

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

TANKOVÉ SPALOVACÍ MOTORY OD HISTORIE AŽ PO SOUČASNOST

TANK COMBUSTION ENGINE FROM HISTORY TO PRESENT

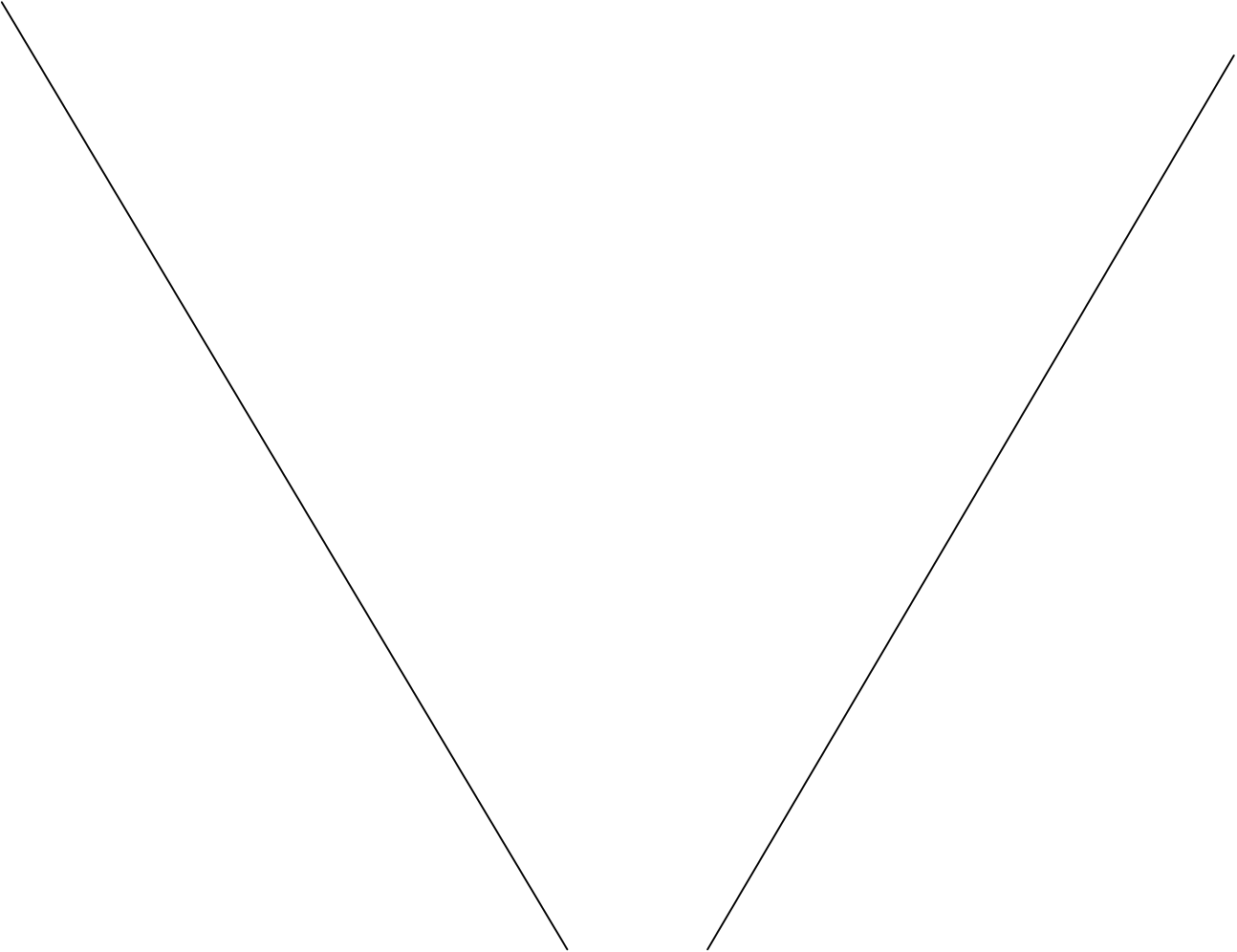
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

DAVID ARNOŠT

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR
BRNO 2009

Ing. RADIM DUNDÁLEK, Ph.D.



**ZDE PŘIJDE ZADÁNÍ
BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PRVNÍ LIST SAMOSTATNĚ, PAK
VLOŽIT ZADÁNÍ A DÁLE
OBOUSTRANÝ TISK AŽ DO KONCE)**



ABSTRAKT

Tato práce uvádí přehled použitých motorů v nejznámějších tancích od začátku jejich výroby až po současnost. V první části se zabývám druhy používaných pohonných jednotek, jejich rozdílů a specifik oproti běžnému motoru. Následuje popis vývoje a výroby tankových motorů v jednotlivých státech. V poslední části jsem se zaměřil na popis tanku T-72, který je ve výzbroji AČR.

KLÍČOVÁ SLOVA

Tank, motor, pohon, hmotnost, vývoj a konstrukce

ABSTRACT

This work shows summary of engines used in the best known tanks since the beginning of their producing until today. The first part deals with sorts of fuels which are used, their differences and specifics in comparison with current engine. After it, my work occupies by description of development and producing of tank engines in single states. In the last part there is description of the tank T-72 which is in the equipment of AČR.

KEY WORDS

Tank, engine, gear, weight, development and design

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením vedoucího bakalářské práce pana Ing. Radima Dundálka, Ph.D. a s použitím uvedené literatury.

vlastnoruční podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Radimu Dundálkovi, Ph.D. za odborné vedení této bakalářské práce. Dále chci poděkovat svým rodičům za podporu při studiu na vysoké škole.

OBSAH

OBSAH	8
ÚVOD	9
1 Tank	10
1.1 Definice tanku	10
1.2 Historie tanku	10
2 Používané druhy motorů	11
2.1 Spalovací motory	11
2.1.1 Zážehový spalovací motor	12
2.1.2 Vznětový spalovací motor	13
2.2 Plynová turbína	13
2.3 Vlastnosti tankových motorů	13
2.4 Zážehový versus vznětový motor	14
3 Tankové motory 1. světové války	15
3.1 Britské tanky a motory	15
3.2 Francouzské tanky a motory	17
3.3 Německé tanky a motory	17
3.4 Porovnání technických dat	18
4 Meziválečná léta 1918 – 1939	20
4.1 Britské tanky	20
4.2 Francouzské tanky	22
4.3 Americké tanky	23
4.4 Německé tanky	24
4.5 Československé tanky	27
4.6 Sovětské tanky	28
5 Vznětový motor V-2	30
6 Tankové motory 2. světové války	32
6.1 Spojenecké tankové motory	32
6.2 Německé tankové motory	33
7 Poválečný a současný vývoj	35
8 Tank T-72 a jeho verze	39
8.1 Verze T-72	39
8.2 Verze T-72 M4 CZ	40
ZÁVĚR	44
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	45

ÚVOD

Tanky od svého vzniku prodělaly mnoho změn konstrukčního i taktického charakteru. Zpočátku se jednalo o obrovitá a jen málo pohyblivá monstra, která vyvolávala u nepřátelských jednotek hlavně paniku. S příchodem prvních výkonnějších motorů se situace začala zlepšovat. Vznikala maximální rychlost, dojezd a pohyblivost v obtížném terénu. Tanky se přestávaly používat pouze k přímé podpoře pěchoty a častěji se nasazovaly k samostatným operacím. V důsledku válečného zbrojení vznikaly tankové motory spojením několika nákladních a úpravou leteckých motorů. Největšího rozmachu dosáhly v období 2. světové války. Mezi přední výrobce patřilo Německo a SSSR. A právě v SSSR vznikl legendární vznětový motor V-2. Jednalo se o první velkosériově vyráběný vznětový motor, který si získal velkou oblibu již v době svého nasazení. V poválečné době se začaly používat výhradně vznětové motory nebo plynové turbíny, které nabízejí vysoké výkony, avšak za cenu velkého množství spotřebovaného paliva. V 80. letech byl v Rusku vyroben model T-72, který je zařazen ve výzbroji AČR.

1 Tank

1.1 Definice tanku

Tank je bojové vozidlo pohybující se na housenkových pásech. Hlavním úkolem tanku je likvidace nepřátelských pozemních sil přímou palbou, k čemuž využívá hlavní výzbroj – kanón. Tanky se vyznačují vysokou úrovní palebné síly, pancéřové ochrany, mobility a průchodem těžkým terénem.

1.2 Historie tanku

Poprvé byly tanky nasazeny za 1. světové války. Byla to reakce na způsob vedení války. Během 1. světové války uvízly válčící armády v zákopových bojích, aniž by se mohly pohnout dál. Každý pokus o útok znamenal obrovské ztráty způsobené moderními zbraněmi – kulomety a dělostřelectvem. V tento okamžik se dostal na bojiště tank, který díky svému pancéři a výzbroji dokázal prorazit nepřátelské obranné linie.

Kvůli velkému utajení před německou zpravodajskou službou, dostala výroba krycí jméno „Tank“ (anglicky nádrž). Úspěch nového bojového prostředku byl však tak veliký, že toto označení vozidlům již zůstalo. Britské ministerstvo války vydalo v srpnu 1915 směrnice, které ustavovaly požadavky pro tank. Musel překonat zákopy široké 5 stop (1,5 m) a zákop s předprsní přes 4 stopy (1,2 m). Předprseň (*obr. 1.1*) je pozvolna klesající část zemního valu, která tvořila kryt pro dělostřelectvo nebo pěchotní střelecké postavení.



obr. 1.1 – Předprseň [1]

2 Používané druhy motorů

Základní rozdělení motorů používaných v tanku:

- spalovací motory
- plynové turbíny

2.1 Spalovací motory

Spalovací motor je mechanický tepelný stroj, který vnitřním nebo vnějším spalováním paliva přeměňuje jeho chemickou energii na energii tepelnou a s použitím vhodného plynného média ji převádí na mechanickou práci.

Podle spalování paliva rozdělujeme motory na:

- motory s vnějším spalováním

Spalování paliva probíhá mimo pracovní prostor motoru. Patří sem např. pístový parní stroj a Stirlingův motor.

- motory s vnitřním spalováním

Spalování paliva probíhá v pracovním prostoru motoru. Mechanická energie se vytváří na principu periodicky se opakujících pracovních cyklech.

Podle působení spalín se dělí na:

- pístové
- lopatkové (plynové turbíny)
- tryskové (smíšené)

Nejvíce používané jsou pístové spalovací motory. Výhodou je nízká hmotnost při daném výkonu, dobrá účinnost a okamžitý provoz. Nevýhody spočívají ve velké hlučnosti a škodlivin ve výfukových plynech.

Podle principu činnosti se dělí na:

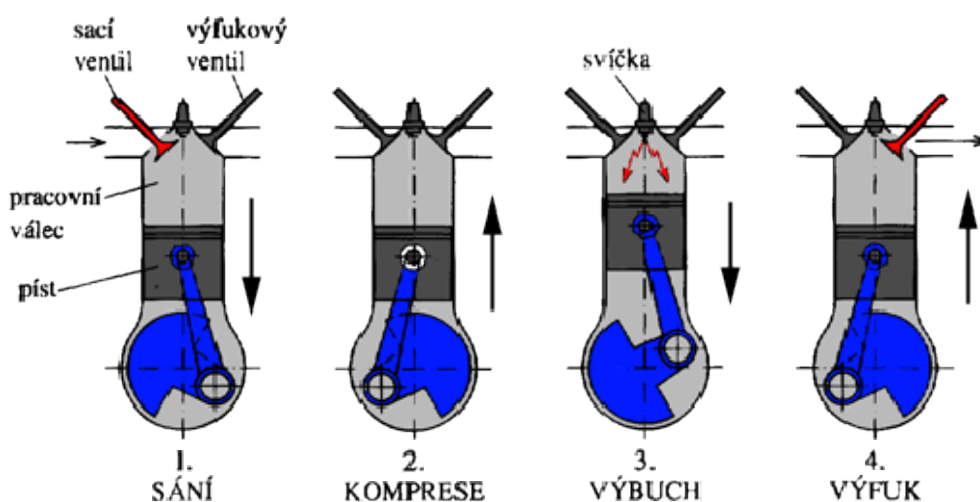
- zážehové
- vznětové
- čtyřdobé
- dvoudobé

2.1.1 Zážehový spalovací motor

U zážehového, neboli Ottového motoru (pojmenovaný po svém vynálezci Nikolasovi Augustovi Ottovi) je stlačená směs paliva a vzduchu zapálena (zažehnuta) přeskokem elektrické jiskry, obvykle od zapalovací svíčky. Směs se tvoří buď mimo válce v karburátorech nebo vstřikováním paliva (jednobodové nebo vícebodové vstřikování paliva). V případě přímého vstřikování vzniká směs uvnitř válce. Důležitá vlastnost pro správný chod zážehových spalovacích motorů je odolnost paliva proti samovznícení, kterou udává oktanové číslo. Účinnost se udává okolo 30-35%.

Nejčastěji se používá čtyřdobý zážehový spalovací motor. Pracovní cyklus čtyřdobého motoru se uskuteční na dvě otáčky klikového hřídele a skládá se ze čtyř na sebe navazujících fází (*obr. 2.1*):

- sání
- komprese
- expanze
- výfuk



obr. 2.1 – Fáze čtyřdobého zážehového motoru [2]

2.1.2 Vznětový spalovací motor

Vznětový neboli Dieselový motor (pojmenovaný po svém vynálezci Rudolfovi Dieselovi) je založen na stlačeném vzduchu a vstříknutím paliva pod vysokým tlakem do válce. Směs se tvoří přímo ve válci a k jejímu zapálení dochází samovolně působením vysoké teploty (samovznícení). Výhodou oproti zážehovému motoru je lepší spalování paliva a od toho se odvíjející lepší účinnost (okolo 35–40%) a použití méně kvalitního paliva (nafty). Nevýhodou je nutnost použití masivní konstrukce, kvůli velkým tlakům ve válci.

2.2 Plynová turbína

Některé nejmodernější tanky současnosti používají pro svůj pohon plynovou turbínu. Plynová turbína je spalovací tepelný motor, jehož pracovní látkou je plyn, který vzniká hořením paliva uvnitř motoru. Mezi výhody patří vysoký výkon, jednoduchost motoru, tichý chod, kompaktnost, vysoká provozní spolehlivost, malé rozměry a nízká hmotnost vzhledem k výkonu. Značnou nevýhodou je vysoká spotřeba paliva. Je to dáno tím, že turbína odebírá stejné množství paliva jak při maximálním záběru, tak v klidu.

2.3 Vlastnosti tankových motorů

Na tankové motory je kladeno mnoho požadavků, které si často odporují. Jedná se např. o výkon motoru, rychlost, akcelerace, akční rádius, spolehlivost, snadná údržba, malé rozměry, nízká hmotnost a nízká spotřeba paliva. S výkonnějším motorem roste rychlost, akční rádius, ale zvětšují se rozměry motoru a komplikuje se údržba. S větší hmotností zase stoupá spotřeba paliva. Důraz je kladen také na chlazení motoru, jenž je ukryt v korbě vozidla a chladicímu vzduchu je kladen odpor ochrannými mřížemi. Všechny tyto specifické požadavky začali brát konstruktéři před 2. světovou válkou v potaz při vývoji nových motorů.

Konstruktéři se museli vyrovnat i s problémy ekonomickými. Zajisté by šlo vyvinout téměř dokonalý tankový motor, jenže asi by byl dražší než zbytek tanku. Z hlediska speciálního využití motoru a výroby několika tisíc kusů by nešlo z ekonomického hlediska o dobrou investici. Proto se do tanků montovali upravené letecké nebo vozidlové motory.

V současnosti se pro pohon tanků používají výhradně vznětové motory nebo plynové turbíny. Za 2. světové války to bylo ovšem úplně jinak. Nejvíce používané byly zážehové motory. Vznětové motory se přejímaly z letadel a upravovaly pro specifika tanků. Odlišné bylo např. uložení motoru, přídavný větrák k chlazení nebo upravení pro spalování automobilového benzínu (má nižší oktanové číslo než letecké palivo). Zhruba od 30 let

probíhal vývoj vznětových motorů, ale do začátku války nebyla konstrukce a výkony natolik propracované aby se mohli rovnat s motory zážehovými. Výjimkou byl sovětský vznětový motor V-2, o něm ale později.

2.4 Zážehový versus vznětový motor

Zážehový motor byl celkem komplikovaný kvůli zapalovacímu ústrojí, ale byl levnější a díky automobilům rozšířenější. Proto byl velmi využíván a vznikaly i takové motory jako byl Chrysler A57 Multibank (*obr. 2.2*), jenž využíval několik sériově vyráběných dílů pro osobní automobily. Byl vyroben spojením pěti šestiválců, čímž vznikl pětiřadový třicetiválec!



obr. 2.2 - motor Chrysler A57 Multibank [3]

Ve vznětovém motoru panují větší tlaky, které přispívají k robustnější konstrukci a větší hmotnosti. Hmotnost se dala zmenšit použitím lehkým kovů např. u hlavy válce nebo olejové vany. Nejčastěji se používala slitina hliník-měď, v menší míře hliník-křemík.

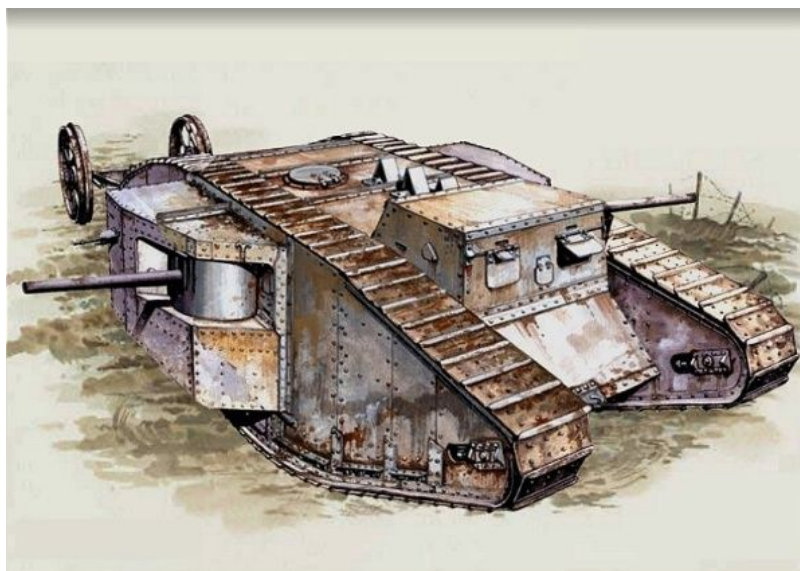
3 Tankové motory 1. světové války

První možností pro pohon tanků byly parní motory. Tato možnost byla ale brzy zavrhnuta, a to i přes to, že se podařilo vyrobit parní obrněné „samohybné dělo“. Tanky s těmito motory by byly kvůli velikosti motoru velmi neohrabané, těžké a málo pohyblivé. Stěží by zdolávali zákopy a drátěné překážky, kterými bylo poseto bojiště 1. světové války.

Výhodnější variantou byli zážehové nebo vznětové spalovací motory. Motory se nevyráběly speciálně pro tanky, ale používali se z pásových traktorů Holt nebo automobilek Daimler, Ford, Renault.

3.1 Britské tanky a motory

Zřejmě prvním nasazeným tankem byl britský Mark I (*obr. 3.1*). Konstrukce byla založena na podvozku pásového tahače Holt. Jelikož se ale objevili problémy s podvozkem, přistoupili Britové na řešení, kdy pásy obíhaly okolo celého vozidla. Díky tomu stroj dobře překonával nepřátelské zákopy. Jeho pohon byl velmi komplikovaný a z motoru o výkonu 78,3 kW (105 k) se přenášel na pásy pomocí tří převodovek. Jednalo se o benzínový, vodou chlazený šestiválec Foster-Daimler o obsahu 13 dm³. Maximální rychlost byla 6 km/h a dojezd kolem 35 km.



obr. 3.1 – Mark [4]

Britové tank postupně zdokonalovali až do verze Mark X. Za zmínku stojí hlavně Mark V, který měl Wilsonovu planetovou převodovku. Díky tomu byl tank lehce ovladatelný a mohl

jej řídit jeden člověk. Dále byl vybaven novým zážehovým motorem Ricardo o výkonu 110,4 kW (150 k), na silnici dosahoval rychlosti 7,4 km/h a dojezd byl okolo 72 km.

Po prvním nasazení tanků typu Mark, začali Britové vyvíjet konstrukci lehčího typu tanku. Šlo o stroj, který měl zvýšit úspěch při průlomu nepřátelského postavení a v podstatě nahradit jezdeckvo, které kvůli těžkým kulometům ztrácelo na významu. Prvním takovým tankem se stal 14 tunový Medium Mark A Whippet. K pohonu využíval dva čtyřválcové motory Tyler s postranními ventily o výkonu 2 x 33,15 kW (2 x 45 k) a dosahoval rychlosti 13,4 km/h. Zlepšením prošel tank ve Francouzské armádě. Přibila Wilsonova planetová převodovka a hlavně motor V12 Rolls-Royce Eagle (*obr. 3.2*). Jednalo se o letecký dvanáctiválcový vodou chlazený motor s válci do V o výkonu 268 kW (360 k).



obr. 3.2 - V12 Rolls-Royce Eagle [5]

Pravým nástupcem ovšem byl Medium Mark B Whippet. Ten měl např. oddělený motorový prostor přístupný zadními dveřmi, čímž došlo ke snížení hluku a množství dýmu v prostorech s posádkou. Vznikala tím ovšem nemožnost provést opravu motoru pod palbou. Motor také musel být vyjímám i kvůli jednoduchým opravám. O pohon se staral čtyřválcový vzduchem chlazený zážehový motor Ricardo o výkonu 76 kW (100 k), který stroji dodával maximální rychlost 9,8 km a dojezd 105 km. Další nevýhodu představoval generátor dýmu, který vypouštěl kyselinu sírovou do horkých výfukových zplodin.

3.2 Francouzské tanky a motory

Francie vyvíjela tanky přibližně ve stejné době jako Anglie. Také použily koncepci pásového podvozku a na jejím základě vyvinuli dva typy tanků. Jednalo se o typ Schneider CA-1 a typ St. Chamond. Tank Schneider CA-1 poháněl čtyřválcový motor Schneider o výkonu 45 kW (60 k), který mu dodával rychlost 6 km/h a dojezd 48 km. Motor byl umístěn vpředu a přenášel výkon přes mechanickou trojstupňovou převodovku. Kvůli častému vznícení motoru se tanku říkalo „pojízdné krematorium“.

Druhý typ St. Chamond byl zajímavý kombinací zážehového čtyřválcového motoru Panhard-Levassor o výkonu 70 kW (90 k) a elektromotoru Crochat-Collardeau. Díky tomu se hmotnost stroje zvýšila o 5,1 tuny. Tank proto zapadal i v poměrně lehkém terénu. Dosahoval rychlosti 8,5 km/h a urazil vzdálenost 60 km.

Oba typy tanků se ukázali jako omyl a Francouze tak zachraňoval lehký tank Renault FT 17. Jednalo se zřejmě o nejúspěšnější tank 1. světové války a o první tank s věží otočnou o 360°. Motor byl usazen v zadní části vozidla a byl jím čtyřválcový vodou chlazený benzínový zážehový motor Renault o objemu 4480 ccm s výkonem 29 kW (39 k). Maximální rychlost byla 8 km/h a dojezd 60 km po silnici. Za zmínku také stojí, že tyto stroje byly zařazeny do výzbroje Československé armády ke cvičným účelům.

3.3 Německé tanky a motory

Německo zůstalo ve výrobě a vývoji oproti jiným státům hodně pozadu. Svůj první tank předvedlo až v listopadu 1917. Jednalo se o tank A7V Sturmpanzerwagen. Byl to mohutný stroj se dvěma motory a posádku tvořilo osmnáct mužů! O pohon se staraly dva čtyřválcové motory Daimler o celkovém výkonu 147 kW (200 k). Tank dokázal vyvinout maximální rychlost 9 km/h a dojezd se pohyboval kolem 35 km. Němci vyrobily za války pouze 20 kusů těchto tanků. V boji tedy využívali hlavně ukořistěné anglické tanky.

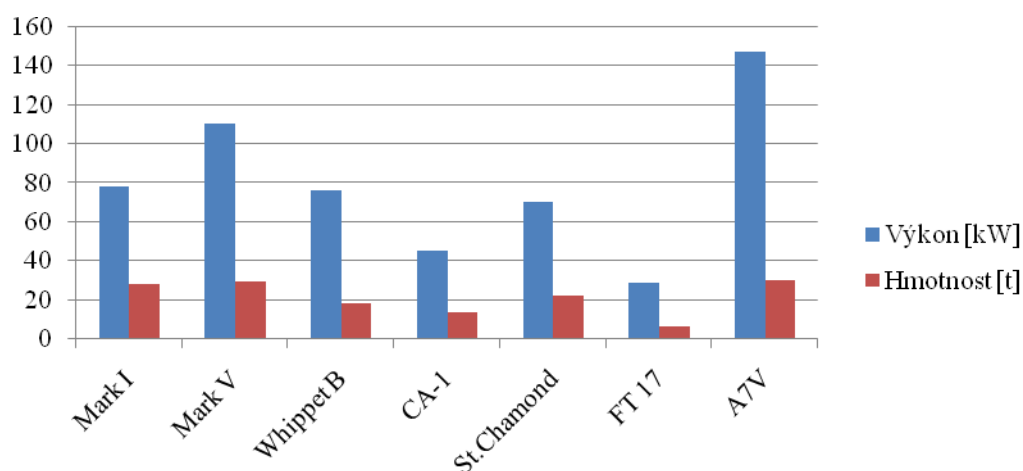
3.4 Porovnání technických dat

	Výkon [kW]	Hmotnost [t]	Rychlost [km/h]	Dojezd [km]	poměr dojezd/hmotnost [kW/t]
Mark I	78,3	28	6	35	1,25
Mark V	110,4	29,6	7,4	72	2,43
Whippet B	76	18,3	9,8	105	5,73
CA-1	45	13,5	6	48	3,55
St.Chamond	70	22	8,5	60	2,7
FT 17	29	6,6	8	35	5,3
A7V	147	30	9	35	1,16

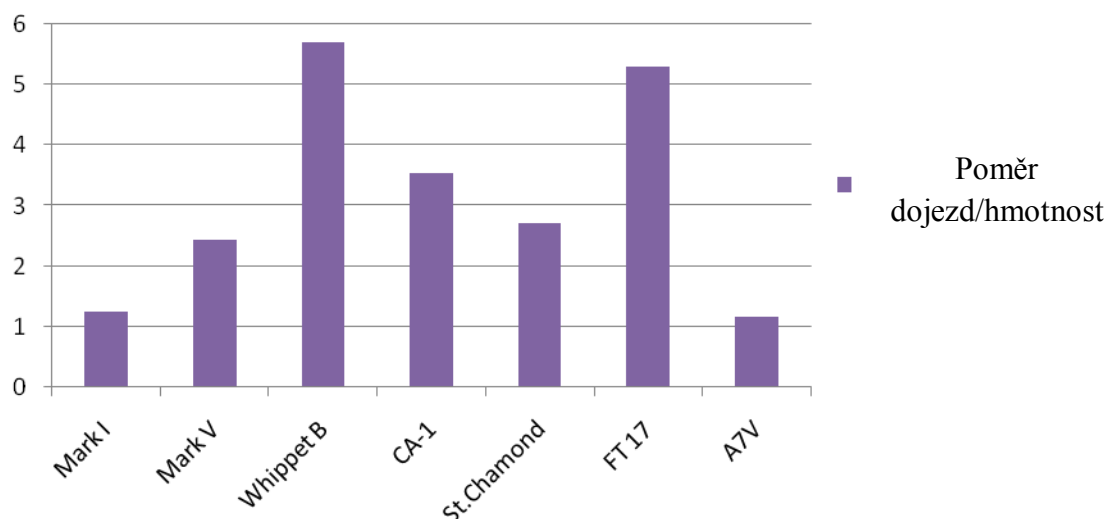
tab. 1- Technická data

V tab. 1 jsou uvedeny technická data nejúspěšnějších a nejznámějších tanků 1. světové války. Na základě tab. 1 se pokusím porovnat jednotlivá data a určit, který z tanků se pro bojiště 1. světové války hodil nejvíce.

Zřejmě nejdůležitější parametrem tanku byl dojezd a od toho se odvíjející hmotnost. Dojezd byl velmi důležitý, protože úlohou tanku bylo překonání nepřátelské linie a postup co nejdál do vnitrozemí nepřítele. To s malým dojezdem samozřejmě možné není. K tomu se váže hmotnost stroje. Těžký tank lehce zapadne v těžkém, členitém terénu, vyžaduje výkonnější motor a spotřebuje více paliva.



graf 1 – Srovnání výkonu a hmotnosti



graf 2 – Poměr dojezd/hmotnost

Z grafu 1 lze vidět, že i když německý A7V Sturmpanzerwagen měl nejvýkonnější motor, jeho dojezd byl nejmenší. Příčinou je právě hmotnost tanku, která byla jednou z největších. Z grafu 2 vyplívá, že má nejmenší poměr dojezd/hmotnost, dokonce ještě menší než první tank Mark I. Naopak lehký francouzský Renault FT 17 má nejméně výkonný motor, ale právě nízká hmotnost má za následek velmi dobrý poměr dojezd/hmotnost. Nejlépe je na tom britský Medium Mark B Whippet, který má suverénně největší dojezd, přestože je vybaven průměrně výkonným motorem (79 kW). Opět je to kvůli nízké hmotnosti, která zůstala v přijatelných hodnotách.

4 Meziválečná léta 1918 - 1939

Po konci 1. světové války se začaly objevovat úvahy jakým směrem se bude vývoj tanků odvíjet a jaké budou od nich požadovány vlastnosti. V zásadě se objevily dva typy názorů. První názor byl pro přímou podporu pěchoty. Druhý se zabýval samostatným nasazením tanků bez podpory pěchoty. Každý z národů, který konstruoval tanky za války, měl svou vlastní ideu.

4.1 Britské tanky

Britové viděli budoucnost v samostatné mechanizované jednotce, bez větší podpory pěchoty. Z toho plynula koncepce tzv. tančíků. Jednalo se o tanky pro jednoho až dva muže s hmotností od 1 po 2,5 tuny a rychlostí pochybující se mezi 25 až 50 km/h. Měli představovat obrněnou pěchotu, a proto byly vyzbrojeny pouze kulometem. Požadavky se kladly hlavně na pohyblivost a rychlost, což mělo za následek slabší pancíř a menší palebnou sílu. Tomu odpovídaly kladené úkoly. Jednalo se převážně o průzkum. Mezi hlavní představitele této třídy patřil Carden Loyd Mk-VI. Obsahoval motor Ford Model T o výkonu 29 kW (40 k) a dosahoval rychlosti 40 km/h při hmotnosti 1,5 tun. V boji se ovšem ukázal téměř nepoužitelný. 2. světová válka potvrdila, že tato koncepce je úplně scestná.

Důležitou roli sehrál konstruktér J. Walter Christie a jeho systém odpružení kol. Každé kolo bylo nezávisle zavěšeno a odpruženo vinutou pružinou. Tank díky tomu dokázal tlumit nerovnosti terénu i při vyšší rychlosti. Tyto poznatky využili rusové pro vývoj nových tanků.

Postupně Britové změnili názor a začali více konstruovat tanky pro spolupráci s pěchotou. Tanky se začali dělit na dvě základní skupiny: „pěchotní“ a tzv. „křižníky“.

Pěchotní tanky se vyznačovaly silným pancéřováním, ale slabší výzbrojí a velmi malou rychlostí. Prvním prototypem byl A11 Matilda Mk-I. Obsahoval benzínový motor Ford V-8 o výkonu 52 kW (70 k). Pro tank vážící 11 tun byl však příliš slabý. Aby se nepřesáhl vymezený rozpočet, byly použity některé komponenty ze starších tanků, které ovšem nebyly ideální pro Mk-I. Z těchto důvodů byl použit jako přechodný typ pro vývoj další verze. Tou byla verze A12 Matilda Mk-II. K pohonu byly použity dva dieslové motory AEC A183 o výkonu 2 x 63 kW (2 x 84,5 k). Následovaly další úpravy např. Infantry Tank Mk.II A, který obsahoval dva dieslové motory Leyland E148 / E149 nebo E164 / E165 o výkonu 2 x 71 kW (2 x 92,5 k). Tank vyvinul maximální rychlost 24 km/h, při váze 27 tun a dojezd se pohyboval okolo 130 km na silnici.

Křižníkové tanky byly konstruovány s ohledem na velkou pohyblivost, zato s nízkým pancéřováním. Začátek války ovšem poukázal na značnou nevýhodu v podobě slabého pancíře, což odsunulo křižníkové tanky na vedlejší kolej. Prvním představitelem byl A10 Cruiser Mk I. Pohon obstarával nejprve automobilový motor Rolls Royce, který ovšem nevyhovoval a byl nahrazen benzínovým motorem AEC A179 o výkonu 111,8 kW (150 k). Tank vážil 12 tun a dosahoval maximální rychlosti 40 km/h s dojezdem 240 km/h na silnici. Následovala verze Cruiser Mk III, která využila Christieho systému odpružení kol. Motor byl usazen v zadní části korby. Jednalo se o upravený benzínový motor Liberty o výkonu 254 kW (340 k). Ten uděloval tanku maximální rychlost 48 km/h při hmotnosti 14,2 t a dojezd na silnici byl 145 km. Pohon a podvozek byl velmi nespolehlivý, což jej spolu se slabým pancéřováním vyřadilo roku 1941 z války. Motor Liberty (*obr. 4.1*) byl vidlicový, vodou chlazený dvanáctiválec, jenž měl zdvojené zapalování. Hlavy válců svíraly úhel 60°. Chladicí voda kolovala navařenými plechovými plášti na jednotlivé válce. To znamenalo nevýhodu v podobě větší rozteče válců a z toho větší délka a hmotnost motoru. Zato výhodou bylo použití lehčích hliníkových slitin pro výrobu pístů a klikové skříně. Původně se jednalo o letecký motor, který byl vyvinut v roce 1917. Ve své době se jednalo o špičkový motor, ale v roce 1940 byl již zastaralý. Jako pohon pro tanky byl použit jen kvůli nedostatku vhodných motorů.



obr. 4.1 - Motor Liberty V12 [6]

Motor	Nuffield Liberty
Hmotnost	382 kg
Chod motoru	pravotočivý
Zdvihový objem	27 000 ccm
Vrtání válce	127 mm
Zdvih pístu	177,8 mm
Výkon	254 kW (340 k) při 1500 ot/min

tab. 2 – Technická data motor Liberty V12

4.2 Francouzské tanky

Na rozdíl od Velké Británie zůstala Francie v názoru, že tank je podpůrný prostředek pěchoty, nikoli samostatnou bojovou jednotkou. Tomu odpovídala konstrukce, jednalo se o silně pancéřované, pomalé tanky. Náhradou za už staré tanky Renault FT-17 měl být nový lehký pěchotní tank Renault R-35 o hmotnosti 10,5 tun. Byl vybaven čtyřválcovým benzínovým vodou chlazeným motorem Renault V-4 o výkonu 61 kW (82 k) a zdvihovým objemem 5880 ccm. Ten zajistil rychlost 19 km/h a maximální dojezd 140 km na silnici. Velmi podobný byl tank Hotchkiss H-35 o hmotnosti 12 tun. O pohon se staral zážehový vodou chlazený šestiválec Hotchkiss o výkonu 55 kW (75 k).

Mezi nejlepší meziválečné francouzské tanky patřila Somua S-35. Jednalo se o nový typ tanku tzv. jezdecké tanky. Požadavkem byla rychlost alespoň 30 km/h s dojezdem 200 km, dále hmotnost kolem 13 tun a síla pancíře 40 mm. Tank byl proto vybaven dobrým pancířem při zachování pohyblivosti. Zajímavá byla také korba, která se skládala ze čtyř dílů. Vany (za dvou částí) ve které byl umístěn motor, převodovka, systém přenosu točivého momentu, schránky na munici, palivové nádrže a dále z přední a zadní části korby. Pohon tanku zajišťoval zážehový benzínový osmiválcový motor Somua AC 4 o výkonu 141,6 kW (190 k) při 2000 ot/min. Motor se skládal ze dvou čtyřválcových bloků (do V s úhlem 60°) chlazených vodou s obsahem 12 700 ccm. Systém přenosu krouticího momentu obsahoval hlavní spojku a převodovku s pěti stupni vpřed a jedním vzad. Systém byl umístěn za motorem. Start motoru zajišťoval elektrický startér Scintilla o výkonu 4,47 kW (6 k). Tank

vážil 20,1 tun a dokázal vyvinout rychlost 37 km/h, místy až 45 km/h. Dojezd činil 240 km na silnici a 110 km v terénu.

4.3 Americké tanky

USA v první světové válce žádné tanky neměla. Jejich tankové vybavení spočívalo ve francouzských lehkých tancích Renault FT 17 a anglických těžkých tanků Mk-VIII. Americká vláda nepřikládala tankům velkou váhu a po vzoru Francie byly tanky podřízeny pěchotě. Vývoj započal až v roce 1936 jako odpověď na německé zbrojení. První byl prototyp nazvaný T5 Medium Tank, Phase I. K pohonu sloužil sedmiválcový benzínový hvězdicový zážehový motor Continental R-670-3 (*obr. 4.2*) o výkonu 199,8 kW (268 k). Tank vážil 8,5 tun a dosahoval maximální rychlosti 72 km/h na silnici. Další verze Phase II měla být poháněna vznětovým motorem, od čehož se nakonec opustilo. Verze Phase III vážila 19,3 tun a byla poháněna devítiválcovým hvězdicovým zážehovým motorem Wright o výkonu 258 kW (346 k), která obstarávala maximální rychlost 52 km/h na silnici. Poté se objevil již sériově vyráběný M2 Medium Tank o hmotnosti 17,2 tun. Pohon zajišťoval vzduchem chlazený benzínový motor Wright R-973 o výkonu 260,9 kW (350 k). Oproti předchozí verzi měl např. upravené chladicí otvory a skříň diferenciálu. Zanedlouho byla vyrobena upravená verze M2A1 o hmotnosti 18,7 tun se silnějším pancířem a výkonnějším motorem. Jednalo se o vzduchem chlazený benzínový motor Wright R-975 EC2 (*obr. 4.3*), jenž dosahoval maximální výkon 298,2 kW (400 k) při 2400 ot/min. Rychlost na cestě se pohybovala kolem 42 km/h. Převodovka měla pět rychlostí vpřed a jednu rychlost vzad.



obr. 4.2 – Motor Continental R-670-3 [7]



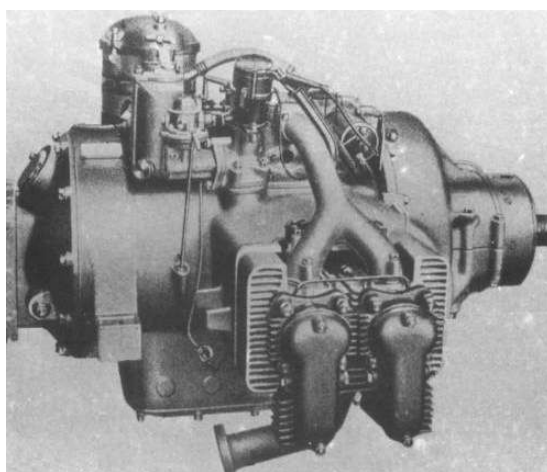
obr. 4.3 – Motor Wright R-975 EC2 [8]

4.4 Německé tanky

Po 1. světové válce nemělo Německo moc zkušeností s vývojem tanků. Dle Versaillské smlouvy mělo dokonce zákaz vývoje obrněných sil. Od roku 1926 i přes zákaz začal vývoj tanku PzKpfw I (Panzerkampfwagen I) pod označením LeichteTraktor II (kvůli zákazu se obrněná technika označovala jako zemědělské stroje). Byl sestrojen hlavně pro cvičné účely, ale díky malému počtu obrněných sil byl zařazen do výzbroje. Tank vznikl v několika typech a hlavní rozdíl spočíval v motoru.

PzKpfw I Ausf A

Jednalo se o první sériově vyráběný Německý tank. Poprvé se tanky zúčastnily války ve Španělsku. Hlavní nevýhoda byla v konstrukci podvozku, která způsobovala přehřívání motoru. Řešení spočívalo změnou konstrukce pancéřovaného krytu motoru a přidáním ventilátorů, které odsávaly vzduch mimo prostor motoru. Tank byl poháněn čtyřválcovým benzínovým motorem Krupp M305 (*obr. 4.4*) o výkonu 42 kW (57 k), který dodával rychlost 11 km/h v terénu a 37 km/h na silnici. Hmotnost dosahovala 5,3 tun a jednalo se tedy o lehký tank.



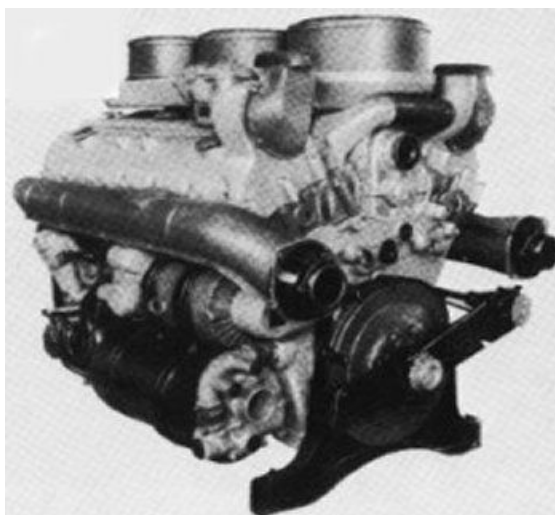
obr. 4.4 – Motor Krupp M305 [9]

PzKpfw I Ausf B

Tank byl vybaven silnějším šestiválcovým kapalinou chlazeným motorem Maybach NL 38 TR o výkonu 73,5 kW (100 k) při 3000 ot/min. Tank dosahoval rychlosti 15 km/h v terénu a 40 km/h na silnici. Kvůli novému motoru musel být zvětšen motorový prostor a prodloužen podvozek, což vedlo ke zvýšení hmotnosti na 5,9 tun. Zlepšily se ale také jízdní vlastnosti a snížila poruchovost, tudíž se vykompenzovalo zvětšení hmotnosti.

PzKpwf I Ausf C

Tank byl vyvinut pro účely výsadkářských vojsk. Požadavkem byla vysoká rychlost, dobrý pancíř a hmotnost do 8 tun, kvůli přepravě pomocí kluzáku Me-321. Hmotnost dosahovala stanovených 8 tun a rychlost 79 km/h na silnici a 35 km/h v terénu. Motorem byl šestiválcový Maybach HL 45 P (*obr. 4.5*) o výkonu 110 kW (150 k) při 3800 ot/min. Převodovka měla osm stupňů vpřed a dva stupně vzad.



obr. 4.5 – Motor Maybach HL 45 P [10]

PzKpwf I Ausf F

Tank byl ve všech směrech stejný jako předchozí verze, ale dosahoval hmotnosti 21 tun. Mělo se jednat o silně pancéřovaný stroj pro podporu pěchoty. Motor ale nestačil na váhu stroje a dosahoval rychlosti pouze kolem 25 km/h. Proto bylo vyrobeno pouhých 30 kusů.

V roce 1934 začal vývoj nového lehkého tanku PzKpwf II pod krycím jménem LaS 100 (Landwirtschaftlicher Schlepper = zemědělský traktor). Opět vzniklo několik verzí, které se od sebe lišily tloušťkou pancíře, výzbrojí a pohonnou jednotkou. První z celé řady byly série PzKpwf II a1, a2, a3, které se mírně lišily v konstrukci, upraveném chlazení a alternátoru. K pohonu byl použit benzínový šestiválec Maybach HL 57 TR o výkonu 95,6 kW (130 k) při 2600 ot/min. Převodovka disponovala šesti stupni vpřed a jedním vzad. Při hmotnosti 7,6 tun dokázal tank vyvinout maximální rychlost 40 km/h na silnici. PzKpwf II Ausf. b se lišil jen výkonnějším motorem a hmotností 7,9 tuny. Maybach HL 62 TR měl výkon 103 kW (140 k) při 2600 ot/min. Verzi Ausf. c zůstal stejný motor, ale byl vylepšen podvozek, který se u předchozích verzí ukazoval jako problémový. Tyto verze sloužily k vychytání všech „much“ před skutečnou sérií. Verze PzKpwf Ausf. A,B,C,D,E,F byly co se

týče pohonné jednotky naprosto stejné. Byl to modernizovaný motor z předchozí verze Maybach HL 62 TRM. Výkon byl stejný, vylepšena byla spolehlivost a snadnější údržba. U PzKpwf Ausf. D došlo k vylepšení podvozku a nové převodovce. Nová převodovka umožňovala řadit sedm stupňů vpřed a tři stupně vzad. Hmotnost vzrostla na 10 tun, ale díky vylepšení vzrostla rychlost na 55 km/h na silnici. Další změnou bylo přesunutí sání vzduchu k motoru z horní stěny na boky tanku.

PzKpwf III byl vyvíjen k likvidaci nepřátelské obrněné techniky. Později se ukázalo, že k tomuto účelu sloužil velice dobře. Modernizací tanku vzniklo několik verzí. První z nich byl PzKpwf III Ausf. A. Při hmotnosti 15,4 tun dosahoval rychlosti 32,5 km/h na silnici. Motor se nacházel v zadní části a od posádky byl oddělen přepážkou. Vidlicový, vodou chlazený dvanáctiválec Maybach HL 108 TR dosahoval výkonu 187 kW (250 k) při 2800 ot/min. Převodovka ZF FSG 75, která byla umístěna v přední části tanku, umožňovala pět stupňů rychlosti vpřed a jeden vzad. Verze Ausf. B, C měly vylepšený podvozek, který trochu zvýšil rychlost. Pohonná jednotka zůstala stejná. Verze Ausf. D má novou převodovku ZF FSG 76 a hmotnost vzrostla na 19,8 tun. Za převratnou lze označit verzi PzKpwf Ausf. E, která měla úplně nový podvozek navrhnutý Dr. Ferdinandem Porsche. Vyměněn byl také motor za vodou chlazený benzinový dvanáctiválec Maybach HL 120 TR (*obr. 4.5*) o výkonu 224 kW (300 k) při 3000 ot/min a objemu 11 867 ccm. Převodovka byla také vylepšena. Byl použit model Maybach Variorex SGR 328 145 s deseti stupni vpřed a jedním vzad. S novým vybavením klesla hmotnost na 19,5 tuny a rychlost vzrostla na 40 km/h na silnici. Následující verze Ausf. F, G byly v podstatě stejné, došlo pouze k přezbrojení kanónu na ráži 50 mm. Jelikož se převodovka Maybach ukázala jako problémová, byla ve verzi Ausf. H vyměněna za sedmistupňovou ZF SSG 77 Aphon. Vzrostla také hmotnost na 21,6 tuny. Při vývoji verzí Ausf. J, L, M, N se již neměnila převodovka ani pohonná jednotka. Vylepšovala se ochrana posádky a palebná síla.



obr. 4.5- Motor Maybach HL 120 TR [11]

4.5 Československé tanky

Po britském vzoru se v Československé armádě nejdříve objevovaly tzv. tančíky. Měli sloužit jako průzkumné jednotky nebo bojovat v předvoji s nepřítelem. Jako první byl Tančík vzor 33. Jednalo se o klasickou koncepci tančíků o hmotnosti 2,3 tuny, maximální rychlostí 35 km/h a dojezdem 100 km. Pohon obstarával řadový zážehový čtyřválec Praga ANH o objemu 1950 ccm. Výkon motoru byl 22,9 kW (31 k) při 3000 ot/min. Převodovka měla čtyři stupně vpřed a jeden stupeň vzad a byla převzata z nákladního vozu Praga AN. Tančík byl ovšem problémový a ve službě hodně nespolehlivý.

V roce 1931 se objevil projekt prvního lehkého tanku označován jako Lehký tank vzor 34 (LT-34). K pohonu sloužil čtyřválcový vodou chlazený motor Praga N-67 o objemu 6082 ccm. Motor dosahoval výkonu 50 kW (67 k) při 1400 ot/min. Následníkem se stal tank LT-35, který byl velice úspěšný v zahraničí. Zájem o jeden kus mělo SSSR (který by sloužil jako vzor pro kusovou výrobu), což Škoda odmítla, protože trvala na licenci. Jednání dokonce probíhala i s Velkou Británií, ale po okupaci byla ukončena. Německo zjistilo, že tank je srovnatelný s jejich PzKpwf III a pod označením PzKpwf 35(t) ho jako jediný kořistní tank zařadilo do první linie. O pohon se staral benzínový čtyřdobý stojatý čtyřválcový zážehový motor Škoda T-11/0 s vodním chlazením o výkonu 88,2 kW (120 k) při 1800 ot/min. Objem

motoru byl 8620 ccm a společně s převodovkou byl uložen v zadní části. Hmotnost tanku dosahovala 10,5 tuny s maximální rychlostí 34 km/h na silnici a dojezdem 190 km. Tank byl také celkem spolehlivý a mnozí odborníci jej považují za nejlepší tank československé armády. Za zmínku také stojí, že v listopadu 2008 darovala americká vláda Vojenskému historickému ústavu do sbírky právě tento legendární tank. Těsně před okupací stačil vzniknout ještě nástupce LT-38 (*obr. 4.6*). Kvůli okupaci tank, který měl být použit k obraně vlasti nakonec sloužil v nepřátelských řadách. Hmotnost činila 9,7 tuny a k pohonu sloužil benzínový vodou chlazený šestiválec Praga TNHPS o výkonu 93 kW (125 k) při 2000 ot/min. Zapalování motoru bylo magnetoelektrické, motor se ovšem dal nastartovat i zevnitř nebo zvenčí klikou. Převodovka Praga Wilson měla pět stupňů vpřed a jeden stupeň vzad. Maximální rychlost dosahovala 42 km/h na silnici a 25 km/h v terénu s dojezdem 230 km na silnici. Tento tank se také vyznačoval velkou spolehlivostí, snadnou údržbou a dobrou pohyblivostí.



obr. 4.6 – Tank LT-38 [12]

4.6 Sovětské tanky

První sovětský tank byl „Bojovník za svobodu soudruh Lenin“. Nebyl ovšem moc úspěšný a tak bylo vyrobeno pouze 15 kusů. Tankové síly Rudé armády se skládali jen z pár ukořistěných tanků. Proto byl roku 1926 vydán rozkaz na výrobu tanku do hmotnosti 5 tun. Zanedlouho vznikl prototyp T-16 o hmotnosti 5,3 tun. Byl vybaven motorem Mikulin o výkonu 25,3 kW (34 k) a třístupňovou převodovkou. Z prototypu vyšel první sériově vyráběný sovětský tank T-18 vzor 30. Tank prošel kompletní modernizací. Motor byl vyměněn za silnější vzduchem chlazený čtyřválec Mikulin o výkonu 30 kW (40 k) s novou

čtyřstupňovou převodovkou. Maximální rychlost činila 17,5 km/h s dojezdem 120 km po silnici. Od roku 1928 do roku 1932 bylo vyrobeno 959 těchto tanků, což bylo víc než součet všech tanků na celém světě! Vyráběly se ale i střední tanky např. T-24 o hmotnosti 18,5 tuny. Motor byl uložen v zadní části tanku a jednalo se o benzínový osmiválec Hispano M6 o výkonu 134 kW (180 k). Převodovka byla pětistupňová (čtyři stupně vpřed a jeden stupeň vzad). Tank dosahoval maximální rychlosti 22 km/h s dojezdem 140 km.

V roce 1932 byl založen první mechanizovaný sbor a na základě vlastního i zahraničního studia vznikla nová generace sovětských tanků. Mezi představitele nové generace patří lehký tank T-26 vyráběný v několika verzích. Jelikož se jednalo o kopii britského tanku, tak byl použit původní benzínový motor Armstrong Siddley Puma o výkonu 59,5 kW (80 k). Zanedlouho byla montována sovětská verze o výkonu 56 kW (75 k) při 2000 ot/min a objemu 6600 ccm. Další verze měla výkon motoru 67 kW (90 k). Zvýšení výkonu bylo dosaženo použitím paliva s vyšším oktanovým číslem. Při použití paliva horší kvality se tank prý vůbec nerozjel. Mezi velice používané patřili také tanky s označením BT (Bystrochodnyj tank). Jednalo se o tanky, které byly silně vyzbrojeny na úkor pancéřování, a měli pronikat do nepřítelovy obrany. První verze BT-2 měla motor s převodovkou umístěný vzadu za věží. K pohonu byl použit letecký benzínový motor M5-400 o výkonu 298 kW (400 k) při 1650 ot/min, jenž byl kopií amerického motoru Liberty. Jednalo se o čtyřtákní dvanáctiválec s válci do V. Vylepšeného motoru se dočkala verze BT-7. Byl to čtyřtákní dvanáctiválcový karburátorový letecký motor M-17L o výkonu 335 kW (450 k) při 1400 ot/min. Hmotnost motoru byla 553 kg. Jako palivo se používal benzín, který byl hnán pod tlakem benzínovým čerpadlem. Převodovka měla pět rychlostních stupňů vpřed a jeden rychlostní stupeň vzad. Všechny verze tanků BT se vyznačovaly vysokou maximální rychlostí kolem 52 km/h a dojezdem až 500 km.

Sovětský svaz jako jeden z mála vyvíjel i těžké tanky s označením T-35. První prototyp vážil 37,7 tuny a k pohonu sloužil benzínový letecký motor M-17 M o výkonu 373 kW (500 k) při 1450 ot/min uložený spolu se čtyřstupňovou převodovkou v zádi. Další verze dosahovala díky modernizaci a silnějšímu pancíři hmotnosti 52 tun, proto musela být použita silnější verze motoru M-17 M. Motor měl výkon 432,5 kW (580 k) a objem 49 600 ccm. Převodovka umožňovala řadit čtyři stupně vpřed a jeden stupeň vzad. Maximální rychlost na silnici se pohybovala kolem 30 km/h a dojezd kolem 150 km. Motor měl také velkou spotřebu a na 100 km po silnici spotřeboval asi 600 litrů benzínu! Verze T-35B vyrobená v jednom kuse byla vybavena benzínovým vodou chlazeným leteckým motorem M-34. Dvanáctiválcový motor měl obsah 45,83 dm³ a výkon 552 kW (750 k) při 1750 ot/min.

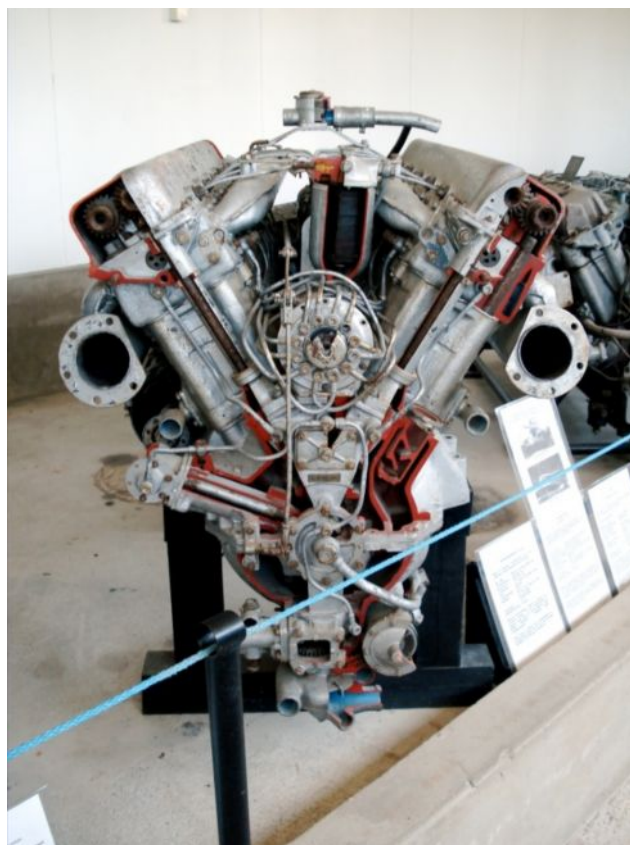
5 Vznětový motor V-2

Vývoj motoru začal v roce 1933, jenž měl nahradit doposud používané motory řady M5. Hned ze začátku vystal problém jestli použít benzínový nebo dieselový agregát. Podle historky se spor vyřešil tím, že se na dvůr před výrobní halu doneslo vědro s benzínem a vědro s naftou. Poté konstruktéři vzali zapálenou pochodeň a přiložili ji k vědrům. Benzín okamžitě vzplál, ale v naftě pochodeň zhasla. Jelikož jedním z úkolů bylo snížit náchylnost tanků k hoření po zásahu, bylo tímto rozhodnuto. Mnoho vojenských historiků si myslí, že naftový motor V-2 vycházel z amerického motoru Liberty, kvůli podobnému designem dílů a blízké koncepci. Sériově se motor začal vyrábět v roce 1939 a nejdříve byl montován do tanků BT-7M, následně do legendárních tanků T-34.

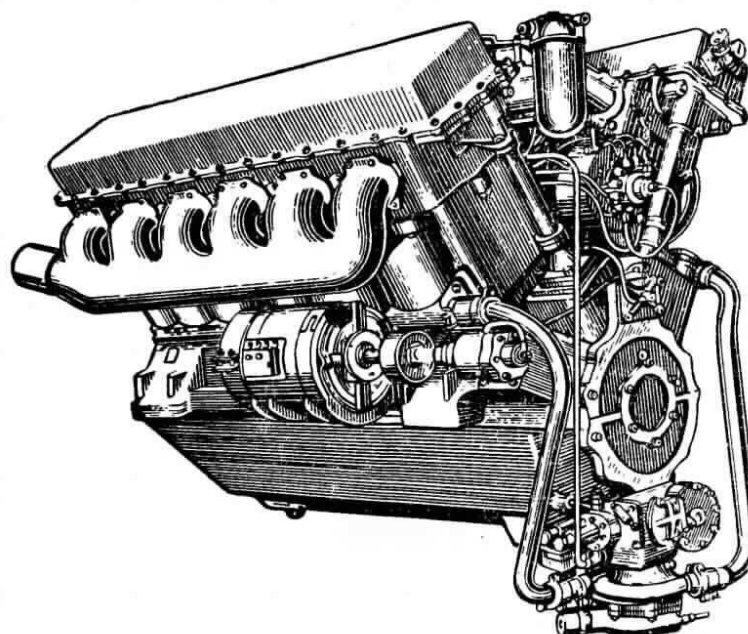
Motor byl umístěn v zadní části, od bojového prostoru byl oddělen přepážkou a byl umístěn na motorovém rámu v podélné ose tanku. Motor V-2 byl čtyřdobý, vznětový dvanáctiválec o výkonu 373 kW (500 k) při 1800 ot/min a objemu 38 880 ccm. Motorový kryt byl odnímatelný, kvůli opravám a údržbě. Obsahoval také několik sacích a jeden velký výdechový otvor, vše kryté mřížkou. Motor byl unikátní také tím, že byl z větší části vyroben z hliníkových slitin, které se v té době používaly jen u některých leteckých motorů. Bylo vyrobeno několik verzí a mezi nejpoužívanější patřil typ V-2-34 (*obr. 5.1, obr. 5.2*). Motor byl velice spolehlivý a snadný na údržbu, díky čemuž si vysloužil velikou oblibu. Technické parametry jsou uvedeny v *tab. 3*.

Parametry	V-2-34
Typ	čtyřdobý
Počet válců	12
Hmotnost	750 kg
Nominální výkon	335 kW (450 k)
Maximální výkon	373 kW (500 k)
Vrtání válce	150 mm
Zdvih levého válce	180 mm
Zdvih pravého válce	186,7 mm
Úhel mezi válci	60°
Kompresní poměr	14 - 15

tab. 3 – Technické parametry



Obr. 5.1 – Motor V-2-34 [13]



obr. 5.2 – Motor V-2-34 [14]

6 Tankové motory 2. světové války

Během války vývoj nových motorů příliš neprobíhal, protože válečná mašinérie si žádala neustálou výrobu a dodávky nových strojů. Vývoj nového motoru by byl drahý a časově hodně náročný (vývoj sovětského motoru V-2 trval šest let). Proto se vylepšovaly stávající motory. V některých případech se používaly letecké nebo několik automobilových motorů svařených dohromady, což byl případ např. motoru Chrysler A57 Multibank.

6.1 Spojenecké tankové motory

Mezi nejúspěšnější americké tanky se může směle řadit M4 Sherman, který se vyráběl po celou dobu války. Bylo vyrobeno mnoho typů, které se vzájemně lišily výzbrojí, pancířem a motorem. První verzi M4 sloužil k pohonu benzínový hvězdicový devítiválec Continental R-975 C4 o výkonu 294 kW (400 k). Převodovka byla manuální s pěti rychlostními stupni vpřed a jedním vzad. Původně se jednalo o letecký motor, který byl upraven pro pohon tanků (hliníkové díly byly nahrazeny litinovými). Verze M4A2 byla vybavena pohonnou jednotkou GM 6046 (*obr. 6.1*) o výkonu 279,6 kW (375 k) při 2100 ot/min - krátkodobě 305,7 kW (410 k) při 2900 ot/min. Jednalo se o dva diesellové dvoudobé kapalinou chlazené šestiválce Detroit Diesel 6-71 na jednom klikovém hřídeli.



obr. 6.1 – Motor Detroit Diesel 6-71 [15]

Ve verzi M4A3 byl použit benzínový motor Ford GAA V-8 o výkonu 335 kW (450 k) při 2600 ot/min. Dále byl použit motor Chrysler A57 Multibank. Pětiradý benzínový třicetiválec o výkonu 276 kW (370 k) při 2400 ot/min. V poslední verzi M4A6 byl použit vícepalivový vznětový motor Caterpillar D200A (Ordnance Engine RD-1820). Vznětovým motorem byl také vybaven střední tank M3 (Grant, Lee). Jednalo se o hvězdicový, vodou chlazený desetiválec Guiberson T-1400-2 o maximálním výkonu 263,9 kW (354 k). Motor byl ale velmi náchylný k poruchám a vyžadoval pečlivou údržbu. Proto se příliš v bojových podmínkách neujal.

Velká Británie používala pro pohon stroje Infantry tank Mk.IV (A22) Churchill benzínový dvanáctiválec Bedford Flat 12 „Twin-Six“. Motor měl výkon 261 kW (350 k) při 2200 ot/min, což vzhledem k hmotnosti 39,6 tun nebylo mnoho. Jednalo se o dva šestiválcové nákladní motory spojených dohromady. Převodovka Merritt-Brown se čtyřmi rychlostními stupni vpřed a jedním vzad byla umístěna vzadu. Zpočátku byl motor velmi nespolehlivý a při opravách byla nutná jeho demontáž. S vývojem se ale ukázal jako velmi spolehlivý. Dvanáctiválcový Meteor o výkonu 442 kW (592,7 k) byl další motor používaný v britských tancích. Vývoj začal v roce 1941 na základě leteckého motoru Merlin. Ukázalo se, že vývoj nového motoru je velice časově náročný a pracný, díky čemuž motor nebyl včas dokončen. Místo něj se montoval benzínový motor Liberty o výkonu 305 kW (410 k). Sériová výroba začala až po dvou letech, tedy v lednu 1943! Motor byl ovšem velmi spolehlivý a dosahoval maximální rychlosti 64 km/h na silnici.

Obrněné síly SSSR byly založeny na tancích T-34 a KV. V těchto strojích se v různých výkonnostních úpravách používal vznětový motor V-2, který byl velice rozšířený. Pro těžký tank IS-1 byla použita jiná pohonná jednotka. Stal se jím dvanáctiválcový naftový motor B-2IS o výkonu 387,7 kW (520 k) při 2000 ot/min. Tanku s hmotností 44 tun dodal maximální rychlost 37 km/h. Motorové jednotky GAZ-202 o výkonu 52,2 kW (70 k) se používaly pro lehké tanky T-60. Zvýšení hmotnosti u tanku T-70 znamenalo použití silnějšího motoru. Byly tedy použity dva motory GAZ-202 spojené dohromady na jednu hřídel.

6.2 Německé tankové motory

Mezi nejznámější německé tanky patřily PzKpfw V Panther a PzKpfw VI Tiger. Původně měl mít Panther diesellový motor MB 507 o výkonu 484,7 kW (650 k). Nakonec byl ale použit benzínový motor Maybach. U prototypu byl použit kapalinou chlazený dvanáctiválec Maybach HL 210 P45 o maximálním výkonu 484,7 kW (650 k) při

3000 ot/min. Hmotnost činila 35 tun. O pohon nové verze se staral čtyřtákní vidlicový benzínový dvanáctiválec Maybach HL 230 P30 o výkonu 522 kW (700 k) při 3000 ot/min. Převodovka byla zvolena Zahnradfabrik AK 7-200 se sedmi stupni vpřed a jedním stupněm vzad. Hmotnost vzrostla na 44,8 tuny, ale motor dokázal vyvinout maximální rychlost 46 km/h na silnici a 30 km/h v terénu. Motory a převodovka byly značně poruchové. V bitvě u Kurska ztratili Němci více strojů vlivem poruchy převodovky nebo požárem motoru, než nepřátelskou střelbou.

První prototyp Tigeru poháněl benzínový šestiválec Maybach HL 116 o výkonu 223,7 kW (300 k) při 3000 ot/min. Maximální rychlost činila 35 km/h. Druhý prototyp, který konstruoval Dr. Porsche, využíval kombinovaný benzíno-elektrický pohon. Jednalo se o dva desativálcové motory Porsche 100 o celkovém výkonu 313,2 kW (420 k), dva generátory a dva elektromotory Siemens. Spalovací motor poháněl elektrický generátor, ten dodával energii elektromotoru a ten již poháněl nápravu. Výhodou tohoto systému byla větší plynulost jízdy. Nevýhodou však byla větší poruchovost a velké ztráty energie. Další prototypy se lišily pouze výkonem motoru. První sériový Tiger poháněl benzínový dvanáctiválcový Maybach HL 210 P45 o výkonu 478,7 kW (642 k) při 3000 ot/min. Rychlost 45 km/h na silnici je u stroje vážícího 56,9 tun až zarážející. Spotřeba motoru ovšem byla až 535 litrů na 100 km po silnici a v terénu až 935 litrů na 100 km! Později se začal používat modernější motor Maybach HL 230 P45 (*obr. 6.2*) o výkonu 517,5 kW (694 k). Použitá převodovka Maybach OLVAR OG 401216 A dovozovala řazení osm stupňů pro jízdu vpřed a čtyři stupně pro jízdu vzad. Převodka byla konstrukčně složitá a náročná na opravu, proto se často porouchávala.

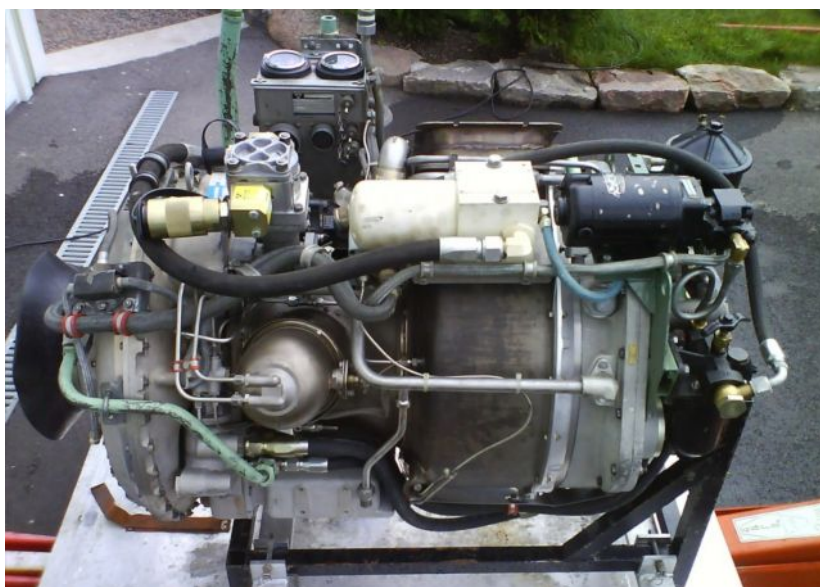


obr. 6.2 – Motor Maybach HL 230 P45 [16]

7 Poválečný a současný vývoj

Přestože tanky dosáhly za 2. světové války velkého úspěchu, nemohli se odborníci shodnout o jejich budoucnosti. Rozvoj jaderných zbraní a raket naznačil otázku, zda budou tanky v novém vedení boje užitečné. Testy ovšem ukázali, že tanky mají dobrou odolnost v prostředí po zásahu jadernou zbraní, čímž si stále zasluhují pozornost.

Po válce se začali vyvíjet hlavně tanky střední třídy. V SSSR to byl např. tank T-62 s motorem V-55V. Byl to dvanáctiválcový, čtyřtákní, vodou chlazený diesellový motor o výkonu 433 kW (580 k) při 2000 ot/min. Po úspěchu diesellového motoru V-2 se začali čím dál více používat naftové nebo vícepalivové motory. Mezi vícepalivové patří dvanáctiválcový, vodou chlazený motor Hispano-Suisa HS 110 o výkonu 538 kW (719 k) při 2000 ot/min, který pohání francouzský tank AMX 30. Jako palivo se dá použít motorová nafta, benzín nebo směs ropných derivátů a lihu. Výhoda motoru spočívá v usnadnění zásobování palivem. Stejný druh motoru používá i německý Leopard. Konkrétně vodou chlazený MTU MB 838 CaM-500 o výkonu 619 kW (830 k) při 2200 ot/min. Zajímavou konstrukci má švédský tank Stridsvagn 103. Využívá dva motory – vícepalivový a plynovou turbínu. Při průchodu terénem se používá plynová turbína Boeing 553 (*obr. 7.1*) o výkonu 365,4 kW (490 k) a po silnici vícepalivový Rolls-Royce K60 o výkonu 179 kW (240 k). Oba motory přitom mohou pracovat zároveň a zlepšit pohyblivost stroje. K pohonu amerického tanku M60 byl použit vznětový motor s válci do „V“ Continental AVDS-1790-2 o výkonu 560 kW (750 k) při 2400 ot/min.



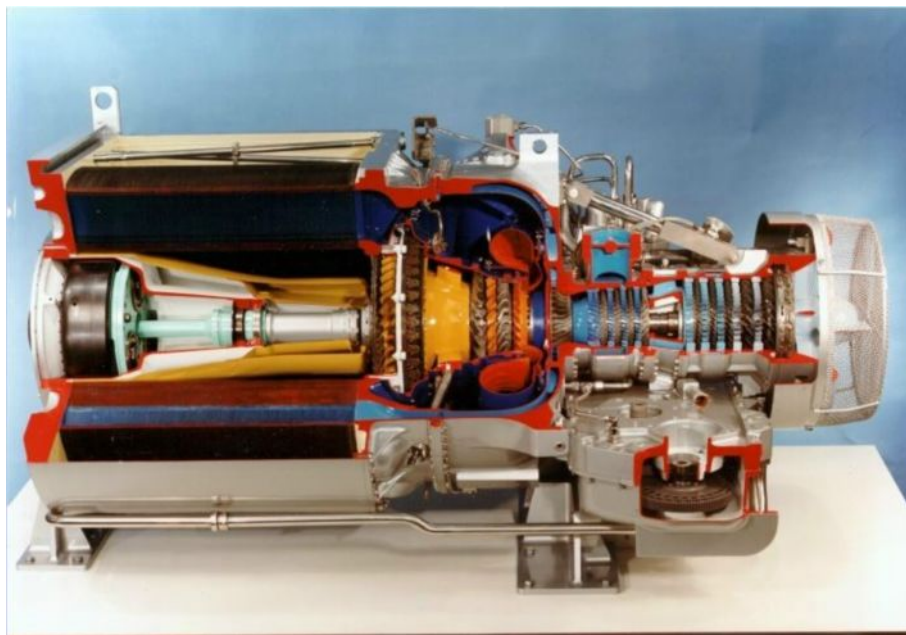
obr. 7.1 - Plynová turbína Boeing 553 [17]

V současné době patří mezi nejlepší tanky tzv. Main Battle Tanks - MBT (hlavní bojové tanky). Ty vynikají výborným pancířem, ničivou silou a výkonnou pohonnou jednotkou. V Británii je to např. Challenger 2, který pohání dvanáctiválcový Rolls-Royce Perkins Condor V12 TCA12 o výkonu 895 kW (1200 k) při 2300 ot/min. Převodovka TN54 od Davida Browna je automatická se šesti stupni vpřed a jedním stupněm vzad. Při hmotnosti 62,5 tun dosahuje tank maximální rychlosti 56 km/h na silnici a 40 km/h v terénu. Francouzský AMX Leclerc pohání diesellový vodou chlazený osmiválcový motor SACM Diesel V8X-1500 T9 (*obr. 7.2*) o výkonu 1118 kW (1500 k) při 2500 ot/min. Motor využívá výkonného přeplňování typu Suralmo Hyperbar, díky čemuž dokáže zrychlit z 0 na 32 km/h za méně než 6 sekund. Tank je vybaven i turbínou Turbomeca TM307B. Turbína může v případě nečinnosti motoru dodávat přes generátor 9 kW elektrické energie pro napájení hlavních systémů. Ke kontrole stavu motoru, přísunu paliva a dalších funkcí slouží systém elektronické kontroly od firmy SAGEM. Automatická hydraulická převodovka ESM 500 obsahuje pět stupňů vpřed a dva stupně vzad.



obr. 7.2 - Motor SACM Diesel V8X-1500 T9 [18]

V současnosti nejznámějším MTB je zřejmě americký bojový tank M1 Abrams. Ke svému pohonu využívá plynovou turbínu Avco Lycoming AGT-1500 (*obr. 7.3*) o výkonu 1118 kW (1500 k) při 3000 ot/min. Díky ní je tank velice tichý a dostal přezdívku „Šeptající smrt“. Převodovka DDA X1100-3B je automatická se čtyřmi stupni vpřed a jedním vzad. Motor je také vybaven elektrickým systémem řízení DECU pro snížení spotřeby a kontroly motoru. S hmotností 54,5 tuny dosahuje tank maximální rychlosti 72,5 km/h na silnici. Nejnovější verze M1A2 Abrams používá stejnou pohonnou jednotku.



obr. 7.3 – Plynová turbína AGT 1500 [19]

Plynovou turbínu využívá i ruský tank T-80U. Vybrána byla turbína GTD-1000F o výkonu 820 kW (1100 k). Novinkou v tanku je pomocný motor GTA-18A o výkonu 22 kW (30 k), který pracuje při obraně nebo zastávkách a tím šetří palivo. V roce 1992 se začala používat plynová turbína GTD-1250 s výkonem 932 kW (1250 k). K dobrým strojům se řadí i tanky Merkava, které má ve výzbroji Izrael. Verze Merkava Mk.1 byla vybavena vznětovým dvanáctiválcem Teledyne-Continental AVDS-1790-6A o výkonu 671 kW (900 k). U verze Mk.3 se použil výkonnější vznětový motor AVDS -1790-9AR o výkonu 883 kW (1180 k) a automatická elektricky řízená převodovka Detroit Allison CD-850-BX. Merkava měla vždy horší pohyblivost než ostatní tanky. Změna přišla s novou pohonnou jednotkou u verze Merkava Mk.4. Byl použit nový vznětový motor General Dynamics GD883 o výkonu 1118 kW (1500 k) při 2500 ot/min. Společně s automatickou převodovkou Renk RK 325 byl motor uložen v jednom bloku pro snadnou a rychlou výměnu. Tank o hmotnosti 65 tun dosahuje maximální rychlosti 60 km/h na silnici a okolo 40 km/h v terénu.

Stále více se také zavádí tzv. **hybridní pohon**. Princip spočívá v použití spalovacího motoru nebo plynové turbíny, která je přes reduktor propojená na alternátor. Pohyb pásů zajišťují elektromotory, které při brzdění dobíjejí akumulátory. Výhody hybridního pohonu jsou:

- při stání akumulátory zajistí dodávky energie - nemusí běžet motor (tichý chod)
- systém pro startování motoru je jednodušší
- nižší spotřeba paliva (až o jednu třetinu)

Systém ovšem ještě není vyzkoušen pro dostatečně velké zátěže, takže použití v bojových tancích nepřipadá v úvahu. Pro výkony kolem 300 kW, ale systém funguje velmi dobře a používá se především u průzkumných vozidel, kde je oceňován tichý chod.

Pohon budoucnosti možná spočívá v **palivových článcích**. V dnešní době však nejsou vyrobeny ani prototypy a jedná se zatím spíše o ukázkou nadějně technologie. Základní princip spočívá v působení tepla na bimetal, čím vzniká elektrický proud. Proud se shromažďuje v akumulátorech a přes ně se roztáčí elektromotory. Výhody jsou stejné jako u hybridního pohonu a kromě nich také:

- absence motoru, z toho vyplývá minimální hluk a minimum poruch
- spalování i alternativních paliv jako plyn a vodík
- funkčnost i v náročných provozních podmínkách

8 Tank T-72 a jeho verze

Jedná se o sovětský střední tank, který patří celosvětově mezi hlavní bojové tanky. Různé verze má ve výzbroji i Armáda České Republiky od roku 1981. Nejnovější verze má označení T-72 M4 CZ. Vývoj tanku začal v roce 1971, ale na veřejnosti se představil až v roce 1977. Tank byl vyráběn v Československu, Indii, Jugoslávii, Polsku a Rumunsku.

Tank T-72 (*obr. 8.1*) patří mezi moderní bojové pásová vozidla. Osádka tanku je tvořena třemi muži: velitel, střelec a řidič. Výzbroj tanku tvoří hlavní zbraň s kulometem ráže 7,62 mm a protiletadlovým kulometem ráže 12,7 mm. Hlavní zbraní je kanon s hladkou hlavní ráže 125 mm, který je stabilizován ve dvou rovinách.



obr. 8.1 – Tank T-72 [20]

8.1 Verze T-72

Motor je umístěn v zadní části korby tanku, kolmo k podélné ose vozidla v přední části motorového prostoru. Verze T-72 využívá pro svůj pohon čtyřdobý přeplňovaný dvanáctiválcový vznětový motor V-46 s výkonem 573 kW, chlazený kapalinou a s plnicím odstředivým dmychadlem. Motor je schopen spalovat různé druhy paliva. Základní palivo je motorová nafta, ale lze použít i benzín nebo petrolej, popřípadě jejich směsi. Přeplňování motoru je zajištěno dmychadlem, které zvyšuje tlak vzduchu přiváděného do válců. Přeplňováním zvýšíme množství vzduchu a paliva přiváděného do válce, čímž získáme vyšší točivý moment. Výsledkem je objemově menší motor s nižší spotřebou. Stejně výkonný motor bez přeplňování je mnohem větší.

K přenosu točivého momentu na hnací kola tanku slouží převodné ústrojí, které je umístěno v zadní části korby tanku. Dále zajišťuje např. plynulý rozjezd tanku, zatáčení, jízdu vzad. Převodné ústrojí se skládá:

- a) spojovacího převodu
- b) dvou převodovek
- c) ovládacího ústrojí
- d) hydraulického okruhu

Spojovací převod je umístěn v pravé části motorového prostoru a slouží k přenosu točivého momentu od motoru k levé a pravé převodovce. Použité převodovky jsou planetové s osmi rychlostními stupni. Sedm stupňů pro jízdu vpřed a jeden stupeň pro jízdu vzad. Zatáčení tanku je prováděno zařazením o jeden řád nižšího převodového stupně u převodovky na straně bližší ke středu zatáčení. Ovládací ústrojí slouží k zastavení přenosu výkonu a točivého momentu od motoru na hnací kola, k přerazení rychlostního stupně u jedné nebo u obou převodovek současně, k brzdění tanku a k jeho bezpečnému zajištění v klidu. Ovládací okruh zajišťuje dodávání tlakového oleje k hydraulickým prvkům, chlazení částí převodného ústrojí, odsávání oleje ze skříní převodovek a k spouštění motoru elektrickým spouštěčem.

Hmotnost	41 tun
Hmotnostní výkon	14 kW/t
Rychlost: v terénu	do 50 km/h
na silnici	60 km/h
Motor	vznětový V-46 (válce uspořádané do V pod úhlem 60°)
Max. výkon	573 kW
Max. točivý moment	3160 Nm při 1300-1400 ot/min

tab. 4 - Technické specifiky tanku T-72

8.2 Verze T-72 M4 CZ

Tank T-72 M4 CZ je nejmodernější česká verze tanku T-72. Modernizace začala jako reakce na válku v Iráku, kdy se sovětská obrněná technika nemohla rovnat spojencům. Byly proto uděleny požadavky, aby nová verze byla rovna tankům 3. generace. K modernizaci byl

vybrán Vojenský opravárenský podnik 025 Nový Jičín (VOP 025) spolu se zahraničními dodavateli. VOP 025 vlastní kompletní dokumentaci k tanku T-72 a mají značné zkušenosti s opravami a modernizací těchto strojů (*obr. 8.2*).



Obr. 8.2 - Opravárenská hala podniku VOP 025 [21]

V podstatě by se dalo říci, že modernizací prošli všechny systémy tanku. Mezi hlavní podmínky patřilo:

- moderní řízení palby
- zvýšení efektivity palby a pravděpodobnosti zásahu nepřítele na první výstřel
- zvýšená účinnost munice
- zvýšená odolnost tanku a ochrana posádky
- zvýšená pohyblivost a technické vlastnosti
- zjednodušená údržba

Mezi významné úpravy patřil výběr nového motoru. Nakonec byl vybrán dvanáctiválec Condor CV-12-1000 TCA (*obr. 8.3*) od firmy Perkins (Caterpillar) s výkonem 736 kW (1000 k). Motor je vybaven nejmodernějšími prvky jako systémem elektronického řízení, vnitřním monitorovacím, ochranným a diagnostickým systémem. S motorem byla vyměněna i převodovka za americkou Allison XTG 411-6 (*obr. 8.4*), která patří mezi světovou špičku. Převodovka má čtyři stupně vpřed a dva stupně vzad, obsahuje také vnitřní diagnostický systém. S novým pohonným systémem se změnila zadní část tanku. Stará zadní část byla odříznuta a byla navařena nová s dostatečným prostorem pro motor a převodovku. Nový

je také hasicí systém, jenž chrání posádku s motorem. Ten je v případě potřeby schopný do 35 milisekund lokalizovat a zneškodnit požár. Tank vyvine zrychlení z 0 – 32 km/h za 8,5 s (s původním motorem asi za 14 s) a rychlost na zpátečku max. 16 km/h (původně 7 km/h). Ve výzbroji České armády by se mělo nacházet 30 kusů těchto strojů. Zajímavé jsou provozní údaje na jeden tank. Jeden kilometr jízdy má přijít údajně na 380 Kč a jedna motohodina na 4000 Kč. Praktické střelby stojí 200 000 Kč a vypálení jedné střely 30 000 Kč. Přehled technických parametrů je uveden v *tab. 5*.

Posádka	3 členná
Hmotnost	48 tun
Hmotnostní výkon	15,3 kW/t
Rychlost: v terénu	44 km/h
na silnici	61 km/h
Motor	Condor CV-12-1000 TCA, vodou chlazený, dvanáctiválec přepřehovaný dvěma turbodmychadly
Max. výkon	736 kW (1000 k)
Max. točivý moment	3410 Nm při 1700 ot/min
Objem	26 100 ccm
Hmotnost motoru	2000 kg
Převodovka	Allison XTG 411-6
Hmotnost převodovky	1100 kg
Spotřeba paliva:	280-300 l / 100 km
v terénu	170 l / 100 km
na silnici	
Dojezd: v terénu	430 km
na silnici	700 km
Cena	3 mil \$ (rok 2001)

tab. 5 – Technické parametry T-72 M4 CZ



obr. 8.3 - Motor Condor CV-12-1000 TCA [22]



obr. 8.4 - Převodovka Allison XTG 411-6 [23]

ZÁVĚR

V první kapitole mé bakalářské práce jsem se zaměřil na vznik nové zbraně – tanku. Poté jsem uvedl základní rozdělení motorů, které se používají k pohonu těchto převratných zbraní. U každého jsem uvedl stručný popis a jednotlivé výhody.

Ve třetí až šesté kapitole jsem provedl přehled nejznámějších tanků a jejich pohonných jednotek u států, které patřily k největším výrobcům. Jelikož podrobnější informace se daly sehnat velmi těžko anebo vůbec, staly se hlavními parametry výkon a hmotnost, které udávají celkovou pohyblivost tanku. V třetí kapitole jsem se pokusil pomocí grafů určit nejvhodnější tank pro bojiště první světové války. Další, čtvrtá kapitola se zabývala výrobou v předválečném období. Generálové si stále více uvědomovali, že tank bude hrát v další válce důležitou roli. Proto začaly vznikat velmi výkonné motory, které tanku zajistily vysokou rychlost, velký dojezd a dobrou pohyblivost. Pátá kapitola pojednává o motoru V-2, jenž významně ovlivnil další vývoj. Šestá kapitola popisuje motory použité za druhé světové války.

V předposlední kapitole jsem popsal pohonnou jednotku nejlepších tanků současnosti a snažil se nastínit budoucí vývoj jejich motorů. Veliké naděje se vkládají do palivových článků, jejichž nasazení je ovšem zatím pouze hudba budoucnosti.

Z taktického hlediska ovšem tanky ztrácejí na významu. Jedná se sice o jednu z nejlepších bojových jednotek, ale provoz je velmi drahý. Navíc nový způsob boje založený na malých úderných jednotkách není pro tank vhodný.

Na závěr práce jsem uvedl popis tanku T-72, který má licencovaný AČR. Díky tomu armáda může vytvářet na tanku vlastní úpravy. Poslední verzí je T-72 M4 CZ, která je v textu také popsána.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Monografické publikace

- [1] ŠÁDA, Miroslav. Tanky zasahují. 1. vyd. Praha: Naše vojsko edice Azimut, 1978, 100 s., ISBN 28-125-78
- [2] HUML, Josef; KALA, Milouš; ŽALUD, Zdeněk. Bojová pásová vozidla Tank T-72 (textová část). 1. vyd. VA AZ, 1981. 123 s.

Elektronické zdroje

- [1] HAVELKA, Radek. <http://www.valka.cz> [online]. 18-7-2008 [cit. 25-4-2009]. Dostupné na WWW: <http://forum.valka.cz/viewtopic.php/t/73098>
- [2] HAVELKA, Radek. <http://www.valka.cz> [online]. 5-10-2002 [cit. 27-4 -2009]. Dostupné na WWW: http://www.valka.cz/newdesign/v900/clanek_589.html
- [3] HAVELKA, Radek. <http://www.valka.cz> [online]. 18-7-2008 [cit. 25-4-2009]. Dostupné na WWW: <http://forum.valka.cz/viewtopic.php/t/73109>
- [4] HAVELKA, Radek. <http://www.valka.cz> [online]. 7-3-2003 [cit. 25-4-2009]. Dostupné na WWW: http://www.valka.cz/newdesign/v900/clanek_1090.html
- [5] HAVELKA, Radek. <http://www.valka.cz> [online]. 29-3-2003 [cit. 25-4-2009]. Dostupné na WWW: http://www.valka.cz/newdesign/v900/clanek_884.html
- [6] HAVELKA, Radek. <http://www.valka.cz> [online]. 7-7-2008 [cit. 25-4-2009]. Dostupné na WWW: http://www.valka.cz/newdesign/v900/clanek_12644.html

- [7] HAVELKA, Radek. <http://www.valka.cz> [online]. 16-8-2002 [cit. 25-4-2009]. Dostupné na WWW: http://www.valka.cz/newdesign/v900/clanek_513.html
- [8] HAVELKA, Radek. <http://www.valka.cz> [online]. 5-4-2003 [cit. 25-4-2009]. Dostupné na WWW: http://www.valka.cz/clanek_891.html
- [9] HAVELKA, Radek. <http://www.valka.cz> [online]. 30-8-2005 [cit. 25-4-2009]. Dostupné na WWW: <http://forum.valka.cz/viewtopic.php/t/34012>
- [10] HAVELKA, Radek. <http://www.valka.cz> [online]. 5-9-2006 [cit. 25-4-2009]. Dostupné na WWW: <http://forum.valka.cz/viewtopic.php/t/13349>
- [11] <http://www.fronta.cz> [online]. 18-8-2002 [cit. 18-8-2002]. Dostupné z WWW: <http://www.fronta.cz/forum.php?tema=1&list=291>
- [12] <http://www.fronta.cz> [online]. 18-8-2002 [cit. 10-2-2003]. Dostupné z WWW: <http://www.fronta.cz/forum.php?tema=101>
- [13] <http://www.palba.cz> [online]. 11-9-2008 [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.palba.cz/viewtopic.php?t=2837>
- [14] <http://www.palba.cz> [online]. 23-3-2009 [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.palba.cz/viewtopic.php?t=3309&sid=5a05801c9470993dde55154327a4affb>
- [15] <http://www.palba.cz> [online]. 12-1-2006 [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.palba.cz/viewtopic.php?t=1146>
- [16] <http://www.palba.cz> [online]. 30-12-2005 [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.palba.cz/viewtopic.php?t=1100>

- [17] <http://www.palba.cz> [online]. 18-3-2005 [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.palba.cz/viewtopic.php?t=361>
- [18] <http://www.palba.cz> [online]. 18-3-2005 [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.palba.cz/viewtopic.php?t=2886>
- [19] <http://www.panzernet.cz> [online]. [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.panzernet.net/panzernet/stranky/tanky/pz2.php>
- [20] <http://www.panzernet.cz> [online]. [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.panzernet.net/tankist/stranky/tanky/t34.php#motor>
- [21] <http://www.panzernet.cz> [online]. [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.panzernet.net/tankist/stranky/tanky/t60.php#popis>
- [22] <http://www.panzernet.cz> [online]. [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.panzernet.net/panzernet/stranky/tanky/pz6.php>
- [23] <http://www.panzernet.cz> [online]. [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.panzernet.net/panzernet/stranky/tanky/pz5.php>
- [24] <http://www.druhasvetova.estranky.cz/> [online]. [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.druhasvetova.estranky.cz/stranka/inf.tancich>
- [25] KROUŽEK, Michal. <http://www.vojsko.net> [online]. 11-3-2005 [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.vojsko.net/index.php?clanek=pozemni/tanky/strv103>
- [26] KROUŽEK, Michal. <http://www.vojsko.net> [online]. 11-3-2005 [cit. 28-4-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.vojsko.net/index.php?clanek=pozemni/tanky/mla>

- [27] <http://mainbattletanks.czweb.org/> [online]. 11-3-2005 [cit. 28-4-2009].
Dostupné z WWW: <http://mainbattletanks.czweb.org/Tanky/Leclerc.htm>
- [28] <http://mainbattletanks.czweb.org/> [online]. 11-3-2005 [cit. 28-4-2009].
Dostupné z WWW: <http://mainbattletanks.czweb.org/Tanky/Merkava4.htm>

Elektronické zdroje obrázků

- [1] <http://forum.valka.cz> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW:
http://forum.valka.cz/files/p_edprse_.jpg
- [2] VOLÁK, Vlastimil. <http://www.techmania.cz/> [online]. [cit. 10-5-2009].
Dostupné z WWW: http://www.techmania.cz/edutorium/data/fil_1190.gif
- [3] <http://tankfreak.tripod.com> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW:
<http://tankfreak.tripod.com/id2.html>
- [4] <http://forum.valka.cz> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW:
http://forum.valka.cz/files/landship-01_155.jpg
- [5] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Hlavní strana [online]. c2009
[cit. 11- 5-2009]. Dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Rolls-Royce_Eagle_VIII.jpg
- [6] WRIGHT, Allan. <http://www.wwi-models.org/> [online]. [cit. 10-5-2009].
Dostupné z WWW: <http://www.wwi-models.org/Photos/Engines/Liberty/bru/LibKE4.JPG>
- [7] McCUTCHEON, D. Kimble. <http://www.enginehistory.org/> [online].
[cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.enginehistory.org/G&jJBrossett/NMNA/Continental%20R670-4.JPG>
- [8] McCUTCHEON, D. Kimble. <http://www.enginehistory.org/> [online].
[cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.enginehistory.org/>

G&jJBrossett/Pima/Wright%20R-975.JPG

- [9] <http://krzemek.klub.chip.pl/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: http://klub.chip.pl/krzemek/pzkpfw_i/kruppm305.jpg
- [10] <http://www.panzer-reich.co.uk/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.panzer-reich.co.uk/images/maybach/MaybachHL230P45-2.jpg>
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Maybach_HL120.jpg
- [12] SCHUSTER, Martin. <http://www.schusterdiorama-35.cz/cs/uvod/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: http://www.schusterdiorama-35.cz/fotografie/galerie/117/velke/lt-38_3744444444444444.jpg
- [13] http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/07/T34_engine_parola_1.jpg
- [14] <http://www.alexfiles99.narod.ru/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: http://www.alexfiles99.narod.ru/engine/v2/v-2_engine_005.htm
- [15] <http://www.pbase.com/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: <http://i.pbase.com/o6/57/50857/1/83677787.3XugxETX.1904EngineGM6046ShermanM4A2.JPG>
- [16] <http://advancedarmour.com/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: <http://advancedarmour.com/images/MayBoutsid6.jpg>
- [17] <http://www.pilotmagazinet.se/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: http://www.pilotmagazinet.se/sb/1223_cxhc.JPG

- [18] <http://www.army-guide.com/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.army-guide.com/images/v8x1500ooooo.jpg>

- [19] <http://www.enpinfo.com/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.enpinfo.com/uploadfile/Turbine/uploadfile/200803/20080304121005284.jpg>

- [20] SCHUSTER, Martin. <http://www.schusterdiorama-35.cz/cs/uvod/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: http://www.schusterdiorama-35.cz/fotografie/galerie/123/velke/t-72_13.jpg

- [21] Vojenský opravárenský podnik 025 Nový Jičín [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: <http://www.vop025.cz/cs/vojenska-vyroba/opravy-vojenske-techniky/>

- [22] NOVÁK, David. <http://www.1rota.com/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: http://www.1rota.com/technika/t72m4cz/t72m4cz_33.jpg

- [23] NOVÁK, David. <http://www.1rota.com/> [online]. [cit. 10-5-2009]. Dostupné z WWW: http://www.1rota.com/technika/t72m4cz/t72m4cz_32a.jpg