

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TECHNICKÉ
V BRNĚ

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

VÝVOJ VZNĚTOVÝCH MOTORŮ TATRA

EVOLUTION OF THE TATRA DIESEL ENGINES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ROMAN PAULMICHL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. DAVID SVÍDA

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2009/2010



ZADÁNÍ BAKALÁRSKÉ PRÁCE

student(ka): Roman Paulmichl

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem c.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Vývoj vznětových motoru Tatra

v anglickém jazyce:

Evolution of the Tatra Diesel Engines

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Přehled vývoje použité techniky, provedení a hlavních parametru vznětových motorů Tatra. Zamyšlení nad perspektivou jejich budoucího vývoje.

Cíle bakalářské práce:

Přehledně zmapujte vývoj vznětových motorů Tatra. Pojednejte o jejich parametrech a použitých technických řešeních. Pokud bude možné, tak proveďte porovnání technických odlišností jejich konstrukce podle charakteru použití.

Seznam odborné literatury:

- [1] BRAUN, Pavel, VALA, Miroslav: Vojenská kolová vozidla, základy konstrukce. U – 1221/1. Vojenská akademie, Brno, 1996.
- [2] VALA, Miroslav, BRAUN, Pavel: Vojenská kolová vozidla, díl II. - Teorie pohybu vozidel. Učebnice U-1221/2. VA Brno, 1998.
- [3] BRAUN, Pavel, VALA, Miroslav: Vojenská kolová vozidla, díl III.- Konstrukce vozidel. Učebnice U-1221/3. VA Brno, 2000.
- [4] BRAUN, Pavel, VALA, Miroslav: Bojová a speciální vozidla I. Skripta, UO Brno, 2005.
- [5] ŽALUD, Zdenek, DERMEK, František: Bojová a speciální vozidla II. Skripta, UO Brno, 2005.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. David Svída

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 13.11.2009

L.S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Anotace bakalářské práce

Bakalářská práce se zabývá vývojem vznětových motorů TATRA od jejich vzniku až po současnost. Je zaměřena na konstrukci jednotlivých motorů a rozdílnost konstrukce při jejich vývoji. Podává přehled o vlastní konstrukci jednotlivých motorů a jejich technických řešeních. Srovnává konstrukční řešení jednotlivých motorů v časové posloupnosti jejich vzniku a následné výroby. Informuje o složení a funkci jednotlivých soustav motorů, změnách v jejich složení a modernizaci. Uvádí příklady odlišností v jednotlivých součástech motorů. Vytváří náhled na problematiku konstrukce motoru jako celku i jednotlivých jeho soustav a následné srovnání vlivu motorů na životní prostředí. Vysvětluje základní pojmy z oblasti konstrukce vznětových motorů a jejich jednotlivých komponentů. Cílem práce je poskytnutí přehledu jednotlivých konstrukčních řešení motorů TATRA v závislosti na čase jejich vzniku a požadavku kladených na vznětové motory v dnešní době.

Klíčová slova

motor, kliková skříň, klikový hřídel, válec, hlava válce, palivová soustava, chladicí soustava, mazací soustava, výfukové emise, snižování výfukových emisí.

Annotation of bachelor's thesis

The bachelor thesis deals with the development of diesel engine TATRA from their inception to the present. It focuses on the construction of engines and construction of the disparity of their development. Gives an overview of their own construction of engines and their technical solutions. Compares the structural design of each engine in a chronological sequence of their formation and subsequent production. Informs on the composition and function of individual systems engines, changes in their composition and modernization. Provides examples of differences in the various engine components. Creating insight on the issue of engine construction as a whole and each of its systems and subsequent comparison of the impact of engines on the environment. Explains the basic concepts from the construction of diesel engines and their components. The thesis target is to provide an overview of construction solutions of TATRA engines, depending on the time of their inception and requirements for diesel engines today.

Key words

Engine, crank case, crank-shaft, engine cylinder, head of cylinder, fuel system, coolant system, engine lubricating system, exhaust emission, reduction exhaust emission.



VYSOKÉ
UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

Poděkování

Tímto chci poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Davidu SVÍDOVY za připomínky a rady při tvorbě této práce a také za vstřícný přístup při konzultacích.

Děkuji



VYSOKÉ
UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením vedoucího bakalářské práce, pana Ing. Davida SVÍDY, s použitím uvedených zdrojů.

V Brně, dne 10. května 2010

Roman PAULMICHL

.....
podpis

OBSAH

Úvodní list závěrečné práce	1
Zadání závěrečné bakalářské práce	3
Anotace, klíčová slova	5
Poděkování	6
Čestné prohlášení	7
Obsah	8
Úvod	9
1. PŘEDCHŮDCI MOTORŮ TATRA	10
1.1. T 59	10
1.2. T 67	10
1.3. T 64	10
1.4. T 91	11
2. MOTOR TATRA T 111 PRO VOZIDLA TATRA 111	12
3. MOTOR TATRA T 116	15
4. MOTOR TATRA T 912 PRO VOZIDLA PRAGA V3S a S5	15
5. MOTOR TATRA T 928 PRO VOZIDLA TATRA 138	18
6. MOTOR TATRA T 930 PRO VOZIDLA TATRA 813	22
7. MOTOR TATRA T2 – 928 PRO VOZIDLA TATRA 148	25
9. MOTORY TATRA ŘADY T3 - 928 až 930 PRO VOZIDLA TATRA 815	28
10. EMISNÍ LIMITY MOTORŮ TATRA	32
Závěr	35
Seznam obrázků a tabulek	36
Seznam použitých zdrojů	37

Úvod

Vznik automobilky Tatra se datuje do roku 1850, první osobní automobil Präsident vznikl v roce 1897, v roce 1898 vznikl první nákladní automobil trambusového typu se zážehovým motorem uloženým za zadní nápravou pod ložnou plochou.



Obr. 1. První osobní automobil Präsident [14]



Obr. 2. První nákladní automobil [15]

V roce 1923 vznikla tzv. klasická koncepce vozidel Tatra. Tato koncepce se vyznačuje vzduchem chlazeným motorem pevně spojeným se spojkou, převodovkou, nosnou rourou a rozvodovkou zadních výkyvných náprav, vozidla byla poháněna zážehovými motory. Vznětové motory se začaly používat pro pohon nákladních vozidel až v roce 1930 a jednalo se o licenčně vyráběné motory jiných výrobců.

1. Předchůdci motorů TATRA

1.1. - T 59 - vznětový řadový svislý šestiválec BOSCH-ACRO v licenci vyrobeny v roce 1930 v počtu asi pěti kusů. Osazeny do nákladních automobilů T 24 6x4

Zdvihový objem [cm ³]	Výkon [kW]	počet válců	vrtání
	ot/min		zdvih
11 218	60	6	115
	1200		180

Tab. 1. Parametry motoru T 59 [1]

1.2. - T 67 - vznětový řadový svislý šestiválec vyráběný v licenci MAN v letech 1933 až 1937 v počtu asi 29 kusů. Osazeny do nákladních automobilů T 24 6x4

Zdvihový objem [cm ³]	Výkon [kW]	počet válců	vrtání
	ot/min		zdvih
11 625	104	6	140
	1400		180

Tab. 2. Parametry motoru T 67 [1]

1.3. - T 64 - vznětové řadové svislé čtyřválcové motory vyráběny ve dvou objemových verzích v licenci MAN v letech 1935 – 1940 v počtu asi 203 kusů, osazeny do nákladních automobilů T 27 4x2

T 64 - 1935-1938 asi 53 ks

Zdvihový objem [cm ³]	Výkon [kW]	počet válců	vrtání
	ot/min		zdvih
4 500	49	4	105
	2200		130

Tab. 3. Parametry motoru T 64 [1]

T 64 a – 1937-1940 asi 150 ks

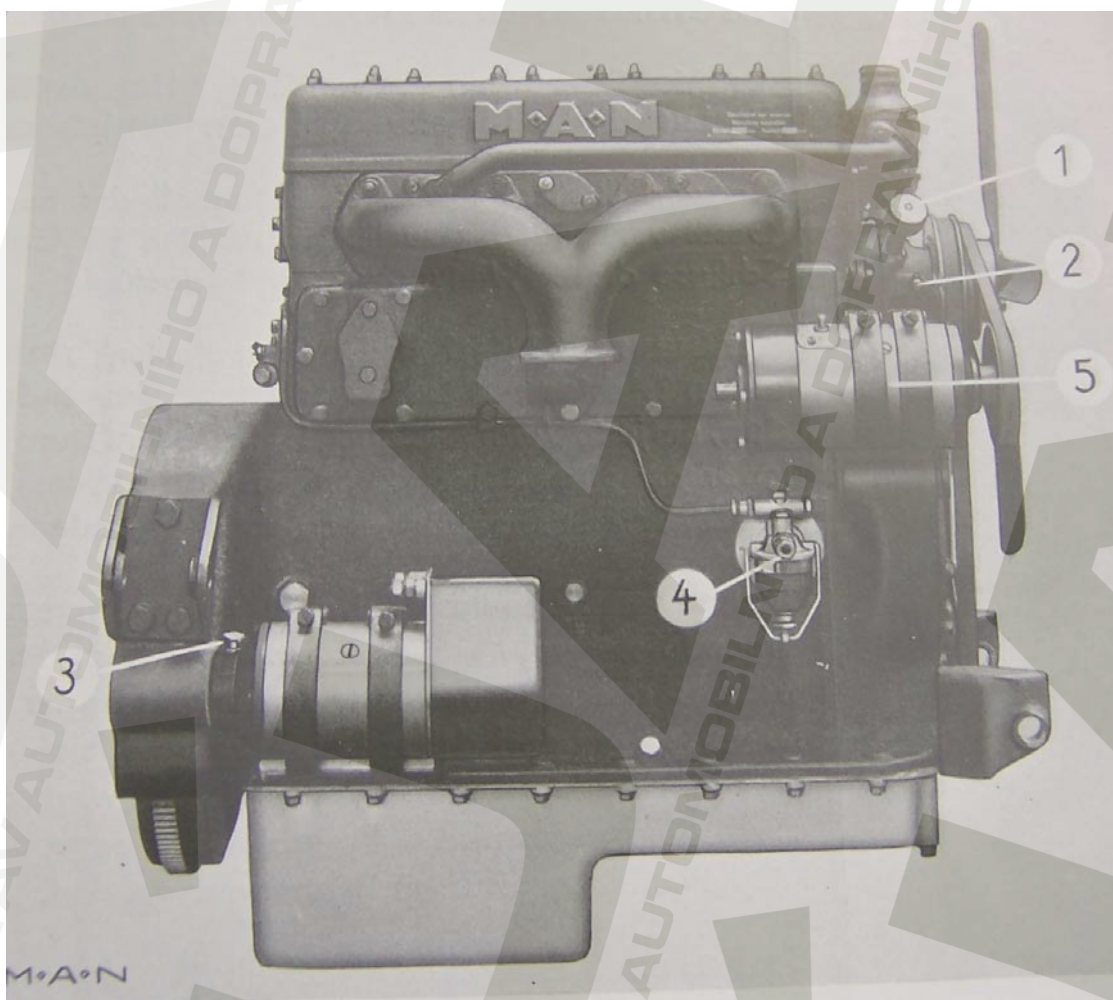
Zdvihový objem [cm ³]	Výkon [kW]	počet válců	vrtání
	ot/min		zdvih
4 850	49	4	105
	2200		140

Tab. 4. Parametry motoru T 64 a [1]

1.4. - T 91 – další varianta motoru pro T 27 4x2 v licenci MAN vyráběny v letech 1936-1938

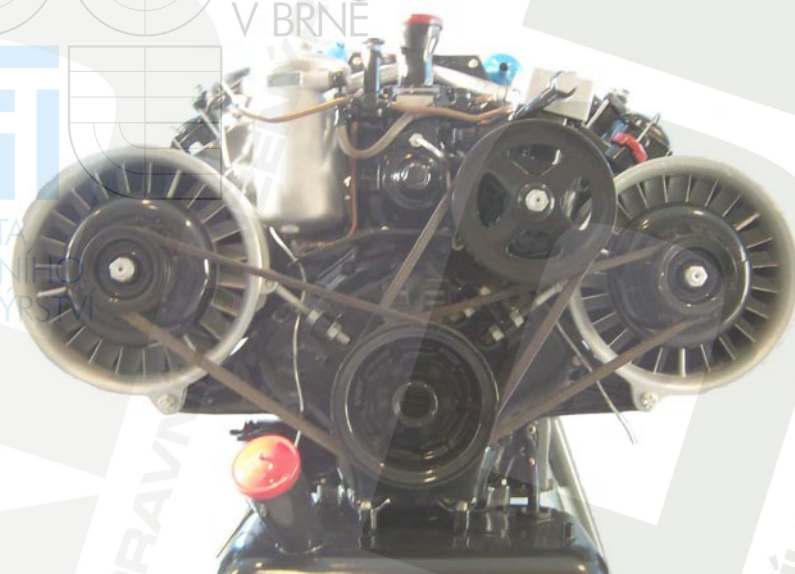
Zdvihový objem [cm ³]	Výkon [kW] ot/min	počet valců	vrtání zdvih
7 274	63	6	105
	1900		140

Tab. 5. Parametry motoru T 91 [1]



Obr. 3. Vznětový motor MAN [1]

2. MOTOR TATRA - T 111 PRO VOZIDLA TATRA 111



Obr. 4. Motor Tatra 111 [13]

Jedná se o první motor vlastní konstrukce Tatry na jehož základě a z jehož konstrukce vyházejí všechny další typy.

Dvanáctiválcový motor T 111 je základním typem řady čtyřdobých dieselů s vrtáním 110 mm a zdvihem 130 mm. Z konstrukce tohoto motoru jsou odvozeny osmiválcové motory T 108 a čtyřválcové motory T 114a. Všechny tyto motory mají stejné základní typizované součásti, jako jsou: válce, hlavy válců, ventily, písty, ojnice a další díly.

Motor se začal sériově vyrábět v roce 1942 a jeho výroba byla ukončena v roce 1962.

Za dobu používání tohoto motoru bylo vyrobeno asi 33690 kusů a montoval se do vozidel TATRA 111R, S, S2, N, NR a jiných.

Základní technické data:

Druh motoru:	čtyřdobý vznětový motor s přímým vstřikem paliva
Počet válců:	12
Uspořádání válců:	samostatné válce ve dvou řadách do tvarů V v úhlu 75°
Chlazení:	vzduchem, nucené, dvěma dmychadly
Vrtání válců:	110 mm
Zdvih pístů:	130 mm
Obsah válců:	14 825 cm ³
Max. pracovní otáčky:	1800 ot/min
Max. pracovní výkon:	134 kW
Max. přeběhové otáčky:	2200-2270 ot/min
Max. přeběhový výkon:	157 kW
Ventilové rozvody:	OHV, (třemi vačkovými hřídeli)
Váha:	asi 1000 kg
Pořadí vstřiku:	1-8-5-10-3-7-6-11-2-9-4-12

Popis konstrukce motoru:

Dvanáct válců uspořádaných ve dvou řadách po šesti, řady válců svírají úhel 75° . Každý z dvanácti válců je samostatně uložen na klikové skříně a připevněn čtyřmi šrouby přes hlavu válce, která je také pro každý válec samostatná. Hlava i válec mají hladká chladicí žebra pro odvod tepla. Samostatné válce a hlavy jsou výhodné z hlediska snadné výměny jednotlivých komponentů a taktéž ekonomického dopadu případných oprav.

Hlavy válců jsou odlity ze slitiny lehkých kovů a osazeny každá jedním sacím a jedním výfukovým ventilem. Každý z ventilů je přitlačován do sedla dvěma vratnými pružinami - vnější a vnitřní.

Kliková skříň je opracovaný odlitek z šedé litiny ze spodu uzavřen plochým spodním víkem. V přední části klikové skříně jsou umístěny pod víkem rozvody, chladicí dmychadla, kompresor. Na zadní straně klikové skříně je namontován na klikový hřídel setrvačnick opatřen ozubeným věncem pro spouštění motoru.

Klikový hřídel je dělený na sedm dílů a jednotlivé díly jsou navzájem sešroubovány vždy každé dva díly třemi šrouby. Hřídel je sedmkrát uložen ve válečkových ložiscích a vpředu ještě uložen v kluzném vodícím ložisku. Na každém klikovém čepu jsou uloženy dvě ojnice protilehlých pístů levé a pravé řady. Vyosení osy ojnicního čepu proti hlavní ose hřídele je 65 mm. Ojnicní ložiska mají dvoudílné pánve, plátované vrstvou olověného bronzu. Vzhledem k hmotnosti a konstrukci klikového hřídele musí být přesně dynamicky vyvážen. Klikový hřídel je dutý. Dutina je využívána pro rozvod oleje na mazaná místa klikového ústrojí.

Písty jsou ze slitiny lehkých kovů o průměru 110 mm, každý má pět pístních kroužků z nich čtyři jsou těsnící a jeden stírací. Pístní čep je uložen volně a zajištěn proti posuvu pojistnými kroužky. Písty mají ve dnech spalovací prostory.

Motor má celkem tři vačkové hřídele. Pro každou řadu válců jeden vačkový hřídel ovládající výfukové ventily uloženy na vnější straně řady válců. Sací ventily obou řad jsou ovládány společným vačkovým hřídelem uloženým v klikové skříně uprostřed mezi oběma řadami válců. Všechny vačkové hřídele jsou poháněny rozvody z ozubených kol – rozvod OHV. Vačkový hřídel ovládající sací ventily pohání též palivová čerpadla a přes soustavu ozubených kol vstřikovací čerpadla.

Ventily jsou ovládány vahadly, které jsou uloženy na čepech ventilových komor v tzv. vahadlových „domečcích“ na hlavě motoru. Každý z ventilů má svůj „domeček“. Na každém vahadle je namontován seřizovací šroub, pro nastavování ventilové vůle. Tyto šrouby jsou jednoduše dostupné po sejmutí víčka na „domečku“. Ventily jsou výsuvné, šikmo uloženy. Jednotlivé ventily se ovládají vačkovými hřídeli pomocí zdvihátek, které jsou kluzně uloženy ve vedení. Vedení je upevněno na klikové skříně zvenčí. Zdvihátka jsou zakončena kulovými plochami, o které se opírají kolové čepy rozvodových tyček. Rozvodové tyčky mají kulové plochy na obou stranách, na horní straně se o tyčky opírá seřizovací šroub, který má taktéž kolovou plochu. Zdvihátka, tyčky i seřizovací šroub jsou duté a jejich vnitřkem protéká tlakový olej, který zabezpečuje mazání rozvodů i ventilů. Rozvodové tyčky jsou uloženy v ochranných trubkách, kterými stéká přebytečný olej nazpět do klikové skříně.

Časování ventilů: sací ventily se otvírají 4° před horní úvratí a zavírají 48° za dolní úvratí, výfukové ventily se otvírají 37° před dolní úvratí a zavírají 15° za horní úvratí. Sací i výfukové ventily jsou tedy otevřeny po dobu 232° .

Motor je chlazený vzduchem, který proudí přes žebrování na válcích a hlavách. Proudění vzduchu zajišťují dvě dmychadla, každé pro jednu řadu válců. Vzduch vstupuje přes lopatky rozváděcí skříně do oběžného kola, které jej protlačuje soustavou rozváděcích plechů a kanálů žebrováním hlav a válců. Rozváděcí kolo je namontováno na zadních vývodech průběžných hřídelí dynam, které jsou namontována v rozváděcích skříních, na předních částech hřídelí jsou umístěny řemenice, které jsou poháněny klínovými řemeny z řemenice umístěné na přední části klikového hřídele. Ohřátý vzduch se odvádí v prostoru mezi oběma řadami válců vzhůru. Soustava je velmi jednoduchá a zároveň účinná v provozu za každého počasí.

Mazání motoru je tlakové oběžné, což zajišťují dvě zubová čerpadla namontována za sebou umístěná v přední části klikové skříně, poháněna jsou od klikového hřídele. Větší z čerpadel je odsávací, které zajišťuje dopravu oleje z klikové skříně do olejové nádrže, která je uložena vepředu motoru pod víkem klikové skříně a to z důvodů lepšího mazání při různých náklonech vozidla. Menší z čerpadel je výtlačné, nasává olej z nádrže a vytlačuje jej přes olejový lamelový čistič na jednotlivá mazaná místa motoru. Největší část oleje se dopravuje přes přední kluzné ložisko otvorem do dutiny klikového hřídele a odtud vývrty na ojnicí ložiska. Přebytný olej je rozstříkovan na válce, maže pístní čepy, válečková ložiska klikové hřídele a kluzná ložiska vačkových hřídelů, ventilové rozvody (zdvihátka, tyčky a drůčky ventilů). V zadní části klikového hřídele je zamontován pojistný ventil, který má i regulační účel. U některých vozidel, u nichž jsou časté nepříznivé podmínky chlazení, jako třeba u tahače těžkých přívěsů, je vložen chladič oleje v pravém rozváděcím kanále chladič vzduchu. Chladič je vybaven přepouštěcím kohoutem pro uvedení do činnosti nebo naopak vyřazení z činnosti. Uvádí se v činnost v případě vzrůstu teploty oleje nad 100°C.

Palivový systém motoru se skládá ze dvou dopravních pístových čerpadel MOTORPAL FP/K 22 B poháněných vačkovým hřídelem, které dopravují palivo z nádrže přes hrubé čističe, z nich je jeden v sacím potrubí a druhý na jednom dopravním čerpadle ve formě sítěk. Jedno z palivových čerpadel je navíc vybaveno pomocným ručním pístovým podávacím čerpadlem. Palivo je dále filtrováno v jemném čističi paliva, do kterého je přiváděno tangenciálním vtokem, a přes plstěnou filtrační vložku z něj následně proudí k vstřikovacím čerpadlům. Vstřikovací čerpadla jsou dvě spřažená šestiválcová čerpadla, jedno MOTORPAL PV6B8D242e vybaveného odstředivým regulátorem a druhé MOTORPAL PV6B8D210e vybaveného předsuvníkem vstřiku pro snadnější spouštění motoru. Těla samotných čerpadel jsou shodná. Vstřik paliva začíná při 32 až 45° a končí 10 až 12° před horní úvratí. Z čerpadel se dopravuje palivo vysokotlakým potrubím ke vstřikovačům na hlavách válců. Vstřikovače jsou osazeny tryskami MOTORPAL DOP 120 S 525 s pěti otvory o průměru 0,25 mm. Vstřikovací tlak paliva do válců je 170 kg/cm². Vstřikovače jsou spojeny přepadovým potrubím s přepadovým potrubím ze vstřikovacích čerpadel, které odvádí přebytečné palivo nazpět do nádrže paliva.

Vzhledem ke konstrukci motoru do V, má každá řada válců svoje sací a výfukové potrubí. Z tohoto důvodu je motor vybaven dvěma olejovými čističi nasávaného vzduchu. Jedná se o nádobu, na jejímž dně je olejová náplň pro zachycování hrubších nečistot vlivem změny směru proudění vzduchu. Případné zbylé nečistoty se zachycují v drátěné čisticí vložce, tvořené dvěma kuželovými síťovými plášti, mezi které je vložena ocelová vlna. Motor při plném výkonu nasaje kolem 13 000 litrů vzduchu za minutu.

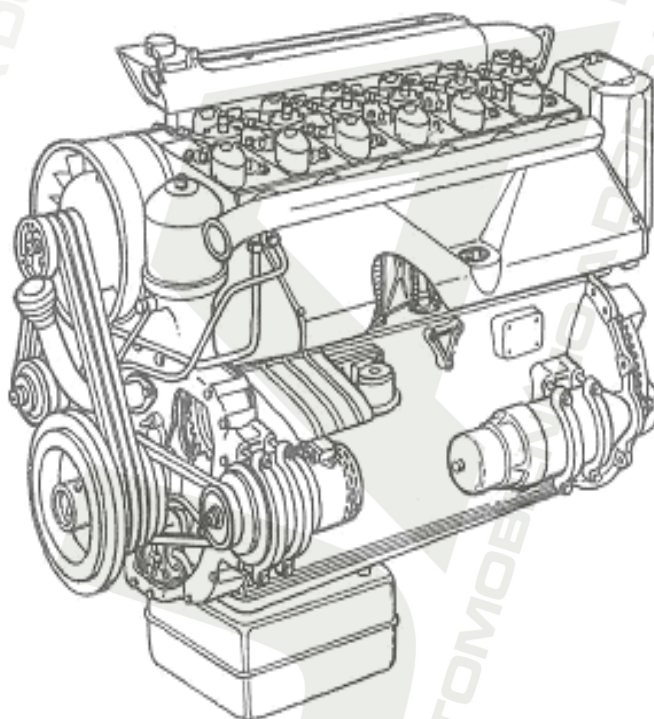
3. MOTOR TATRA T 116

V roce 1949 vznik prototyp vznětového motoru s dvěma řadami válců svírající úhel 180° tzv. BOXER. Vyrobeny byly dva kusy a motor měl být uložen v rámu pod podlahou vozidla a měl být určen pro nákladní dvounápravový automobil.

Zdvihový objem [cm ³]	Výkon [kW]	počet válců	vrtání
	ot/min		zdvih
10 180	96	6	120
	2000		150

Tab. 6. Parametry motoru T 116 [1]

4. MOTOR TATRA T 912 PRO VOZIDLA PRAGA V3S a S5



Obr. 5. Motor T 912 [3]

Šestiválcový vznětový vozidlový motor T 912 je určen pro pohon vozidel Praga S5 (dvounápravový nákladní automobil) a Praga V3S (vojenský třínápravový speciál). Pro široké využití vozidel PV3S a jeho dlouhodobé využívání se vozidla i motory těchto vozidel v době jejich používání dočkaly i dvou stupňů modernizace pod označením PV3S M1 s motorem T 912 – 4 a PV3S M2 s motory T 912 – 5. Motor se začal sériově vyrábět v roce 1952.

Základní technické data:

Druh motoru:	čtyřdobý vznětový motor s přímým vstřikem paliva	
Počet válců:	6	
Uspořádání válců:	samostatné válce v jedné řadě	
Chlazení:	vzduchem, nucené, dmychadlem	
Vrtání válců:	110 mm	(T 912 – 4 a 5 – 115 mm)
Zdvih pístů:	130 mm	
Obsah válců:	7 410 cm ³	(T 912 – 4 a 5 – 8 100 cm)
Max. pracovní otáčky:	2000 ot/min	
Max. pracovní výkon:	70 kW	(T 912 – 4 a 5 – 88 kW)
Max. krouticí moment:	353 Nm	(T 912 – 4 a 5 – 452 Nm)
Ventilové rozvody:	OHV	

Popis konstrukce motoru:

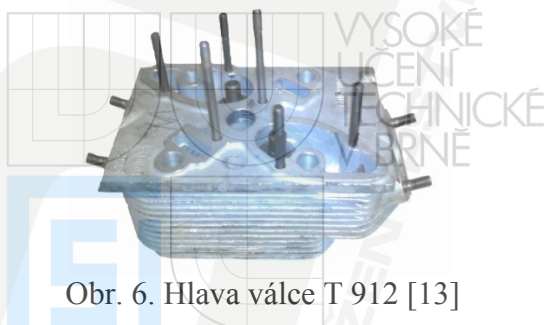
Motor vychází konstrukčně z motoru T111 a jsou použity i některé díly z tohoto motoru. V podstatě by se dalo říci, že se jedná o samostatnou řadu válců z T111 (neboli polovina motoru) a tak vznikl motor T 912. Základním rozdílem v těchto motorech je počet válců – 6 ks, motor je koncipován jako řadový nikoliv vidlicový. Motory se vyráběly v několika verzích, vozidla S5, PV3S byli vybaveny motory T 912, vozidla PV3S-M1 motorem T 912-4 a vozidla PV3S-M2 motorem T 912-5. Motory T 912-4 a 5 jsou motory totožné s motorem T 912 jen s menšími modernizacemi příslušenství a výbavy motoru.

Válce i hlavy válců jsou totožné s T 111, válce jsou s hlavami těsněny soustředným drážkováním bez vloženého těsnění.

Kliková skříň je litinová uzavřená zespod litinovým víkem s montovanou olejovou nádrží, to znamená že se jedná o motor se suchou klikovou skříní. Přední víko skříně tvoří kryt rozvodových kol. Zadní část motoru tvoří litinové víko s labyrintovou ucpávkou proti vytékání oleje u výstupu klikové hřídele na setrvačník.

Klikový hřídel je smontován ze sedmi dílů, z nichž šest je z ocelolitiny a jeden přední je kovaný, od kterého jsou poháněny rozvody, kompresor a řemenice pohonu dmychadla a dynama. Klikový hřídel je uložen sedmkrát ve válečkových ložiscích a u předního dílu klikového hřídele je axiální kluzné zajištění polohy. Všechna sedm válečkových ložisek je zajištěno v klikové skříní pojistnými kroužky. Klikový hřídel je osazen ojnicemi z legované oceli, kde oko ojnice je vybaveno pouzdrem z taženého bronzu pro volné uložení pístního čepu, hlava ojnice je dělená, vybavena dvoudílnými pouzdry z olovnatého bronzu. Na klikový hřídel je montována přes víko ojnice dvěma ojnicními šrouby.

Písty motoru jsou vyrobeny z hliníkové slitiny. Píst je vybaven 4 těsnícími kroužky a jedním stíracím kroužkem (u motorů T 912-4 a 5 jsou tři těsnící a jeden stírací kroužek). Každý píst má ve dně vyosenou spalovací komůrku. Pístní čep je nalisován a zajištěn pojistnými kroužky proti posunutí.



Obr. 6. Hlava válce T 912 [13]



Obr. 7. Válec motoru T 912 [13]

Rozvody tvoří dvě vačkové hřídele poháněny ozubenými koly, které jsou sedmkrát uloženy v kluzných ložiscích. Na každé straně motoru je umístěn jeden vačkový hřídel, na levé straně pro sací ventily a na pravé pro výfukové ventily. Princip ovládání a seřizování ventilů je totožný s motorem T 111.

Časování ventilů: T 912- sací ventily se otvírají 4° před horní úvratí a zavírají 48° za dolní úvratí, výfukové ventily se otvírají 42° před dolní úvratí a zavírají 10° za horní úvratí. Sací i výfukové ventily jsou tedy otevřeny po dobu 232° .

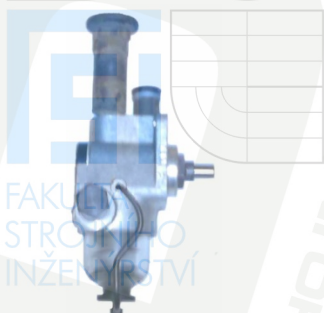
T 912 – 4 a 5 - sací ventily se otvírají při $9^\circ + 4^\circ$ před horní úvratí a zavírají $52^\circ + 4^\circ$ za dolní úvratí, výfukové ventily se otvírají $46^\circ + 4^\circ$ před dolní úvratí a zavírají $15^\circ + 4^\circ$ za horní úvratí. Sací i výfukové ventily jsou tedy otevřeny po dobu $241^\circ + 4^\circ$.

Chlazení motoru zajišťuje vzduchové dmychadlo, umístěné v přední části motoru. Dmychadlo, na rozdíl od motoru T 111, nemá v sobě umístěno dynamo, to je přemístěno ze středu dmyhadla na pravou stranu motoru samostatně a poháněno klínovým řemen z klikové řemenice (u motorů T 912 – 4 a 5 je nahrazeno alternátorem), ale je samostatným celkem. Je poháněno dvěma klínovými řemeny z řemenice na klikovém hřídeli. Řemeny se napínají pomocí dělené klikové řemenice lisované z ocelových plechů, která byla později nahrazena napínací kladkou. Dmychadlo prohání vzduch přes válce a hlavy motoru a aby se dosáhlo správného chlazení, je motor oplášťován a na levé straně motoru jsou vsazeny do meziválcových mezer rozváděcí plechy. Ohřátý vzduch vystupuje z motoru v zadní části k výfukovému potrubí. U motorů T 912 – 4 a 5 je vzduch vystupující z motoru ještě veden přes olejový chladič, který je umístěn zezadu na motoru.

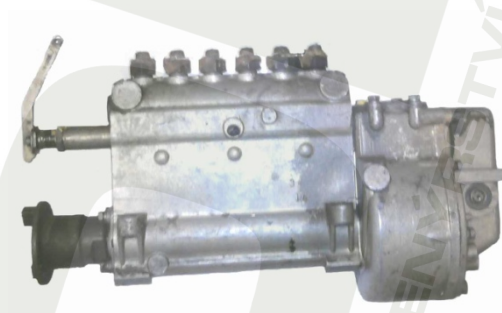
Mazání motoru je tlakové oběžné, princip a mazací místa stejná jako u motoru T 111, mazání zabezpečují dvě zubová čerpadla (sací a výtlačné). Olej čistí a filtruje lamelový čistič oleje. U motoru T 912-4 a 5 je na místo lamelového čističe dvojstupňové čištění oleje a to plnopřtokovým a odstředivým čističem oleje. Tyto motory jsou navíc vybaveny olejovým chladičem umístěným na zadní části motoru. Další změnou v mazací soustavě u těchto motorů je oproti motoru T 912 rozšíření mazací soustavy o mazání vstřikovacího čerpadla (u motoru T 912 má vstřikovací čerpadlo svou vlastní stálou náplň).

Palivo z nádrže dopravuje dopravní čerpadlo s hrubým čističem paliva a ručním podávacím čerpadlem CD 12 B 682 (T 912 – 4 a 5 čerpadlem CD 5A-2277) poháněným vačkovým hřídelem. Palivo je dále filtrováno v jemném čističi paliva s plstěnou filtrační vložkou (T 912 – 4 a 5 jsou již vybaveny dvoustupňovým jemným filtrem paliva s výměnnými papírovými vložkami), odkud je dopravováno do vstřikovacího čerpadla s regulátorem otáček.

Motor je osazen tryskami s pěti otvory o průměru 0,25 mm a úhlem rozstříku 120° o vstřikovém tlaku 16,7 – 16,9 MPa (T 912 – 4 a 5 mají čtyři otvory o průměru 0,30 mm a úhlem rozstříku 150° a vstřikovém tlaku 17,7 – 18,3 MPa). Motory T 912 – 5 mívají navíc vřazeno do palivového systému elektrické podávací čerpadlo.



Obr. 8. Podávací čerpadlo [13]

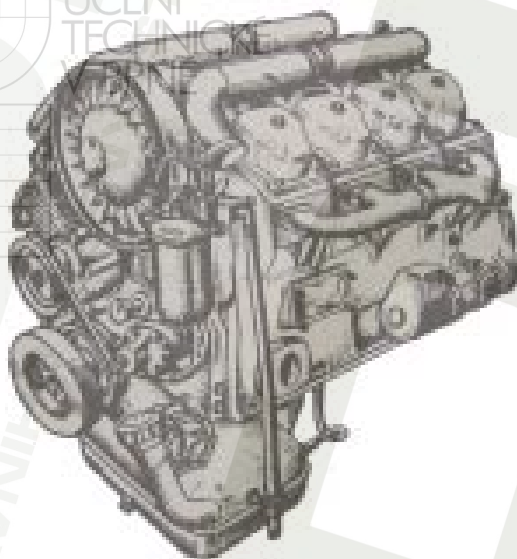


Obr. 9. Vstřikovací čerpadlo [13]

Vzduch nasávaný do motoru čistí stejný čistič vzduchu jako byl použit u motoru T 111, u T 912 – 4 a 5 je nahrazen kapalinovým čističem vzduchu s předčističem, kdy je k olejovému čističi přidán vířivý předčistič, který zachytává nejhrubší nečistoty.

Motory T 912 se vyznačovaly vysokou životností a spolehlivostí (vozidla vybavena těmito motory jsou používána doposud, jak v civilním sektoru, tak i v AČR), optimální spotřebou a i přes svůj relativně malý výkon dosahovala vozidla s tímto motorem výborných vlastností při pohybu zejména v těžkých terénních podmínkách.

5. MOTOR TATRA T 928 PRO VOZIDLA TATRA 138



Obr. 10. Motor T 928 [4]

Osmiválcový vznětový vozidlový motor T 928 je určen pro pohon vozidel řady TATRA 138 a různých průmyslových agregátů při použití motorů pod označením T 928-5, T 928-51, T 928-6, T 928-61, T 928-7, T 928-71, T 928-8 a T 928-81, které se liší použitím rozdílných výkonostních regulátorů vstřikovacího čerpadla pro stabilní chod motoru v určitých stanovených otáčkách.

Motor se začal sériově vyrábět v roce 1955.

Základní technické data:

Druh motoru:	čtyřdobý vznětový motor s přímým vstřikem paliva
Počet válců:	8
Uspořádání válců:	samostatné válce ve dvou řadách do tvarů V v úhlu 75°
Chlazení:	vzduchem, nucené, dmychadlem
Vrtání válců:	120 mm
Zdvih pístů:	130 mm
Obsah válců:	11 762 cm ³
Max. pracovní otáčky:	2000 ot/min
Max. pracovní výkon:	134 kW
Ventilové rozvody:	OHV
Pořadí vstřiku:	1-6-3-5-4-7-2-8

Popis konstrukce motoru:

Konstrukční řešení motoru T 928 je postaveno na základu motoru T 111 (tak jako všechny další motory). Vzduchem chlazených osm válců uspořádaných ve dvou řadách po čtyřech, řady válců svírají úhel 75°. Každý z osmy válců je samostatně uložen na klikové skřini a připevněn čtyřmi šrouby přes hlavu válce, která je také pro každý válec samostatná. Hlava i válec mají hladká chladicí žebra pro odvod tepla.

Hlavy válců jsou odlity z lehkých slitin a osazeny dvěma ventily (výfukovým, sacím), těsněny na válce jsou opracovanou hladkou dosedací plochou bez vkládaného těsnění. Hlavy již nemají jednotlivé ventilové komory pro každý ventil, ale jeden kryt ventilů, pod kterým jsou umístěny oba ventily současně se vstřikovačem.

Kliková skříň je tunelový odlitek z šedé litiny. Na přední straně klikové skříně je umístěno přední víko motoru z lehkých slitin. Toto víko nese chladicí dmychadlo, chladič oleje, čistič oleje, čistič paliva, palivové čerpadlo, jednoválcový kompresor, dynamo a nádrž oleje. V tomto víku je též uloženo přední kluzné vodící ložisko klikového hřídele. Kliková skříň je suchá.

Klikový hřídel je konstrukčně totožný jako u motoru T 111, jen s tím rozdílem, že jednotlivé díly klikového hřídele jsou pro větší tuhost sešroubovány šesti šrouby s menším počtem klikových segmentů z důvodu snížení počtu válců z dvanácti na osm.

Písty motoru z lehkých slitin jsou opatřeny třemi těsníci kroužky, jedním polostíracím a jedním stíracím kroužkem. Horní pístní těsnící kroužek je chromovaný, pro větší tvrdost a menší opotřebení třením.

Ventily již nejsou ovládány třemi vačkovými hřídeli, ale pouze jedním, umístěným mezi řadami válců. Vačkový hřídel je pětikrát uložen v kluzných ložiscích a ovládá jak výfukové a sací ventily, tak dopravní palivové čerpadlo. Rozvody ventilů jsou opět OHV, rozvodová ozubená kola jsou u tohoto motoru uloženy vzadu, kde je ke klikové skříně namontována skříň rozvodových kol.

Časování ventilů: sací ventily se otvírají 14° před horní úvratí a zavírají 46° za dolní úvratí
výfukové ventily se otvírají 38° před dolní úvratí a zavírají se 22° za horní úvratí. Sací i výfukové ventily jsou otevřeny po dobu 240° .

Chlazení motoru je zcela nové konstrukce. Na rozdíl od dvou trvale hnaných dmychadel je na motoru T 928 jen jedno dmychadlo, umístěno vpředu uprostřed mezi řadami válců a proudění chladícího vzduchu usměrňují rozváděcí plechy a kanálky.

Ohřátý vzduch vystupuje na každé straně motoru volně do atmosféry. Dmychadlo již nepohání klínové řemeny, ale hřídel, který prochází mezi válci k zadní straně motoru, kde je uložena kapalinová spojka regulace chlazení. Spojka je poháněna od rozvodových kol, tedy její hnací část, hnaná část je spojena hřídeli s dmychadlem. Jako přenosové medium kapalinové spojky slouží motorový olej. Proudění oleje omezuje elektromagnetický ventil, který je ovládán termospínači umístěnými na hlavách prvního a pátého válce. Dle teploty hlav elmag. ventil propouští olej do spojky nebo nepropouští, a tím je zajištěna regulace chlazení celého motoru. Motory jsou vybaveny spínačem pro odstavení regulace z provozu a pak dmychadlo zůstává v činnosti trvale. Výhodou kapalinové spojky je tlumení vibrací, kmitů a nárazů v chladicí soustavě i motoru.

Mazání motoru pracuje na stejném principu jako u motoru T 111, tlakové oběžné se suchou klikovou skříní. Dvě olejová čerpadla jsou namontována za sebou na zadní části motoru ve skříně rozvodových kol a jsou poháněna od klikového hřídele. Sací čerpadlo odsává olej z klikové skříně, výtlačné je zdrojem tlakového oleje pro mazání motoru. Olej je filtrován v lamelovém čističi oleje, umístěném na předním víku motoru. Čistič je naplněn síťovými kroužky, které plní úlohu filtru. Kroužky se u motorů nevyměňují, ale čistí a zůstávají nadále v provozu. Motor je již standardně vybaven chladičem oleje. V přívodním potrubí oleje k chladiči je vřazen trojcestný kohout s pojišťovacím ventilem. Kohout slouží k odstavení chladiče z provozu za velmi nepříznivých klimatických podmínek. Z tohoto důvodu je v kohoutu již zmiňovaný pojišťovací ventil, který brání poškození chladiče při zvednutí tlaku nad 6 kPa.

Palivovou soustavu tvoří dopravní čerpadlo MOTORPAL CD 12 Z, s hrubým čističem paliva vybaveného ručním podávacím pístovým čerpadlem, umístěném na levé straně motoru a poháněno vačkovým hřídelem, dvoustupňovým jemným čističem paliva s výměnnými filtračními vložkami, vstřikovacím osmy válcovým čerpadlem MOTORPAL PV 8 R 9P 910e 1502 o konstantním počátku vstřiku 26° - 28° před horní úvratí s výkonovým regulátorem, uloženým v lůžku mezi válci a poháněným rozvodovými koly. Vstřikovací čerpadlo je naplněno olejovou náplní motorového oleje a tento je nutno v určených opravních intervalech měnit. Pětivotrovými tryskami MOTORPAL DOP 140 S 530 a odpadovým potrubím, jenž odvádí přebytečné palivo ze vstřikovacího čerpadla zpět do palivové nádrže. Nepatrné přebytečné množství paliva z trysek není sváděno odpadovým potrubím, ale odkapává do komory vahadel a spolu s olejem stéká do klikové skříně motoru.

Čištění vzduchu pro spalování motoru zajišťují dva olejové čističe vzduchu. Čističe mají olejovou náplň pro zachycení nečistot, čisticí vložku a vířivou vložku, která nasávaný vzduch rozvíruje pro lepší vyčištění. Při víření se zachytí více nečistot v olejové náplni a zbytek nečistot zachycuje filtrační vložka.

6. MOTOR TATRA T 930 PRO VOZIDLA TATRA 813



Obr. 11. Motor T 930 - 4 K [13]

Dvanácti válcový motor T 930 je další v řadě čtyřdobých vzduchem chlazených motorů určených pro těžké tahače a valníky, ale také lokomotivy a jiné. Jedná se v podstatě o dvanáctiválcovou verzi motoru T 928. Motor je vyráběn ve vícero verzích, základní verzí je motor T 930, následné odvozené verze jsou značeny T 930 -2 až 7. Tyto motory se liší především druhem regulace (výkonnostní nebo omezovací). Výjimku tvoří málo rozšířené motory T 930 – 4 K s přepínáním turbodmychadly. Nejrozšířenější jsou motory T 930 – 3 používané ve vozidlech a motory T 930 – 17 vznětový motor na různá paliva (vícepalivový motor) pro spalování motorové nafty, leteckého petroleje, automobilový benzín ve směsi s motorovou naftou a motorovým olejem vyráběny pro potřebu armády. Aby motor mohl pracovat s jiným palivem než motorovou naftou, je vybaven přídavnými zařízeními a některými jinými komponenty, zejména v palivové soustavě. Tyto motory se začaly vyrábět v roce 1955.

Základní technické data:

Druh motoru:	čtyřdobý vznětový motor s přímým vstřikem paliva
Počet válců:	12
Uspořádání válců:	samostatné válce ve dvou řadách do tvarů V v úhlu 75°
Chlazení:	vzduchem, nucené, dvěma dmychadly
Vrtání válců:	120 mm
Zdvih pístů:	130 mm
Obsah válců:	17 628 cm ³
Max. pracovní otáčky:	2000 ot/min
Max. pracovní výkon:	184 kW
Ventilové rozvody:	OHV
Pořadí vstřiku:	1-8-5-10-3-7-6-11-2-9-4-12

Popis konstrukce motoru:

Motor má dvanáct samostatných válců ve dvou řadách, kdy tyto řady svírají úhel 75° . Hlava je těsněna k válci hladkou dosedací plochou válce bez vloženého těsnění. Hlavy jsou z lehkých slitin a válce z šedé litiny.

Klikovou skříň tvoří litinový odlitek s víkem klikové skříně. Kliková skříň je suchá, olej je odsáván do olejové nádrže. Přední část motoru tvoří víko z lehkých kovů. Na toto víko je umístěno chladicí dmychadlo, kompresor, alternátor, čističe oleje a paliva, palivové čerpadlo a čerpadlo strojního zařízení. Na zadní straně motoru je již zmiňované víko rozvodových kol.

Klikový hřídel je sešroubován z osmi dílů, přední a zadní čep plus šest klikových ramen a sedmkrát uložen v klikových válečkových ložiscích a jednom axiálním vodícím ložisku.

Klikový hřídel je dutý, dutina se využívá pro rozvod oleje k ojnicím ložiskům atd.

Na předním dílu klikového hřídele je namontován tlumič torzních kmitů, v zadní části poháněcí kolo rozvodů a setrvačnick

Písty jsou z lehkých slitin osazeny pěti pístními kroužky, třemi těsníci, jedním polostíracím a jedním stíracím kroužkem. První z těsnících kroužků je chromovaný. Dna pístů mají vytvořen spalovací prostor.



Obr. 12. Píst motoru T 930 [13]

Ventilový rozvod motoru je OHV a jeho konstrukce je shodná s ostatními motory Tatra. Pohon rozvodových součástí je řešen ozubenými koly, které jsou uloženy na zadní straně motoru pod příčně děleným víkem rozvodových kol z šedé litiny. Hlavy obsahují jeden sací a jeden výfukový ventil. Ventily mají výměnné sedla. U motoru T 930 – 17 jsou ventily z kalené oceli, které se pro svou tvrdost nedají frézovat, ale musí se zarovnávat broušením.

Časování ventilů: sací ventily se otvírají 14° před horní úvratí a zavírají 46° za dolní úvratí
výfukové ventily se otvírají 38° před dolní úvratí a zavírají se 22° za horní úvratí. Sací i výfukové ventily jsou otevřeny po dobu 240° .

Mazání motoru tlakové oběžné, princip a funkce mazací soustavy zůstává stejný jako u předešlých motorů. Samostatná olejová nádrž, suchá kliková skříň, novým prvkem je třístupňové olejové čerpadlo umístěno pod víkem rozvodových kol. Čerpadlo má tři stupně pro práci s olejem, dvě sací pro odsávání oleje z klikové skříně a skříně rozváděcích kol a výtlačný pro tvorbu tlakového oleje mazání motoru. Olej ze sacích větví je veden přes olejový chladič, vybavený trojcestným kohoutem, kterým se ovládá přívod oleje do chladiče nebo se dá chladič i vyřadit z činnosti, do olejové nádrže umístěné pod víkem klikové skříně. Motor je vybaven hvězdicovým síťovým čističem a odstředivým čističem oleje. U motorů řady T 930 je opět regulační pojistný ventil umístěn do zadního dílu klikového hřídele a z mazacího okruhu je vyřazeno vstřikovací čerpadlo.



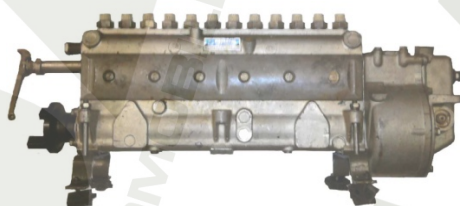
Obr. 13. Odstředivý čistič oleje T 930 [13]

Palivový systém motoru tvoří pístové podávací čerpadlo CD 12 Z 2226 s hrubým čističem palivy a pomocným ručním pístovým podávacím čerpadlem uloženým na levé straně motoru. Čerpadlo je poháněno vačkovým hřídelem motoru. Motory T 930 – 17 jsou navíc vybaveny elektrickým podávacím čerpadlem CS 1 A, které může být trvale v provozu a je schopno v případě poruchy podávacího čerpadla toto čerpadlo nahradit. Dále se vede palivo do jemného jednostupňového nebo dvoustupňového čističe (vyskytují se obě varianty čističů dle roku výroby motoru), vybaveného vyměnitelnou jednou (nebo dvěma) celulosovou vložkou, hrubé nečistoty klesají ke dnu, odkud se vypouští odkalovacím šroubem. Z jemného čističe je přiváděno do dvanáctiválcového vstřikovacího čerpadla s odstředivým výkonnostním regulátorem. Čerpadlo je poháněno od rozvodových kol. Hnací hřídel čerpadla je vybavena výsuvnou spojkou, která odstavuje mechanicky čerpadlo z provozu při případné poruše, nebo u stojícího motoru k nastříkání paliva ručním protáčením vstřikovacího čerpadla. Motory jsou vybaveny vstřikovacími čerpadly MOTORPAL PV 12R 9P 910e s konstantním počátkem vstřiku paliva nastaveného na 26° – 28° před horní úvratí, u motorů T 930 – 17 je tato hodnota změněna na 30° – 32° před horní úvratí. Vstřikovací čerpadla těchto motorů mají stálou olejovou náplň, která se musí v určených servisních intervalech měnit. U motorů T 930 – 17 je dále upraveno vstřikovací čerpadlo proti prolínání paliva do skříně čerpadla (kvůli případnému znehodnocování olejové náplně čerpadla alternativními palivy). Dále je nastaven přepouštěcí ventil čerpadla na vyšší tlak, z důvodu zabráňování tvorby par v potrubí.

Další změna doznala regulační tyč čerpadla, na kterou byl namontován třípolohový doraz regulační tyče. Tento doraz se používá k seřízení množství dodávaného paliva pro různé druhy paliva. V poloze 1. je čerpadlo nastaveno na tyto paliva: motorová nafta, letecký petrolej, směs nafty a benzínu s převážnou částí nafty, v poloze 2. na směs nafty a benzínu v poměru přibližně 1:1, v poloze 3. na směs benzínu s naftou (nebo motorovým olejem) s převážnou částí benzínu. Vstřikovače VA 53 S 463 a 2607 jsou osazeny tryskami MOTORPAL DOP 140 S 530-39, tryska je pětiotvorová s průměrem otvorů 0,30 mm a vrcholovým úhlem trysky 140° . Motory T 930 – 17 jsou vybaveny vstřikovači VA 53 S 463 a 2631 a upravenými tryskami MOTORPAL DOP 140 S 530 – 79, u kterých je změněn prostor mezi sedlem jehly a trysky a vstřikovací otvory. Jehly těchto trysek jsou vyrobeny z rychlořezné oceli. Při provozu motoru na alternativní paliva se může spotřeba paliva zvýšit až o 50%. Motory T 930 – 17 jsou vyvinuty a vyráběny pro potřeby armády a nejsou homologovány pro běžný provoz na pozemních komunikacích.



Obr. 14. Podávací čerpadlo [13]



Obr. 15. Vstřikovací čerpadlo [13]

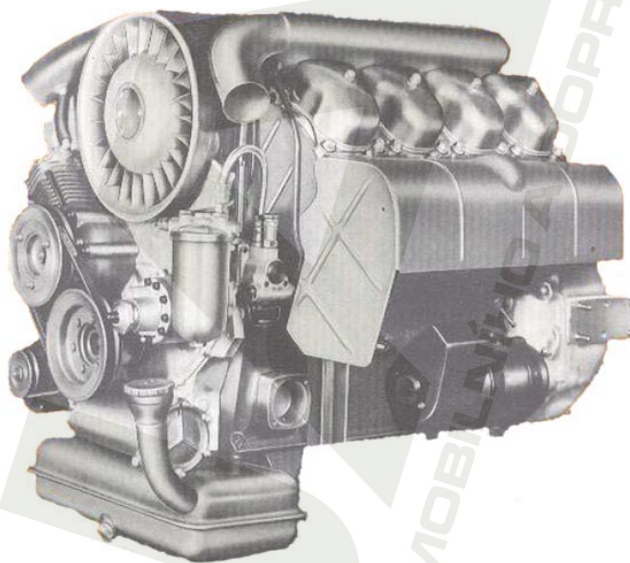
Motor je chlazen vzduchem. Princip chlazení je totožný s motory T 928 a T2 – 928. V chladicí soustavě je vřazena automatická regulace chlazení – ARCH. ARCH se skládá z regulačního ventilu, který ovládá membránové teplotní čidlo. ARCH samočinně reguluje množství přiváděného oleje do kapalinové spojky. Regulační ventil je namontován do hlavy druhého válce a kontrolní elektrický snímač (membránové teplotní čidlo) v osmé hlavě válce. V případě přehřívání motoru je možné ARCH vyřadit z činnosti přepojením hadic vedení oleje a kapalinová spojka je napojena na stálý přívod oleje a tím ve stálém záběru.

Čištění vzduchu zajišťují dva cyklonové čističe vzduchu VTC 350. Nasávaný vzduch je hnán soustavou cyklónových vložek, kde se separují hrubší nečistoty do sběrné misky umístěné ve spodní části filtru, do jemného čistící vložky a následně do motoru.



Obr. 16. Čistič vzduchu [13]

7. MOTOR TATRA T2 – 928 PRO VOZIDLA TATRA 148



Obr. 17. Motor T2 – 928 [16]

Vidlicový osmiválec s přímým vstřikem paliva je určen pro vozidla Tatra 148 a jiné stroje využívající k pohonu dieselové agregáty, jako například mobilní kompresory, elektrocentrály a jiné. Motor T 2 928 je stejné konstrukce jako motor T 928 s menšími konstrukčními změnami a modernějším příslušenstvím. Výroba motoru začala v roce 1970.

Základní technické data:

Druh motoru:	čtyřdobý vznětový motor s přímým vstřikem paliva
Počet válců:	8
Uspořádání válců:	samostatné válce ve dvou řadách do tvaru V pod úhlem 75°
Chlazení:	vzduchem s nuceným oběhem, jedno dmychadlo
Vrtání válců:	120 mm
Zdvih pístů:	140 mm
Obsah válců:	12 666 cm ³
Max. pracovní otáčky:	2000 ot/min
Max. pracovní výkon:	134 kW
Max. točivý moment:	70,4 kpm při 1400 ot/min
Ventilové rozvody:	OHV
Hmotnost motoru:	asi 750 kg
Pořadí vstřiku:	1-6-3-5-4-7-2-8

Popis konstrukce motoru:

Jak již bylo řečeno, jedná se o přímého následovníka motoru T 928 s jistými konstrukčními změnami. Asi největší konstrukční změnou je úprava klikového hřídele. Původní klikový hřídel měl vyosení ojnicního čepu 65mm, nový hřídel má vyosení 70 mm, tím pádem má píst větší zdvih a to 140mm a následně se zvětšil i zvykový objem motoru o 904 cm³. Klikový hřídel je montován ze šesti dílů a sedmkrát uložen. Šestkrát ve válečkových ložiscích a jednou v přední části v axiálním kluzném ložisku. Veškeré ostatní funkce klikového hřídele zůstávají stejné jako u typově staršího motoru T 928. Na klikovém hřídeli jsou uloženy na jednotlivých ojnicních čepech vždy dvě ojnice protilehlých pístů. Ojnice mají spodní oko děleno a spojeno dvěma šrouby a jsou uloženy na dvoudílných pánvích plátovaných vrstvou oloveného bronzu. V horním oku ojnice je uloženo pouzdro pro pístní čep, toto pouzdro je vyrobeno z bronzu.

Písty motoru jsou opět z lehkých slitin se čtyřmi pístními kroužky. Dvěma těsnícími kroužky, jedním polostíracím a jedním stíracím kroužkem. Vrchní stírací kroužek je chromovaný.

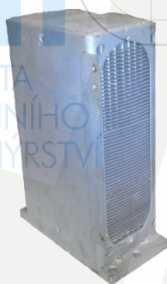
Kliková skříň jako celek s předním víkem z lehkých slitin, zadním víkem litinovým i spodním plochým víkem jsou shodné konstrukce s motorem T 928.

Rozvody typu OHV u tohoto motoru jsou stejné konstrukce jako u předešlého motoru. Uložení rozvodových kol v zadní části motoru se osvědčilo, zejména z důvodu omezení nepříznivých vlivů torzních kmitů klikového hřídele.

Časování ventilů: sací ventily se otvírají 14° před horní úvratí a zavírají 46° za dolní úvratí
výfukové ventily se otvírají 38° před dolní úvratí a zavírají se 22° za horní úvratí. Sací i výfukové ventily jsou otevřeny po dobu 240°

Chlazení motoru pracuje na stejném principu jako u předešlého motoru T 928. Standardem chladicí soustavy se stává kapalinová spojka pohonu dmychadla poháněna od rozvodových kol. Regulace chlazení motoru je stejného principu jako u předešlých typů motorů (proudění oleje omezuje elektromagnetický ventil, který je ovládán termosnímači umístěnými na hlavách prvního a pátého válce).

Mazací systém doznal menších změn a rozšíření o další mazací místa. Do okruhu mazání bylo vřazeno vstřikovací čerpadlo s výkonovým regulátorem (u motoru T 928 mělo čerpadlo vlastní stálou náplň). Další změnou je umístění pojistného regulačního ventilu ze zadního dílu klikového hřídele na přední víko motoru a umístění pojistného ventilu čističe oleje ze spodní části bloku čističe do horní části čističe a to do dutiny filtrační vložky. Na motor se standardně montují olejové chladiče s trojcestným kohoutem uloženy na předním víku motoru. Ostatní části mazací soustavy zůstávají totožné s předchozími motory.



Obr. 18. Olejový chladič [13]



Obr. 19. Hvězdicová filtrační vložka oleje [13]

Konstrukce palivové soustavy je velmi podobná předešlé, jen s modernějšími prvky a menšími úpravami uložení jednotlivých komponentů. Tvoří ji hrubý čistič paliva umístěný na sacím potrubí motoru, dopravní čerpadlo MOTORPAL CD 3A, které je namontováno na vstřikovací čerpadle a poháněno výstředníkem z vačkové hřídele vstřikovacího čerpadla, odtud je palivo vedeno do jednostupňového jemného čističe paliva se stálou filtrační vložkou (vložka se po ošetření může vrátit zpět do čističe) a ručním palivovým čerpadlem CRI do vstřikovacího osmipístkového čerpadla MOTORPAL PV 8A 9P 915 g o konstantním počátku vstřiku $24^\circ \pm 2^\circ$ před horní úvratí s výkonovým regulátorem a spouštěcím zařízením, uloženého v lůžku mezi válci a poháněného rozvodovými koly. Palivo je dopravováno pod tlakem 170 ± 5 atm do vstřikovacích trysek MOTORPAL DOP 140 S 435-39 a do válců, přebytečné palivo je sváděno odpadovým potrubím zpět do palivové nádrže.



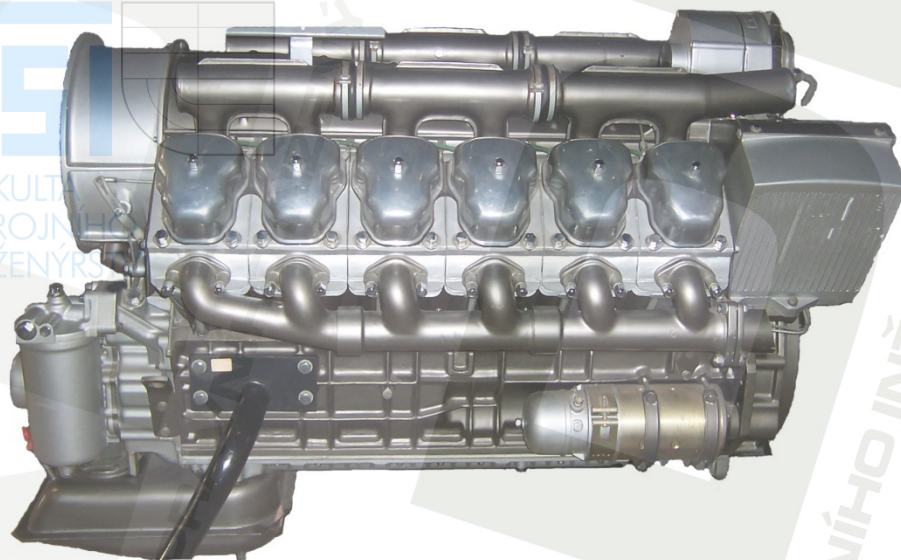
Obr. 20. Vstřikovač [13]



Obr. 21. Tryska [13]

Čištění vzduchu pro spalování motoru zajišťují dva olejové čističe vzduchu IFE 6,1 807-8000 s předčističem nasávaného vzduchu Donaldson PB H00-0237.

9. MOTORY TATRA ŘADY T3 PRO VOZIDLA TATRA 815



Obr. 22. Motor T3 – 930 [13]

Motory T3 jsou nejrozšířenější motory Tatry. Vyskytují se v mnoha variantách, jak v počtu válců, tak ve výkonnostních i v plnění emisních limitů.

Motory T3 928 – 930 jsou následovníky motoru T 2 -928 a mají tak velmi mnoho konstrukčních prvků stejných nebo stejné konstrukce. Vzhledem k tomu že tyto motory se stále vyrábí a modernizují, najdeme zde prvky nejnovějších technologií, jak zpracování samotného motoru, materiálů tak i přídatných zařízení a příslušenství.

Motory typové řady T3 se začaly vyrábět v roce 1976 v osmi (928) deseti (929) a dvanácti (930) válcových verzích a vyrábí se s nejrůznějšími modernizacemi a modifikacemi doposud.

Základní technické data:

Druh motoru:	čtyřdobý vznětový motor s přímým vstřikem paliva
Počet válců:	viz tabulka
Uspořádání válců:	samostatné válce ve dvou řadách do tvaru V v úhlu 90°
Chlazení:	vzduchem, nucené
Vrtání válců:	120 mm
Zdvih pístů:	140 mm
Obsah válců:	viz tabulka
Max. pracovní otáčky:	2200 ot/min
Max. pracovní výkon:	viz tabulka
Ventilové rozvody:	OHV
Pořadí vstřiku:	12 válec: 1-8-5-10-3-7-6-11-2-9-4-12
	10 válec: 1-10-5-7-2-8-3-9-4-6
	8 válec: 1-6-3-5-4-7-2-8

Rozdělení motorů:

Typ motoru	Počet válců	verze	obsah cm	výkon kW	emisní limit dle EURO	rok výroby
T 3 - 928	8		12 666,6	170	0	1983 - 1989
T 3 - 929	10		15 825	208	0	
T 3 - 930***	12	30, 31	19 000	235	0	
		50, 51 *	19 000	265	0	
T 3 A - 928	8	30	12 666,6	170	EURO 0	1990 - 1994
		50, 52, 53	12 666,6	225,235,225	EURO I	1994 - 1996
T 3 A - 929	10	16, 34, 37	15 825	210	EURO 0	1990 - 1994
T 3 A - 930	12	30	19 000	235	EURO 0	
		T *	19 000	265	EURO 0	
		30*	12 666,6	235	EURO I	
T 3 B - 928	8	10, 40, 50 **	12 666,6	230	EURO II	od 1996
		60 **	12 666,6	255	EURO II	
T 3 C - 928	8	80, 81 **	12 666,6	270	EURO III	od 2001
		90 **	12 666,6	300	EURO III	
T 3 D - 928	8	20 **	12 666,6	280	EURO IV	od 2006
		30 **	12 666,6	325	EURO IV	
		TM**	12 666,6	280	EURO V	od 2008

* - motory přepínávané turbodmychadly

** - motory přepínávané turbodmychadly s mezichladičem vzduchu

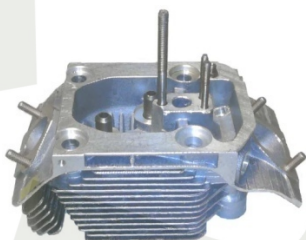
*** - vícepalivové motory bez homologace pro provoz na pozemních komunikacích (verze pro AČR).

Tab. 7. Rozdělení motorů T3 [10],[11]

Popis konstrukce motoru:

Základní konstrukce motorů řady T3 je u všech stejná. Osm až dvanáct samostatných válců s hlavami uloženými ve dvou řadách pod úhlem 90°. Hlavy i válce jsou žebrované pro dobrý odvod tepla.

Hlavy válců z lehkých slitin jsou připevněny s válci do klikové skříně čtyřmi šrouby. Každá hlava je osazena dvěma vysutými ventily, sací a výfukový, které jsou ovládány vahadly uloženými v kozlíku vahadel a ovládány rozvodovými tyčkami a zdvihátky (rozvod OHV). Ventilová sedla jsou výměnná, lisovaná ocelová.



Obr. 23. Hlava válce T3 [13]



Obr. 24. Válec motoru T3 [13]

Ventily jsou řízeny a poháněny vačkovou hřídelí uloženou uprostřed mezi válci a poháněnou rozvodovými koly ze zadní části motoru.

Časování ventilů: sací ventily se otvírají 16° před horní úvratí a zavírají 48° za dolní úvratí, výfukové ventily se otvírají 49° před dolní úvratí a zavírají se 25° za horní úvratí. Sací ventily jsou tedy otevřeny po dobu 244° a výfukové 254° jedné otáčky motoru.



Obr. 25. Sací a výfukový ventil T3 [13]

Klikový hřídel je opět dělený, uložený ve valivých válečkových ložiscích a dle počtu válců je složen z příslušného počtu dílů klikového mechanismu. Dvanáctiválcový motor má osm dílů, desetiválcový sedm a osmiválcový šest dílů. Vždy je opět uložen jedenkrát v axiálním kluzném ložisku. V přední části je namontován tlumič torzních kmitů a v zadní náhonové kolo rozvodů. Uložení ojníc na klikovém hřídeli i uložení pro pístní čep zůstává stejné konstrukce jako u T 2 – 928.

Písty z lehkých slitin mají zalitý nosič prvního těsnicího kroužku a celkem jsou vybaveny třemi pístními kroužky. Dva těsnící a jeden stírací. První těsnící kroužek je trapézový, druhý pístní kroužek minutový a třetí stírací s pružinou. Všechny pístní kroužky mají zámek pro zajištění polohy. Ve dnech pístů je vytvořen spalovací prostor. Písty novější výroby jsou povlakovány.



Obr. 26. Píst motoru T3 [13]

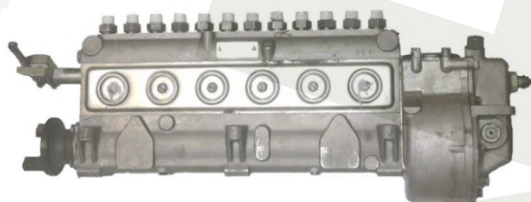
Kliková skříň je opět tunelová, litinová se spodním plochým víkem, předním víkem z lehkých slitin a zadním rozvodovým víkem. Ve všech předních vících je umístěno chladicí dmychadlo, olejové čističe, čerpadlo mazání, čerpadlo servopohonu řízení a další příslušenství motoru. Na levé zadní části motoru je umístěn již standardně u všech motorů olejový chladič.

Mazací soustava motoru je konstrukčně totožná s motorem T 2 – 928 mazání tlakové oběžné, jen s drobnými změnami. Olejový chladič již nemá třicestný ventil a je umístěn z přední části motoru na rozvaděč oleje s přepouštěcím ventilem chránícím olejový chladič před poškozením. Rozvaděč oleje je našroubován vzadu na klikové skříni. Olej je nasáván z nádrže a vytlačován do plnopřítokového čističe oleje s vyměnitelnou papírovou vložkou a dále do chladiče oleje, menší část oleje proudí do odstředivého čističe oleje, z něž se vrací samospádem nazpět do nádrže. Pojistný ventil je umístěn do víka olejového čerpadla a je seřízen na tlak 0,6 MPa. Novým prvkem mazací soustavy je mazání turbodmychadel (pokud je jimi motor vybaven) a olejovým teploměrem pro kontrolu obsluhou. Dalším novým

prvkem vřazeným do mazací soustavy je ventil ARCH umístěný na výfukové potrubí, který ovládá průtok oleje do kapalinové spojky dmýchadla.

Chlazení motoru zajišťuje dmýchadlo poháněno kapalinovou spojkou od rozvodových kol motoru. Správnou regulaci teploty motoru zajišťuje ventil ARCH (motory řady T3). Tento ventil se dá vyřadit z činnosti demontováním speciální podložky z tělesa ventilu a chlazení již není regulováno, ale běží stále na plný výkon. U motorů pozdějšího data výroby (motory řady T3 A a výše) je ARCH nahrazen novým členem ERCH (elektronická regulace chlazení).

Palivový systém je opět stejného principu jako u předešlého typu motoru, jen s modernějšími komponenty. S vývojem motorů a přechodem na přísnější stupně emisních limitů (EURO 0 až EURO IV) je palivový systém stále modernizován a doplňován o novější a modernější komponenty například vstřikovací čerpadla a vstřikovače BOSCH, až po instalaci systému AdBlue (selektivní katalytická redukce). U vícepalivových motorů je navíc do palivové soustavy montováno elektrické podávací čerpadlo s hrubým čističem paliva, které nahrazuje samostatný hrubý čistič paliva.



Obr. 27. Vstřikovací čerpadlo motoru T3-930 [13]

Rozdíly palivových komponentů jednotlivých motorů typů T3 :

TYP	VARIANTA	VSTŘIKOVACÍ ČERPADLO	VSTŘIKOVACÍ TRYSKA
T3 928-930	30,31	MOTORPAL PV 12A 9K 917i	DOP 140S 435 - 4369
	50,51	MOTORPAL PV 12A 9K 917i	DOP 140S 345 – 4368
T3 A 928	50,52,53	BOSCH 0 402 648 968	DOP 134 S 440 - 4102
T3 B 928	10,30	PAL PV 8A 9P 915 j -1484	DOP 140 S 627 - 4113
	40,50,60	BOSCH 0 402 648 608	DOP 140 S 627 - 4118
	70	BOSCH 0 402 648 608 B	BOSCH DLLA 145PV3 188821
T3 C 928	80,81,90	BOSCH 0 402 648 607	BOSCH DLLA 145PV3 191464
T3 D 928	20,30	BOSCH 0 402 648 612	BOSCH DLLA 145PV3 200887

Tab. 8. Koncové prvky palivových soustav motorů T3 [11]

Motory T 3 jsou vybaveny jedním nebo dvěma čističi vzduchu. Všechny motory mají jeden čistič vzduchu, dvanáctiválcové motory vybaveny dvěma turbodmýchadly mají čističe dva. Čistič vzduchu je vybaven papírovou filtrační výměnnou vložkou. U motorů s EURO 3 jsou papírové filtrační vložky dvě řazené za sebou, lépe řečeno v sobě.

Od vzniku motorů T3 C byl válec ve spodní části zesílen a dosedací plocha zvětšena, hlava opatřena menším vývrtem pro vstřikovač z důvodu zvýšení pevnosti středu hlavy a z tohoto důvodu i novým vstřikovačem s osmiotvorovou tryskou. Byl montován výkonnější ventilátor

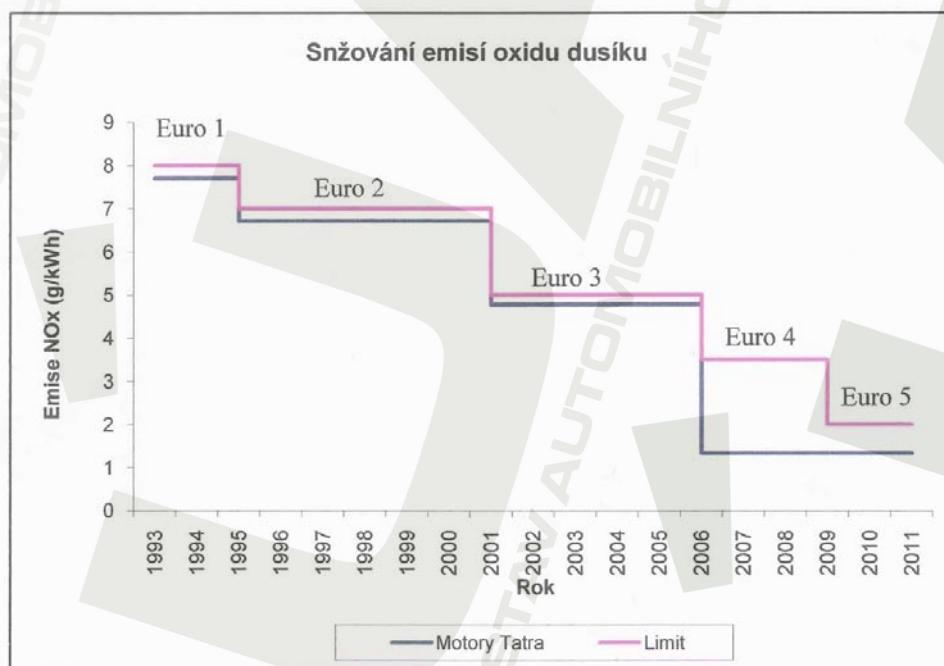
a turbodmychadlo Holset s regulací „Waste-gate“ (vyšší točivý moment v nízkých otáčkách). Další změnou u těchto motorů je nahrazení klasických ojnicích ložisek drážkovanými ložisky Miba (vyšší odolnost proti zatížení a nečistotám) a rozšíření palce u vačky výfukového ventilu (možnost zvýšení předpětí vratných pružin a tím dosažení vyššího účinku motorové brzdy). Všechny motory TATRA jsou vybaveny mechanickým vstřikováním paliva. Motory T3 D jsou vybaveny vstřikovacími čerpadly ovládanými řídicí jednotkou.



Obr. 28. Motor TATRA T3C – 928 [17]

10. EMISNÍ LIMITY MOTORŮ TATRA

Jeden z mnoha faktorů ovlivňující vývoj všech motorů je mimo ekonomiky provozu, životnosti, spolehlivosti a dalších zejména vliv motorů na životní prostředí (obsah plynových a pevných škodlivin ve výfukových plynech). Povolené množství těchto látek řeší předpisy EURO, které se s rostoucím počtem vozidel a technologickými možnostmi neustále zpřísňují.



Obr. 29. Graf porovnání limitů EURO a limitů motorů TATRA [11]

TATRA plnila předpisy EURO vždy bez větších problémů. Předpisy EURO 1 – 3 byly řešeny zejména optimalizací spalovacího procesu motorů ať už doplněním motorů turbodmychadly, použitím nových vstřikovacích čerpadel a trysek až po optimalizaci sacích a výfukových kanálů i ventilů.

Pro splnění předpisu EURO 4 (motory T3D – 20, -30) EURO 5 (motory T3D – TM) byla již nutnost doplnit motor o přídatné zařízení, které by upravovalo výfukové plyny na stanovenou mez. V současné době existují zejména dvě nejvíce využívané metody a to systém EGR (recirkulace výfukových plynů) nebo SCR (selektivní katalytická redukce).

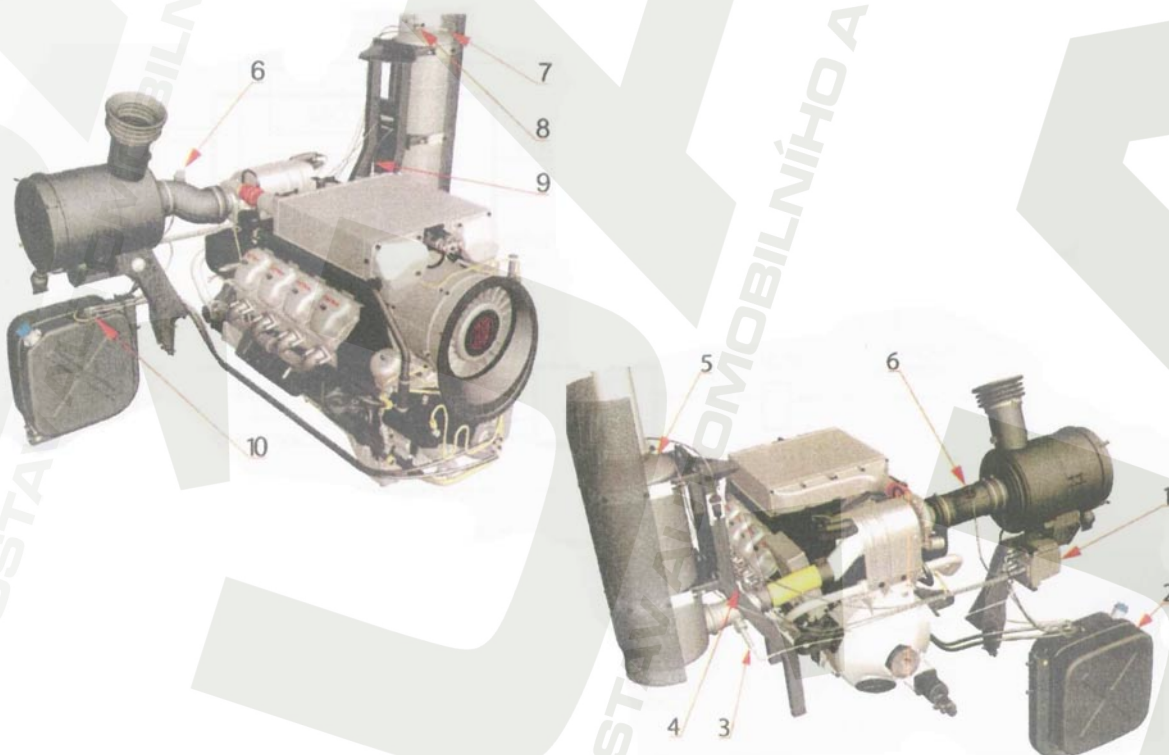
Tatra se vydala cestou SCR, při zachování koncepce motoru jako při EURO 3 a optimalizací spalovacího procesu na snížení emisí pevných částic ale tím zvýšení emisí oxidů dusíku, které se následně eliminují pomocí SCR.

Požadované snížení pevných částic v emisích se dosáhlo sladěním geometrie spalovacího prostoru, parametrů sacího kanálu, vstřikovací trysky a také práce turbodmychadla.

Snížení emisí oxidů dusíku se dosáhlo vřazení katalyzátoru do výfukové soustavy. Katalyzátor pro svoji funkci ovšem vyžaduje redukční činidlo, z tohoto důvodu je motor doplněn o systém SCR, který využívá jako redukční činidlo technickou kapalinu známou pod označením AdBlue.

Hlavní části systému SCR :

- 1 - dávkovací jednotka AdBlue (UDS)
- 2 – nádrž AdBlue (66 litrů)
- 3 – tryška pro vstřik směsi AdBlue se vzduchem
- 4 – snímač oxidů dusíku pře katalyzátorem
- 5 – katalyzátor
- 6 – snímač množství vzduchu MAF
- 7 – snímač oxidů dusíku za katalyzátorem
- 8 – snímač teploty za katalyzátorem
- 9 – snímač teploty před katalyzátorem
- 10 – snímač hladiny a sání z nádrže



Obr. 30. Motor TATRA T3D – 928 se systémem SCR [17]

Jednotka UDS zajišťuje správné dávkování čidla a to vyhodnocováním signálů příslušných snímačů (množství a koncentraci oxidů dusíku, teplotu). Vstřikování musí být řízeno dle okamžitých podmínek a nelze převést na konstantní dávkování, při vyšším objemu čidla, než je nezbytně nutné pro snížení emisí oxidů dusíku, vznikají nežádoucí emise čpavku. Z tohoto důvodu je systém vybaven palubní diagnostikou, která monitoruje funkce všech důležitých částí systému a ukládá je pro následné kontroly, úpravy nebo opravy.

Použitím systému SCR se v porovnání s motory T3B snížily ve výfukových plynech 6,7 krát emise pevných částic, 5,1 krát emise oxidů dusíku a to při zvýšení maximálního výkonu o 27,5 %, zvýšení maximálního točivého momentu o 33,8 % a snížení spotřeby paliva o 6 % (tím snížení emisí CO₂).

Prakticky má tento systém i několik omezení. SCR vyžaduje pro svou správnou funkci vysokou čistotu redukčního čidla AdBlue i vzduchu, se kterým se mísí před vstřikem do katalyzátoru, což vyžaduje dokonalou filtraci obou médií, soustava filtrace vzduchu je doplněna ještě o další tlakový filtr vzduchu jen pro systém SCR, který je nutno pravidelně měnit. Vniknutí i nepatrných nečistot vede k poruchovosti systému nebo i k vyřazení z činnosti (ucpání ventilů a trysek). To vyžaduje vyšší nároky na obsluhu, kdy se před doplňováním čidla do nádrže musí důkladně očistit hrdlo a okolí nádrže, což není vždy možné.

Do systému SCR nesmí vniknout žádné ropné produkty, kontaminace systému těmito látkami vede k poškození nebo úplnému zničení veškerých pryžových komponentů systému. Bohužel k znečištění občas dochází a to zejména omylem obsluhy, kdy jsou do nádrže AdBlue doplněny pohonné hmoty.

Dalším omezujícím faktorem tohoto systému je nutnost teploty katalyzátoru vyšší jak 200°C pro správnou reakci čidla s výfukovými plyny, systém SCR je v tomto případě odstaven z provozu. Při provozu vozidla například jen v místě jednoho staveniště, jízdy na krátké vzdálenosti s častým odstavením motoru z činnosti a podobně dochází z důvodu nefunkčnosti SCR ke zvýšení emisních limitů až na hodnoty EURO 2. Při teplotách nižších než 200°C se v katalyzátoru usazují ze zplodin karbony, což vede k jeho ucpávání a následně nutnosti vyčištění nebo i výměny (pracné a nákladné).

V případě, že řídicí jednotka nebo některý ze snímačů nepracuje správně a systém vstřikuje větší množství redukčního čidla, vznikají, jak již bylo řečeno, nežádoucí emise čpavku, usazování a krystalizace čidla v katalyzátoru (opět nutnost vyčištění nebo výměny). Údržba celého systému je tedy značně složitá, pracná a nákladná. Opravy řídicích jednotek SCR (UDS) se provádí v současné době pouze v Německu nebo v Tatře Kopřivnici, oprava je opět relativně nákladná a časově náročná, až jeden měsíc.

ZÁVĚR

V této bakalářské práci popisují vývoj vznětových motorů TATRA, jednotlivé konstrukční prvky a změny mezi jednotlivými typy motorů.

Motory TATRA za celou dobu své existence prokázaly svou spolehlivost, funkčnost a jedinečnost. Tyto motory, vzduchem chlazené s mechanickým vstřikem paliva, jsou zřejmě jediné svého druhu na světě a dokázaly, že i v dnešní době vysokých požadavků kladených na motory, obstojí mezi konkurencí.

Při tvoření této práce jsem vycházel zejména z materiálů TATRY, z jejich příruček a manuálů, ale také z praktických poznatků autorizovaných servisů.

Současný trend vývoje motorů je zaměřen na získání maximálního výkonu při minimální ekonomické nákladnosti, ať už výroby, tak i provozu a s ohledem na životní prostředí. Myslím si, že TATRA jde plně v duchu tohoto trendu a současné motory plní limit EURO 5 s klasickou koncepcí motorů to plně dokazuje.

Pravdou je, že tyto motory jsou nové a funkčnost a správnost řešení ukáže až budoucnost a to zejména z důvodu toho, že nikdo momentálně není schopen říci, jak budou motory, vybaveny SCR, pracovat po větším proběhu odpracovaných motohodin, kdy se dá předpokládat větší spotřeba oleje a tím podstatné zhoršení kvality zpracovávaných spalín proti novému motoru.

Musím říci, že podobné problémy a vyhlídky do budoucnosti má nejen TATRA, ale všechny automobilky používající systém SCR, jako např. Mercedes.

Domnívám se, že v budoucnu je TATRA schopna vyrábět a provozovat motory stejné koncepce jako doposud a plnit stále přísnější předpisy EURO. Netuším sice, jak se osvědčí nově používaný systém SCR, ale myslím, že v případě že se bude tato technologie snižování emisních limitů používat i nadále a rozvíjet se, měla by se změnit legislativa přijímání EURO předpisů pro výrobce vozidel. V současné době legislativa po schválení nového předpisu EURO, nařizuje výrobcům vyrábět motory splňující tyto předpisy bez ohledu na jejich další využívání. Pro pracovní a stavební stroje, u nichž se dnes již ví, že systém SCR při jejich činnosti nepracuje, by měla být možnost použití méně přísné předpisy EURO (bez systému SCR), kdy tyto limity jsou přijatelnější než u motorů s nepracujícím SCR.

Osobně si myslím, že systém SCR je značně složitý, náročný na údržbu a zvyšuje náklady na provoz při ne vždy úspěšném výsledku.

Do budoucna si myslím, že velký posun v konstrukci a vývoji motorů se naskytuje v používání nových materiálů, tím zvýšení životnosti a možností jednotlivých komponentů motorů, snížení hmotnosti, tření, spotřeby při zachování výkonnostních a momentových charakteristik motorů a snižování emisních limitů.

Zmapoval jsem vývoj vznětových motorů TATRA a srovnal jejich parametry a použítá technická řešení. Předpokládám, že cíle bakalářské práce jsem tedy dosáhl a všechny požadavky zadání splnil.

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK

- Obr. 1. První osobní automobil Prášident [14]
Obr. 2. První nákladní automobil [15]
Obr. 3. Vznětový motor MAN [1]
Obr. 4. Motor Tatra 111 [13]
Obr. 5. Motor T 912 [3]
Obr. 6. Hlava válce T 912 [13]
Obr. 7. Válec motoru T 912 [13]
Obr. 8. Podávací čerpadlo [13]
Obr. 9. Vstříkovací čerpadlo [13]
Obr. 10. Motor T 928 [4]
Obr. 11. Motor T 930 - 4 K [13]
Obr. 12. Píst motoru T 930 [13]
Obr. 13. Odstředivý čistič oleje T 930 [13]
Obr. 14. Podávací čerpadlo [13]
Obr. 15. Vstříkovací čerpadlo [13]
Obr. 16. Čistič vzduchu [13]
Obr. 17. Motor T2 – 928 [16]
Obr. 18. Olejový chladič [13]
Obr. 19. Hvězdicová filtrační vložka oleje [13]
Obr. 20. Vstříkovač [13]
Obr. 21. Tryska [13]
Obr. 22. Motor T3 – 930 [13]
Obr. 23. Hlava válce T3 [13]
Obr. 24. Válec motoru T3 [13]
Obr. 25. Sací a výfukový ventil T3 [13]
Obr. 26. Píst motoru T3 [13]
Obr. 27. Vstříkovací čerpadlo motoru T3-930 [13]
Obr. 28. Motor TATRA T3C – 928 [17]
Obr. 29. Graf porovnání limitů EURO a limitů motorů TATRA [11]
Obr. 30. Motor TATRA T3D – 928 se systémem SCR [17]

- Tab. 1. Parametry motoru T 59 [1]
Tab. 2. Parametry motoru T 67 [1]
Tab. 3. Parametry motoru T 64 [1]
Tab. 4. Parametry motoru T 64 a [1]
Tab. 5. Parametry motoru T 91 [1]
Tab. 6. Parametry motoru T 116 [1]
Tab. 7. Rozdělení motorů T3 [10],[11]
Tab. 8. Koncové prvky palivových soustav motorů T3 [11]

10. Seznam použitých zdrojů:

[1] TATRA MUSEUM KOPŘIVNICE

[2] ZDENĚK V.KLEINHAMPL – Příručka pro obsluhu naftových motorů řady Tatra 111 A, Vyd. NP Tatra, Kopřivnice 1962. číslo publikace 301,124 s.

[3] ING. BOHUMIL HADRAVA – Nákladní terénní automobily V3S, V3S – M1, V3S – M2 Vyd. Federální ministerstvo národní obrany 1988

[4] KAREL SKÁLA A ING. OTOMAR SPĚVÁČEK – Příručka pro obsluhu naftových motorů řady Tatra 928. Vyd. NP Tatra, Kopřivnice 1961. číslo publikace 247, 76 s.

[5] Příručka pro obsluhu naftových motorů řady Tatra 2-928-2. Vyd. NP Tatra, Kopřivnice 1970. číslo publikace 407.

[6] Příručka pro obsluhu naftových motorů řady Tatra 930. Vyd. Nakladatelství dopravy a spojů, Praha 1 – zájmový náklad.

[7] ING. MIROSLAV ZVĚŘINA – Těžký terénní tahač Tatra 813 – popis a provoz Vyd. Ministerstvo národní obrany 1970.

[8] Vznětový motor na různá paliva T 930 – 17 Těžký terénní tahač Tatra 813 - Příloha, Praha 1973

[9] Dílenská příručka nákladních automobilů TATRA 815 Vyd. Tatra NP Kopřivnice, číslo publikace 561, 1983

[10] Dílenská příručka TATRA 815 – 2 Vyd. Tatra a.s.Kopřivnice, číslo publikace 675, 1996

[11] TATRA – servisní škola Vyd. Tatra a.s.Kopřivnice, 2007

[12] Měsíčník AutoEXPERT, prosinec 2000

[13] foto autor

10. Seznam použitých elektronických zdrojů:

[14] Výlet do Beskyd, aneb cesta tam a zase zpátky [online]. 2002 [cit. 2002-01-27].
Dostupné z WWW:< http://www.cinancup.cz/plus/pic/270102_beskydy/index.htm>

[15] Technické muzeum Tatra - Kopřivnice [online]. 2008 [cit. 2008-05-26].
Dostupné z WWW:< <http://gallery.tau-racing.cz/displayimage.php?album=5&pos=94>>

[16] Motor Tatra 148 [online]. Nezištěno
Dostupné z WWW:< <http://www.tatra148.unas.cz/motor.htm>>

[17] Motor [online]. 2009
Dostupné z WWW:< http://www.tatra.cz/web_cz/motor_cz.asp>

[18] TATRA ON AIR: jediný vzduchem chlazený motor EURO 5 na světě [online]. 2008
[cit. 2008-02-12].
Dostupné z WWW:< <http://news.auto.cz/uzitkove/tatra-on-air-jediny-vzduchem-chlazeny-motor-euro-5-na-svete.html>>

[19] Motor Tatra Euro 4 [online]. 2006 [cit. 2006-07].
Dostupné z WWW:< http://www.tatra.cz/web_cz/napsali/napsali_09.pdf>

[20] Zázračný motor Tatra – vzduchem chlazený osmiválec zvládá Euro 5 [online].
2008 [cit. 2008-02-13].
Dostupné z WWW:< http://auto.idnes.cz/zazracny-motor-tatra-vzduchem-chlazeny-osmivalec-zvlada-euro-5-pvs-/automoto.asp?c=A080212_210211_ak_aktual_vok>