

## TRACKED OR WHEELED CHASSIS

**Piotr Rybak**

*Military University of Technology  
Faculty of Mechanical Engineering  
Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, Poland  
tel.: +48 22 6839531, fax: +48 22 6837370  
e-mail: p.rybak@wme.wat.edu.pl*

### **Abstract**

*One of the basic characteristic that characterize combat vehicles or transportation special vehicles, regardless of type of vehicle, is ability to move along any kind of roads as well as overcome different kind of off road obstacles natural and artificial. These vehicles on their road can encounter rigid pavement, flexible or plastic pavement, that could have high or low road adhesion, wet or dry, covered by fluffy or wet snow, ice, stones, rubble or else other objects. Natural terrain configuration is characterized by different undulating extent, hills, steep slopes, ditches and gorges, water-courses and rivers. Combat vehicles, with tracked or wheeled chassis, while tasks realization any minute now can encounter such environment, they have to overcome it and achieve the destination.*

*Endless consideration and disputes to the point, which of combat vehicles: with tracked chassis or wheeled chassis can better realize the tasks in of road condition, are carrying on for many years and the end is unknown. There are presented various views concerning that issue including military vehicles producers as well as their users. Both sides are right because it is very difficult to choose optimal solution it is chosen compromise solution.*

*In the paper were presented results of analysis of some factors that have essential influence on tracked and wheeled chassis traction characteristics on bearing on using them in future combat vehicles and transportation special vehicles*

**Keywords:** tracked chassis, wheeled chassis, running wheels, tracks, mobility

## PODWOZIE GĄSIENICOWE CZY KOŁOWE

### **Streszczenie**

*Jedną z podstawowych właściwości charakteryzujących pojazdy bojowe lub specjalne transportowe, niezależnie od rodzaju podwozia, jest ich zdolność do poruszania się po dowolnych drogach oraz pokonywania różnego rodzaju przeszkód terenowych naturalnych i sztucznych. Pojazdy te na swojej drodze mogą napotkać nawierzchnie twarde, elastyczne lub plastyczne, które mogą być o dużej lub o małej przyczepności, mokre lub suche, pokryte puszystym śniegiem, lodem lub mokrym śniegiem, pokryte kamieniami, gruzem lub innymi przeszkodami. Naturalne ukształtowanie terenu charakteryzuje się różnym stopniem pofałdowania, wzniesieniami, stromymi skarpami, rowami i jarami, ciekami wodnymi i rzekami. Pojazdy bojowe, z podwoziem gąsienicowym lub kołowym, podczas realizacji zadania w każdej chwili mogą trafić na takie środowisko, muszą je w szybkim tempie pokonać i osiągnąć cel.*

*Rozważania i spory na temat, które z pojazdów bojowych: czy z podwoziem gąsienicowym czy też z kołowym lepiej mogą poradzić sobie z realizacją zadań w terenie, toczą się od wielu lat a ich końca nie widać. Prezentowane są różne poglądy na ten problem w tym przez producentów pojazdów wojskowych jak i ich użytkowników. Racje są po jednej i po drugiej stronie i ponieważ trudno jest wybrać rozwiązanie optymalne, wybiera się rozwiązania kompromisowe.*

*W pracy przedstawiono rezultaty analizy niektórych czynników mających istotny wpływ na właściwości trakcyjne podwozi gąsienicowych i kołowych w aspekcie zastosowania ich do przyszłych pojazdów bojowych i specjalnych transportowych.*

**Słowa kluczowe:** podwozie gąsienicowe, podwozie kołowe, koła jezdne, gąsienice, ruchliwość

## 1. Wprowadzenie

Wśród specjalistów wojskowych od szeregu lat toczy się dyskusja i poszukiwanie odpowiedzi na pytanie: jaki układ jezdny, gąsienicowy czy też kołowy, powinny posiadać pojazdy bojowe i transportowe współczesnych wojsk lądowych. Problem ten nasilił się w rezultacie zmiany doktryny obronnej oraz zadań, jakie aktualnie wojska mają do wykonania. Są to zadania wynikające z przewidywanych działań na współczesnym polu walki jak i zadania do realizacji w ramach misji pokojowych i stabilizacyjnych.



*Rys. 1. Sylwetka pojazdu kołowego i gąsienicowego z podobnym nadwoziem*  
*Fig. 1. Profile of the wheeled and tracked vehicle with similar chassis*

Analizowane są zalety i wady pojazdów gąsienicowych i kołowych, dostępność nowych technik i technologii oraz ważne w wyborze – koszty i możliwości przemysłu. Istotnym czynnikiem, który nie może być pominięty przy tej analizie jest teren przyszłej eksploatacji pojazdów. Współczesność charakteryzuje się tym, że w wielu miejscach na ziemi toczą się wojny lub konflikty lokalne. Wnioski wynikające z ich analizy mogą pomóc w sporze i ułatwić wybór podwozia dla środków walki wojsk lądowych. Mogą to być wskazania bardziej lub mniej racjonalne, a o wyborze podwozia zadecyduje użytkownik. W pracy podjęto próbę porównania i oceny podwozi gąsienicowych oraz kołowych w aspekcie zastosowania do w/w pojazdów. Do analizy przyjęto aktualnie używane pojazdy bojowe, jako reprezentatywne dla danej grupy, których sylwetki przedstawiono na rys.2.

Pojazdy wojskowe, jako środki walki charakteryzowane są głównymi cechami bojowymi, którymi dla tej klasy pojazdów są:

- siła ognia,
- ruchliwość,
- opancerzenie.

Siła ognia jest to ogół czynników składających się na ilość, jakość i efektywność uzbrojenia podstawowego – armaty lub karabinu maszynowego, amunicji oraz współpracujących z nimi systemów kierowania ogniem i układów stabilizacji uzbrojenia.

Ochrona pancerna jest to konstrukcja kadłuba i wieży oraz układów zapewniających bezpieczeństwo załodze i wyposażeniu wewnętrznemu czołgu przed czynnikami porażającymi broni przeciwnika.

Ruchliwość pojazdu bojowego zależy między innymi od rodzaju podwozia. Określa ona zrywność i manewrowość pojazdu, jego dynamikę oraz zdolność pokonywania terenu (przeszkód naturalnych i sztucznych), poruszania się w warunkach. Własność ta odgrywa coraz większą rolę w przeżyciu na polu walki, jest istotnym elementem obrony czynnej. O ruchliwości pojazdu bojowego decydują głównie takie parametry i cechy jak: masa bojowa, silnik napędowy i jego

charakterystyki, typ i rodzaj układu napędowego; jakość zawieszenia i typ układu jezdny; średni nacisk jednostkowy, wymiary geometryczne i inne.



*BWP-1*



*CV-90*



*BMP-3*



*Bradley M2*



*Marder*



*Warrior*



*Rosomak*



*Pandur*



*Piranha*



*BTR-90*

*Rys. 2. Pojazdy gąsienicowe i kołowe wybrane do analizy*  
*Fig. 2. Wheeled and tracked vehicles selected for analysis*

## 2. Analiza porównawcza podwozi pojazdów w aspekcie ich ruchliwości

Ruchliwość pojazdu bojowego w ogólnym wypadku określana jest głównie przez następujące czynniki:

- wykorzystanie w pełni właściwości mechanicznych podłoża,
- zdolność osiągania maksymalnych i średnich prędkości jazdy w różnych warunkach drogowych, **tj. wartość tej prędkości i czas jej osiągnięcia (zarówno do przodu jak i do tyłu), szczególnie po bezdrożach,**
- jazda i manewrowanie w ograniczonym terenie (jazda w mieście, duktami leśnymi, w terenie górzystym),
- zdolność pokonywania różnorodnych przeszkód terenowych, naturalnych i sztucznych, w tym także pokonywanie przeszkód wodnych (po dnie lub wpływ),
- przystosowanie do transportu na duże odległości (różnymi środkami transportu)
- zasięg jazdy na jednej jednostce napełnienia,
- zdolność pokonywania terenu skażonego,
- możliwość autonomicznego działania pojazdu jako systemu.

Ruchliwość pojazdu bojowego ma również istotne znaczenie jako element obrony czynnej ludzi i wyposażenia przed środkami porażającymi.

Do porównania podwozi pojazdów z układem jezdym gąsienicowym i kołowym, które w zasadniczy sposób wpływają na ich ruchliwość przyjęto parametry i czynniki, z których niektóre przedstawiono poniżej.

### a) Opór toczenia, przyczepność do gruntu, naciski jednostkowe na grunt

Pojazd z gąsienicowym układem jezdym charakteryzuje się tym, że w każdych warunkach ruchu rozkłada przed sobą (kołami jezdymi) drogę, którą są dwie taśmy gąsienic. Droga ta, po przejechaniu, jest przez pojazd zabierana i ponownie przed nim układana. Proces ten jest realizowany w sposób ciągły i wymaga odpowiedniego nakładu energii. Stąd też i sprawność mechanizmu gąsienicowego jest mniejsza od układu kołowego, szczególnie przy dużych prędkościach.

Opory toczenia oraz opory skrętu podczas jazdy po niektórych podłożach np. twardych lub utwardzonych (tabela 1), dla pojazdów gąsienicowych są większe, dla nich też wymagany jest zespół napędowy o większej mocy niż dla pojazdów kołowych.

Tab. 1. Wartości współczynników oporu gruntu dla pojazdu gąsienicowego i kołowego [1], [2]  
Tab. 1. Rolling resistance coefficients for tracked and wheeled vehicle

Typ podłoża	Współczynnik oporu gruntu	
	Pojazd gąsienicowy	Pojazd kołowy
Asfalt	0.03 – 0.06	0.01
Droga brukowana	0.06	0.035
Droga polna	0.07	0.05 – 0.14
Grunt twardy	0.07	0.06 – 0.11
Grunt trawiasty	0.08	0.06 – 0.11
Śnieg	0.05	0.04 – 0.15

Przesłanką do otrzymania optymalnych wartości sił napędowych (siły uciągu) dla dowolnego podłoża jest wystarczająca przyczepność elementów układu jezdny do gruntu. Przyczepność gąsienic uzyskuje się odpowiednio kształtując powierzchnie współpracy ogniw z podłożem. Dla pojazdów kołowych poprzez odpowiedni dobór rzeźby bieżnika opony oraz w niektórych

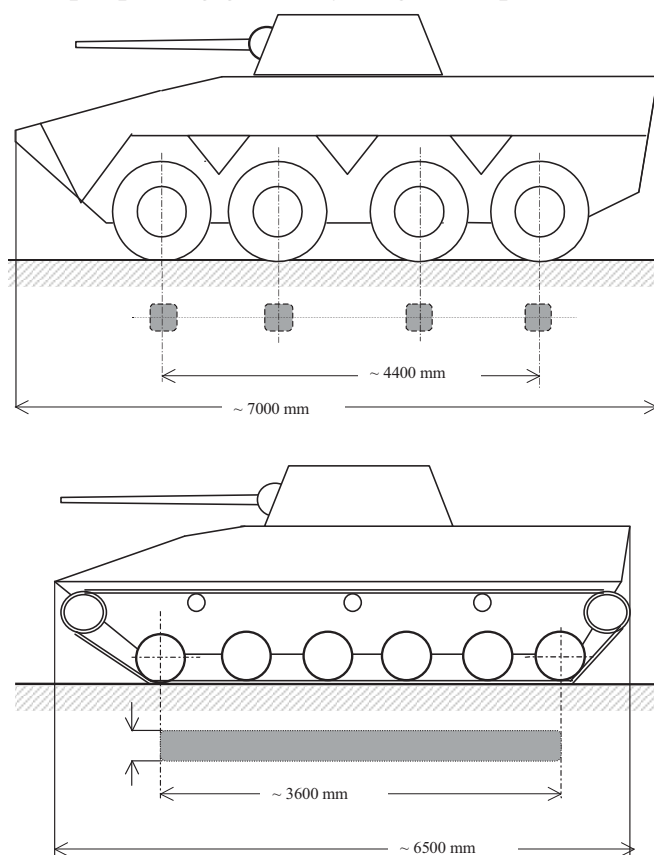
przypadkach możliwość zmiany ciśnienia w ogumieniu. W tabeli 2 zestawiono wartości współczynników przyczepności dla pojazdów z gąsienicowym oraz kołowym układem jezdny.

Tab. 2. Wartości współczynników przyczepności dla pojazdu gąsienicowego i kołowego [1], [2]

Tab. 2. Tractive (road) adhesion for tracked and wheeled vehicle

Typ podłoża	Współczynnik przyczepności	
	Pojazd gąsienicowy	Pojazd kołowy
Asfalt	0.75 – 0.8	0.7 – 0.8
Droga brukowana	0.75 – 0.8	0.4 – 0.55
Droga polna	0.8 – 1.0	0.4 – 0.6
Grunt trawiasty (w zależności od wilgotności)	0.7 – 1.04	–
Śnieg ubity	0.8	0.15 – 0.30

Analizując wartości średnich nacisków jednostkowych należy stwierdzić, że w tym względzie pojazd gąsienicowy posiada nadzwyczajne właściwości: masa pojazdu rozkładana jest na bardzo dużą powierzchnię w stosunku do pojazdów kołowych – rys.3, co prowadzi do uzyskania niewielkich wartości nacisków na grunt 50 – 90 kPa – tabela 3. Następstwem tego jest możliwość przejazdu przez grunty o niewielkiej wytrzymałości. Gąsienica oprócz przyczepności wynikającej z przylegania do podłoża, dzięki specjalnym zaczepom posiada dodatkowy efekt zazębiania się i współpracy z podłożem. Długość zazębiania się jest w porównaniu do współpracującego z drogą ogumienia koła pojazdu kołowego znacznie większa, dzięki czemu tylko przy nadzwyczaj miękkim podłożu może nastąpić poślizg gąsienicy względem podłoża.



Rys. 3. Powierzchnia współpracy układu jezdny z gruntem pojazdu gąsienicowego i kołowego  
Fig. 3. Surface of contact for power transmission system for tracked and wheeled vehicle

W porównaniu z pojazdami kołowymi w pojeździe gaśnicowym o tej samej masie taki poślizg występuje znacznie później. Ponadto w pojeździe z gaśnicowym układem jezdny nie występuje zjawisko aquaplaningu.

Tab. 3. Wybrane parametry współczesnych pojazdów bojowych  
Tab. 3. Technical parameters of some contemporary combat vehicles

Lp.	Marka pojazdu	Masa bojowa [t]	Rodzaj układu jezdny	Długość styku z podłożem [m]	Prześwit [mm]	Średni nacisk jednostkowy [kPa]
1.	Piranha III	18	kołowy 8x8	8 kół o rozmiarze 12 (do 14) R20	570	ok. 170-280
2.	Pandur	20	kołowy 8x8		454	
3.	BTR 80/90	15	kołowy 8x8		475/510	
4.	Patria	22	kołowy 8x8		430	
5.	Bradley M2	22	gaśnicowy	ok. 3200- 3700		73
6.	CV 90	22.8	gaśnicowy			58,6
7.	Warrior	28	gaśnicowy		490	65
8.	BWP – 3	18.7	gaśnicowy		450	60
9.	BWP – 1	13	gaśnicowy		370	60

W bojowych pojazdach kołowych nakłady na budowę skrzyni biegów, rozdzielczych, mostów i wałów napędowych do napędu wszystkich kół oraz nakłady na układy kierownicze są większe niż w pojazdach gaśnicowych, w których układ napędowy za wyjątkiem przekładni bocznych umieszczony jest w jednym bloku wraz z silnikiem. Pojazdy gaśnicowe wymagają przy tym samym zasięgu co pojazdy kołowe zbiorników paliwa o większej objętości.

#### b) Prędkość jazdy

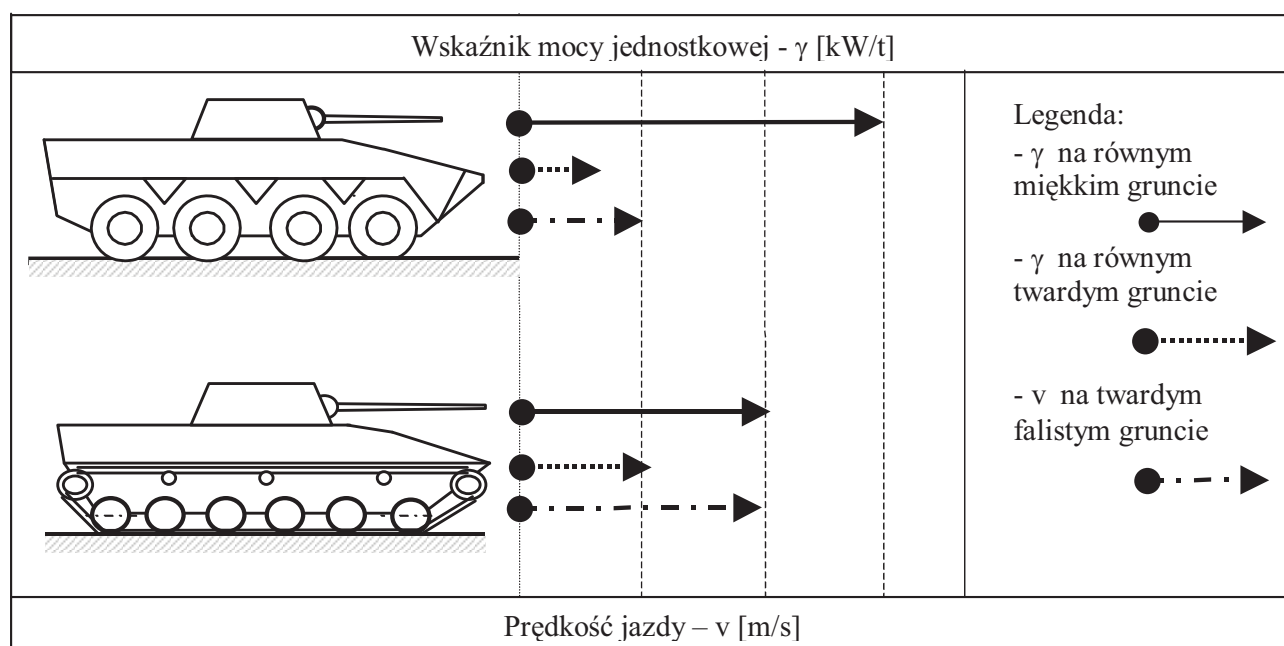
W tabeli 4 zestawiono niektóre parametry pojazdów informujące o dynamice ruchu w różnych warunkach terenowych.

Tab. 4. Wybrane parametry współczesnych pojazdów bojowych  
Tab. 4. Technical parameters of some contemporary combat vehicles

Lp.	Marka pojazdu	Prędkość maksymalna [km/h]	Wskaźnik mocy jednostkowej [kW/t]	Rowy [m]	Wysokość ścianki pionowej [m]	Stok o nachyleniu [%]	Zasięg [km]
1.	Piranha III	100	11.4	2	0.6	60	500
2.	Pandur	110	15.6	2	0.5	60	700
3.	BTR 80/90	100	14	2	0.5	60	800
4.	Patria	100	min.16.5	2	0.7	60	600
5.	Bradley M2	66	16.3	2.54	0.9	60	483
6.	CV 90	70	17.1	2.4	1.0	60	600
7.	Warrior	75	16.9	2.5	0.75	60	660
8.	BWP – 3	70	19.6	2.5	0.8	72	600
9.	BWP – 1	65	17	2.5	0.7	70	550

Pojazdowi kołowemu przypisuje się wyższą ruchliwość operacyjną, ponieważ może być szybciej przetransportowany na duże odległości – transportem kolejowym, lotniczym, który przy pojazdach gaśnicowych nie jest potrzebny. Również na określonym twardym gruncie pojazd kołowy może osiągać stałą wyższą prędkość, natomiast na grząskim (miękkim) podłożu pojazd gaśnicowy ma lepsze osiągi, mówi się nawet o wyższej taktycznej ruchliwości pojazdu

gąsienicowego. Jednakże w działaniach bojowych istotna jest średnia prędkość w terenie, po drogach gruntowych oraz bezdrożach i tu przewagę mają pojazdy gąsienicowe. Na rys. 4 przedstawiono zapotrzebowanie mocy dla pojazdów kołowych i gąsienicowych do osiągnięcia prędkości 32 km/h.



Rys. 4. Zapotrzebowanie mocy do jazdy w terenie z zadaną prędkością  $v$   
 Fig. 4. Power demand for off road driving with settled speed  $v$

### c) Wymiary

Wymiary zewnętrzne nowoczesnych pojazdów kołowych i gąsienicowych mogą być w zasadzie podobne – tabela 5, przy czym pojazd gąsienicowy mógłby mieć mniejszą wysokość oraz długość, którą dla pojazdu kołowego określa niezbędna liczba osi. Szerokość gąsienicy (rys. 5 oraz 6) i opon mogłaby być taka sama. Jeśli jednak koła wszystkich osi są kierowane wówczas z uwagi na obrót kół, wnęki na nie muszą być szersze, przy ustalonej szerokości powierzchni użytkowej pojazd kołowy musiałby być nieco szerszy od gąsienicowego.

Tab. 5. Zestawienie podstawowych wymiarów pojazdów bojowych  
 Tab. 5. Main dimension of some combat vehicles

Lp.	Marka pojazdu	Wysokość pojazdu [m]	Długość [mm]	Szerokość pojazdu [mm]	Minimalny promień skrętu [m]
1.	Piranha III	2200	7580	2660	7.5
2.	Pandur	2060	7543	2679	8.75
3.	BTR 80/90	2.06	6573	2350	9
4.	Patria	2300	7300	2900	9.8
5.	Bradley M2	3380	6550	3610	0.5 B <sup>2)</sup>
6.	CV 90	2570	6500	3100	0.5 B
7.	Warrior	2735	6340	3034	0.5 B
8.	BWP – 3	2450	6700/7200 <sup>1)</sup>	3150	0.5 B
9.	BWP – 1	1950	6740	2940	B

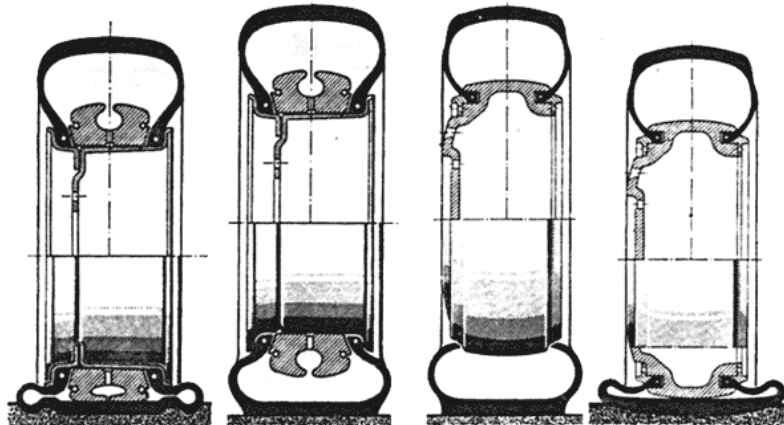
<sup>1)</sup> z armatą do przodu

<sup>2)</sup> B – szerokość rozstawu gąsienic

W odniesieniu do wysokości to pojazdy kołowe i gąsienicowe mogą się różnić m. in. w zależności od rodzaju zawieszenia (np. czy będzie to oś sztywna czy też niezależne zawieszenie kół), średnicy kół, ich liczby, wysokości obwodu gąsienicowego, prześwitu itp.



Rys.5. Ogniwo gąsienicy wozu bojowego firmy Diehl  
Fig. 5. Combat vehicle track produced by Diehl



Rys. 6. Koła stosowane w pojazdach bojowych [3]  
Fig. 6. Combat vehicles wheels

#### d) Odporność na czynniki zewnętrzne

W lepszej sytuacji są pojazdy gąsienicowe, ponieważ ciężkie komponenty układu jezdnego, jak również zawieszane dodatkowo ogniwa gąsienic, przyczyniają się do ochrony boków pojazdu. W pojazdach kołowych z powodu zapewnienia skrętu kół uzyskanie ochrony jest kłopotliwe.

Oddziaływanie wybuchu miny lub bezpośrednie trafienie pociskiem powoduje często unieruchomienie pojazdu kołowego. Koła są tu zwykle połączone osią i uszkodzenie jednego z nich utrudnia jazdę. W przypadku uszkodzenia kół kierowanych jazda jest w zasadzie niemożliwa. W pojeździe gąsienicowym uszkodzenie jednego czy nawet dwóch kół jezdnych u jednego boku umożliwia dalszą jazdę.

Podczas jazdy w trudnym terenie z przeszkodami naturalnymi i sztucznymi, generującymi duże obciążenia dynamiczne układu jezdnego, lepiej sprawuje się pojazd gąsienicowy. Jest on mniej wrażliwy na uszkodzenia dzięki wykorzystaniu właściwości wygładzania przez gąsienice napotykanymi nierównościami o dowolnych kształtach. Na takie uszkodzenia szczególnie podatne są pojazdy kołowe o sztywnych osiach, w mniejszym stopniu pojazdy wyposażone w indywidualne zawieszenie kół.

Pojazd gąsienicowy odznacza się większą hałaśliwością od pojazdu kołowego, co może mieć znaczenie podczas realizacji np. zadań o charakterze rozpoznawczym.



Tab. 6. Zestawienie niektórych parametrów ochrony współczesnych pojazdów bojowych  
 Tab. 6. Some protection parameters of contemporary combat vehicles

Lp.	Marka pojazdu	Typ pancerza	Odporność pancerza na przebicie pociskiem o kalibrze [mm]	Objętość wnętrza [m <sup>3</sup> ]	Pływanie tak/nie
1.	Piranha III	stal o wysokiej twardości + dodatkowy pancerz	strzeleckie AP	11.8	nie
2.	Pandur	stal o wysokiej twardości + dodatkowy pancerz	do 14.5	12	tak
3.	BTR 80/90	stalowy	na pociski broni strzeleckiej		tak
4.	Patria	-	-	11	tak
5.	Bradley M2	stop lekki + dodatkowy pancerz	30	23	nie
6.	CV 90	stal o wysokiej twardości + dodatkowy pancerz	-	16	nie
7.	Warrior	stal o wysokiej twardości + dodatkowy pancerz	14.5		nie
8.	BWP – 3	stal + stop lekki +dodatkowy pancerz	20 – 30	21	tak
9.	BWP – 1	stal + stop lekki	-	18	tak

#### e) Manewrowość

Zwrotność pojazdów kołowych przy większych prędkościach jest lepsza od gąsienicowych, lepsza jest również sterowność na drogach utwardzonych. Pojazdy kołowe charakteryzują się wysoką statecznością ruchu, jednakże pojazdy gąsienicowe wyposażone w hydrostatycznie – hydrokinetyczne mechanizmy kierowania (skrętu) w niczym im nie ustępują, zarówno gdy chodzi o precyzję kierowania, w tym podczas jazd z dużymi prędkościami jak i podczas realizacji tzw. ruchu wężykowego. Umożliwiają one realizację skrętu z promieniem  $R$  mniejszym od rozstawu gąsienic  $B$ , tzn.  $0.5B \leq R \leq B$ , realizują skręt w miejscu. Pojazdy gąsienicowe są również sprawniejsze i bardziej precyzyjne podczas jazdy do tyłu. Pojazdy kołowe natomiast nie mają takiej możliwości (z wyjątkiem tych, które posiadają możliwość przyhamowania kół jednej strony).

#### f) Przejezdność terenowa

Przejezdność terenu przez dany pojazd zależy przede wszystkim od średniego jednostkowego nacisku na powierzchnię podłoża. W pojazdach gąsienicowych waha się on pomiędzy 50-100 kPa. Pojazdy kołowe mogą zbliżyć się do górnej wartości ści tylko przy znacznym zmniejszeniu powietrza w ogumieniu, a jest to istotne przy pokonywaniu miękkiego podłoża. Ogólnie uważa się, że naciski na podłoże są dobre dla pojazdu kołowego, gdy wahają się w granicach 150-200kPa (mierzone na powierzchni betonowej).

Równomierny rozkład masy w pojazdach gąsienicowych daje pewne korzyści przy pokonywaniu rowów. Możliwość pokonywania wzniesień w pojazdach kołowych i gąsienicowych powinna być podobna. Pojazdy gąsienicowe mają większą zdolność pokonywania ścianki pionowej dzięki wyżej umieszczonym kołom kierunkowym lub kołom napędzającym gąsienice. Ekstremalne warunki terenowe lub występujące przeszkody powodują w pojazdach kołowych większe obniżenie osi szczególnie przedniej w czasie pokonywania przeszkód przy dużej prędkości lub środkowej osi przy nierównościach terenowych, kiedy cała masa pojazdu praktycznie spoczywa na jednej osi. Ważne znaczenie przy analizie pokonywania pojedynczych przeszkód terenowych mają właściwości wygładzające pojedynczych nierówności przez gąsienice.

W odniesieniu do pływania – tabela 6, to pojazdy kołowe mogą mieć przewagę, ponieważ opony zwiększają wyporność, a przestrzeń między oponami można wykorzystać częściowo do

zabudowy zbiorników również zwiększających wyporność. Jednakże pojazd kołowy musi mieć pędnik wodny śrubowy stanowiący dodatkowy układ, w pojazdach gąsienicowych do pływania można wykorzystać pędnik gąsienicowy.

### 3. Podsumowanie

Pojazd gąsienicowy jest, z punktu widzenia konstrukcyjnego, najlepszym dotychczas rozwiązaniem do działań w warunkach terenowych:

- do taktycznych zadań bojowych, gdzie dochodzą różne wpływy otoczenia, ciężki teren, nim osiągnie się określony cel wojskowy, jest on najwszechstronniejszym narzędziem do ich realizacji;
- obok jego właściwości nie do pokonania na skutek niskiego nacisku na grunt 50-100 kPa, pojazd gąsienicowy może także pokonywać rowy o znacznej szerokości, wspinać się na przeszkody i wjeżdżać na krytyczne wzniesienia (na wprost lub skośnie);
- jego układ jezdny jest odporny na ostrzał z broni małokalibrowej i rażenie odłamkami;
- układ jezdny zajmuje niewiele miejsca, co daje zwartą i niską sylwetkę;
- pojazdy gąsienicowe mają dobre właściwości stabilizacyjne, dzięki czemu można prowadzić celny ogień z broni wielkokalibrowej;
- pojazd może manewrować na minimalnej powierzchni, aż do skrętu wokół osi pionowej;

Pojazd gąsienicowy ma również swoje wady, najważniejsze z nich są następujące:

- w porównaniu z pojazdami kołowymi mają niższą sprawność przenoszenia energii od silnika do kół napędowych (głównie przez sprawność mechanizmu gąsienicowego);
- koszty wytwarzania pojazdu gąsienicowego mogą być większe;
- koszty eksploatacji w porównaniu z pojazdami kołowymi również wypadają niekorzystnie.

Tym wadom przeciwstawiają się zalety pojazdów gąsienicowych podkreślające pewną wyłączość, bo zastosowanie tych pojazdów poniżej masy 20-30t prawdopodobnie mogłoby być niecelowe. Jest to masa odpowiednia dla pojazdów kołowych, a raczej górna granica ich stosowalności. Pojazd kołowy o masie i właściwościach zbliżonych do współczesnego bojowego wozu piechoty (o masie ok. 24-40t) lub czołgu (o masie ok. 55-65t) jest trudny do wyobrażenia.

### Literatura

- [1] Burdziński, Z., *Teoria ruchu pojazdu gąsienicowego*, WKiŁ, Warszawa, 1972.
- [2] Prochowski, L., *Teoria ruchu i dynamika pojazdów mechanicznych*, WAT Warszawa, 1995.
- [3] Drosen, E., *Glesskeltenfahrzeuge für den Einsatz auf dem Gefechtsfeld, Trotz höherer Nutzungskosten unverzichtbar*, Soldat und Technik nr 2 1985.
- [4] [http: www bvtv.narod.ru](http://www.bvtv.narod.ru).
- [5] [http: www.army-technology.com](http://www.army-technology.com).