєприпасів, організаційно-штатна структура, зберігання ракет і боєприпасів, живучість складів, вибухопожежобезпека, боєзапас, бойові дії.

Постановка проблеми. Організаційно-штатні структури польових артилерійських складів (далі – ПАС) зберігання ракет і боєприпасів, знаходиться у невизначеному стані в зв'язку з відсутністю нормативно-правової бази, що регламентує діяльність ПАС.

Маючи значну кількість ПАС зберігання ракет та боєприпасів у зоні проведення операції ООС (АТО) досі відсутній керівний документ який регламентує функціонування цих польових складів. Одною із складових безпечно функціонування будь-якого складу, а також живучості складів є технічна навченість особового складу.

Події останніх років, а саме вибухи на польових ПАС поблизу м. Сватове Луганської області та с. Малоянісоль, Донецької області, вказують на недосконалу організаційно-штатну структуру ПАС, внаслідок чого маємо недостатній рівень їх живучості та вибухопожежобезпеки.

До штатів арсеналів та баз, які організують склади оперативного-тактичних угруповань (далі – ОТУ), введені відокремлені відділи зберігання у кількості 21 військовослужбовець, яких не вистачає для організації функціонування складів ОТУ. Саме від цього виникають порушення усіх вимог щодо живучості і не виконання поставлених завдань [2; 6; 7]

Недосконала організаційно-штатна структура польових складів напряду впливає на виникнення кризових ситуацій. Також це веде до виникнення інших недоліків функціонування ПАС, а саме:

- неспроможність організувати трьохрівневу систему охорони складу;
- неспроможність підняти боєзапас, що зберігається при виникненні надзвичайних ситуацій силами і засобами підпорядкованих підрозділів;
- відсутність маневреності складу при виникненні надзвичайних ситуацій;
- неякісний стан зберігання боєзапасу.

Мета статті. Обґрунтувати необхідність створення оптимальної організаційно-штатної структури ПАС зберігання ракет і боєприпасів при веденні бойових дій для організації багатофункціональної роботи польових складів і підвищення живучості зберігання боєзапасу.

Основна частина. На даний час ЗС України ведуть бойові дії на сході країни, звичайно ж війська використовують боєприпаси для вогневого ураження противника. Створюються польові склади ОТУ для швидкого та своєчасного забезпечення військ ракетами і боєприпасами, але організаційно-штатні структури які б дозволяли оптимально функціонувати складам зберігання ракет і боєприпасів, на даний час відсутні. В наслідку чого створюються небезпечні умови для зберігання боєзапасу.

Основними негативними факторами функціонування існуючих ПАС є:

- збірні підрозділи охорони, відряджені з різних підрозділів (частин) для охорони та оборони складів;
- безвідповідальність військовослужбовців, які були відряджені для навантажувальних (розвантажувальних) робіт, які зневажають заходами безпеки та вибухопожежобезпеки;
- керівний склад, який виконує обов'язки не за фаховими посадами, звідси не знання функціональних обов'язків;
- відсутність рухомих транспортних засобів, призначених для вивезення бойового запасу у випадку кризових ситуацій тощо;
- недодержання заходів щодо організації та підтримання трьохрівневої системи охорони;

Основною метою цієї статті є обґрунтування оптимальної організаційно-штатної структури яка б забезпечувала наступні вимоги:

- організація трьохрівневої системи охорони ПАС;
- оптимізація роботи структурних підрозділів для якісного збереження бойового запасу та виконання заходів живучості ПАС;
- маневреність складів ОТУ для швидкої евакуації бойового запасу з негайним залишенням району, при виникненні надзвичайної ситуації (пожежа, стихійні лиха, обстріли і т.п.)

На основі даних по руху ракет і боєприпасів, на даних складах, а також для створення безпечних умов та мобільності цих складів, пропонується створення трьохрівневої системи організаційно-штатної структури, яка би дозволила ефективно використовувати боєзапас та своєчасно забезпечувати підрозділи (частини) боєприпасами для ведення бойових дій.

Існуючу ситуацію необхідно радикально змінювати. Успішне вирішення цього питання можливе лише при науково обґрунтованому вивченні ситуації, що склалася у сфері функціонування об'єктів зберігання боєзапасу.

Необхідна розробка науково-методичного апарату щодо обґрунтування організаційно-штатної структури ПАС та як наслідок підвищення рівня безпеки ПАС зберігання ракет і боєприпасів.

Сучасний стан організації об'єктів зберігання ракет і боєприпасів у зоні проведення ООС вимагає насамперед удосконалення організаційно-штатної структури ПАС зберігання ракет і боєприпасів. Одним з важливих напрямків цього у Збройних Силах України є впровадження на ПАС зберігання ракет і боєприпасів оптимальної організаційно-штатної структури.

Висновки. Для досягнення цієї мети необхідно поставити та вирішити наступні завдання:

- обґрунтувати організаційно-штатну структуру ПАС з урахуванням досвіду бойових дій;
- розробити методiku для розробки організаційно-штатної структури польових складів зберігання ракет і боєприпасів;
- розробити практичні рекомендації для оптимізації організаційно-штатної структури ПАС, внаслідок чого буде підвищена живучість польових складів зберігання ракет і боєприпасів.
- розробити узагальнені критерії, що характеризують рівень функціонування організаційно-штатної структури ПАС зберігання ракет і боєприпасів Збройних Сил України.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки».
2. Наказ НГШ № 191 від 30.05.2017. «Про затвердження Положення про арсенали, бази та склади зберігання ракет і боєприпасів Збройних Сил України».
3. Наказ МОУ № 635 від 29.11.17 «Про затвердження Інструкції з розробки планів діяльності функціональної підсистеми запобігання надзвичайним ситуаціям і ліквідації їх наслідків у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України».

4. Наказ МОУ № 5 від 06.06.17 «Про затвердження Порядку організації пропускового режиму на особливо важливих і режимних об'єктах Міністерства оборони України та Збройних Сил України».

5. Наказ МОУ № 429 від 18.08.16 «Про затвердження Інструкції з організації та порядку дій за рівнями терористичних загроз».

6. Методичний посібник «Щодо порядку організації зберігання ракет і боєприпасів, функціонування тривірневої системи охорони і оборони на об'єктах зберігання боєзапасу. Організація боротьби з БПЛА. Командування Сухопутних військ 2016р.

7. Методичні рекомендації «Щодо заходів пожежної безпеки на об'єктах Збройних Сил України при застосуванні противником запалювальної зброї» Командування Сухопутних військ 2016р.

8. Методичні рекомендації щодо порядку розробки Планів локалізації та ліквідації наслідків аварій та Планів реагування на надзвичайні ситуації на об'єктах і територіях Міністерства оборони України і Збройних Сил України МО 2016 рік.

Науковий керівник: Сініло Ю.Г., Військова академія (м. Одеса), Україна

УДК 623.419

Слизовський О.С., магістрант
Військова академія (м. Одеса), Україна

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ НАЧАЛЬНИКА СЛУЖБИ РАКЕТНО-АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ ЩОДО АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ВИТРАТ РАКЕТ І БОЄПРИПАСІВ НА ЗАХОДИ БОЙОВИЙ ПІДГОТОВКИ (БОЙОВОГО ЗЛАГОДЖЕННЯ) ВІЙСЬКОВОЇ ЧАСТИНИ

Пропонується на основі стандартного програмного забезпечення Microsoft Windows, створення програми автоматизованого розрахунку потреб боєприпасів на бойову підготовку, із застосуванням ЕОМ.

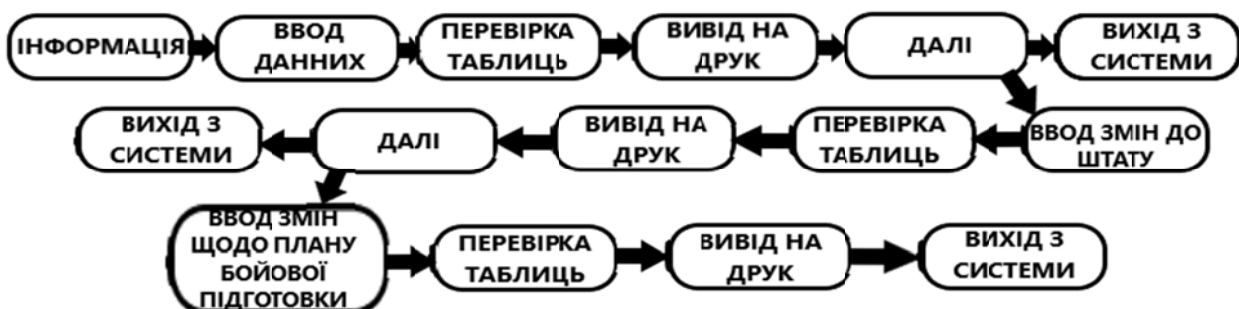
Ключові слова: програмне забезпечення, потреби боєприпасів, програма автоматизованого розрахунку.

Постановка і актуальність проблеми Згідно до існуючої настанови та досвіду функціонування системи ракетно-технічного і артилерійсько-технічного забезпечення своєчасне і повне забезпечення підрозділів ракетами, боєприпасами і військово-технічним майном в тому числі під час проведення «Операції Об'єднаних Сил» досягається шляхом завчасного створення їх запасів, раціональним їх ешелонуванням і своєчасним підвозом для поповнення витрат і втрат, а також маневром запасами. Начальник служби ракетно-артилерійського озброєння стикається з проблемою розрахунку потреб боєприпасів на бойову підготовку. Один із шляхів полегшення роботи з цією проблемою може бути пов'язаний з використанням автоматизованого комп'ютерного розрахунку.

Одним із завдань роботи начальника служби ракетно-артилерійського озброєння являється проведення планування витрат боєприпасів у військової частини на наступний період за визначеними завданнями. Один із шляхів полегшення роботи з цією проблемою може бути пов'язаний з використанням автоматизованого комп'ютерного розрахунку. Чітко визначеного порядку чи послідовності проведення цих розрахунків поки що не має. Тому питання, яке розглядається в статті, щодо визначення одного із підходів до розрахунку є своєчасним та актуальним.

Мета статті. Метою та завданням для практичного використання роботи є обґрунтування роботи начальника служби ракетно-артилерійського озброєння по автоматизації розрахунку потреб боєприпасів на бойову підготовку, розробку шаблону програми автоматизованого розрахунку, підготовка вихідних даних для розрахунку потреб боєприпасів на бойову підготовку, підготовку методики складання розрахунку потреб боєприпасів на бойову підготовку, зменшення часу затраченого на розрахунок, та підвищення точності розрахунків

Основна частина. Щоб краще зрозуміти сутність цього шляху полегшення роботи розрахунків давайте розглянемо роботу служби РАО частини по проведенню розрахунку витрат боєприпасів та імітаційних засобів на бойову підготовку.



Основними керівними документами на підставі яких служба РАО частини здійснює розрахунки є:

1. План бойової підготовки на навчальний рік або період навчання.
2. Наказ МОУ №39 від 22.01.2018 «Про затвердження Річних норм витрат ракет і боєприпасів на заходи підготовки (бойового злагодження)»
3. Штат частини.
4. Наказ ГШ №160 17.04. 2018 « Курс стрільб зі стрілецької зброї і бойових машин»

При використанні цих документів начальник служби РАО частини готує вихідні дані розрахунку потреби боєприпасів.

Вихідні дані, які отримуються із плану бойової підготовки:

Тактичні навчання з бойовою стрільби;

1. Виконання вправ стрільби;
2. Заняття, які необхідно забезпечити імітаційними засобами;
3. Збори офіцерів, прапорщиків, сержантів і солдатів запасу;
4. Перевірка бою і приведення зброї до нормального бою;
5. Підготовка і проведення змагань;
6. Здача розрядних норм.

Вихідні дані, які отримуються з Наказу МОУ №39 від 22.01.2018 «Про затвердження Річних норм витрат ракет і боєприпасів на заходи підготовки (бойового злагодження)» [2]:

- норми витрат боєприпасів на офіцерський, сержантський і рядовий склад відповідно до займаної посади, роду військ;
- норми відпуску боєприпасів на перевірку бою зброї в підрозділах;
- норми відпуску боєприпасів на перевірку бою зброї після військового ремонту;
- які боєприпаси використовуються на бойову підготовку (перш за все боєприпаси з обмеженим строком зберігання, дрібних партій, з більш різними строками збірки та приведення в кінцеве спорядження, патрони, детонатори, які знаходяться в негерметичній упаковці).

У Наказ МОУ №39 від 22.01.2018 «Про затвердження Річних норм витрат ракет і боєприпасів на заходи підготовки (бойового злагодження)» вказано, що Відпуск боєприпасів на бойову підготовку проводиться тільки на наявний особовий склад і на наявну зброю частини і підрозділів у межах їх споживання в мирний час. Боєприпаси, які були не витрачені до кінця звітного року, зраховуються на забезпечення норм наступного року.

Про заборону витрат артилерійських пострілів більшого калібру замість пострілів меншого калібру [2].

Вихідні дані, які отримуються із штабу частини:

- кількість офіцерського складу, прапорщиків, сержантського і рядового складу відповідно до займаної посади (категорії стріляючих), підрозділів;
- види озброєння і їхня кількість.

Після проведення підготовки вихідних даних для розрахунку потреби в боєприпасах для бойової підготовки, начальник служби РАО разом з офіцерами штабу складає розрахунок потреби боєприпасів на бойову підготовку.

Цей розрахунок складається в наступній послідовності :

- при використанні штату частини встановлюються категорії стріляючих;
- для кожної категорії використовуючи Наказ МОУ №39 від 22.01.2018 «Про затвердження Річних норм витрат ракет і боєприпасів на заходи підготовки (бойового злагодження)» в «розрахунок потреби боєприпасів» вносяться норми витрат боєприпасів на одного чоловіка в штуках і норми витрат на підрозділ для проведення технічних навчань з бойовою стрільбою, а також норми витрат на перевірку бою зброї і приведення зброї до нормального бою, на перевірку бою зброї після поточного ремонту, на підготовку і проведення змагань та інше;
- проводиться розрахунок потреби боєприпасів на всіх стріляючих.

Всі розрахунки проводяться на підрозділ (роти, батареї), на батальйон, дивізіон, бригаду.

На підставі «розрахунок потреби боєприпасів» складається заявка, яка надається у вище стоячий штаб для отримання ліміту (норми) витрат боєприпасів на бойову підготовку військової частини на рік, або відповідний період навчання. Після отримання штабом частини із вище стоячого штабу ліміту (норми) витрат боєприпасів на бойову підготовку на рік, або відповідний період навчання, складається розрахунок відпуску боєприпасів на бойову підготовку підрозділів частини. Розрахунок затверджується командиром частини. Ліміт витрат боєприпасів кожному підрозділу доводиться наказом по частині. Командири підрозділів, знаючи свій ліміт і норми витрат боєприпасів на кожне завдання, по мірі необхідності надають начальнику служби РАО письмові замовлення на відпуск боєприпасів на проведення стрільб.

Розглянемо діаграму залежності часу від способу розрахунку (рис. 1)

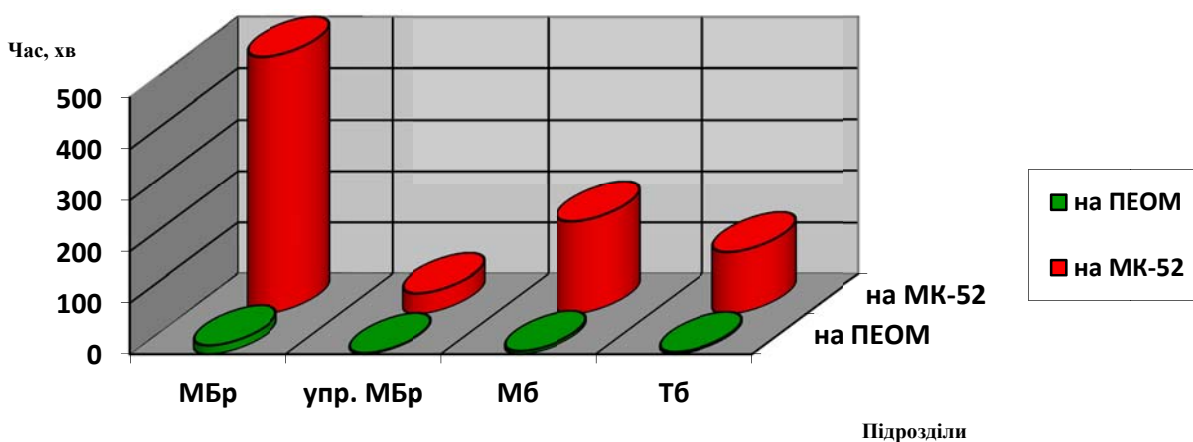


Рис. 1. Діаграма залежності часу від способу розрахунку

Висновки. Проведення роботи за цим напрямком дозволить полегшити проведення розрахунків за визначеним порядком, зменшити в кількості операцій під час розрахунку, підвищити точність розрахунку, цим самим підвищити якість проведених розрахунків, зменшити до мінімуму кількість помилок в розрахунках, з легкістю відобразити на папері кінцеві результати розрахунків в табличній формі, та заощадити дорогоцінний час. Подальшим напрямком досліджень за даною тематикою є формування порядку та вимог щодо пошуку та вибору найбільш економічно ефективних варіантів застосування програмних розрахунків.

Список використаних джерел

1. Наказ Генерального штабу №160 17.04. 2018 « Курс стрільб зі стрілецької зброї і бойових машин»
2. Наказ Міністра Оборони України №39 від 22.01.2018 «Про затвердження Річних норм витрат ракет і боєприпасів на заходи підготовки (бойового злагодження)»
3. «Річні норми витрат ракет і боєприпасів на заходи підготовки (бойового злагодження)», затверджені начальником Генерального штабу – Головнокомандувачем Збройних Сил України
4. «Курс стрільб зі стрілецької зброї і бойових машин» затверджені начальником Генерального штабу – Головнокомандувачем Збройних Сил України

Науковий керівник: Малишкін О.В.

Рецензент: Нікул С.О., к.т.н., Військова академія (м. Одеса), Україна

УДК 355

Собчук В.В., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБЛІКУ РАКЕТ І БОЄПРИПАСІВ НА АРСЕНАЛАХ, БАЗАХ І СКЛАДАХ

В статті розглянуто питання щодо аналізу та оцінки системи існуючого обліку ракет і боєприпасів на арсеналах, базах і складах, а також доцільність впровадження автоматизованого обліку, з використанням сучасних технологічних рішень.

Ключові слова: *арсенали, бази, склади, антитерористична операція, операція об'єднаних сил, Збройні Сили, Міністерство Оборони, озброєння та військова техніка, ракети і боєприпаси, автоматизована система обліку, автоматизована розрахункова методика, електронна обчислювальна методика, Центральне ракетно-артилерійське управління, ракетно-артилерійське озброєння.*

Постановка проблеми. Аналіз виконання заходів з забезпечення військ ракетами і боєприпасами в умовах проведення антитерористичної операції (далі – АТО) / операції об'єднаних сил (далі – ООС) на сході нашої країни показав низку слабких місць у питаннях ведення їх обліку. Від оперативності, своєчасності та правдивості даних обліково-операційних відділів арсеналів, баз і складів зберігання ракет і боєприпасів напряму залежить успіх у забезпеченні вогневого ураження противника при підготовці та в ході ведення операцій.

Ефективність розпорядження запасами ракет і боєприпасів, перш за все, залежить від часу за який повна та достовірна облікова інформація розповсюджується по всім необхідним рівням, які беруть участь у плануванні ракетно-технічного та артилерійсько-технічного забезпечення.

Мета статті. На підставі аналізу існуючої системи обліку, вимог керівних документів, досвіду окремих елементів автоматизації обліку військового майна, номенклатури ЦРАУ Збройних Сил України, а також досвіду провідних країн світу, визначити вимоги та розробити рекомендації щодо впровадження автоматизованої системи обліку ракет і боєприпасів на арсеналах, базах та складах їх зберігання.

Основна частина. Для прийняття ефективних управлінських рішень в умовах динамічного розвитку обстановки операційно-обліковим відділам та відділам зберігання ракет і боєприпасів арсеналів, баз і складів необхідна система інформаційного забезпечення, яка об'єктивно відображує облік наявності та рух матеріальних засобів. Інформаційне забезпечення – це зв'язок інформації з системами управління та управлінським процесом взагалі. Воно може розглядатися не тільки в цілому, а також й по окремим функціональним управлінським роботам, наприклад, прогнозування і планування, наявності та рух, аналіз ситуацій.

Передача інформації про положення та стан справ щодо обліку, наявності та руху ракет і боєприпасів на арсеналах, базах і складах на вищій рівень управлінської ланки та зворотній зв'язок (обмін інформацією) між учасниками процесу забезпечення – є запорукою успішного виконання завдань.

Як відомо, оперативність ракетно-технічного та артилерійсько-технічного забезпечення полягає в постійному володінні обстановкою, швидкому реагуванні на її зміни та своєчасному впливі на хід забезпечення бойових дій військ. Оперативність управління силами і засобами ракетно-технічного та артилерійсько-технічного забезпечення в сучасних умовах має особливе значення. З досвіду застосування військ в АТО/ООС відомо, що стан забезпеченості військ ракетами і боєприпасами, суттєво впливає не тільки на темпи ведення бойових дій, але й, в певній мірі, визначає способи застосування військ, тобто вони будуть вимушені обирати свої цілі та завдання виходячи з можливостей щодо забезпечення. З цього

витікає об'єктивно закономірна вимога до управління – оперативність управління силами та засобами ракетно-технічного та артилерійсько-технічного забезпечення повинна відповідати рівню оперативності управління військами в операції. Ефективність автоматизованого обліку – це кількісне і якісне відображення позитивного впливу на процес ракетно-технічного та артилерійсько-технічного забезпечення внаслідок використання обчислювальної та організаційної техніки, а також пов'язаних з цим змінами у організаційно-штатній структурі операційно-облікових відділах та відділах зберігання ракет і боєприпасів та інформаційних потоків у системі (рис. 1).

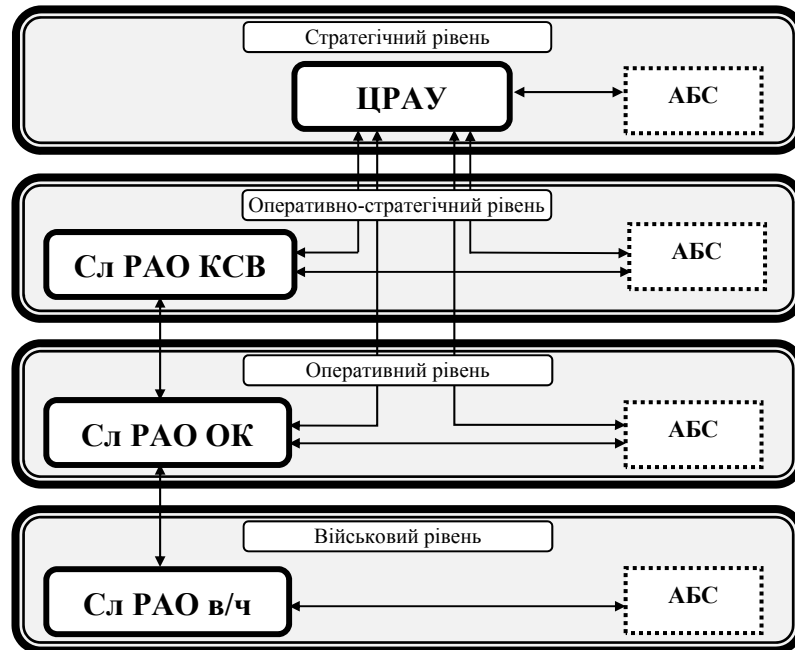


Рис. 1. Перспективна організаційна схема автоматичного обліку ракет і боєприпасів у Збройних Силах України

Таким чином, впровадження автоматизованих систем обліку ракет і боєприпасів на арсеналах, базах і складах Збройних сил України дає наступні показники ефективності:

- зменшення витрат на обробку одиниці інформації;
- збільшення швидкості виконання обчислювальних та печатних робіт;
- збільшення швидкості та зменшення часу на пошук необхідних даних;
- можливість моделювання (планування та прогнозування) та аналізу результатів;
- здатність автоматично збирати, запам'ятовувати та накопичувати різномірні дані;
- зменшення обсягів документації, що зберігається;
- стандартизація документів та способів їх ведення.

Облік на сьогоднішній день ведеться повністю в ручному режимі на паперових носіях інформації фахівцями-обліковцями, від рівня підготовки яких напряму залежить якість обліку в цілому.

Для автоматизації обліку в сучасному світі використовують бази даних. База даних – сукупність даних, організованих відповідно до концепції, яка описує характеристику цих даних і взаємозв'язки між їх елементами. В загальному випадку база даних містить схеми, таблиці, подання, збережені процедури та інші об'єкти. Дані у базі організують відповідно до моделі організації даних. Таким чином, сучасна база даних, крім саме даних, містить їх опис та може містити засоби для їх обробки.

В загальному випадку базою даних можна вважати будь-який впорядкований набір даних. Наприклад, формуляри на ракети.

У сучасних інформаційних системах для забезпечення роботи з базами даних використовують системи керування базами даних (далі – СКБД). Система керування базами даних – це система, заснована на програмних та технічних засобах, яка забезпечує визначення, створення, маніпулювання, контроль,

керування та використання баз даних. Найпопулярнішими СКБД є MySQL, PostgreSQL, Microsoft, SQL, Server, Oracle, Sybase, Interbase, Firebird та IBM DB2. Вони дозволяють ефективно працювати з базами даних, обсяг яких робить неможливим їх ручне опрацювання. Із них з відкритим кодом MySQL, PostgreSQL, Firebird.

Для забезпечення створення перспективної автоматизованої системи обліку ракет і боєприпасів на фундаменті MySQL можливо створити базу даних в якій буде відображатись інформація про наявність, кількість та стан боєприпасів на АБС. Для автоматизації отримання інформації про ракети і боєприпаси буде використовуватись штриховий код (рис. 1). За допомогою цього коду, локальна мережа автоматизованого обліку буде отримувати інформацію про виріб: номер партії, рік виготовлення, завод який виготовив, габаритно-вагові характеристики, дата та час надходження, видачі тощо. Вся ця інформація буде зберігатися у захищеній базі даних. Для безпечної передачі інформації буде використовуватись внутрішня локальна захищена мережа, наприклад АСУ «Дніпро».

Висновок. На підставі проведеного аналізу встановлено, що організація ведення обліку в Збройних Силах України не забезпечує в повній мірі у сучасних умовах виконання такої вимоги до нього як своєчасність, а забезпечення достовірності і точності сильно залежить від кваліфікації персоналу та часу, відведеного на виконання завдання.

Враховуючи це, при створенні автоматизованої системи обліку ракет і боєприпасів необхідно:

- замінити ручну працю та зменшити час на документальне оформлення прийому, видачі та зміни якісного стану ракет і боєприпасів;
- зменшити вплив «людського фактору» на якість проведення облікових операцій;
- зменшити кількість облікових документів, що діють в існуючій системі обліку;
- зменшити обсяг документообігу між органами і об'єктами управління;
- забезпечити захист облікової інформації від несанкціонованого доступу ззовні;
- скоротити час на обмін інформацією між органами управління та підпорядкованими з'єднаннями, частинами і підрозділами;
- забезпечити ведення в масштабі реального часу або наближеного до нього обліку ракет і боєприпасів, які знаходяться у виробництві і ремонті, зберігаються на складах будь-якого рівня, переміщуються з місць виробництва і ремонту і в зворотному напрямку, а також знаходяться у військах;
- забезпечити отримання будь-якої інформації керівниками всіх рівнів у відповідності з протоколом доступу в масштабі реального часу або наближеного до нього;
- забезпечити автоматичне оформлення первинних документів;
- забезпечити роздрукування в автоматичному режимі контрольної інформації для забезпечення дублювання і надійності зберігання облікових даних.

Список використаних джерел

1. *Наказ начальника Генерального штабу №191 від 30.05.2017. «Про затвердження Положення про арсенали, бази та склади зберігання ракет і боєприпасів Збройних Сил України».*
2. *Тимчасове рішення про встановлення термінів зберігання (технічної придатності) боєприпасів артилерії, засобів ближнього бою та їх комплектуючих елементів №131/Н/02-96.*
3. *«Інструкція з обліку військового майна у Збройних Силах України», введена в дію наказом Міністра Оборони України від 17 серпня 2017 року №440.*
4. *«Інструкцією про організацію обліку, зберігання і видачі стрілецької зброї та боєприпасів у Збройних Силах України,» затвердженою наказом МО України від 29 червня 2005 року №359, зареєстрованою в Міністерстві юстиції України 26 серпня 2005 року за №933/11213 (у редакції наказу МО України від 20 жовтня 2015 року №569).*

Науковий керівник: Булгаков Р.В.

Рецензент: Нікул С.О., к.т.н., Військова академія (м. Одеса), Україна

УДК 623.437

Терський В.Ю., курсант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМ ПІДЪМНИКОМ БОЄПРИПАСІВ

Розглядаються перспективні підходи до удосконалення параметрів електромеханічної системи перевантаження вантажів на складах та арсеналах.

Ключові слова: засоби автоматизації, перевантаження боєприпасів, математичні моделі, електромеханічні системи, комп'ютерні засоби, електронне моделювання, електропривод.

Постановка проблеми. На даний час, враховуючи потік розвитку автоматизації всіх механічних систем а також з постійним розвитком технологій покращення виробництва, постає питання автоматизації процесів перевантаження вантажів на складах та арсеналах МО України.

Електромеханічні підйомники є складовою частиною багатьох технологічних процесів, а рівень автоматизації цих машин багато в чому обумовлює продуктивність вантажно-розвантажувальних робіт.

На базах та арсеналах, які мають не тільки наземні, а і підземні поверхи, використовуються спеціальні електромеханічні системи для транспортування боєприпасів між рівнями. Підймання чи опускання будь-якого вантажу виконується завдяки спеціальним механізмам, які скорочено називають підйомниками. Підйомники по режиму роботи діляться на наступні групи – періодичні (перервної) і безперервної дії. Вибір типу і параметрів підйомника повинен проводитися з урахуванням призначення та законів зміни вантажопотоку. Основною техніко-економічною оцінкою підйомника вертикального транспорту є функціональна здатність забезпечити максимальний вантажопотік в межах заданого часу. Таким чином підвищення надійності та продуктивності проведення навантажувально-розвантажувальних робіт з боєприпасами є проблемою, яка потребує свого вирішення.

Мета статті: визначення можливості удосконалення засобів автоматизації для проведення навантажувально-розвантажувальних робіт з боєприпасами на арсеналах, базах, складах ЗСУ засобами комп'ютерного моделювання.

Виклад основного матеріалу. Одним з найбільш напружених режимів для механізму підйому є підйом “з підхопленням”. Він можливий, якщо двигун включається при наявності слабконатягнутої лінії, до якої підвішений вантаж, що покоїться на жорсткій опорі. При цьому, до моменту відриву вантажу двигун може досягнути номінальної швидкості, що відповідає максимально можливій за даних параметрів електромеханічної системи величині удару. Обмеження оператором такого режиму створює незручності в керуванні, понадміру його втомлюючи. У зв'язку з автоматизацією кранів, коли можливості оператора стають все більш обмеженими, роль автоматичного зниження ударних навантажень в цьому режимі значно зростає.

У багатьох кранів чи підйомників, що працюють з великими швидкостями підйому, можуть виникати недопустимі навантаження на механізм при гальмуванні його в кінці спуску або підйому. Зусилля механічних гальм вибирається за умовами утримання номінального вантажу (з урахуванням коефіцієнта запасу), і тому воно часто набагато перевищує необхідне для гальмування. Накладення їх при великій швидкості механізму істотно прискорює спрацювання окремих елементів, а при інтенсивній роботі перегріваються і частіше виходять з ладу гальмові шківни. До цього часу ці проблеми не знайшли належного відображення в наукових дослідженнях, особливо питання мікропроцесорного керування підйомними механізмами.

Основну частину підйомного механізму складає електропривод, управління роботою якого забезпечується елементами системи управління. З метою підвищення надійності систем перевантаження вантажів для них потрібно застосовувати найбільш прості системи електроприводу.

В роботі пропонується модель електромеханічного підйомника з системою стабілізації швидкості. В якості основного елемента системи стабілізації обраний ПІД-регулятор.

Структурну схему системи керування електропривода механізму наведено на рис. 1.

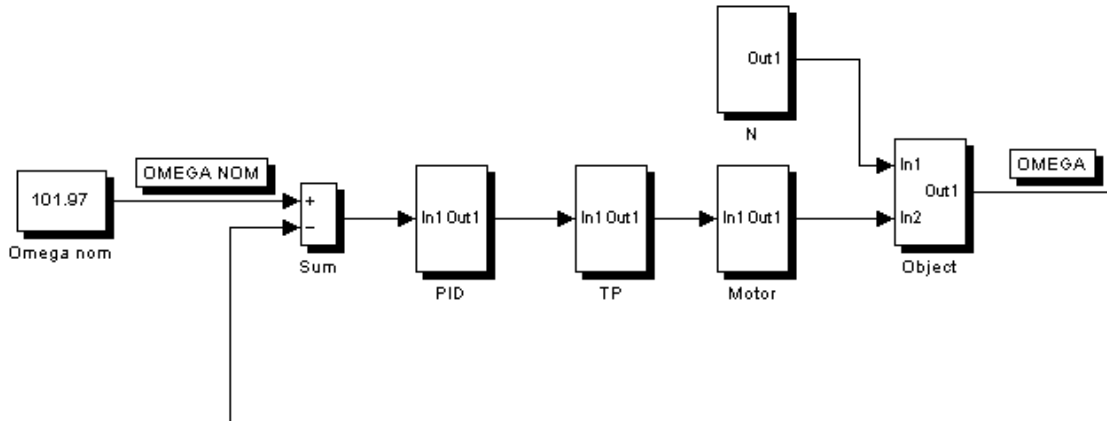


Рис. 1. Структурна модель системи керування

Схема містить об'єкт регулювання, під яким розуміється механізм вертикальної подачі, електродвигун, тиристорний перетворювач, ПІД-регулятор швидкості. Блок N імітує зміну навантаження.

Запропонована система стабілізації забезпечує зменшення перевантажень на електропривод та механізм підйомника за рахунок менших відхилень кутової швидкості і, тим самим, підвищення показників його надійності.

Схема моделювання розробленої системи у середовищі MATLAB наведено на рис. .2. Динаміку руху ілюструє результат моделювання, що наведений на рисунку 3.

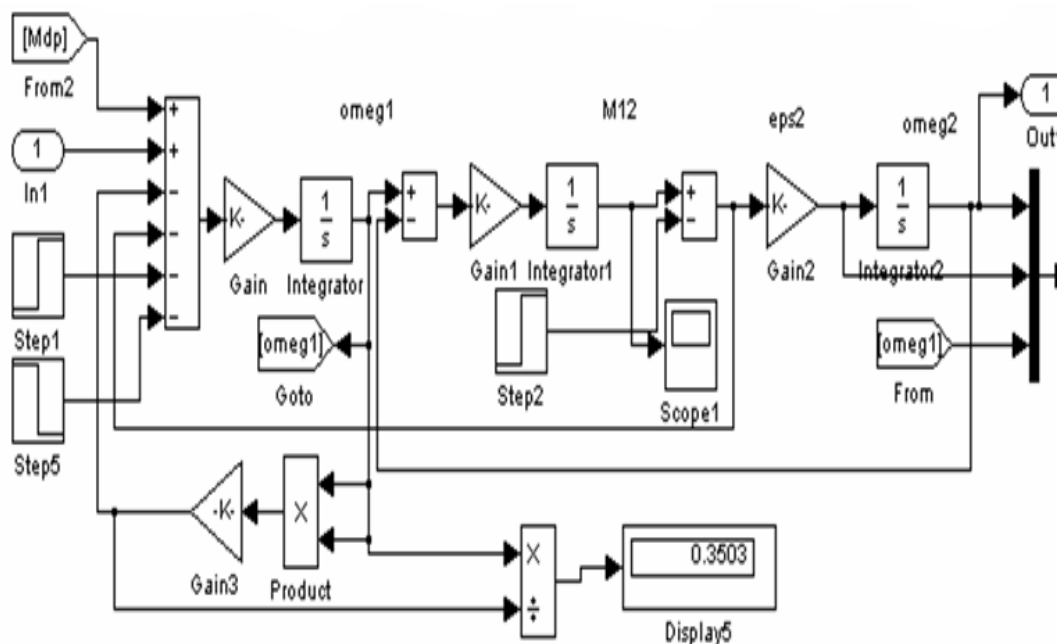


Рис. 2. Схема моделювання електромеханічного підйомника

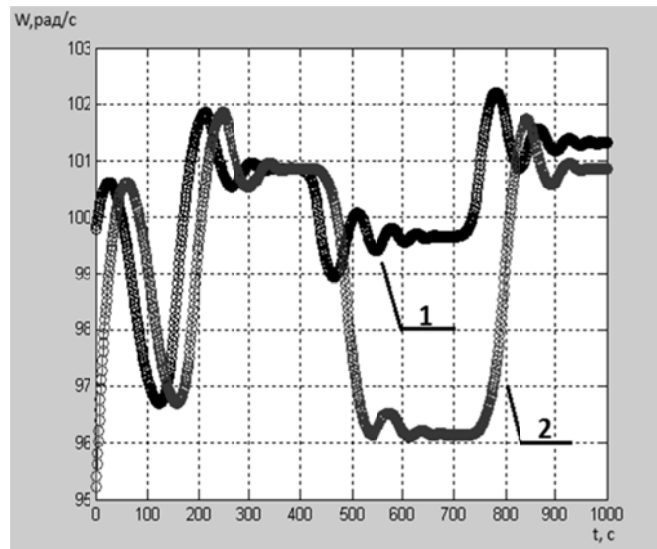


Рис. 3. Залежність частоти обертання канатоведучого шківу при різних режимах роботи регулятора (ПІД регулятором - 1, без ПІД регулятора - 2)

Як видно з рис. 3. використання ПІД регулятора дозволяє зменшити похибку регулювання при зміні навантаження в 3,5 рази, що позитивно впливає на його ефективність.

Система управління приводом підйомника, пропанується виконати на базі сучасної дискретної мікроелектроніки яка має серйозні переваги перед аналоговими пристроями (рис. 4).

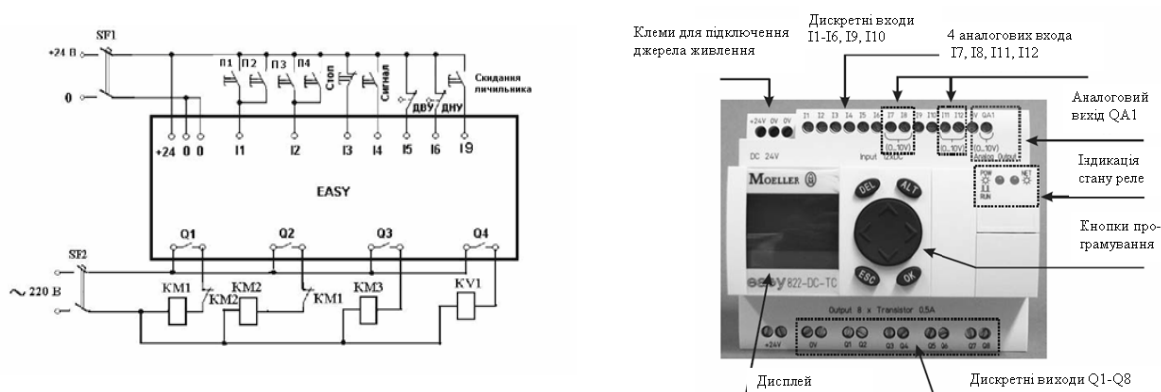


Рис. 4. Схема управління підйомником на базі електронного програмованого реле німецької фірми Moeller

Така система управління в порівнянні с релейно-кнопкової схемою має більш високу точність відпрацювання, гнучкість режимів роботи, меншу погрішність обробки та вартість.

Точність. У цифрових систем управління сигнали представлені числами кінцевої розрядності, але точність може бути збільшена за рахунок збільшення кількості розрядів. Аналоговий сигнал, перетворений в цифрову форму, може бути переданий на велику відстань. В аналогових системах істотний вплив на функціонування роблять шуми і дрейф джерела живлення.

Погрішності обробки. Обробка аналогових сигналів виконується з використанням таких елементів, як резистори і конденсатори, дійсні значення яких можуть значно відрізнятись від номінальних (розрахункових).

Гнучкість. Важко модифікувати або перепроєктувати реалізований апаратний аналоговий регулятор. Алгоритм функціонування цифрової системи управління може бути легке змінений.

Вартість. Висока вартість аналогових елементів, особливо високоточних, дозволяє говорити про відносно невисоку вартість цифрових систем управління.

Висновки. Основним результатом роботи є обґрунтування підходу до оптимізації параметрів системи управління електромеханічним підйомником. В роботі запропоновано включення в систему управління підйомником системи стабілізації кутової швидкості а також використання схеми управління на базі сучасного мікропроцесору. Така система характеризується високою надійністю, показниками безвідмовності, економічністю та зручністю управління електроприводом.

Список використаних джерел

1. *Теорія автоматичного керування: підручник / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. – К.: Либідь, 1997. – 543 с.*
2. *Теоретичні основи автоматики. Навчальний посібник / М.О. Корчемний, П.Б.*
3. *Теорія автоматичного керування: конспект лекцій, ч. II. / В.Ф. Миргород та ін. – Одеса. : Наука і техніка, 2013. – 85 с.*
4. *Теорія автоматичного керування: конспект лекцій, ч. I. / В.Ф. Миргород та ін. – Одеса. : Військова академія, 2012. – 104 с.*

Науковий керівник: Сергєєв О.Ю., к.т.н., доц.

Рецензент: Ободовський А.С., к.т.н., доц., Військова академія (м.Одеса).

УДК 355.311.93:623.485

Устіменко Д.В., магістрант
Військова академія (м.Одеса), Україна

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЬНО – ПЕРЕВІРОЧНОЇ АПАРАТУРИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ПТКР 9М111 ТА 9М113

У роботі обґрунтовано можливості підвищення надійності нової елементної бази з метою покращення експлуатаційних характеристик КПА.

Ключові слова: перевірка ПТКР, проведення регламентних робіт з ракетами, джерело живлення, надійність, експлуатаційні характеристики.

Постановка проблеми. Технічний стан ПТКР залежить від багатьох факторів. На даний момент проблема перевірки ПТКР є актуальною, що підтверджує характер сучасних бойових дій на сході нашої країни. Надійне ураження броньованих цілей противника протитанковими ракетними комплексами (далі ПТРК) забезпечує своєчасне проведення регламентних робіт з ракетами.

Вважаю доцільним у даній роботі порушити таке питання як покращення експлуатаційних характеристик КПА для перевірки ПТКР 9М111 і 9М113. Необхідно враховувати такі фактори як вага самої КПА, джерела живлення для запуску апаратури, врахувати такі фактори як надійність елементів, що входять до складу КПА.

Мета роботи. Обґрунтувати шляхи модернізації контрольно – перевіркової апаратури 9В811 з метою зменшити вплив людського фактору для здійснення перевірки ПТКР 9М111, 9М113.

Основна частина. Проведення регламентних робіт з ракетами 9М111 та 9М113 включає в себе перевірку ракети на герметичність та перевірку бортової апаратури на контрольно – перевіркової апаратурі (далі КПА). На даний момент ПТКР і КПА типу 9В811, яка використовується для перевірки, були виготовлені в СРСР, терміни зберігання продовжувалися відповідними посадовими особами на підставі протоколів щорічних перевірок, але аналіз свідчить про стійку тенденцію збільшення кількості непридатних до застосування як ПТКР так і КПА.

Шляхи модернізації КПА 9В811 полягають у використанні нової елементної бази, за рахунок якої можливо покращити масо-габаритні характеристики і надійність та деякі експлуатаційні характеристики.

Вага комплексу в пакувальному ящику складає 31 кілограм, у вчонному пристрої 17. Вага самої КПА складає 5,550 кг.

Важкими в конструкції КПА є металевий корпус вагу якого можливо зменшити при зменшенні розміру, трансформатори та дроселі різних типів, що використовуються в тому числі і в блоках що забезпечують живлення як КПА так і ПТКР, вимірювальний прилад типу М4259 вагою 0,25 кг.

Використовуючи інтегральні імпульсні височастотні перетворювачі можливо зменшити вагу, габарити та покращити надійність і функціональність.

Стрілочний вимірювальний прилад пропонується виключити зі схеми, а функцію відображення інформації про величину напруги живлення покласти на знаковинтезуючий люмінесцентний індикатор, який буде відображати і іншу потрібну інформацію.

Найменш надійним елементом в схемах КПА є конденсатори електrolітичні типів К-50-20, К-50-3А, К – 42у, К-73 надійність яких складає 10000 годин або 10 років зберігання. Загальна кількість конденсаторів складає – 37 шт. Розрахувавши надійність всіх конденсаторів як надійність батареї паралельно з'єднаних конденсаторів, отримуємо надійність близько 270 годин.

Надійність постійних резисторів типу МТ, та ОМЛТ складає від 15 до 20 тисяч годин. Кількість постійних резисторів складає 126 шт. Загальна кількість конденсаторів складає – 37 шт. Розрахувавши надійність всіх резисторів як надійність батареї паралельно з'єднаних резисторів, отримуємо надійність близько 182 годин.

Аналіз надійності елементів на яких побудована КПА свідчить що після вичерпання ресурсу зберігання, несправності можуть виникати з періодичністю приблизно 108 годин.

Доцільним буде використання мікроконтролера в КПА, оскільки за допомогою мікроконтролера пропонуємо ввести наступні зміни:

1. Введення функції самоконтролю з відображенням результату перевірки на знаковинте-зуючому індикаторі.

2. Результати перевірки ПТКР відображати на знаковинтезуючому індикаторі у вигляді «виріб 9М111 або 9М113 справний», «виріб 9М111 або 9М113 несправний, відмова в ланцюгах курсу», «виріб 9М111 несправний, відмова в ланцюгах тангажу».

Також можливо покращити експлуатаційні характеристики за рахунок використання розповсюдженого джерела живлення 12 вольт.

В прототипі КПА зразка 9В811 планується використати інтегральні стабілізатори напруги та інтегральні перетворювачі напруги, що дасть змогу забезпечити проведення робіт від джерела постійного струму 12 вольт, на відміну від необхідності використовувати при роботі КПА 9В811 двох джерел постійного струму або двох аккумуляторних батарей .

При формуванні еталонних імпульсних сигналів планується використати генератор з кварцовою стабілізацією частоти, що значно підвищить точність та надійність.

Висновки. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

1. Обґрунтувати можливості підвищення надійності нової елементної бази з метою покращення експлуатаційних характеристик КПА.

2. Розглянути значення надійності елементів та замінити їх на більш надійні КПА з метою з підвищення терміну експлуатації КПА.

3. Розглянути можливості підвищення функцій самоконтролю КПА за допомогою використання мікроконтролера.

4. Обґрунтувати використання інтегральних стабілізаторів та інтегральних перетворювачів напруги з метою забезпечення використання одного джерела постійного струму замість двох.

5. Розглянути питання економічної доцільності, тому що у випадку перебільшення вартості модернізації над вартістю капітального ремонту втрачається сенс подібних робіт.

Список використаної літератури

1. *Апаратура контрольно – перевірна 9В811М.Технічний опис та інструкція з експлуатації 9В811М.000 ТО,1983.*

2. *Резистори, конденсатори, трансформатори, дроселі, комутаційні пристрої РЕА: Довідник / М.М.Акімов, С.П.Вацуков, В.А.Прохоренко, Ю.П. Ходоренко – Мн.: Білорусь, 1994 – 591с.*

3. *Компоненти і технології, №1'2005 Інтегральні імпульсні стабілізатори напруги фірми National Semiconductor.*

4. *Мікросхеми MC34063A, MC33063A, SC34063A, SC33063A, NCV33063A фірми ON Semiconductor, 2016.*

Науковий керівник: Гордішевський Л.Г.

Рецензент: Головань В.Г., к.т.н., проф., Військова академія (м.Одеса), Україна

УДК 623.454:623.451

Федосієнко С.В., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ З ЕЛЕКТРОННИМИ ДИСТАНЦІЙНИМИ ПІДРИВНИКАМИ ПО НАЗЕМНИМ ЦІЛЯМ

В статті розглянуто питання щодо ефективності застосування артилерійських снарядів з електронними дистанційними підривниками по наземним цілям на основі аналізу вимог, які пред'являються до підривників.

Ключові слова: підривники, ефективність зразків озброєння, електронний механізм, тактико-технічні вимоги, бойові дії.

Постановка проблеми. До підривників, як і до снарядів та інших елементів артилерійських пострілів, ставлять ряд тактико-технічних та виробничо-економічних вимог.

До тактико-технічних вимог належать:

- безпека в повсякденному поводженні, при здійсненні пострілу і під час польоту на траєкторії;
- безвідмовність дії;
- простота поводження перед заряджанням;
- стійкість при довготривалому зберіганні.

Під безпекою розуміють відсутність передчасних розривів снарядів з причини передчасного спрацювання підривників. Недопущення передчасної дії підривників забезпечується ретельною розробкою і додержанням всіх вимог технологічного процесу виготовлення та застосування перевірених на практиці механізмів, а також всебічним випробуванням знову введених вузлів та неухильним додержанням визначених правил експлуатації.

Безвідмовність у дії досягається застосуванням достатньо чутливих ударних механізмів і надійним взведенням запобіжних пристроїв, ретельною перевіркою перед стрільбою якісного стану підривника та застосуванням дублюючих механізмів (вузлів).

Простота застосування перед заряджанням зводиться до скорочення часу на проведення встановлення підривника при підготовці до стрільби.

Стойкість при довготривалому зберіганні повинна забезпечити підривнику незмінність його бойових властивостей.

Виробничо-економічними вимогами передбачається:

- простота конструкції;
- мінімальна витрата засобів на виготовлення;
- максимальне використання недефіцитних матеріалів;
- уніфікація деталей і механізмів шляхом використання в проектуємих підривниках вузлів, які перевірені в експлуатації;
- можливість застосування прогресивних методів обробки.

Мета статті. Виходячи з наведених тактико-технічних вимог та виробничо-економічних вимог обґрунтувати потребу в необхідності використання у дистанційних підривниках спеціального дистанційного механізму, який відлічує час польоту снаряду від моменту пострілу та приводить в дію підривник по закінченню встановленого часу перед проведенням пострілу.

Основна частина. В наш час, коли ЗС України ведуть бойові дії на сході країни, а фінансування як Збройних Сил України так і розробок Укроборонпрому щорічно зростає, постала проблема підвищення

ефективності зразків вітчизняного озброєння. Із-за ведення бойових дій та в зв'язку з нестабільним економічним становищем у державі до нових розробок пред'являються високі вимоги, згідно яких зразки не тільки не повинні поступатись на світовому ринку озброєння розробкам інших країн у своїй технологічності та сучасності рішень, а і повинні бути порівняно дешевими як за ціною, так і в процесі обслуговування під час експлуатації.

Головним засобом боротьби з живою силою та технікою противника є артилерія. Основним же боєприпасом залишається осколково-фугасний снаряд, для підриву якого використовуються ще застарілі ударні, дистанційні та неконтактні підривники.

Якщо матеріальна частина артилерії у більшості випадків ще відповідає вимогам сучасного ведення бойових дій, то дистанційні та неконтактні підривники є розробками за часів радянського союзу, орієнтовно 1960-1970-х років і на цей час застаріли. Також підривники, які на цей час стоять на озброєнні не задовольняють сучасним вимогам, технічні та технологічні основи їх будови застаріли, а за останні роки у цих галузях значних розробок не спостерігалось. У той час коли світові виробники озброєння широко використовують сучасні технології, наші Збройні Сили користуються зразками підривників у які закладені технології виробництва, які є здобутками першої половини 20 століття, і тому не може навіть наблизено вестись мова про створення якоїсь конкуренції на світовому ринку озброєння.

До того ж підривники, які знаходяться на озброєнні, мають в кращому випадку строк зберігання біля 10 років, а відповідно втратили і ті властивості, які мали. Наприклад, у більшості підривників у якості дистанційного механізму або механізму дальнього взведення використовується кільце з пороховою запресовкою, яке на протязі зберігання залежується та втрачає свої властивості. Є ще багато різноманітних дефектів, які стають відомими лише з плином часу і на жаль, останнім часом призводять до загибелі та травмування особового складу на бойових позиціях. Підтверджувальним фактом всього перерахованого є те, що згідно переліку боєприпасів артилерії, застосування яких заборонено або обмежено за станом на 1 січня 1993 року, близько 50 % підривників заборонено використовувати. Таким чином, Збройні Сили України мають велику потребу у створенні нових підривників.

Для досягнення даної мети необхідно розглянути основи будови, застосування та принцип дії вітчизняних підривників, а також звернутись до розробок інших країн, тому спробуємо проаналізувати, яким повинен бути сучасний підривник для артилерійських боєприпасів та які є можливості для його створення.

В основу класифікації підривників закладено розподіл їх за призначенням, виду дії, місцю з'єднання їх зі снарядом, способом запалювання детонаційного ланцюга, характеру ізоляції капсулів та місцю взведення.

За призначенням підривники поділяються на підривники до снарядів ствольної артилерії, до мінометних мін, до тактичних ракет та засобів ближнього бою.

По виду дії підривники поділяються на ударні, дистанційні, ударно-дистанційні та неконтактні.

За місцем з'єднання зі снарядом підривники поділяються на головні, донні і головодонні.

По способу запалювання детонаційного ланцюга підривники поділяються на механічні й електричні.

За характером ізоляції капсулів підривники можуть бути без ізоляції капсулів один від одного та від детонатора, з ізоляцією капсуля-запалювача від капсуля-детонатора, з ізоляцією капсуля-детонатора від детонатора.

По місцю взведення підривники поділяються на ті, що зводяться в каналі ствола, за дульним зрізом і дальнього взведення (кілька десятків чи сотен метрів від гармати).

Для якісного аналізу поставленої, коротко розглянемо характеристики ряду підривників.

В механічних підривниках збудження здійснюється шляхом переміщення рухомої деталі, яка викликає спрацювання капсулів, в електричних – електричною енергією.

Неконтактні підривники за цією ознакою поділяються на радіопідривники, оптичні, акустичні та інфрачервоні.

Більшість капсулів-запалювачів та капсулів-детонаторів, які використовуються в підрильниках, чутливі до різних зовнішніх впливів. Щоб виключити передчасні розриви снарядів від самовільної дії капсулів в повсякденному поводженні і при пострілі в підрильниках використовують пристрої, які ізолюють капсуль один від одного або від детонатора.

Що стосується ударних підрильників, то вони спрацьовують при зустрічі з перешкодою. По часу дії вони поділяються на підрильники миттєвої (осколкової), інерційної (фугасної), і сповільненої дії.

Часом дії називають час від початку стикання снаряду з перешкодою до його вибуху. Для підрильників миттєвої дії він не перевищує 10 с., інерційної дії, як і сповільненої лежить у межах від 10 хв. до 10 с.

Розрізняють підрильники з постійним часом сповільнення та автоматично регульованим сповільненням. В основному випадку час дії встановлюється автоматично при влученні снаряду в перешкоду і залежить від її товщини та міцності.

Найбільш поширену групу ударних підрильників складають підрильники з кількома, частіше за все з двома або трьома, установками.

Дистанційні підрильники спрацьовують на траєкторії у відповідності зі зробленою перед пострілом установкою. Вони можуть бути піротехнічними, механічними, електричними та електро-механічними. Найбільше поширення отримали підрильники з часовим механізмом (механічні).

Дистанційно-ударні підрильники уявляють собою поєднання двох механізмів: дистанційного та ударного.

Неконтактні підрильники викликають вибух снаряда при наближенні до цілі, спрацьовують під впливом будь-якої енергії чи поля, відбитих або випромінених нею сигналів.

Неконтактні підрильники, які сприймають енергію випромінення цілі, називають підрильниками пасивної дії; підрильники, які випромінюють енергію та реагують на неї після відбиття від цілі (перешкоди), називаються підрильниками активної дії.

На цей час, виходячи з того, підрильником якого типу був оснащений осколково-фугасний снаряд, а також у залежності від типу цілі, при стрільбі, яка велась згідно Правил стрільби, враховано таке явище, як розсіювання повітряних розривів по висоті та наведено найвигідніші висоти розривів для кожного типу боеприпасу (для якого передбачався повітряний розрив) та класу підрильника.

Висновки. Аналізуючи наведені тактико-технічні вимоги та виробничо-економічні вимоги, а також характеристики всіх підрильників в цілому і окремо дистанційних підрильників встановлено, що є потреба в необхідності використання у дистанційних підрильниках спеціального дистанційного механізму, який буде відлічувати час польоту снаряду від моменту пострілу та приводити в дію підрильник по закінченню встановленого часу.

Список використаних джерел

1. Навчальний посібник «Конструкція та основи проектування боеприпасів та ракет. Частина I. Вибухові речовини та порохи. ОІСВ, 2001.
2. Зиновьев А.Г.. Основания устройства материальной части и боеприпасов наземной артиллерии. МО СССР, 1977
3. Клюев А.И.. Боеприпасы артиллерии. ВАКА. Ленинград. 1959.
4. Третьяков Г.М.. Боеприпасы артиллерии. Москва. 1947.
5. Стрельба наземной артиллерии. Книга I./Учебник. – М.: Воениздат, 1969.
6. Бредихин Л.И., Жук Н.Я., Степанченко К.Н.. Зарубежные микроэлектронные устройства США: Обзор №2526//Обзор. информ. М.: ЦНИИ Электроника, 1981.

Науковий керівник: Іванов Т.С.

Рецензент: Сініло Ю.Г., Військова академія (м. Одеса), Україна.

УДК 355

Шацький В.М., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ОСОБЛИВОСТІ ЛІЦЕНЗУВАННЯ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МІЖНАРОДНОГО ТЕХНІЧНОГО КЕРІВНИЦТВА ПО БОЄПРИПАСАМ

В статті розглянуто питання ліцензування місць зберігання боєприпасів на арсеналах, базах, складах (далі – АБС) з використанням Міжнародного технічного керівництва по боєприпасам (МТКБ), це питання являється актуальним на сьогоднішній день у зв'язку з підвищеною небезпекою на АБС.

Ключові слова: *боєприпаси, арсенали, бази, склади, вибухопожежебезпека, ліцензування.*

Постановка проблеми. Процес «ліцензування» – визначення гранично допустимої кількості боєприпасів, яку можна безпечно зберігати на АБС. Це складний, але доступний для розуміння процес, в ході якого в розрахунок приймаються особливості будови місць зберігання, їх близькість до інших будівель та вид боєприпасів, які зберігаються. Що важливо, це допомагає зрозуміти, як можна обмежити шкоду, яка може бути причинена в разі незапланованого вибуху.

Події останніх років, а саме вибухи на арсеналах: у м. Балаклея Харківської області та м. Калинівка Вінницької області, польових складах поблизу м. Сватове Луганської області, с. Малоянісоль Донецької області та м. Ічня Чернігівської області вказують на підвищену небезпеку зберігання боєприпасів.

Незаплановані вибухи в місцях зберігання боєприпасів призводять до великої кількості жертв серед військовослужбовців і громадянського населення по всьому світу. У багатьох країнах склади боєприпасів розташовані дуже близько до міських житлових кварталів. В обстановці політичної нестабільності може здійснюватися централізоване складування боєприпасів і вимоги до їх безпечного зберігання можуть не дотримуватися.

Мета статті. Захист цивільних осіб, зменшення небезпеки - основне завдання ліцензування місць зберігання боєприпасів на АБС.

Основна частина. Пожежа – одна з головних причин незапланованих вибухів в місцях зберігання боєприпасів. Найчастіше причиною пожежі стає загоряння. При зберіганні боєприпасів у великій кількості, швидше за все, відбудеться перехід від горіння до детонації. Якщо просто розділити металеві заряди та фугасні снаряди, можна значно знизити вплив пожежі. Важливий приклад, щодо необхідності роздільного зберігання боєприпасів різних видів. Це вимагає ясного розуміння груп сумісності відповідно до системи ООН. Встановивши, до яких груп сумісності відносяться боєприпаси, які зберігаються, і дотримуючись правил відносно того, що може, а що не може зберігатися разом, є можливість різко зменшити наслідки незапланованого вибуху, як і саму вірогідність такого вибуху.

Групи сумісності грають дуже важливу роль в зберіганні, тому що деякі види боєприпасів можна зберігати разом з іншими, а деякі категорично заборонено. Спільне зберігання боєприпасів різного типу регулюються так званими «правилами змішування».

Міжнародне технічне керівництво по боєприпасам містить кілька правил змішування в залежності від того, про яке зберігання йдеться мова: в польових умовах, тимчасових або постійних. Найнижчий рівень залишкового ризику спостерігається при постійному зберіганні; застосовні в такому випадку правила змішування наведені нижче.

Правила змішування різних груп сумісності

Група сумісності	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	N	S
A	X												
B		X	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)						X
C		X(1)	X	X	X	X(2)	X(3)					X(4)	X
D		X(1)	X	X	X	X(2)	X(3)					X(4)	X
E		X(1)	X	X	X	X(2)	X(3)					X(4)	X
F		X(1)	X(2)	X(2)	X(2)	X	X(2,3)						X
G		X(1)	X(3)	X(3)	X(3)	X(2,3)	X						X
H								X					X
J									X				X
K										X			
L											X(5)		
N			X(4)	X(4)	X(4)							X(6)	X(7)
S		X	X	X	X	X	X	X	X			X(7)	X

Організації, які заявляють про 100% точності в обліку боєприпасів, слід розглядати з підозрілістю, так як, щонайменше, це вказує на нерозуміння ними процесів щодо зберігання боєприпасів, а в гіршому випадку це означає наявність у них неефективних процесів управління запасами, так як помилки неможливо виявити аж до рівня партії або виробничої серії, і тому небезпека зберігання або використання може виявитися під загрозою.

Слід вести точний облік (на підставі конкретного типу, кількості, номера партії та виробничої серії, а також точного місця розташування) для наступних стадій експлуатаційного циклу:

- 1) виробництва;
- 2) початкового випробування;
- 3) під час транспортування;
- 4) в місцях зберігання;
- 5) передачі в підрозділи;
- 6) в разі втрати або крадіжки
- 7) при використанні;
- 8) при поверненні в місця зберігання боєприпасів;
- 9) при проведенні технічного обслуговування (ремонт);
- 10) при знищенні або утилізації.

Боєприпаси повинні розглядатися як в умовах польового зберігання при недоступності відповідної і небезпечної інфраструктури зберігання, або у випадках, коли подібна інфраструктура занепала настільки, що не представляє ефективного захисту як для запасів боєприпасів, так і для місцевого цивільного населення. У деяких обставинах тимчасові умови зберігання можуть зберігатися певний час при обмежених або недоступних ресурсах для розвитку відповідної інфраструктури зберігання. Умови тимчасового зберігання дозволяють застосовувати зменшені кількісні відстані, однак це означає підвищений рівень безпеки.

З точки зору вимог до будівель, кількісних відстаней і правил змішування МТКБ - це стандарт, до якого слід прагнути. Найбезпечніший варіант довгострокового зберігання, якому присвячені модулі МТКБ з серії 05. Кількісні відстані при постійному зберіганні описані в модулі МТКБ 02.20.

Висновки. У МТКБ визнається, що цей стандарт не можна досягти відразу і що державі може знадобитися спершу пройти етап тимчасового зберігання, поки не будуть знайдені кошти на зведення об'єктів, що повністю відповідають всім вимогам, і такі об'єкти не будуть побудовані (при цьому Міністерству оборони слід явним чином прийняти ризик і взяти на себе відповідальність за знижені стандарт). Однак для цього необхідно провести ретельну перевірку всіх боєприпасів які зберігаються, щоб переконатися, що застарілі або непридатні для використання боєприпаси не будуть тримати на АБС без необхідності.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки».
2. Наказ НГШ № 191 від 30.05.2017 р. «Про затвердження Положення про арсенали, бази та склади зберігання ракет і боєприпасів Збройних Сил України».
3. Наказ МОУ № 635 від 29.11.17 р. «Про затвердження Інструкції з розробки планів діяльності функціональної підсистеми запобігання надзвичайним ситуаціям і ліквідації їх наслідків у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України».
4. Методичні рекомендації «Щодо заходів пожежної безпеки на об'єктах Збройних Сил України при застосуванні противником запалювальної зброї» Командування Сухопутних військ 2016 р.
5. Методичні рекомендації щодо порядку розробки Планів локалізації та ліквідації наслідків аварій та Планів реагування на надзвичайні ситуації на об'єктах і територіях Міністерства оборони України і Збройних Сил України МО 2016 р.
6. Міжнародне технічне керівництво по боєприпасам друге видавництво від 01.02.2015 р.
7. Стандарт НАТО AASTP-5 «Зберігання, обслуговування та транспортування боєприпасів у зонах розгорнутих місій або районах проведення операцій».

Науковий керівник: Нікул С.О., к.т.н.,

Рецензент: Головань А.В., к.т.н., доц., Військова академія (м. Одеса), Україна

УДК 355

Шашко О.С., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

РОЗРОБКА НАПРЯМКІВ ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ЩОДО ОБЛАДНАННЯ ОХОРОННИХ ПЕРИМЕТРІВ АРСЕНАЛІВ, БАЗ, СКЛАДІВ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ

В статті розглянуто питання щодо обладнання охоронних периметрів арсеналів, баз, складів зберігання боєприпасів. Запропоновано встановлення новітньої системи охорони, а саме «АРКТІУМ» компанії «Гофер Корпорейшн» (Україна, Одеса), щодо заміни старої системи яка істотно відрізняється від усіх систем і вже давно застаріла, тому поставити більш сучасну систему яка має перевагу завдяки розробленому новому оптичному датчику з високопродуктивним процесором.

Ключові слова: *живучість арсеналів АБС, оптичні датчики, спецназ, ефективна селекція рухомих цілей, система «АРКТІУМ», мікроконтролер, характеристики IP 67, сейсмічна система охорони, охорона і оборона АБС, ДРГ.*

Постановка проблеми. Сучасний стан організації охорони об'єктів зберігання ракет і боєприпасів показує на недосконалість встановлених систем периметрової сигналізації та як наслідок неефективний механізм реагування у разі виникнення надзвичайних подій. Події останніх років, а саме вибухи на арсеналах у м. Балаклея Харківської області та м. Калинівка Вінницької області, польових складах поблизу м. Сватове Луганської області, с. Малоянісоль Донецької області та м. Ічня Чернігівської області вказують на недосконалу систему охорони і оборони АБС.

Мають місце системні упущення в організації систем виявлення проникнення диверсійних груп на територію АБС, що показали навчання із залученням Спецназу у серпні, вересні 2018 році.

Ці чинники напряму пов'язані з недостатнім фінансуванням програм по забезпеченню безпечного зберігання ракет і боєприпасів на АБС, та, як наслідок, призводять до виникнення надзвичайних ситуацій.

Мета доповіді. Обґрунтувати необхідність створювати системи виявлення диверсійно-розвідувальних груп (далі ДРГ) на АБС для підвищення живучості потенційно небезпечних об'єктів.

Основна частина

Переваги «АРКТІУМ».

Запропонована система «АРКТІУМ» компанії «Гофер Корпорейшн» (Україна, Одеса) істотно відрізняється від усіх систем завдяки розробленому новому оптичному датчику з високопродуктивним процесором, що дозволяє:

- виявляти рух людини в умовах міста в радіусі від 15 м і від 30 м за містом;
- з вірогідністю 95% виявляє людини на тлі інших подій;
- дозволяє встановити місце знаходження порушника з точністю до 5 метрів (датчики адресні);
- контроль, як за прилеглою територією;
- протяжність вибудовується периметра лінія до 10 км (на одному контролері);
- цифровий сигнал дозволяє встановлювати систему в будь-якій місцевості і здійснювати роботу в режимі онлайн;
- простота і швидка установка на місцевості;
- мікроконтролер знаходиться всередині датчика дозволяє навчати його і розрізнати до 100 об'єктів (сейсмічних образів - людина, машина, тварина);
- висока перешкодозахищеність;

– система використовує всі передові технології зв'язку і власні алгоритми обробки сигналів, за рахунок чого істотно розширюються можливості з'єднання з уже існуючими системами охорони.

Установка системи.

Установка системи не вимагає спеціальної підготовки периметра, споруди забору або загороджувальних споруд, за винятком траншеї. Основою всієї системи є датчики, кількість яких залежить від технологічних параметрів об'єкта (грунт, сейсмічний шум, розміри ділянки, завдання поставлене Замовником). Датчики мають корпус і роз'єми з характеристиками IP 67, встановлюються в грунт від 40 до 50 см, між собою зв'язуються послідовно кабелем «вита пара».

Кабель заводиться в приміщення і підключається через перетворювач до обчислювального пристрою і блоку живлення 12-24В. Для стабільної роботи системи електроживлення подається через ДБЖ. Основа роботи обчислювального пристрою - програмний продукт, розроблений компанією «Гофер Корпорейшн».

Робота системи.

Принцип роботи системи заснований на досягненнях електроніки та сучасних засобів зв'язку. Від датчиків за допомогою розробленої компанією «Гофер Корпорейшн» програмного забезпечення збирається інформація про зареєстровані події (коливання земної поверхні), потім ця інформація узагальнюється, аналізується, порівнюється і в разі збігу з заданими образами (набором сейсмічних сигналів) видається сигнал тривоги із зазначенням датчика, до якого ця подія найближче.

На стадії установки системи «Арктіум» вирішується питання, що повинна робити система при піднятті тривоги, можливі наступні варіанти:

- дає сигнал тривоги на пульт охорони;
- включає звукову сигналізацію;
- включає прожектора;
- висилає фотографію з системи відеоспостереження на мобільний пристрій;
- «Сухий контакт» і т.д.

Як організовується охорона територій?

Датчики встановлюються в грунт, радіус дії датчика залежить від місця розташування (грунтів та наявності сейсмічного шуму) від 15 до 50 метрів, в середньому 30 метрів між датчиками. У цій зоні система буде розрізняти пересування людини. Кожен датчик є адресним і прив'язаний до місцевості, що дає можливість в охоронюваній зоні встановити місце вторгнення порушника. Як тільки система встановила, з ймовірністю 95%, що в охоронюваній зоні є людина (ніхто і ніщо інше – це робить тільки наша система), вона піднімає тривогу і вказує місце в якому він пересувається.

Для того щоб вилучити непотрібний виїзд групи реагування, ми поєднали нашу систему з відеокамерою(-ів) та при піднятті тривоги на вказане замовником мобільного пристрій (IP-адреса) надсилається фотографія. Уповноважена особа, отримавши повідомлення з фотографією, оцінює рівень загрози осіб присутніх на об'єкті, і приймає рішення про реагування. Для швидкості реагування і додатковому контролю, це повідомлення може отримувати відразу декілька пристроїв (осіб).

Від моменту спрацювання системи до отримання повідомлення з фотографією (за умови хороших каналів зв'язку), проходить не більше 5 сек тобто при перетині охоронюваної зони людиною, пульт охорони або черговий патруль, через 5 сек. буде знати про місце порушення, як він виглядає і напрямок його переміщення, а власник (представник власника) незалежно від людського фактора буде знати час та місце порушення з фото - і відео підтвердженням.

Сейсмічна система охорони «АРКТІУМ» повністю інтегрується з усіма присутніми і раніше встановленими на об'єктах системами охорони. Для підтвердження працездатності системи «АРКТІУМ» ми готові встановити тестову версію і продемонструвати роботу нашої системи на будь-якому з ваших об'єктів.

Список використаних джерел

1. Закон України “Про об’єкти підвищеної небезпеки”
2. Наказ НГШ № 191 від 30.05.2017. «Про затвердження Положення про арсенали, бази та склади зберігання ракет і боєприпасів Збройних Сил України»
3. Наказ МОУ № 635 від 29.11.17 «Про затвердження Інструкції з розробки планів діяльності функціональної підсистеми запобігання надзвичайним ситуаціям і ліквідації їх наслідків у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України.»
4. Наказ МОУ № 5 від 06.06.17 «Про затвердження Порядку організації пропускового режиму на особливо важливих і режимних об’єктах Міністерства оборони України та Збройних Сил України».
5. Наказ МОУ № 429 від 18.08.16 «Про затвердження Інструкції з організації та порядку дій за рівнями терористичних загроз».
6. Методичний посібник «Щодо порядку організації зберігання ракет і боєприпасів, функціонування трирівневої системи охорони і оборони на об’єктах зберігання боєзапасу. Організація боротьби з БПЛА. Командування Сухопутних військ 2016р.
7. Методичні рекомендації «Щодо заходів пожежної безпеки на об’єктах Збройних Сил України при застосуванні противником запалювальної зброї» Командування Сухопутних військ 2016р.
8. Методичні рекомендації щодо порядку розробки Планів локалізації та ліквідації наслідків аварій та Планів реагування на надзвичайні ситуації на об’єктах і територіях Міністерства оборони України і Збройних Сил України МО 2016 рік.
9. <http://gofer.ua/product/oxrannaya-sistema/>
10. Статуту Збройних Сил України. В/В, 1998.
11. Наказ НГШ № 289 від 18.08.17 «Про затвердження Порядку закладки та зберігання планів антитерористичного забезпечення».
12. Наказ МОУ № 635дск від 29.11.17 «Про затвердження Інструкції з розробки планів діяльності функціональної підсистеми запобігання надзвичайним ситуаціям і ліквідації їх наслідків у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України».

Науковий керівник: Сініло Ю.Г.

Рецензент: Нікул С.О., к.т.н., Військова академія (м. Одеса), Україна

УДК 623.451:621.039.75

Яровой А.В., магістрант*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ

В статті розглянуто питання щодо впровадження сучасних технологій утилізації артилерійських боєприпасів на арсеналах, базах та складах.

Ключові слова: *Методи утилізації боєприпасів, вилучення, фізичний знос, перероблення, розривний заряд, технології утилізації, економічна точка зору, потенційна небезпека, впровадження, технології знищення, боєприпаси.*

Постановка проблеми. На даний час в Україні велика кількість запасів боєприпасів за своїм технічним станом не придатні для використання, їх відновлення технічно неможливе або економічно недоцільне, у тому числі ті, що заборонені до бойового застосування за висновками лабораторних та полігонних випробувань та зазнали впливу техногенних факторів (вибухи, пожежі тощо), тому вони підлягають утилізації.

Мета статті. На підставі досвіду використання провідними країнами світу технологій утилізації боєприпасів, обґрунтувати рекомендації щодо впровадження їх на сучасному етапі у Збройних Силах України.

Постановка задачі та її розв'язання. Численні трагічні інциденти, пов'язані зі зберіганням застарілих боєприпасів, або боєприпасів які зазнали техногенних факторів повинні стати причиною пошуку нових технологічних рішень їх утилізації. При уповільненні темпів утилізації можливі мимовільні вибухи боєприпасів. Для процесу утилізації боєприпасів необхідні спеціалізовані виробництва, процеси та технології, які вже існують і продовжують розроблятися профільними науковими установами. Результати таких розробок заносяться в «Каталог технологічного обладнання утилізації боєприпасів», які існують у багатьох технологічно розвинених країнах.

Процес утилізації нажалі є збитковим. Проблема його рентабельності може вирішити відпрацьований механізм глибокої переробки і використання вторинних ресурсів, практичне використання якого забезпечить їх повернення в господарський обіг у вигляді сировини, машинобудівної продукції, промислових вибухових речовин, нових речовин або матеріалів, перетворить витратну технологію утилізації боєприпасів на високорентабельний бізнес, а арсенали застарілих боєприпасів необхідно розглядати як великі техногенні родовища корисних копалин. Застарілі боєприпаси є цінним резервом вторинних матеріалів. Наприклад, артилерійський постріл містить високоякісні корпусні сталь, латунну гільзу, мідь, вибухова речовина (ВР) розривного заряду і пороху металюного заряду.

Основні визначення

Утилізація боєприпасів – комплекс (сукупність) організаційно-технічних, економічних, наукових, екологічних та інших заходів і технологічних процесів, що забезпечують їхню диверсифікацію і переробку, а також реалізацію отриманих у результаті цих процесів виробів і матеріалів для подальшого використання.

Диверсифікація при утилізації боєприпасів – додання зразку, виведеному з експлуатації, додаткових функцій шляхом його доробки і можливої зміни комплектації з метою задоволення потреб забезпечення життєдіяльності військ.

Переробка при утилізації – технологічний процес дробки, розбирання, переплавлення елементів боєприпасів, що дозволяють повторне використання отриманих у результаті переробки виробів та матеріалів у народногосподарській діяльності.

Концепції утилізації озброєнь:

Чинники:

- фізичний знос;
- моральне старіння;
- доцільність подальшого використання;
- економічна, морально-правова і соціальна доцільність.

Принципи утилізації озброєнь:

- своєчасність;
- військово-економічна доцільність;
- технологічність.

У країнах альянсу НАТО, та провідних країнах світу застосовують наступні основні способи утилізації боєприпасів:



Класи боєприпасів, що підлягають утилізації, за поглядами провідних країн світу:

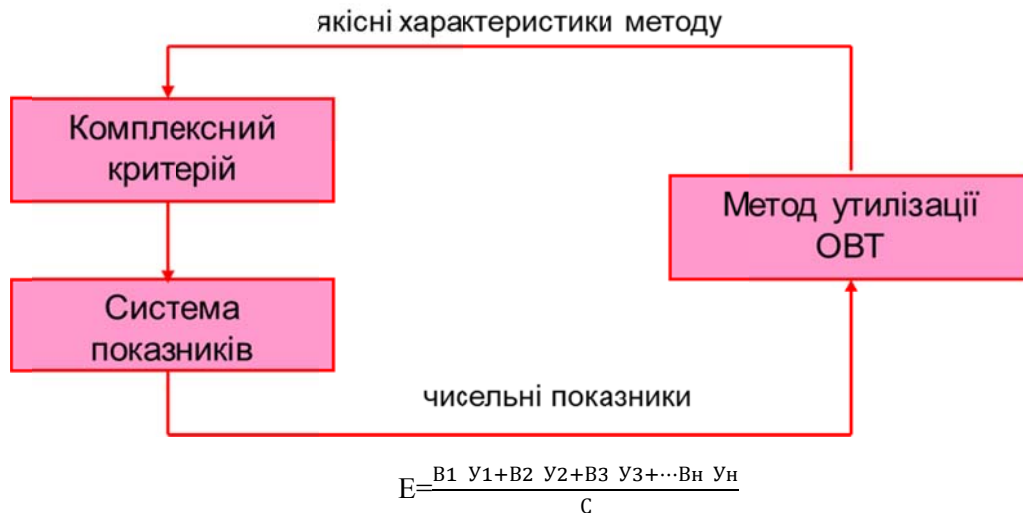
1. Боєприпаси роздільно-шашкового спорядження.
2. Боєприпаси з розривним зарядом з тротилу.
3. Боєприпаси із сумішевим розривним зарядом з плавким компонентом не менш ніж 20%.
4. Боєприпаси з рідкими, пластичними, еластичними ВР.
5. Касетні, кумулятивні та інші боєприпаси.

Сьогодні є практичний досвід утилізації різних типів боєприпасів в ЗСУ:

- артилерійських снарядів;
- морських та протитанкових мін різних калібрів;
- авіаційних бомб різних калібрів;
- снарядів і патронів авіаційних гармат і кулеметів;
- бойових частин зенітних ракет різних класів;
- різних інженерних боєприпасів.

Визначення критерію утилізації

Критерії методу утилізації це – група властивостей, які характеризують його досконалість.



де – $B_1, B_2, B_3 \dots B_n$ – вагові коефіцієнти;
 $U_1, U_2, U_3, \dots U_n$ – приватні показники якості;
 C – вартість, грн.;
 E – критерій ефективності.

$$K = K[(t_{\text{ТП}} \ t_{\text{ТП}(\text{мін})}); (P_{\text{без}} = P_{j(\text{мін})})]$$

де – $P_j(\text{мін})$ – мінімальна імовірність реалізації небезпеки;
 $t_{\text{ТП}}$ – тривалість процесу утилізації;
 K – критерій безпеки життєдіяльності.

Визначення ефективності методу утилізації:

Ефективне перероблення боєприпасів у вторинні матеріальні ресурси, яке забезпечує незначний прибуток, буде сприяти обґрунтованому у військово – економічному відношенні збільшенню темпів відновлення систем озброєння взагалі у Збройних Силах. Ефективність процесу утилізації зразка озброєння можна представити співвідношенням:

$$K_u^i = \frac{\tilde{S}_u^i}{\int_{t_0}^{t_{\text{г}}} \tilde{C}_g^i(\tau) d\tau}$$

де – S_u – вкладені кошти в утилізацію, грн.;
 C_g – прибуток від утилізації, грн.;
 t_0 – початок вкладення коштів в утилізацію;
 t_g – момент закінчення витрат на утилізацію.

Економічна ефективність визначається порівнянням витрат з отриманим економічним ефектом:

$$\text{Взаг} = \text{Впр} + B_1 + B_2 + B_3 - \text{Влік}$$

де, Впр – одноразових витрат проектування технологічного процесу, грн;
 B_1 – витрати на закупівлю (розробку та виготовлення), транспортування, монтаж і налагодження, грн;
 B_2 – поточні витрат на експлуатацію, грн;
 B_3 – витрат на всі види ремонті, грн;
 Влік – ліквідаційні витрати, грн.

Середні значення витрат в гривнях на 1 тону твердого палива

$B_{\text{пр}}$	B_1	B_2	B_3	$B_{\text{лік}}$
96,3	654,3	182,63	78,27	202,3

$$\text{Взаг} = 96,3 + 654,4 + 182,63 + 78,27 - 202,3 = 809,3.$$

Ці витрати можуть бути зменшені на 1/3, якщо утилізація буде проводитись в місцях безпосереднього розташування ракет і боєприпасів і будуть складати 539,54 грн.

Витрати на утилізацію 1 тону методом гідрозмиву складають 2550,2 грн.

Виходячи з фізико-хімічних властивостей боєприпасів, і враховуючі що технології утилізації по своїй природі є збитковими, найважливішим критерієм, слід вважати критерій безпеки в залежності від часу.

Після ретельного очищення корпусів боєприпасів від вибухової речовини метал відправляється в переробку, порох використовуються для виробництва лаків та фарб, а вибухова речовина – для виготовлення промислових шашок і зарядів. Організація утилізації боєприпасів може здійснюватися безпосередньо в місцях їх зберігання на арсеналах і базах на основі технологій, які не потребують застосування води як робочого тіла або контактного теплоносія і відповідають правилам безпеки ведення робіт.

Наукові дослідження показали, що, спираючись на розроблену технологію утилізації бронейних сердечників із твердого сплаву ВН-8, можна серійно виробляти твердосплавні вироби із заданими фізико-механічними характеристиками. Витрати дорогої графітової технологічної оснастки скоротилися майже на 2 порядки. Проведені роботи підтвердили реальне скорочення витрат на переробку відходів твердих сплавів WC-Ni за рахунок використання електроерозійного методу диспергування вихідної сировини. Вироби, отримані із вторинної сировини за технологією ЕЕД, мають основний параметр міцності майже в 2 рази вище, ніж базовий виріб. Це досить вагомий технологічний аргумент. У промисловості вкрай рідко зустрічаються технології, які дозволяють отримувати вироби зі вторинної сировини з параметрами, що перевищують параметри вихідного матеріалу. Такий високий результат досягнуто завдяки переробці вихідної сировини аж до рівня наноматеріалів.

Висновки. На підставі досвіду використання провідними країнами світу та досвіду технологій утилізації боєприпасів в ЗСУ, детонаційний метод утилізації завдає природі значного збитку. При підриві боезарядів на кілька десятків кілометрів розлітаються продукти детонації – сполуки ртуті, хлору, сірки, азоту, свинцю, соляної кислоти, скловолокна і т.д., які в підсумку виявляються на полях, деревах і у водоймах.

Тому вважаю доцільним впровадження сучасних технологій утилізації артилерійських боєприпасів на арсеналах, базах та складах за технологіями провідних країн світу.

Список використаних джерел

1. «Організація утилізації та знищення ракет і боєприпасів на арсеналах, базах та складах» авторів Смирнов О.М., Барбашин В.В., Толкунов І.О., Харків: ФОП Панов А. М., 2018. – 416 с.
2. «Правила безпеки під час утилізації звичайних видів боєприпасів». НПАОП 29.6-1.01-07
3. Розпорядження від 18 серпня 2017 р. № 547-р Київ «Про затвердження переліку боєприпасів, що підлягають утилізації у 2017—2021 роках»
4. «Утилізація та знищення вибухонебезпечних предметів». Навчальний посібник (в трьох томах). Том I. «Порядок та правила утилізації вибухонебезпечних предметів». Автори: Барбашин В.В., Смирнов О.М. і Толкунов, І.О. НУЦЗУ, Харків. ISBN 978-617-7474-13-4

Науковий керівник: Бордіян В.П.

Рецензент: Бордіян П.П., Військова академія (м. Одеса)

ВИМОГИ ДО СТАТЕЙ

для публікації в збірнику наукових праць курсантів і студентів Військової академії (м. Одеса)
«Національна безпека України»

Вимоги до змісту статей

За змістом стаття, яка подається до редакції, повинна відповідати профілю підготовки за спеціальністю, є самостійним науковим дослідженням, має внутрішню єдність і відображає хід і результати розробки обраної теми. Стаття повинна відповідати сучасному рівню розвитку науки, відображати як загальнонаукові, так і спеціальні методи наукового пізнання, правомірність, містити принципово новий матеріал, наводити вагомі й переконливі докази на користь обраної теми та тематиці збірника («Національна безпека України. Збірник наукових праць курсантів і студентів»). Мови статті: українська, російська, англійська.

Вимоги до структурних елементів статті

Анотація: коротка характеристика роботи мовою основного тексту, що містить перелік основних питань статті.

Ключові слова: певні слова з тексту, за якими може вестися пошук наукової статті в мережі Інтернет та здатні надати уявлення про зміст пропонованої статті, оптимальний обсяг 5-8 слів - шрифт Times New Roman, кегль 11, курсив, пропускається рядок.

Постановка проблеми: сутність наукової проблеми, її значення, підстави й вихідні дані для розробки теми, стан розробленості, обґрунтування необхідності проведення дослідження.

Актуальність проблеми: формулюється доцільність роботи для розвитку відповідної галузі науки шляхом аналізу та порівняння з відомими рішеннями проблеми.

Мета статті і завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети.

Виклад основного матеріалу: огляд спеціальної літератури, методи дослідження, використані для досягнення мети; матеріал дослідження і його обсяг; наукова новизна; практичне значення одержаних результатів.

Висновки мають містити стисле викладення теоретичних і практичних результатів, що отримані автором, а також обґрунтування перспектив проведення подальших досліджень.

Список використаних джерел складають відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Бібліографічні описи документу. Загальні вимоги і правила складання.

Вимоги до набору та оформлення статей

1. Обсяг: комп'ютерний набір – 4–10 сторінок машинописного тексту, формат аркуша А4, розмір полів: зверху – 2,5 см, знизу – 2,5 см, ліве – 2 см, праве – 2 см. Сторінки не нумеруються.

2. УДК – шрифт Times New Roman, кегль 11, вирівнювання по лівому полю без абзацного відступу. Пропускається рядок.

3. Автор (ініціали та прізвище), зазначити статус (курсант, студент, магістрант), – шрифт Times New Roman, кегль 11, напівжирний, прямий, вирівнювання по лівому полю без абзацного відступу. Решта авторів оформлюється так само з нової строки. Немає пропуску рядка.

4. Назва організації – місце навчання, роботи або служби автора (авторів), Times New Roman, кегль 11, курсив, вирівнювання по лівому полю без абзацного відступу. Також зазначається місто, де знаходиться ВНЗ (якщо в назві закладу є назва міста, то не потрібно зазначати). Якщо автори статті з різних навчальних закладів (установ), то належність кожного визначається за допомогою надстрочного позначення цифрами. Пропускається рядок.

5. Назва статті – шрифт Times New Roman, кегль 11, великі напівжирні літери, вирівнювання по центру без абзацного відступу, пропускається рядок.

6. Анотація (мовою основного тексту статті, обсяг – до 5 рядків) – шрифт Times New Roman, кегль 11, курсив, вирівнювання за шириною, абзацний відступ 0,75 см, міжрядковий інтервал одинарний.

7. Ключові слова – шрифт Times New Roman, кегль 11, курсив, пропускається рядок.

8. Текст статті розташовується у один стовпчик, відступ першого рядка абзацу – 0,75 см, вирівнювання – за шириною, шрифт Times New Roman, кегль 11, накреслення пряме, міжрядковий інтервал одинарний.

Відступ підзаголовків, структурних елементів статті, таблиць, рисунків, формул, від тексту зверху 6 пт, знизу 6 пт.

Посилання на літературу (джерела інформації) зі списку використаних джерел вказується у квадратних дужках, за необхідності з визначенням сторінки, наприклад [3, с. 54–55].

Забороняється для форматування тексту статті використовувати пропуски, табуляцію і т.п., а також встановлювати ручне перенесення.

Між значеннями величини та значенням одиниць її виміру обов'язково використовувати нерозривний пропуск (Ctrl+Shift+пропуск).

9. Набір формул – редактор формул Microsoft Equation:

– змінні, латинські літери - курсив, Times New Roman;

– стандартні математичні функції, цифри, українські (російські) літери – накреслення пряме, Times New Roman;

– матриці, вектори – напівжирний, накреслення пряме, Times New Roman;

– грецькі літери, символи – накреслення пряме, Symbol.

Розміри: звичайний індекс 11 пт, великий індекс 7 пт, малий індекс 6 пт, великий символ 14 пт, малий символ 11 пт.

Винятком є ті символи операторів, що набираються прямим шрифтом, наприклад, диференціала d , оператора Лапласа ρ , уявної одиниці j або i , основи натуральних логарифмів e і стандартних функцій, наприклад, \cos , \arctg , \ln , \lg , sign і т.п. У десяткових дробах ціла частина відділяється комою (а не крапкою).

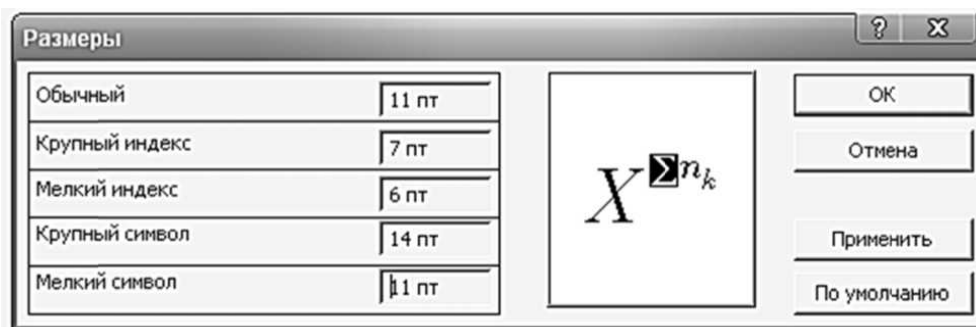


Рис. 1. Параметры для размеров шрифта в Microsoft Equation

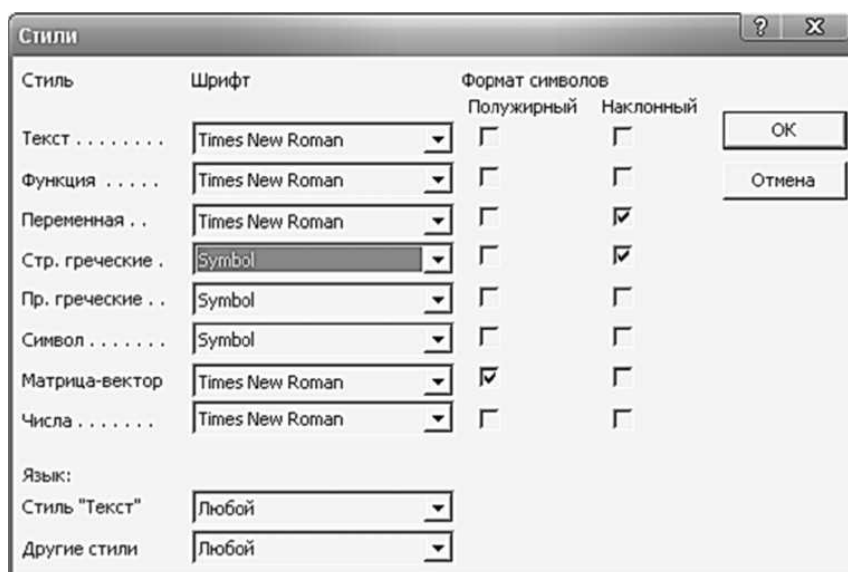


Рис. 2. Стили та гарнітури в Microsoft Equation

Формули центрують, а ті, на які є посилання – нумерують. Номери формул вказують у круглих дужках і вирівнюють по правому полю сторінки.

Забороняється використовувати для набору формул графічні об'єкти, кадри й таблиці.

Наприклад:

Значення суми квадратів відхилень визначають за виразом:

$$Q_x = \left[\sum_{ij}^{pq} \left(\sum_k^n X_{ijk} \right)^2 \right] / n - H, \quad (1)$$

де $\left(\sum_k^n X_{ijk} \right)^2$ – квадрат суми чисел кожного ij -го члена дисперсійної системи;

H – середнє значення квадрату суми чисел.

Таблиця, як правило, розташовується під текстом після першого згадування або на наступній сторінці. Якщо таблиця виходить за формат сторінки, її розділяють на частини, при цьому в кожній частині повторюють заголовок таблиці.

Слово «Таблиця» вказують курсивом один раз праворуч над заголовком таблиці, над іншими частинами пишуть «Продовження таблиці» зі вказівкою її номера. Назву таблиці вказують по центру рядка жирним шрифтом без крапки в кінці. До і після назви таблиці встановлюють інтервали у 6 пт.

На кожному таблицю має бути посилання у тексті статті.

Наприклад:

Таблиця 1

Результати експериментальних досліджень

Зразки	Тривалість, хв.			
	20	30	40	50
Перший	2,1	3,4	3,8	4,5
Другий	2,4	3,1	4,0	4,8
Третій	2,2	3,5	3,9	4,6

Рисунки, діаграми і графіки створюються чорно-білими. Допускається використання діаграм і графіків Microsoft Excel у градаціях чорного. Максимальний розмір поля рисунку за шириною не має перевищувати 160 мм.

На кожен рисунок у тексті статті має бути посилання. Рисунки подаються одразу після посилання на них в дужках, наприклад, (рис. 1) або в тексті, наприклад, «...як показано на рис. 3».

Рисунки нумерують і підписують – шрифт Times New Roman, кегль 10, напівжирний, вирівнювання – по центру. Розшифрування позначень роблять перед назвою рисунка курсивом. Перед і після назви рисунка – інтервал 6 пт. Підписи під рисунком, номери та назви сканованих рисунків виконують лише у редакторі Microsoft Word, а не сканують разом з рисунком.

Не допускаються кольорові та фонові рисунки.

Наприклад:

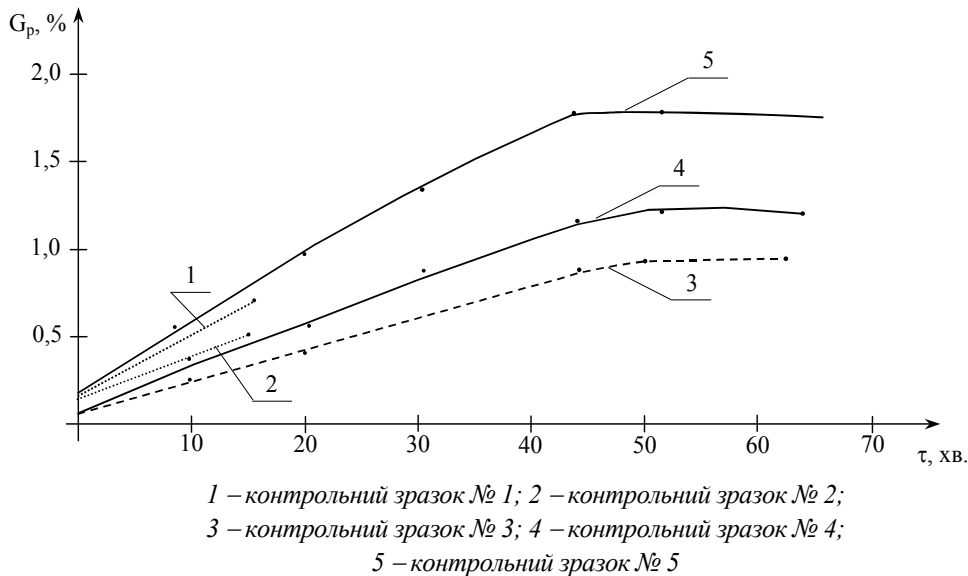


Рис. 2. Експериментальні дослідження

1. Бібліографічний список виділяється підзаголовком «Список використаних джерел» (шрифт Times New Roman, кегль 12, прямий, напівжирний) та оформлюється згідно із міждержавним стандартом ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 (шрифт Times New Roman, кегль 11, курсив).

2. Наводяться відомості про наукового керівника: ПІБ, наукова ступінь, вчене звання, посада, назва організації, місто та країна – шрифт Times New Roman, кегль 11.

3. Наводяться відомості про рецензента (ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, назва організації, місто та країна) – шрифт Times New Roman, кегль 11, пропускається рядок.

4. На адресу редколегії (65009, м. Одеса, вул. Фонтанська дорога, 10) на CD (CD-R, CD-RW) або на e-mail: zbirnyk.kursanta.vaodesa@ukr.net надсилається:

стаття, оформлена згідно наведених вимог в електронному вигляді, редактор Word Microsoft 97 (або пізніші версії) та у вигляді формату .pdf, назва файлу за прізвищем автора (або першого зі списку авторів, наприклад, Шевченко.doc);

рецензія на статтю (якщо висилається на електронну адресу, сканована копія з печаткою установи);

дані про автора (авторів) статті: прізвище, ім'я, по-батькові, посада (організація, заклад), місто та країна, контактний телефон, e-mail. Подається на окремому аркуші зі статтею (у паперовому вигляді), при наданні статті в електронному вигляді, дані про автора (авторів) подаються наприкінці статті на окремому аркуші.

Автор статті несе відповідальність за правильність і достовірність викладеного матеріалу, належність останнього йому особисто, точність викладених у роботі фактів (даних) та якість перекладу цитат з іншомовних джерел (за наявності).

Наукове видання

НАЦІОНАЛЬНА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ

Збірник наукових праць курсантів і студентів

Випуск 2

Редактори

Кравчук О.І., Набок В.К., Франчук Ю.В.

Комп'ютерна верстка

Кучерук К.М.

Адреса редакції: 65009, м. Одеса, вул. Фонтанська дорога, 10, Військова академія (м. Одеса)

Тел.: (0482) 63-76-60,

E-mail: zbirnyk.vaodesa@ukr.net

*Надруковано з готового оригінал-макета
у друкарні Військової академії (м. Одеса)*

Підписано до друку 30.05.2019 р.

Формат 297x420/2. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.

Авт.арк. – 10,09. Обл.вид.арк. – 10,19. Друк.арк. – 111,0. Ум.друк.арк. – 25,53.

Замовлення № 525 РВВ ВА 2019. Наклад 100 прим.

65009, м. Одеса, вул. Фонтанська дорога, 10

Військова академія (м. Одеса)

www.vaodessa.org.ua
