

138. – Бібліогр.: 10 назв. ISSN 2079-0075.

На основе уточненной теории оболочек построена математическая модель расчетно-экспериментального метода определения остаточных напряжений в зонах сварных швов кусочно-однородных оболочек в машиностроительных конструкциях и проведен численный анализ задачи.

Ключевые слова: Кусочно-однородная оболочка, машиностроительная конструкция, сварной шов, остаточные напряжения, уточнена теория оболочек

Based on the refined theory of shells a mathematical model of calculation-experimental method is constructed for measuring of residual stresses in welded zones of piecewise-homogeneous shells in machine building structures. We construct solutions of the governing equations of refined theory of shells and obtained expressions for calculation of residual stresses at any point of weld. The parametric analysis of the problem has been made.

Keywords: piecewise-homogeneous shell, machine building structure, weld, residual stresses, refined theory of shells

УДК 623.4.016

П.О. РУСИЛО, к.т.н., доц., пр.н.с. наук.-досл. лаб. розвитку бронетанк. озброєння та техніки наук.-дослід. від. механіз. і танк. військ Наук. центру Сухопутних військ Академії сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів;

Р.Г. БУДЯНУ, к.т.н., нач. наук.-досл. лаб. розвитку бронетанк. озброєння та техніки наук.-дослід. від. механіз. і танк. військ Наук. центру Сухопутних військ Академії сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів;

О.М. КАЛІНІН, н.с. наук.-досл. лаб. розвитку бронетанк. озброєння та техніки наук.-дослід. від. механіз. і танк. військ Наук. центру Сухопутних військ Академії сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів;

В.В. КОСТЮК, с.н.с. наук.-досл. лаб. розвитку бронетанкового озброєння та техніки наук.-дослід. від. механізованих і танкових військ Наук. центру Сухопутних військ Академії сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів;

Ю.В. ВАРВАНЕЦЬ, н.с. наук.-досл. від. механіз. і танк. військ Наук. центру Сухопутних військ Академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ОБҐРУНТУВАННЯ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ І ПОДАЛЬШОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВІТЧИЗНЯНИХ ТАНКІВ

Проведена оцінка рівня технічної досконалості сучасних зразків основних бойових танків, які знаходяться на озброєнні армій передових країн світу, та обґрунтовані тактико-технічні характеристики для модернізації та розроблення перспективних зразків. Порівняльний аналіз рівня технічної досконалості свідчить, що до трійки кращих світових зразків належать танк Т-90А, БМ «Оплот-М» і АМХ-56 «Леклерк». Вітчизняний танк БМ «Оплот-М» займає провідне місце серед перспективних зразків.

Ключові слова: зразок, модернізація, оцінка, рівень технічної досконалості, танк, тактико-технічні характеристики

Вступ. Постановка проблеми. Аналіз бойового застосування бронетанкового озброєння і техніки у наземних та повітряних операціях в умовах сучасних збройних конфліктів, регіональних війн та миротворчих місій показує, що вони не тільки не втратили своєї ролі на сучасному полі бою, а й у найближчій перспективі

© П.О. Русіло, Р.Г. Будяну, О.М. Калінін,
В.В. Костюк, Ю.В. Варванець, 2014

не можуть бути замінені будь-якою іншою системою зброї. Доки ближній бій залишається необхідним елементом бойових операцій, доти збережеться й потреба у цьому виді озброєння. Аналіз ситуації, яка спостерігається у світі у танкобудівній галузі, свідчить про те, що існує дві тенденції розвитку основних бойових танків: основна – модернізація раніше випущених зразків танків, які знаходяться на озброєнні та виробництві, а друга – розроблення і створення нових зразків основних танків. Стрімкий розвиток засобів збройної боротьби, тактики ведення бою і нових організаційно-штатних структур збройних формувань постійно вносить свої корективи до вимог, які висуваються до сучасних і перспективних зразків основних бойових танків. Обґрунтування тактико-технічних характеристик (ТТХ) для розроблення нових перспективних зразків і подальшої модернізації вітчизняних бойових танків є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Локальні війни, які пройшли після Другої світової війни, показують, що за танками закріпилася провідна роль у складі загальновійськових формувань, зокрема як основного бойового засобу в ближньому бою. Досвід бойового застосування танків у локальних конфліктах в останні десятиріччя підтвердив крайню необхідність мати машини з підвищеним рівнем основних бойових характеристик: вогневої потужності, захищеності, рухомості і командної керованості. Саме з удосконалення основних бойових властивостей і створення їх оптимального поєднання і проходить подальший розвиток основних бойових танків – будь то створення нової машини або модернізації раніше випущеного зразка. За сукупністю бойових характеристик на одному рівні знаходяться танки виробництва провідних танкобудівних країн світу: України, Росії, Німеччини, США, Великобританії і Франції.

Танк БМ «Оплот-М» створений на основі танка Т-84У і відрізняється від базової моделі наявністю: комбінованого панорамного прицілу командира з незалежними денним і тепловізійним каналами; окремого тепловізора і лазерного далекоміра командира; вбудованого динамічного захисту нового покоління «Нож-2», який здатний протидіяти кумулятивним боеприпасам з тандемною бойовою частиною; нових засобів радіозв'язку; комплексної системи керування рухом; удосконаленого цифрового щита механіка-водія; удосконаленого штурвала; більш екологічного дизельного двигуна 6ТД-2Е потужністю 1200 к.с.; використанням гідроб'ємно-механічної трансмісії, яка виконує одночасно роль бортових трансмісій і механізму повороту [1, 2].

Танки, які оснащені двигунами 6ТД-2 з сучасною автоматичною трансмісією, відповідають закордонним танкам за показниками маневреності та зручності керування. Танки з турбопоршневими дизелями 6ТД-1 і 6ТД-2 за питомими показниками і компоновочними характеристиками моторно-трансмісійного відділення (МТВ) не мають аналогів у світовому танкобудуванні (питома потужність МТВ становить 387 к.с./м³ проти 333 і 258 к.с./м³ відповідно у танків «Леопард-2» і «Абрамс»). Швидкість заднього ходу 31 км/год. У питаннях експлуатації двигуни серії 6ТД практично не поступаються закордонним аналогам [3]. Машина має ресурс роботи до капітального ремонту не менше 14000 км, а періодичність проведення номерних технічних обслуговувань становить не менше 2500 км. Параметр потоку відмов до капітального ремонту становить одну відмову на 1000 км пробігу машини. Корпус і башта виготовлені з багат шарової броні з керамічним наповнювачем.

Основний бойовий танк Російської Федерації Т-90 поєднує оригінальні кон-

структурські розробки і кращі компоувальні та конструктивні рішення танків Т-72 і Т-80 [4-8]. Поєднання вбудованого динамічного захисту і багатошарової броні підвищує захищеність і живучість в екстремальних бойових умовах. Оптико-електронний комплекс протидії забезпечує захист танка від ураження протитанковими керованими ракетами.

На основі танка Т-90 розроблений ракетно-гарматний танк Т-90А [9]. Висота танка Т-90А на 20–30 см нижче західних і, як наслідок, значно менші площа лобової проекції і маса танка. Впроваджений комплекс конструктивних і технологічних заходів підвищують протимінну стійкість та знижують ймовірність знаходження й ураження танка. Оптимальне поєднання бойових, експлуатаційних характеристик і вартості вигідно відрізняється від танків інших танкобудівних країн як за вартістю власної машини, так і вартістю її експлуатації. Використання комплексу керованого озброєння «Рефлекс-М» з танковою керованою ракетою «Інвар-М» дозволяє отримати принципово нові бойові можливості: дальність стрільби керованої ракети у 2–2,5 рази перевищує дальність вогню бронебійних підкаліберних снарядів (БПС) будь-яких сучасних танків. Танкова керована ракета пробиває лобову броню всіх танків. Лобова броня танка витримує влучення найбільш масових західних БПС. Завдяки встановленню динамічного захисту захищеність бортів танка перевищує західні. На танку відсутній стабілізований панорамний перископічний приціл.

Німецький танк «Леопард-2А6» залишається основним бойовим засобом армій НАТО [5, 10]. Система управління вогнем з електронним обчислювачем гарантує високу ймовірність ураження першим пострілом з місця та з ходу як нерухомих, так і рухомих цілей. Рухомість танка «Леопард-2А6» забезпечується силовим блоком з поперечним розташуванням двигуна, до складу якого входять дизельний двигун потужністю 1500 к. с. та гідромеханічна трансмісія з автоматичною п'ятиступеневою коробкою передач. Дизельний 12-циліндровий двигун з турбонагнітачем пристосований до умов експлуатації в регіонах з жарким кліматом і має оптимальні характеристики з паливної економічності, надійності та ремонтпридатності.

Оновлений танк «Леопард-2А7+» має підвищену мобільність та оптимізований до використання як у звичайних бойових операціях, так і для дій в умовах міста [11]. Танк озброєний 120-мм гладкоствольною гарматою з довжиною ствола 55 калібрів, а також бойовим модулем з дистанційним керуванням кулеметом калібру 12,7 мм та 40-мм гранатометом. У боєкомплект танка входить новий осколково-фугасний снаряд з дистанційним підривником ДМ11. Встановлене додаткове бронювання на днищі корпусу збільшило масу танка до 67,5 т.

Основний бойовий танк США «Абрамс» М1А2 SEP має підвищений броньовий захист лобових деталей корпусу і башти, які виготовлені з включеннями збідненого урану, підвищену могутність боєприпасів. Танк створений за класичною компоувальною схемою, з баштою і корпусом звареної конструкції, з використанням у лобових зонах багатошарової композитної броні [12, 13]. Живучість ствола гармати становить 700 пострілів бронебійним підкаліберним снарядом.

Танк має найбільший внутрішній заброньований об'єм, габаритні розміри і площу лобової проекції, низьку надійність силової установки і ходової частини під час експлуатації у важких умовах, слабке бортове і тильне бронювання, відсутність навісної «активної» броні, високу помітність в інфрачервоному діапазоні із-за використання газотурбінного двигуна. Танк найбільш вразливий від розповсюджених касетних боєприпасів авіації та РСЗВ серед всіх танків НАТО. Підвищення маси танка привело до перевантаження опорних катків і, як наслідок, до швидкого їх руйнування [3].

Корпус, башта та екрани основного бойового танка Великобританії «Челленджер-2» виготовлені з удосконаленої комбінованої багатошарової броні типу «чоб-хем», яка забезпечує підвищену стійкість від кумулятивних і підкаліберних снарядів [3, 5]. Лобова проекція корпусу і башти виконано з великими кутами нахилу. Боскомплект розташований нижче рівня погону башти. Борти машини захищені протикумулятивними екранами. Встановлена шина даних (стандартний інтерфейс військової техніки НАТО), дозволяє здійснити так звану «диджиталізацію» поля бою і значно підвищити швидкість обміну інформацією між різними силами, які ведуть бойові дії.

Ізраїль має великий досвід у війні 1967 року на Близькому Сході та бойових діях у Лівані, який показав, що рухомість бронетанкової техніки не може замінити її захищеність. Під час розроблення нового танка «Меркава» Mk4 пріоритетними стали підвищення захищеності і живучості танка на полі бою. Компонівка танка «Меркава» Mk4 незвичайна. Башта і бойове відділення розташовані в кормовій частині машини. Лобова броня багатошарова, за її першим шаром простір, який заповнений дизельним паливом, потім йде ще один шар броні. По периметру задньої частини башти підвішені металеві ланцюги з кулями. Танк має більш високий рівень захисту проти мін, балістичний захист виконано модульним. Силова установка управляється комп'ютером [5, 14, 15].

Французький танк «Леклерк» AMX-56 виконаний за класичною компоновальною схемою з розміщенням основного озброєння у броньованій башті. Гідромеханічна підвіска забезпечує плавність руху і найбільш можливу за тяговими характеристиками швидкість на дорогах і пересіченій місцевості. Відділення керування – у передній частині корпусу, а моторно-трансмійне – у кормовій частині машини. У передній частині корпусу частково використана модульна конструкція броньового захисту. Через центральну мультикомплексну шину даних між собою з'єднані: цифровий електронний балістичний обчислювач системи керування вогнем, мікропроцесори прицілів командира і навідника, гармати і спареного кулемета, автомата заряджання гармати, двигуна і трансмісії, панелі управління механіка-водія. Покриття танка виконано за технологією «Стелс» [5, 16, 17].

Аналіз даних ТТХ основних бойових танків показує майже повну відсутність на російському танку Т-90А засобів спеціалізованого обладнання (табл. 1). На українському танку БМ «Оплот-М» встановлена бортова інформаційно-керована система, аналогів якої у світі немає. Окремі елементи системи керування вогнем танків країн НАТО зв'язані військовим інтерфейсом у єдину інформаційну систему, яка служить для забезпечення організації взаємодії та управління в бою, розпізнавання цілей. За технічними характеристиками і ефективністю систем озброєння бойові танки БМ «Оплот-М» і Т-90А переважають зразки армій країн НАТО. 125-мм гладкоствольна гармата типу 2А46 має більшу потужність щодо пробивання броні БПС і переважає гармату танка «Абрамс» M1A2 SEP на 15–20%, гармату танка «Леопард-2А6» – на 5–7%, дозволяє досягти і перевершити за дульною енергією та коефіцієнтом могутності модернізовану гармату L55 танка «Леопард-2А6» [14]. Отже, у доступних інформаційних джерелах висвітлено основні бойові і ТТХ кожного танка. У той же час, питання щодо обґрунтування тактико-технічних характеристик для модернізації та розроблення перспективних зразків бойових танків не розглядається.

Метою статті є обґрунтування ТТХ для модернізації та розроблення перспек-

тивних зразків на підставі оцінки рівня технічної досконалості сучасних зразків основних бойових танків армій провідних танкобудівних країн світу.

Таблиця 1 – Наявність спеціалізованого обладнання і систем та озброєння

Засоби спеціалізованого обладнання і систем та озброєння	Зразки бойових машин						
	БМ «Оплот-М»	Т-90А	«Леопард-2А7+»	М1А2 SEP «Абрамс»	«Челленджер-2»	«Меркава» МК-4	АМХ-56 «Леклерк»
Спеціалізоване обладнання і системи							
Бортова інформаційно-керувана система	+	-	+	+	-	-	+
Бортова ЕОМ	+	-	+	+	+	-	+
Система розпізнавання «свій-чужий»	-	-	+	+	-	+	+
Автомат супроводження цілі	-	-	+	+	+	+	-
Система дистанційного підривання снаряду	-	+	+	+	+	+	-
Озброєння							
Гармата, тип	ГС	ГС	ГС	ГС	нарізна	ГС	ГС
Калібр гармати, мм	125	125	120	120	120	120	120
Прицільна дальність стрільби, м	4000	4000	3500	2800	3200	3500	3500
Механізм заряджання гармати	+	+	-	-	-	-	+
Боскомплект до спареного кулемета, набойв	1250	2000	2500	11400	2000	5000	800
Боскомплект зенітного кулемета, набойв	450	300	2500	500	2000	5000	2000
Комплекс керованого озброєння	+	+	-	-	-	+	-
Дальність стрільби ракетою, м	100–5000	5000	-	-	-	5000	-

Виклад основного матеріалу. Через велику номенклатуру існуючих і перспективних зразків танків постає питання необхідності визначення їхнього відносного рівня технічної досконалості для подальшого вибору напрямків удосконалення вітчизняних танків. Для порівняльної оцінки ТТХ зразків танків було опрацьовано 21 зразок основних бойових танків, які знаходяться в серійному виробництві і на озброєнні армій країн світу. Порівняльний аналіз переваг і недоліків, їхнє широке застосування і подальше використання дав змогу виокремити 7 основних бойових танків армій передових країн світу, які за рівнем технічної досконалості на перший погляд не дуже сильно різняться (табл. 2).

Нормування значень технічних і тактико-технічних характеристик танків, які виражені у різних одиницях вимірювання, за допомогою рангової шкали вимірювання дозволило відмітити слабкі і сильні показники ТТХ зразків, намітити напрямки удосконалення рівня технічної досконалості зразка [18]. Наприклад: для танків БМ «Оплот» і Т-90А треба суттєво покращити показник 3 – зменшити ширину танка і особливо показник 8 – збільшити потужність двигуна; для танка М1А2 SEP «Абрамс» особливе значення має зменшення бойової маси і збільшення прицільної дальності стрільби з гармати; танк «Леопард-2А7+» потребує покращення показників 1, 3, 4, 5 і 7 – зменшення бойової маси, ширини і висоти, підвищення прицільної дальності стрільби з гармати та запас ходу по шосе (рис. 1).

Найкраще співвідношення показників ТТХ, що оцінюють рівень технічної досконалості, має танк АМХ-56 «Леклерк». Однак і він потребує покращення деяких ТТХ. Оцінювання рівня технічної досконалості зразків танків за допомогою

пропорційної шкали оцінок дозволяє підвищити точність значення комплексного показника рівня технічної досконалості і визначити, на скільки балів один зразок кращий (гірший) відносно інших [19]. Чим більша сума балів або коефіцієнт технічної досконалості, тим вищий рейтинг зразка ОБТ. За своїми ТТХ до трійки кращих світових зразків основних бойових танків належать російський танк Т-90А, український БМ «Оплот-М» і французький АМХ-56 «Леклерк». Найнижчий коефіцієнт рівня технічної досконалості має англійський танк «Челленджер-2» (табл. 3).

Таблиця 2 – Тактико-технічні характеристики сучасних основних бойових танків

Загальні відомості	БМ «Оплот-М»	Т-90А	«Леопард-2А7+»	М1А2 SEP «Абрамс»	«Челленджер-2»	«Меркава» Mk-4	АМХ-56 «Леклерк»
Країна – виробник	Україна	Росія	Німеччина	США	Великобританія	Ізраїль	Франція
Рік випуску	2009	2006	2011	2000	1992	2004	1991
Бойова маса, т	51,1	47,0	67,5	63,0	62,5	65,0	54,5
Екіпаж, осіб	3	3	4	4	4	4	3
Довжина корпусу, мм	7075	6860	7720	7918	8327	7970	6880
Ширина танка, мм	4176	3780	4000	3700	3520	3720	3710
Висота танка по даху башти, мм	2285	2228	2640	2440	2490	2660	2530
Прицільна дальність стрільби, м	4000	4000	3500	2800	3200	3500	3500
Макс. швидкість руху по шосе, км/год	70	70	72	67	56	65	71
Запас ходу по шосе, км	500	700	450	483	400	500	720
Потужність двигуна, кВт	883	736	1140	1140	883	1140	1140
Питома потужність, кВт/т	17,28	15,66	16,89	18,10	14,13	17,54	20,92
Перешкоди, що долаються:							
Максимальний кут підйому, °	32	30	30	30	30	35	30
Боковий крен, °	25	25	20	25	20	20	20
Ширина рову, м	2,85	2,8	3,0	2,743	2,8	3,55	3,0
Висота вертикальної стінки, м	1,0	0,85	1,1	1,244	0,9	1,05	1,25
Глибина броду, м	1,8	1,8	1,2	1,98	1,1	1,4	1,0
Глибина броду з ОПВТ, м	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	0	14,0

В якості комплексного показника рівня технічної досконалості вибрано суму добутків оцінок показників технічних і ТТХ однотипних зразків ОБТ [20], які визначені за пропорційною шкалою оцінювання, на їхній коефіцієнт вагомості K_v . Для обґрунтування вагових коефіцієнтів окремих ТТХ використаний метод експертних оцінок. Ступінь узгодженості думок експертів визначався за величиною коефіцієнта конкордації. Значення коефіцієнта конкордації залежно від характеристики знаходиться в межах від 0,79 до 0,89, що вказує на середню надійність узгодженості експертів.

Як і передбачалося, введення коефіцієнта вагомості суттєво вплинуло на рейтинг рівня технічної досконалості танків. Із-за низького показника потужності танк Т-90А, який має найбільшу кількість найкращих показників, децю поступається танку АМХ-56 «Леклерк». Недостатня потужність силової установки танка БМ «Оплот-М» знизилася його рейтинг на третє місце серед семи найкращих сучасних зразків основних бойових танків світу (рис. 2).

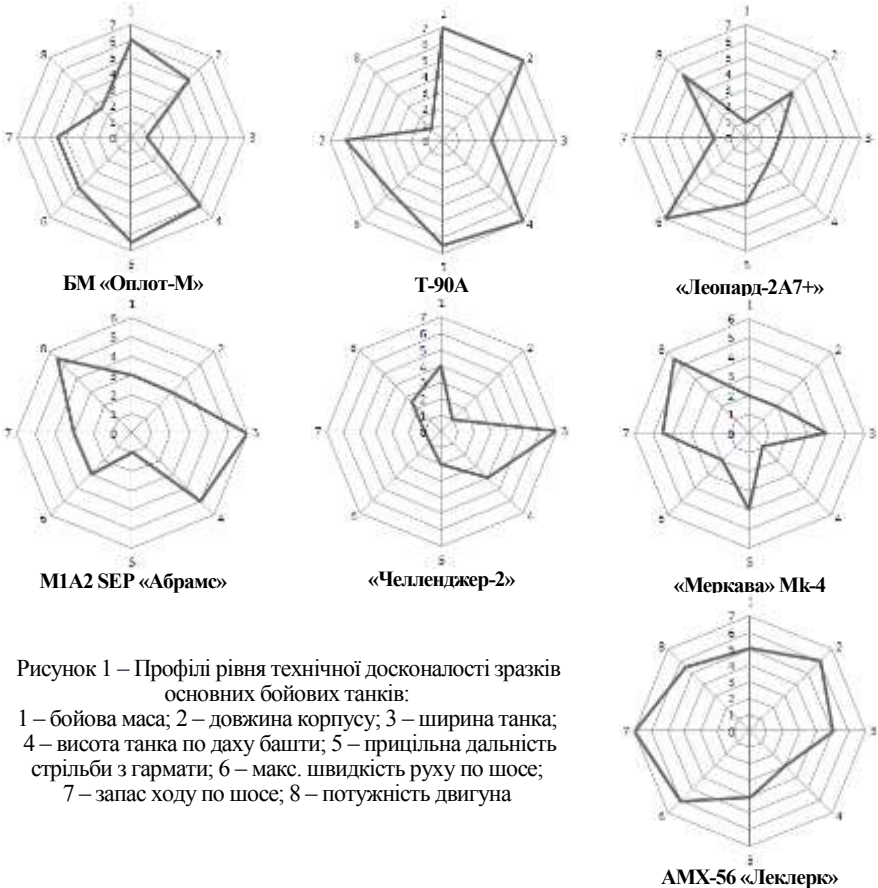


Рисунок 1 – Профілі рівня технічної досконалості зразків основних бойових танків:

- 1 – бойова маса; 2 – довжина корпусу; 3 – ширина танка;
- 4 – висота танка по даху башти; 5 – прицільна дальність стрільби з гармати; 6 – макс. швидкість руху по шосе;
- 7 – запас ходу по шосе; 8 – потужність двигуна

Певний вплив на рівень технічної досконалості зразків основних бойових танків, особливо під час ведення бойових дій, мають питома потужність машини і група показників щодо долання перешкод (див. табл.1). З урахуванням 15 показників за загальною сумою рангів найвищий рейтинг отримали: танки БМ «Оплот-М» і АМХ-56 «Леклерк» – 71, Т-90А – 68,5, значно покращився рейтинг танка M1A2 SEP «Абрамс».

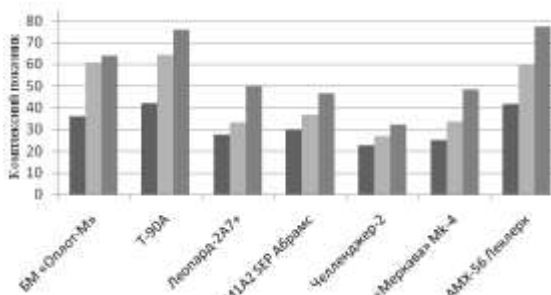
За визначенням коефіцієнтом технічної досконалості [18] відмічаємо, що рівень технічної досконалості трьох танків Т-90А, БМ «Оплот-М» і АМХ-56 «Лек-

лерк» знизився до рівня «добрий», танка M1A2 SEP «Абрамс» – зріс до рівня «середній», задовільний рівень залишився у танків «Меркава» Mk-4 і «Леопард-2A7+», незадовільний – у танка «Челленджер-2 (табл. 4). Зразка танка з рівнем технічної досконалості «високий» не існує.

Таблиця 3 – Нормовані дані показників тактико-технічних характеристик

Зразок	Маса	Довжина	Ширина	Висота	Прицільна дальність	Максимальна швидкість	Запас ходу	Потужність	Комплексний показник	Коефіцієнт технічної досконалості
БМ «Оплот-М»	80	85,3	0	86,8	100	87,5	31,3	36,4	607,3	0,76
T-90A	100	100	60,4	100	100	87,5	93,8	0	641,7	0,80
«Леопард-2A7+»	0	41,4	26,8	4,6	41,7	100	15,6	100	330,1	0,41
M1A2 SEP «Абрамс»	22	27,9	72,6	50,9	0	68,8	25,9	100	368,1	0,46
«Челленджер-2»	24,4	0	100	39,4	66,7	0	0	36,4	266,9	0,33
«Меркава» Mk-4	12,2	24,3	69,5	0	41,7	56,3	31,3	100	335,3	0,42
AMX-56 «Леклерк»	63,4	98,6	71	30,1	41,7	93,8	100	100	598,6	0,75

Рисунок 2 – Порівняльна оцінка рівня технічної досконалості зразків основних бойових танків за шкалами вимірювання:
 темний колір – рангова, світлий колір – пропорційна*, сірий колір – оцінка*вагомість
 (* – для зручності результати зменшені в 10 разів)



Таблиця 4 – Рівні технічної досконалості основних бойових танків

Зразок	Комплексний показник	Коефіцієнт технічної досконалості	Рівень технічної досконалості	Комплексний показник	Коефіцієнт технічної досконалості	Рівень технічної досконалості
	за 8 показниками			за 15 показниками		
БМ «Оплот-М»	607,3	0,76	«відмінний»	927,3	0,62	«добрий»
T-90A	641,7	0,80	«відмінний»	953,5	0,64	«добрий»
«Леопард-2A7+»	330,1	0,41	«задовільний»	566,6	0,38	«задовільний»
M1A2 SEP «Абрамс»	368,1	0,46	«задовільний»	806,6	0,54	«середній»
«Челленджер-2»	266,9	0,33	«незадовільний»	376,7	0,25	«незадовільний»
«Меркава» Mk-4	335,3	0,42	«задовільний»	677,6	0,45	«задовільний»
AMX-56 «Леклерк»	598,6	0,75	«відмінний»	910,5	0,61	«добрий»
Максимальне значення	800	>0,99	«високий»	1500	>0,99	«високий»

Висновки. 1. Модернізовані танки оснащуються цифровою електронною

технікою, системою обміну інформації з іншими машинами, цифровими автоматизованими робочими місцями, бортовою навігаційною апаратурою, досконалими комплексами керування вогнем, динамічним та активним захистом, засобами зв'язку нового покоління, а також впроваджено комплекс конструктивних і технологічних заходів, які підвищують його протиснарядну і протимінну стійкість та знижують ймовірність знаходження й ураження.

2. У сучасному танкобудуванні існує стійка тенденція до підвищення середніх швидкостей руху танків у різних дорожніх умовах, покращення їхніх динамічних і маневрових якостей. Це є наслідком підвищення питомої потужності за рахунок використання більш сучасних потужних двигунів.

3. Танк БМ «Оплот» має певні переваги перед танками країн НАТО за такими показниками: менші габарити; кращі показники питомої потужності, питомої витрати палива, запасу хода; менша кількість членів екіпажу; висока швидкість стрільби гармати; використання бронейно-підкаліберних, кумулятивних, осколково-фугасних пострілів та протитанкових керованих ракет і найменша собівартість виробництва зразка.

4. Подальша модернізація вітчизняного танка БМ «Оплот» можлива за рахунок використання у боєкомплекті бронейних підкаліберних снарядів підвищеної могутності; підвищення захищеності екіпажу і боєкомплекту; підвищення потужності силових установок; оснащення танків інформаційно-керованими системами.

Список літератури. 1. <http://www.morozov.com.ua>. 2. [http://smilaforum.org.ua/img/2009/30/oplot m 13](http://smilaforum.org.ua/img/2009/30/oplot_m_13). 3. bvt.narod.ru/1/tank3/hp. Танковая мощь. Сталь и огонь. 4. *Маев С.А.* Состояние и перспективы развития бронетанкового вооружения и военной техники, военной автомобильной техники Вооруженных Сил Российской Федерации. Режим доступа до журн.: [tpr://bvt.narod.ru/1/russia21.htm](http://bvt.narod.ru/1/russia21.htm). 5. *Бронетанковая техника мира: справочник*. – М.: АНО Информационное агентство АРМС-ТАСС, 2006. – 368 с. 6. *Хлопотов А.* Т-90 основной боевой танк России / А. Хлопотов // Техника и вооружение. – 2010. – №5. – С. 2-9. 7. *Хлопотов А.* Т-90 основной боевой танк России / А. Хлопотов // Техника и вооружение. – 2010. – №6. – С. 2-9. 8. *Хлопотов А.* Т-90 основной боевой танк России / А. Хлопотов // Техника и вооружение. – 2010. – №7. – С. 2-11. 9. http://www.army-guide.com/rus/article/article_1352.html. 10. *Аганов А.* Основной боевой танк «Леопард-2А6» / А. Аганов // Зарубежное военное обозрение. – 2002. – №6. – С. 26-34. 11. <http://topwar.ru/5458-tank-leopard-2a7.html>. 12. *Стеркин Н.* Модернизация основного боевого танка «Абрамс» / Н. Стеркин // Зарубежное военное обозрение. – 2009. – №1. – С. 36-37. 13. *Брокадов А.* Новый этап модернизации американских ОБТ «Абрамс» / А. Брокадов // Зарубежное военное обозрение. – 2013. – №1. – С. 92. 14. *Суворов С.* Боевые колесницы земли обетованной / С. Суворов // Техника и вооружение. – 2007. – №7. – С. 48-49. 15. *Суворов С.* Боевые колесницы земли обетованной / С. Суворов // Техника и вооружение. – 2007. – №10. – С. 45-52. 16. *Митин А.* Состояние и перспективы развития Вооруженных сил Франции / А. Митин // Зарубежное военное обозрение. – 2012. – №6. – С. 10-15. 17. <http://mirknig.com/2012/11/28/zarubezhnoe-voennoe-obozenie-2-1995.html> Лекле. 18. Патент на корисну модель № 72694 України, МПК G01 N27/27. Спосіб вибору напрямків удосконалення рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння та військової техніки / *Ю.В. Варванець, О.М. Калінін, О.М. Курпрієнко, П.О. Русіло, М.В. Чорний*; заявник та патентовласник: Академія сухопутних військ, опубл. 27.08.12. Бюл. №16, 2012 р.). 19. Патент на корисну модель № 72693 України, МПК G01 N27/27. Спосіб оцінки рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння та військової техніки / *П.О. Русіло*; заявник та патентовласник: Академія сухопутних військ, опубл. 27.08.12. Бюл. №16, 2012 р. 20. *Русіло П.О.* Методика оцінювання рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння та військової техніки (на прикладі броньованих ремонтно-евакуаційних машин) / *П.О. Русіло* // 36. наук. пр. Харк. ун-ту Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2012. Вип. 3(32). – С. 30-33.

Поступила в редакцію 23.04.14

УДК 623.4.016

Обґрунтування тактико-технічних характеристик для розроблення перспективних зразків і подальшої модернізації вітчизняних танків / *П.О. Русіло, Р.Г. Будяну, О.М. Калінін, В.В. Костюк, Ю.В. Варванець* / Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Машинознавство та САПР. – Х.: НТУ "ХПІ". – 2014. – № 29 (1072). – С.138-147. – Бібліогр.: 20 назв. ISSN 2079-0075.

Проведена оцінка рівня технічного совершенства сучасних образців основних бойових танків, які знаходяться на озброєних арміях передових країн світу, і обґрунтовані тактико-технічні характеристики для модернізації та розробки перспективних образців. Сравнительний аналіз рівня технічного совершенства свідчить, що к трійці кращих світових образців належать танк Т-90А, БМ «Оплот-М» та АМХ-56 «Леклерк». Отечественний танк БМ «Оплот-М» займає краще місце серед перспективних образців.

Ключевые слова: образец, модернизация, оценка, уровень технического совершенства, танк, тактико-технические характеристики

The estimation of level of technical perfection of modern standards of basic battle tanks which are on the armed armies of front-rank countries of the world is conducted, and тактико-технічні описи are grounded for modernization and development of perspective standards. The comparative analysis of level of technical perfection testifies that to three of the best world standards belong tank of T-90A, BM «Oplot» and AMX-56 «Leklerk». Domestic tank of BM «Oplot» is occupied by a leading place among perspective standards.

Keywords: standard, modernization, estimation, level of technical perfection, tank, тактико-технічні описи.

УДК 621.833

*Пам'яті проф. В.П. Шишова
присвячується*

П.М. ТКАЧ, к.т.н., доц. каф. «ДВЗ і машинознавство» СНУ ім. В. Даля,
Луганськ

ФУНКЦІЯ ПЕРЕДАТНОГО ВІДНОШЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПРЯМОЗУБОЇ ПЕРЕДАЧІ

У статті розглянуто вплив геометрії зубців шестірни і колеса та кута повороту на миттєве значення передатного числа. Отримана функція передатного відношення та такий підхід до її визначення можуть бути застосовані для моделювання реальних зачеплень із відомими параметрами зносу зубців шестірни і колеса.

Ключові слова: циліндричні зубчасті передачі, профілі зубців, передатне відношення, зносостійкість, спрацьовані профілі зубців

Вступ. Актуальність завдання. Циліндричні зубчасті передачі широко поширені в приводах машин. Працездатність останніх у значній мірі визначається працездатністю їхніх приводів. Тому вдосконалення зубчастих приводів є актуальним завданням. Одним з ефективних способів вирішення такого завдання є вдосконалення геометрії зубців коліс, що зачеплюються, і оцінка їх за якісними показниками працездатності, відомими з робіт [1, 2]. Таке завдання нерозривно пов'язане із проблемою багатокритеріальної оптимізації машинобудівних конструкцій [3].

Аналіз літератури. Для різних типів зубчастих передач, що використовуються у технологічному обладнанні і транспортних машинах, поширеним видом відмови є спрацювання активних поверхонь зубців. Наприклад, для відкритих зубчастих передач млинів для розмелювання вугілля [4], приводів гірничих комбайнів [5], тягових передач локомотивів [6]. Внаслідок спрацювання змінюється робочий профіль зубців, що зачеплюються. У результаті з початком спрацювання передача стає наближеною, причому передатне число такої передачі може змінюватися в досить широких межах. Наприклад, для тягової передачі – до 20% [7].

© П.М. Ткач, 2014

Одним із способів підвищення зносостійкості зубчастих передач є синтез гео-