

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

obor 23 - 07 - 8
strojírenská technologie
zaměření
tváření kovů a plastických hmot

Katedra tváření a plastů

TECHNICKO EKONOMICKÁ STUDIE BENZINOVÉ NÁDRŽE
Z PLASTICKÉ HMOTY NA VŮZ Š 781

Ladislav H U K

KPT 246

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jaroslav Tměj, CSc. VŠST Liberec

Konzultant: Ing. Vladimír Geduš, AZNP Mladá Boleslav

Rozsah práce:

Počet stran	70
Počet tabulek	17
Počet obrázků	22

Dne 5. ledna 1987

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DILA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro **Ladislava H u k a**

obor **strojní a textilní technologie**

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Technicko ekonomická studie benzinové nádrže
z plastické hmoty na vůz Š 781**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza hlavních oblastí aplikací plastů na osobních automobilech.
2. Podmínky čes. průmyslu pro výrobu plastových výrobků technologií vyfukování.
3. Hlavní směry vývoje konstrukce palivových nádrží pro osobní automobily.
4. Technické řešení plastové nádrže pro vůz Š 781.
5. Zhodnocení výrobků z hlediska technologického, z hlediska energetické náročnosti a z hlediska ekonomického.

V. 15/87.S.
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, S. UDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

KPT/TP

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 50 stran

Seznam odborné literatury:

1. Zprávy AZNP - Strojní součásti z plastů

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jaroslav Tměj, CSc.**

Datum zadání diplomové práce: **25. 9. 1986**

Termín odevzdání diplomové práce: **11. 5. 1987**



J. Tměj
Doc. Ing. Jaroslav Tměj, CSc.

Vedoucí katedry

J. Alaxín
Doc. Ing. Jan Alaxín, CSc.

Děkan

Liberci

25. 9.

86

V dne 19.....

M í s t o p ř í s e ž n é p r o h l á š e n í

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval
samostatně s použitím uvedené literatury

Liberec 5. ledna 1987

Podskel J. K.

O b s a h	str.
1. Úvod	6
1.1. Význam úspory kovů a energií v národním hospodářství	6
1.2. Cesty k úsporám kovů a energií	6
2. Analýza hlavních oblastí aplikací plastů na osobních automobilech	9
2.1. Význam použití plastů při konstrukci osobních automobilů	9
2.2. Nároky automobilového průmyslu na vlastnosti plastů	10
2.3. Použití plastů v automobilovém průmyslu ve světě	13
2.4. Použití plastů na automobilech čs. výroby	15
2.4.1. Vývoj použití plastů	15
2.4.2. Detail využití plastů na Š 120 a Š 781	16
2.5. Hlavní aplikace plastů na voze Š 120	18
2.6. Používání nových materiálů plastů	19
3. Podmínky čs. průmyslu pro výrobu plastových výrobků technologií vyfukování	21
3.1. Princip technologie vyfukování	21
3.2. Současný stav technologie vyfukování velkoobjemových dílů v GŘ Prago-Union a v Plastimatu Liberec	23
4. Hlavní směry vývoje konstrukce palivových nádrží pro osobní automobily	24
4.1. Rozdílnost pojetí konstrukce dílů z kovu a plastu	24
4.2. Důvody pro zavedení plastových palivových nádrží	27
4.3. Požadavky a předpisy na provoz a bezpečnost plastových palivových nádrží	31
4.4. Způsoby výroby plastových palivových nádrží	37
4.5. Používané materiály na plastové nádrže a jejich vlastnosti	39
4.6. Snižování propustnosti paliva stěnami nádrže	48

	str.
5. Technické řešení plastové nádrže pro vůz Š 781 a její výroba	50
5.1. Popis technického řešení palivového systému	50
5.2. Popis výrobní linky na plastové palivové nádrže	51
5.3. Zkoušky plastové nádrže na vůz Š 781	55
6. Ekonomické hodnocení	58
6.1. Charakteristika hodnocení	58
6.2. Popis jednotlivých variant palivových nádrží a výpočet ukazatelů	59
6.2.1. Srovnávací varianta (plechová)	59
6.2.2. Hodnocená varianta (plastová)	63
6.2.3. Rekapitulace vypočtených veličin obou variant	64
6.3. Výpočet kritérií hodnocení	67
7. Závěr	70

Seznam zkratek některých plastů

ABS	kopolymér akrylonitril-butadien-styren
CA	acetát celulozy
EC	etylcelulóza
EP	epoxidová pryskyřice
EPSL	epoxidový skelný laminát
MF	melaminoformaldehydová pryskyřice
PA	polyamid
PA 6	polykapronamid
PA6.6	polyhexametylénadipát
PAA	polyakryláty
lPE	lineární polyetylén
rPE	rozvětvený polyetylén
PETP	polyetyléntereftalát
PESL	polyestérový skelný laminát
PF	fenolformaldehydová pryskyřice (fenoplast)
PMMA	polymetylmetakrylát (organické sklo)
PO	polyolefiny
POM	polyoximetylén (polyformaldehyd)
PP	polypropylén
PPO	polyfenylénoxid
PS	polystyrén
hPS	houževnatý polystyrén (také SB kopolymér butadien-styrén)
SAN	kopolymér styrénaakrylonitril
PUR	polyuretán
PVC	polyvinylchlorid
SI	silikonové hmoty

1. Ú v o d

1.1. Význam úspory kovů a energií v národním hospodářství.

Československé národní hospodářství je v celosvětovém měřítku energeticky velmi náročné. Tuto skutečnost výrazně dokumentuje mimo jiné úroveň tuzemské spotřeby prvotních energetických zdrojů na jednoho obyvatele, kde ČSSR vykazuje zhruba 3 krát vyšší spotřebu, než je světový průměr. Naše země se řadí svou spotřebou okolo 7 tnp na jednoho obyvatele na třetí až páté místo ve světě. V čele jsou USA a Kanada se spotřebou okolo 10 tnp/obyv. Za námi jsou země s vysoce vyspělým, byť energeticky náročným průmyslovým potenciálem, jako je kupříkladu NSR, Švédsko, Francie. Při zabezpečování paliv a energie pro naše národní hospodářství dnes pokrýváme zhruba 2/3 potřeb z vlastních zdrojů a celou jednu třetinu dovážíme.

Příčiny vysoké energetické náročnosti našeho národního hospodářství jsou především:

- ve struktuře národního hospodářství s vysokým podílem těžkého průmyslu
- v nízkém stupni zhodnocování a využívání energetických zdrojů ve výrobním procesu, což se projevuje v nižší efektivnosti zahraničního obchodu a to zejména v oblasti strojírenství
- ve vysoké materiálové náročnosti výroby. V porovnání spotřeby oceli na obyvatele s hlavními evropskými státy je úroveň spotřeby u nás až 1,5 krát vyšší
- v nízké technické úrovni některých našich výrobků.

1.2. Cesty k úsporám kovů a energií.

Strojírenství je naše nejsilnější průmyslové odvětví. Jeho úloha ve snižování energetické náročnosti národního

hospodářství však zaujímá rozhodující místo a spočívá především v tom, že:

- jako výrobce výrobních prostředků ovlivňuje technickou úroveň svých výrobků, energetickou náročnost všech ostatních odvětví
- jako rozhodující zpracovatel kovů, ovlivňuje svými nároky na odběr kovů spotřebu paliv a energie v hutnictví.

Hlavní směry hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR na léta 1986 až 1990 a výhled do roku 2000 přijaté a schválené na XVII. sjezdu KSČ ukládají kromě jiného zabezpečit státními cílovými programy úsporu za 8. pětiletku 15,4 mil. tun měrného paliva a 535 tis. tun žel. kovů. Za hlavní směry postupu pro zabezpečení cílů státního cílového programu racionalizace spotřeby kovů nutno považovat především:

- získávání kovové substance z dosud nevyužívaných odpadů a netradičních druhotných surovin
- minimalizace odpadů a ztrát vznikající při výrobě a zpracování kovových materiálů
- maximální využívání kovových materiálů dokonalým zhodnocováním jejich vlastností v konstrukcích
- úsporné konstruování strojů a zařízení a zvyšování užitečných vlastností všech druhů výrobků
- záměny kovových materiálů jinými nekovovými materiály.

Československé strojírenství využívá cca 17,5 % celkové národohospodářské spotřeby plastů. Z toho připadá téměř 50 % na výrobu obalů, paletizačních prostředků a kabelů. Aplikace plastů určují v současné době technickou i ekonomickou úroveň finální výroby a konkurenční schopnost výrobků na zahraničních trzích. Navíc jedna tuna součástí z plastů nahradí čtyři tuny železných kovů nebo pět tun

barevných kovů. Ve využití plastů zdaleka nedosahujeme úrovně vyspělých průmyslových zemí.

Tab. 1 Poměr spotřeby kovů a plastů v některých zemích

země	spotřeba oceli kg/obyv.	spotřeba plastů kg/obyv.	poměr
NSR	525	110,2	5:1
Švédsko	468	84,4	5:1
Rakousko	362	57,8	6:1
NDR	409	51,3	8:1
MLR	377	30,6	13:1
ČSSR	756	46,8	16:1

Nízké využívání plastů ve výrobě strojních součástí je ovlivněno zejména:

- nedostatečným výzkumem strojírenských aplikací plastů
- stagnací strojírenské zpracovatelské základny a její orientace na technicky méně náročnou výrobu
- trvalým nedostatkem nástrojářských kapacit
- omezeným sortimentem technických plastů a modifikovaných standardních plastů.

Tato diplomová práce provádí formou technickoekonomické studie rozbor využití plastů na osobních automobilech. Hodnotí s ohledem na trend světového vývoje náhradu kovů plasty na velice exponovaném dílu automobilu - palivové nádrži. V závěru je ekonomicky srovnávána varianta plastové a plechové palivové nádrže.

2. Analýza hlavních oblastí aplikací plastů na osobních automobilech.

2.1. Význam použití plastů při konstrukci osobních automobilů.

Plasty již dávno přestaly být jen pouhými náhražkami klasických materiálů a získaly si respekt jako plnohodnotné konstrukční hmoty. Dnešní technický rozvoj nabízí stále širší možnosti pro využití plastů. Používání těchto materiálů je dnes v automobilovém průmyslu naprostou samozřejmostí. Proto se také množství aplikovaných plastů stalo jedním z ukazatelů moderní koncepce.

Používání plastů umožňuje:

- nahrazovat kovové materiály a tím snižovat hmotnost automobilů, což se projevuje nižší energetickou náročností při jejich výrobě a provozu (úspora paliva a j.)
- zvyšovat produktivitu práce použitím progresivních výrobních technologií. Zejména je to patrné u tvarově složitých a dutých součástí, kde klasické technologie vyžadují oproti technologiím zpracování plastů nepoměrně více operací (lisování, obrábění, svařování aj.)
- slučování více funkcí do jedné. Např. odpadá povrchová úprava včetně barvení do požadovaných odstínů, které je zpravidla velmi pracné. To se projevuje ve vyšší kvalitě povrchové úpravy a vysoké korozní odolnosti, která patří k základním vlastnostem plastů. Pro některé prostředí je však nutné provádět chemické úpravy plastů (odolnost proti ultrafialovému záření, pro styk s oleji, mazadly nebo kyselinami)

- větší pasívní bezpečnost automobilu. Některé, předpisy požadovaná opatření, by nebylo vůbec možno bez použití plastů uskutečnit (přístrojová deska, sedadla a pod.)
- progresivní tvarové a estetické řešení vozidla včetně jeho interieru
- svými, zejména elastickými vlastnostmi a prováděním různých povrchových desénů, výrazné zvýšení komfortu jízdy.

2.2. Nároky automobilového průmyslu na vlastnosti plastů.

Výroba osobních automobilů klade na konstrukční materiály stále náročnější požadavky k řešení složitých konstrukčních, výrobních a ekonomických problémů. Z hlediska technického provedení součástí požaduje automobilový průmysl, aby použitý materiál zajišťoval dokonalé plnění funkcí, spolehlivost, trvanlivost, minimální údržbu a hospodárnou výrobu. Plasty v mnoha směrech tyto nároky úspěšně plní. Mají řadu výborných a pro konstrukci i provoz automobilu výhodných vlastností. Přirozeně, že využití plastů v automobilovém průmyslu je omezeno jejich fyzikálně-mechanickými vlastnostmi.

Měrná hmotnost

Představuje u plastů v průměru 1/7 měrné hmotnosti oceli. Tato skutečnost má v automobilovém průmyslu velký význam, neboť snížení celkové hmotnosti hraje velkou roli jak pro výkon motoru tak i pro snížení setrvačných sil při brzdění.

Pevnost v tahu

Dosahuje u plastů podstatně nižších hodnot než u kovů. Pevnost je u plastů velice závislá na teplotě, na chemické i na nadmolekulární struktuře. Rovněž závisí i na celkovém složení plastu. Zejména přítomnost plniv, změkčova-del, u hygroskopických plastů přítomná voda se projeví v hodnotách meze pevnosti.

Tepelné chování

Nízká tepelná vodivost u plastů je výhodná ve srovnání s kovovými materiály jen do určité míry. Např. u dílů, kde nám záleží na odvodu třecího tepla, jsou plasty v nevýhodě. Zde je pak nutno volit kompromisní řešení, kdy u dílů použijeme kombinaci kov - plast. Hodnoty tepelné odolnosti jsou podstatně nižší než u kovových materiálů. Při delším působení vysokých teplot může dojít i k narušení makromolekulární struktury použitého polymeru. Maximální teploty pro trvalý provoz dílů z plastů se většinou pohybují do 100 °C. Krátkodobě se mohou tyto teploty i překročit. Ovšem existují i speciální druhy plastů, jako např. polytetrafluoretylén, které snášejí i teploty přes 200 °C. Jsou však velmi nákladné. Při konstrukci dílů z plastů, které mají větší rozměry, je nutné brát na zřetel i jejich lineární protažení za tepla. U plastů je často větší než u kovů. Tato skutečnost může vést i k potížím při kombinaci plast - kov.

Chemická odolnost

Nejnáročnějším požadavkem na díly z plastů bývá odolnost proti korozi, odolnost proti působení benzínu, olejů, kyselin a jiných agresivních látek. Tyto požadavky celá řada plastů velmi dobře splňuje. Konečný úspěch aplikace plastů závisí na dobře zvoleném materiálu, který musí bezpodmínečně vyhovět všem požadavkům na chemickou odolnost.

Při volbě plastů v konstrukci osobního automobilu se zohledňují tato a další kritéria, která charakterizují funkci, kterou zvolený materiál v provozu vozidla plní. Z toho hlediska je možno použití plastů na vozech rozdělit do následujících hlavních skupin:

a/ pro interier vozu se požaduje:

- tepelná odolnost a stálost tvaru při teplotách až do 100 °C
- odolnost proti hoření (samozhášivé materiály na potahy a vložky sedadel)

- prodyšnost (potahy sedadel)
- tvarová paměť (vložky sedadel)
- elastické vlastnosti při nárazu, zvýšení bezpečnosti, netříštivost, pružnost (palubní deska)
- vzhledová stálost a dobrá možnost údržby
- dodržení barevného odstínu a barevné stálosti

b/ pro vnější vybavení karoserie a dekorativní díly se požaduje:

- tvarová stálost a klimatická odolnost při teplotách -30°C až $+100^{\circ}\text{C}$ (maska chladiče)
- vzhledové vlastnosti a odolnost proti slunečnímu záření
- odolnost proti chemickým vlivům (údržba vozidel a zimní provoz)
- odolnost proti abrasi (kaménky, písek)
- rázová houževnatost a pružnost (části nárazníků)
- možnost povrchové úpravy (pokovení např. znaky, nápisy)
- dodržení barevného odstínu

c/ pro funkční díly se požaduje:

- mechanické vlastnosti (pevnost, tvrdost, rázová houževnatost)
- odolnost proti otěru (pouzdra)
- rozměrová stálost při teplotách do 120°C (díly v motorovém prostoru)
- stálost rozměrů při dynamickém namáhání (oběžná kola, vrtule)
- odolnost proti chemickým vlivům (díly chladicí soustavy, benzinový systém)
- možnost opracování a dodržení přesných tolerancí i jakosti povrchu.

2.3. Použití plastů v automobilovém průmyslu ve světě.

Světová produkce automobilů dosáhla v roce 1985 rekordního množství 32,53 mil. automobilů, což je o 6,3 % více než v roce předcházejícím. Z celkového objemu vyráběných plastů se jich v automobilovém průmyslu spotřebuje jen asi 5 %. Růst spotřeby jednotlivých plastů v USA je uveden v tabulce 2.

Tab. 2 Výhled celkové spotřeby plastů v automobilovém průmyslu USA / 10^6 kg /

typ plastu	1979	1990
epoxidy	-	14
fenolplasty	17	25
polyestery	56	117
lehčený polyuretán měkký	128	120
lehčený polyuretán tuhý	23	59
celkem termosety	224	335
ABS	93	84
polyacetáty	10	11
polyakryláty	13	13
plasty na bázi celulozy	5	4
fluorované uhlovodíky	0,5	0,5
ionomery	1	1,5
polyamidy	25	52
polyestery	10	17
polyetylén	30	56
polypropylén	155	240
polyuretány	3	6
polyvinylchlorid	85	75
modifikovaný polypropylén	7	10
polykarbonáty	8	30
styrenové polymery mimo ABS	8	7
celkem termoplasty	454,5	607
celkem plasty	678,5	942

Zatímco v USA činí spotřeba plastů na automobil podle zahraničních odhadů cca 80 až 100 kg, v Evropě se spotřebuje 60 až 80 kg. Tabulka 3 ukazuje předpokládanou spotřebu plastů v Evropě. Z ní je vidět převaha polypropylénu a polyuretánů.

Tab. 3 Očekávaná spotřeba plastů v automobilech západní Evropy / 10^6 kg /

typ plastu	r. 1990	podíl v %
polyuretány	290	22
polyvinylchlorid	170	13
polypropylén	310	23,5
ABS	85	7,5
polyestery	130	10
polyamidy	70	5,5
polyakryláty	27	2
fenolplasty	19	1,5
ostatní	219	16,5
celkem	1 320	100

Podíl využití polyuretánů je na předním místě nejenom z důvodu úspěšného zvládnutí technologie zpracování, ale především z důvodů možností získání širokého sortimentu materiálu od homogenního až po lehčené buněčné struktury. Uplatňuje se např. při výrobě polštářovacích vložek sedadel i při realizaci náročných tvarových představ designérů v oblasti interieru i exteriéru vozidla. S výhodou je využíván na díly splňující přísné nároky pasívní bezpečnosti.

Polypropylénové polymery jsou velice úspěšně používány pro aplikace využívající při zpracování technologie vyfukování, vstřikování a vytlačování. V automobilovém průmyslu se používá polypropylén na technické díly jako přední a zadní nárazník, lopatky ventilátoru, plynové pedály, skříňové baterií, ochranné kryty a pod. Pro speciální aplikace je polypropylén modifikován skelnými vlákny.

2.4. Použití plastů na automobilech československé výroby.

Podobně jako u zahraničních výrobců automobilů dochází k růstu spotřeby plastů, lze i obdobný trend sledovat na automobilech domácí produkce.

2.4.1. Vývoj použití plastů.

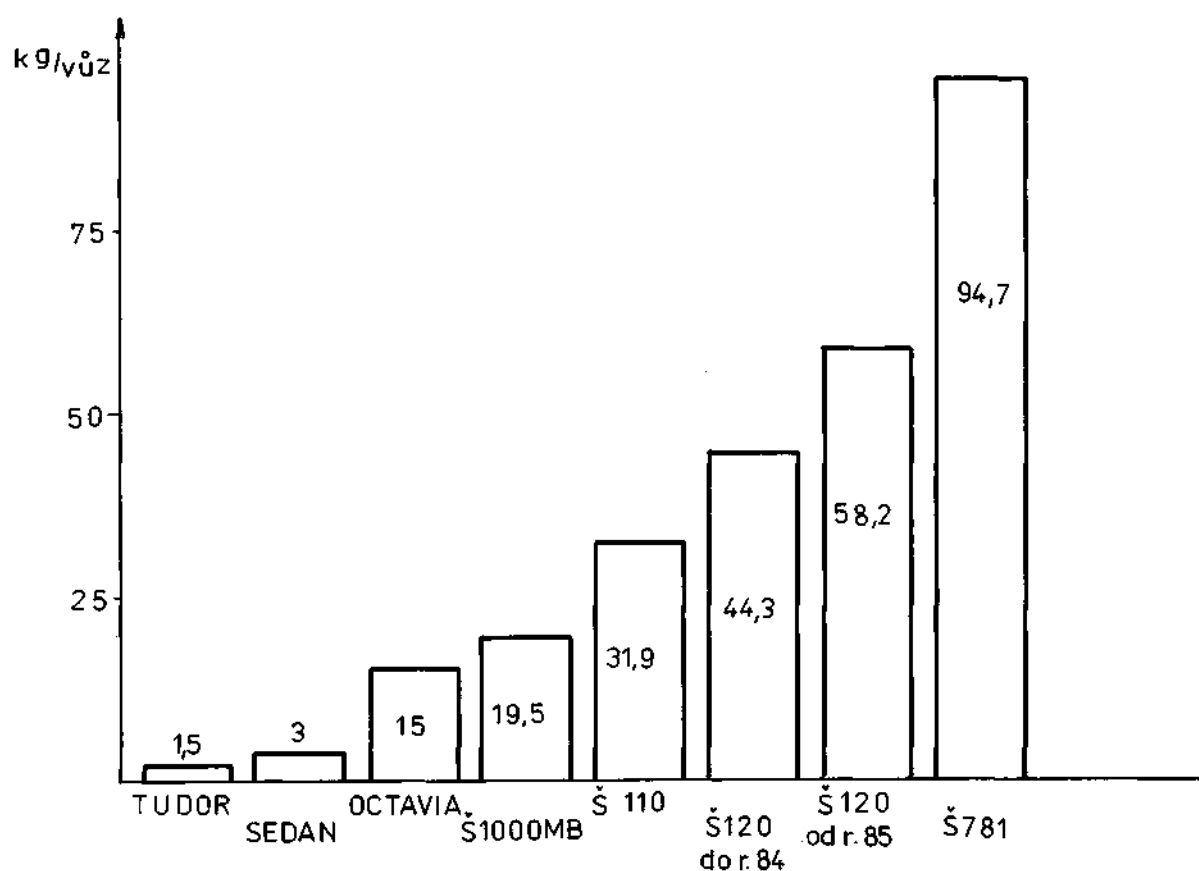
Na vozech Škoda bylo u poválečného typu Tudor použito 1,5 kg plastů. Na typu Sedan plasty představovaly 3 kg a na voze Octavia bylo aplikováno 15 kg plastů.

K dalšímu zvýšení jejich spotřeby došlo při zavedení nové koncepce vozů Škoda v r. 1964 typu Š 1000MB. Na vlastní konstrukční díly se spotřebovalo 6,3 kg a celková spotřeba, včetně čalounických materiálů (PVC koženek a izolací), byla 19,5 kg plastů.

Nový typ Š 100/110 v r. 1969 zaznamenal pak podstatné zvýšení množství i kvality plastů. Byla použita řada nových aplikací, materiálů i technologií. Např. přístrojová deska byla vystříknuta z ABS, vypěněné obkládací bezpečnostní panely a loketní opěry, samovazná pouzdra, vložky sedaček z PUR, vnitřní klíčky dveří z POM a pod. Celková spotřeba plastů činila 31,94 kg. Uvedené množství představovalo velice dobrý evropský průměr.

Vzhledem k úkolům stanoveným XIV. a XV. sjezdem KSČ v oblasti úspor klasických materiálů a rozvoje využití plastů byla také na nových modelech Š 105/120 otázce použití plastů věnována mimořádná pozornost. Výsledkem toho je množství 44,245 kg dílů z plastů a dalších 17,66 kg PVC plastizolů, které jsou používány jako ochrana spodku karoserie, na těsnění spojů a jako lepicí hmoty pro spojování vnitřních a vnějších plechů vík a dveří. Při dalších modernizacích došlo k ještě výraznějšímu využití plastů v celkovém množství 58,152 kg bez plastizolu. Na nově připravovaném voze Š 781 bude aplikováno cca 94 kg plastů.

Názorný přehled o vývoji použití plastů na poválečné výrobě automobilů značky Škoda je uveden na obr. 1.



Obr. 1 Růst spotřeby plastů na vozech Škoda

2.4.2. Detail využití plastů na Š 120 r. 1986 a Š 781

Vysoké požadavky automobilového průmyslu na kvalitu používaných plastů dokazují, že nevystačí s běžnými typy hmot, ale že požadují materiály zvlášť upravené, zejména s vyššími požadavky na tepelné vlastnosti, pevnost, rázovou houževnatost. To je důkazem toho, že i na vozech řady Š 105/120 se zvýšil sortiment používaných plastů oproti vozům Š 100 a Š 110. Výčet použitých druhů plastů na vozech Š 120 a na novém voze Š 781 je uveden v tab. 4 .

Československá materiálová základna kryje z větší části potřeby automobilového průmyslu. Přesto v současné době činí dovoz plastů okolo 18 kg na vůz (z toho PUR cca 16 kg).

Tab. 4 Spotřební hmotnosti plastů na vozech Š 120 a Š 781
v kg na jeden vůz

Typ plastu	Š 120	Š 781
lPE	0,321	15,04
rPE	7	6,79
PP	10,9	28,87
PS mimo SAN a ABS	0,628	0,063
SAN	0,37	0,055
ABS	7,07	10,2
PA	2,38	4,966
PMMA	0,184	0,263
PPO	1,294	1,584
POM	0,557	1
termoplastický elast.	0,059	0,027
PVC	4,79	4,2
PUR	15,955	15,24
aminoplasty	0,053	-
lisovací hmoty a prepregy	1,19	1,6
LPK koženky	4,422	4,032
celkem plasty	58,162	94,68
ochranné hmoty, PVC plastiz.	15,1	15,1
celkem včetně plastiz.	73,26	109,78

U typu Š 781 dojde ke zvýšení podílu plastů o 36,5 kg na vůz oproti Š 120, tj. cca o 62 %. Na zajištění výroby plastových dílů pro vůz Š 781 se bude podílet přibližně 15 podniků, které vyrábí hotové plastové výrobky, plastové polotovary, nebo výrobky, které obsahují kromě kovových dílů i plastové části. Největším dodavatelem hotových plastových dílů bude n.p. Plastimat Liberec, který bude dodávat okolo 57 % (vyjádřeno v hmotnostních procentech) těchto dílů.

GŘ Chemopetrol připravuje pro nový automobil některé nové materiály dle zahraničních ekvivalentů, používaných

na moderních evropských automobilech. Jsou to zahraniční ekvivalenty polypropylénu - Moplen SP 21 pro přístrojovou desku a Moplen SP 32 pro nárazníkový systém. Trvale zůstává i nadále dovoz pěnových materiálů PUR s jejichž výrobou se perspektivně v ČSSR zatím neuvažuje.

2.5. Hlavní aplikace plastů na voze Š 120.

Dodávky příslušenství kombinátu automobilového průmyslu pro výrobu stávajícího vozu obsahují 8,4 kg plastových dílů, tj. 14 % z celku. Polotovary dodávané přímo z n.p. Gumotex Břeclav (opěry, sedáky) činí cca 35 %. Nakupované plastové díly z n.p. Plastimat Liberec, které se používají přímo k finální montáži činí cca 9,15 kg, což je asi 16 %. Dodávky ostatního příslušenství a výbavy obsahují 30 % celkové hmotnosti plastů.

Na celkové spotřebě plastů se podílí:

- podvozkové orgány včetně příslušenství 7,4 kg =12,7%
- karoserie včetně příslušenství 57,8 kg =87,3%

Příklady použití plastů na některých komponentech nebo skupinách vozidla Š 120:

- | | |
|--|----------|
| - nárazníky | 3,73 kg |
| - koberce | 11,51 kg |
| - přístr. deska, volant, sedadla | 22,11 kg |
| - strop, výplně dveří, loketní opěry,
ovládací mechanismy dveří | 5,2 kg |
| - osvětlení | 1,4 kg |
| - zapalovací souprava a baterie | 2,3 kg |
| - pedálová souprava | 0,6 kg |

Jak je patrné největší podíl plastů připadá na interiér vozu, okolo 39 kg tj. asi 68 % z celkové potřeby.

2.6. Používání nových materiálů plastů.

Světová výroba automobilů je již v současné době významným spotřebitelem vyztužených plastů. Podílí se na světové spotřebě takto modifikovaných polymérů zhruba 15 %. Perspektivně se ve světovém automobilovém průmyslu očekává výrazný růst spotřeby kompozitů s polyménní matricí. Např. v USA, kde průměrná spotřeba těchto materiálů u jednoho osobního automobilu činí v současné době asi 15 kg, by do r. 1990 měla dosáhnout 50 až 65 kg. Uplatnění kompozitních materiálů je dnes již všeobecně považováno za rozhodující cestu k nezbytnému snižování hmotnosti vozidel. Podle analýz provedených americkými odborníky, umožňují kompozitní materiály svou aplikací snížit hmotnost součásti až o 50 %.

Současné aplikace kompozitních materiálů ve výrobě automobilů představují převážně součásti karoserie a některé konstrukční prvky v prostoru pod kapotou, v menším rozsahu součásti interiéru vozidla. Rostoucí nároky na pevnost a tuhost kompozitů, které postupně pronikají i do výroby vysoce náročných konstrukčních prvků, které se dosud realizovaly z kovových materiálů, vede k rozvoji uplatnění nových druhů výztuží - uhlíkových vláken. Aplikace těchto vláken v daném oboru je zatím v počátečním stadiu, avšak podle prognóz se má automobilový průmysl již koncem devadesátých let stát daleko výraznějším spotřebitelem uhlíkových vláken.

V motorech vozů Formule 1 byly v roce 1978 úspěšně použity ojnice vyrobené z kompozitu vyztuženého skelnými a uhlíkovými vlákny. Ojnice vydržela v provozu až 11 mil. cyklů. Její hmotnost byla o 60 % nižší než u ojnice z oceli. V roce 1979 předvedla firma Ford experimentální automobil, při jehož konstrukci bylo v maximální míře využito plastů vyztužených tkaninou a páskami z uhlíkových vláken. Tento kompozit byl aplikován na všechny panely karoserie, dveře, podlahu, nárazníky, rám podvozku, disky, konzole, kardánovou hřídel, závěsy, rámy sedadel a další. Srovnání

hmotnosti kovového provedení a provedení z kompozitu s uhlíkovými vlákny ukazuje následující tabulka.

Tab. 5 Porovnání hmotností některých dílů při aplikaci kompozitů s uhlíkovými vlákny

díl	hmotnost v kg		úspora / % /
	ocel	kompozit	
rám	128,5	94,2	26,7
základní karoserie	209,5	94,5	115
přední panel	46,6	13,3	69,6
kapota	22,2	7,6	65,8
víko zavazadlového prostoru	19,5	6,3	67,7
dveře	70,5	28,8	60,7
nárazníky	55,9	20,1	64,1
disky	48,8	22,4	46,4
různé (kardanova hřídel, konzole, závěsy aj.)	31,5	16,3	48,3
celkem	623,2	302,5	52,9

Možnosti uplatnění kompozitů ve stavbě automobilových motorů dokumentuje prototyp pravního prakticky celoplastového motoru vyvinutého v r. 1980 v USA firmou Polimotor Research Inc. Čtyřválcový motor o obsahu 2 300 cm³ vyrobený téměř zcela z polymerů vyztužených skelnými a uhlíkovými vlákny je sestaven ze 78 hlavních součástí z nichž 60 je vstřikováno nebo lisováno z vyztužených epoxidů, polyamidů a termoplastických polyesterů. Z plastů jsou vyrobeny blok, hlava motoru, písty, sací ventily, ojnice a další. Celková hmotnost motoru je 77 kg, což představuje méně než polovinu nejlehčího srovnatelného motoru z kovových materiálů. Plastový motor má podle údajů výrobce o 30 % klidnější chod a spotřebuje o 15 % méně paliva než motor klasického provedení. Výrobní náklady jsou zatím o 35 % vyšší.

3. Podmínky čsl. průmyslu pro výrobu plastových výrobků technologií vyfukování.

3.1. Princip technologie vyfukování.

Z plastů, přesněji z termoplastů, se vyrábí velké množství dutých výrobků, jako např. láhve, sudy, konve, dětské hračky a pod. Vyrábějí se převážně z materiálů PE, PP, PVC aj. technologií vyfukování. Princip této metody spočívá v tom, že vhodný polotovar z termoplastu, zahřátý do viskoelastického stavu, kdy má značnou tvarovatelnost je pomocí tlaku vzduchu tvarován podle dutiny formy.

Podle přípravy polotovaru můžeme vyfukování dělit na:

- výrobu těles vyfukováním folií
- výrobu těles vyfukováním dutého předlisku. Ten lze získat buď vstřikováním nebo vytlačováním plastu.

a/ Vyfukování předlisků zhotoveného vstřikováním.

Na speciálně upravený ocelový nebo hliníkový trn se na vstřikovacím stroji nastříkne v uzavřené dutině vstřikovací formy plast, který vytvoří na trnu uzavřený předlisek. Následující operace vyfouknutí předlisku stlačeným vzduchem přiváděným středem dutého trnu se provede buď po přenesení trnu s předliskem do vyfukovací formy nebo po přisunutí této formy k trnu, kde nahradí vstřikovací formu.

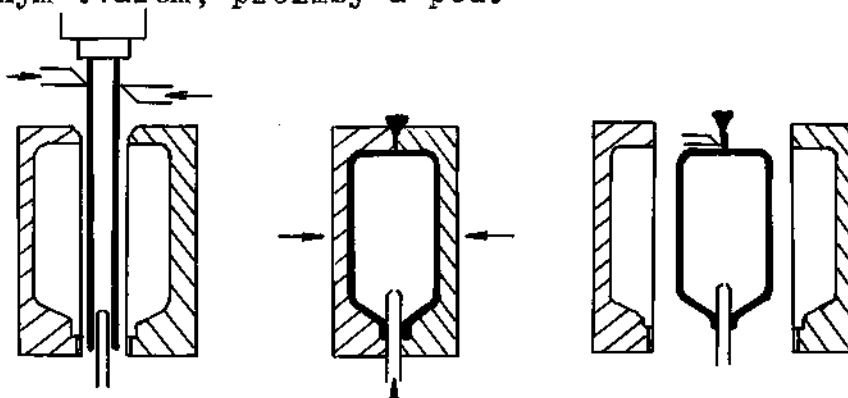
Výhodou této metody je, že neobsahuje svar (nedochází při výrobě ke svařování) a není žádný odpad. Metoda ale vyžaduje dva nástroje vstřikovací a vyfukovací. Použitý plast musí rovněž vyhovovat jak pro vstřikování, tak pro vyfukování. Proces je i přes automatickou výrobu poměrně pomalý.

b/ Vyfukování předlisku zhotoveného vytlačováním.

V dnešní době je tato technologie nejrozšířenější. Lze její pomocí vyrábět dutá tělesa od objemu 1 cm³ až po nádoby o objemu 3 000 až 5 000 litrů. Mezi otevřené části

vyfukovací formy se vytlačuje ze speciální hlavy plast v podobě trubky potřebného rozměru a plasticity. V požadované délce vytlačené trubky se části formy sevrou a současně vjede do formy trn, kterým se přivede stlačený vzduch na vytvarování vytlačeného plastu. Na opačném konci se trubka při sevření formy pevně svaří. Po vyfouknutí a ochlazení se forma otevře a oddělí se od výrobku přebytečný materiál. Chlazení formy se provádí vodou. Tlak vzduchu při vyfukování se pohybuje od 0,4 do 1 MPa podle druhu plastu. Výrobky mohou být vyfukovány ze trubky kruhového nebo eliptického průřezu nebo může být k jejich výrobě použito vytlačovacích strojů, na kterých se vytlačují současně dvě desky. Tyto desky se ve vyfukovací formě po obvodu svaří a tlakem vzduchu vytvarují. Takto je možno vyrábět i dvoubarevné výrobky. Existují také kombinace dvou nebo více vytlačovacích strojů se společnou vytlačovací hlavou, na kterých je možno vytlačovat např. dvě soustředné trubky z různých materiálů i barev. Takto se vyrábějí nádoby ze dvou vrstev materiálů, z nichž vnější může být nosná a vnitřní chemicky odolná.

Vyfukování má proti ostatním způsobům zpracování plastů mnoho předností. K nevýhodám však patří to, že není možné dodržet stejnou tloušťku stěny. K největšímu zeslabení dochází v ostrých rozích. K dosažení co největší rovnoměrnosti tloušťky stěny je třeba navrhovat součásti s pozvolnými přechody a dostatečně velkým poloměrem zaoblení. U tlustších stěn zpomaluje prohrátí materiálu výrobu, takže je účelné volit stěny tenčí a dosáhnout požadované tuhosti vhodným tvarem, prolisy a pod.



Obr. 2 Princip technologie vyfukování

3.2. Současný stav technologie vyfukování velkoobjemových dílů v GR Prago-Union a v Plastimatu Liberec.

V konstrukci nového osobního vozu Š781 budou některé velkoplošné díly vyrobeny z plastu. Zajištěním jejich výroby byl pověřen v rámci VHJ Prago-Union n.p. Plastimat Liberec.

Na současném výrobním zařízení pro velkorozměrové plastové výrobky jsou v n.p. Plastimat Liberec vyráběny pouze přední a zadní díl nárazníku na stávající vůz Š 742 a to technologií vstřikování. Výrobní zařízení pro vyfukování plastů je v převážné míře využíváno pro výrobu obalů a velkoobjemových nádob pro nehořlavé kapaliny. Pro stávající vůz je touto technologií vyráběna pouze expanzní nádobka chladičí kapaliny o objemu cca 2 l.

Na základě skutečnosti, že charakter budoucí výroby velkorozměrových dílů pro Š 781 neumožňoval její realizaci ve stávajících výrobních objektech v rámci FMVC, bylo rozhodnuto řešit zajištěnost novou investiční výstavbou v závodě Plastimat Liberec. Účelem stavby je zajistit výrobu velkoplošných plastových dílů. Stavba je závazným úkolem státního plánu.

Výrobní program zajišťovaný investiční výstavbou tvoří deset velkorozměrových plastových dílů, které budou vyráběny na nově instalovaném výrobním zařízení. Technologií vyfukování termoplastů budou vyráběny díly:

- palivová nádrž
- hrdlo palivové nádrže
- horní hrdlo palivové nádrže
- rozvod vzduchu přední
- rozvod vzduchu zadní.

Ostatní díly budou vyráběny technologií vstřikování, která se rozšíří kromě dílů pro nárazníky také o přístrojovou desku.

4. Hlavní směry vývoje konstrukce palivových nádrží pro osobní automobily.

4.1. Rozdílnost pojetí konstrukce dílů z plechu a plastu.

Konstruktor při své práci musí vycházet z technologičnosti konstrukce. Rozumíme jí zhotovit určitou součást při nejnižších výrobních nákladech a při nejkratší výrobní době. Technologičnost konstrukce je vlastnost relativní a proměnná. O míře technologičnosti je možno se přesvědčit jen vzájemným porovnáním konstrukčních alternativ. Optimum se může časem přesunout i na jiné alternativy podle pokroku jednotlivých technologií. Zkušenosti potvrzují, že dodatečné zásahy technologa nebo pracovníků ve výrobě ve prospěch technologičnosti konstrukce napraví jen asi 5 až 15 % potřebných případů. Hlavní práci proto musí provést konstruktor sám již ve svém návrhu. Tím se tedy stává konstruktor prvním a nejdůležitějším činitelem ve výrobním procesu.

Plasty jako konstrukční materiály mají svoje specifické vlastnosti vzhledem k jejich molekulární a krystalické struktuře. Při konstrukci součástí nelze tedy mechanicky kopírovat tvary a dimenze podle výrobků z oceli nebo jiných tradičních materiálů. Při posuzování možností aplikací plastů v automobilovém průmyslu na dílech, které dosud jsou vyráběny z klasických materiálů, je třeba vycházet z několika základních zásad, které zcela ovlivňují úspěšnost uvažované konstrukce. Je nutno znát:

- vlastnosti a fyzikálně mechanické parametry dosud používaného materiálu i u uvažovaného plastu, který jej má nahradit
- požadované funkce součásti a její provozní podmínky (např. mechanické namáhání, požadavek tepelné odolnosti, vliv stárnutí, chemické vlivy, koroze, požadavek přesnosti rozměrů vzhledem k větší roztažnosti plastů v závislosti na teplotě aj.)

- způsoby vhodných konstrukčních řešení pro součásti z plastů - zpravidla se značně liší od konstrukčních řešení z klasických materiálů. Pokud se konstruktér neseznámí s vhodnými konstrukčními zásadami pro konstrukci součástí z plastů, nemůže mít úspěch při jejich aplikaci
- zpracovatelské technologie plastů pro realizaci aplikace. Na vhodně zkonstruovaném nástroji, přípravku nebo výrobní formě je právě ta, jako na zvolené technologii závislá technická i ekonomická úspěšnost aplikace. Rovněž je důležité plně využívat možností zvolené technologie. Zde je na mysli integrace některých operací přímo do výrobní fáze.
- způsoby ověření navržených a vyrobených prototypových dílů - tj. způsoby měření namáhání, stárnutí, koroze atd. Aplikace plastů je zpravidla technicky i ekonomicky výhodná teprve v případě nasazení ve velkých výrobních seriích, což představuje výsledný efekt
- ekonomické podmínky pro aplikaci, neboť často i při vyšší pořizovací hodnotě výrobků z plastů je podstatně nižší jeho pracnost a tím se prokáže ekonomická efektivnost aplikace
- dostupnost uvažovaných materiálů v požadovaných množstvích
- možnosti použití technologie zpracování plastů a zajištění konstrukce a zhotovení patřičného výrobního zařízení.

Technický výkres výrobku, při respektování zásad konstrukce plastových dílů, je pak výchozím stavem pro technickou přípravu výroby a uzavřením dodavatelsko-odběratelských vztahů. N.p. Plastimat Liberec předkládá svým odběratelům dotazník "Základní technické požadavky pro výrobky průmyslové kooperace" viz str. 26 .

 n. p. Liberec	ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ POŽADAVKY PRO VÝROBKY PRŮMYSLOVÉ KOOPERACE		číslo plast. výrobku:
			číslo výkresu odběratele:
			číslo výkresu zápisu — název:
I. ZÁKLADNÍ ÚDAJE			
Název plast. výrobku:		Odběratel (plný název a nadřazený orgán):	
Plast (přesná specifikace-obchod. název-typ):		Číselný kód:	
		Barevný odstín:	Cenový limit:
Ročně kusů:	Předpokládaná výroba: (do roku)	Celkem kusů za celé období:	
Název a typ finálního výrobku, pro který je součást určena:			Požadovaný termín zahájení výroby:

II. EKONOMICKÉ ZDŮVODNĚNÍ POUŽITÍ PLASTU U ODBĚRATELE

Předpokládaná roční úspora celkových nákladů v Kčs:	Předpokládaná úspora mezd a Nh za rok:
	Jiné očekávané úspory: (např. bezpečnost apod.)
Dosud vyráběno z materiálu: (tuzemsko-dovoz)	Stávající cena 1 ks:

III. ODBĚRATEL POŽADUJE (ANO-NE)

Konstrukčně-technologický projekt:	Odzkoušení tvář. formy:
Konstrukční řešení tvářecí formy:	Množství plast. výrobků pro ověření užitné hodnoty a jakosti:
Zhotovení tvář. formy:	Zajištění sériové výroby:

IV. ODBĚRATEL VLASTNÍ TVĚŘECÍ FORMU (ANO-NE)

Určena pro typ stroje:	Násobnost tvář. formy:
Životnost tvář. formy-Plánovaná: (počet zdvihů) — Zůstatková:	Dosud kdo vyráběl:
ČJK výlisku:	ČJK tvář. formy:
Schválená cena VC za 1 ks: Číslo cenového výměru:	Předpokládaný termín přistavení tvář. formy:

IV. ODBĚRATEL DODÁ S TVĚŘECÍ FORMOU

1. 5× výkresy plast. výrobku s označením „Platí pro sériovou výrobu“ 2. 5× výkres zápisu s označením „Platí pro sériovou výrobu“ 3. 2× sestavu tvář. formy 4. 2× detailní výkresy tvář. formy 5. 2× kompletní výkresovou dokumentaci na příslušenství tvář. formy (frézovací přípravek apod.) 6. 2× potvrzený referenční vzorek plast. výrobku 7. 2× přijímací měřidla pro výkresem označ. přijímací rozměry. Jmenovitě: 8. další prostředky a pomůcky, které dodá odběratel pro realizaci výroby: 9. potřebné zápisky pro pověřovací i sériovou výrobu 10. jiné příslušenství 11. doplňující informace

1. Odběratel předává 5x výkres plast. výrobku (5x výkres zálsku, kreslený dle těchto norem a zásad):
ČSN 64 0008 Směrnice pro konstrukci výrobků z plastů
ČSN 01 30.. Strojnické kreslení. Výkresy
ČSN 64 0006 Tolerance a mezní úchytky rozměrů pro tvářené výrobky z plastů
Případně předává: Model, původní vzorek a potřebné zálsky pro ověřovací sérii.
2. Na výkresech jsou vyznačeny přejímací rozměry, vzhledově náročné plochy, hmotnost plast. výrobku, přesná specifikace druhu a barvy použitého plastu, tak i zvláštní požadavky na vylisek.
3. Výkresy jsou označeny „Platí pro přípravu výroby“, „Pro dodávku platí ČSN 64 0011-Technické dodací předpisy“ a „Pro netolerované rozměry platí návrh ČSN 64 0006/1974“.
4. Po vypracování konstrukčně-technologického projektu upraví odběratel po vzájemné dohodě výkresy plast. výrobku.
5. Po dokončení (dodání) formy a jejím odzkoušení se zhotoví ověřovací série a referenční vzorky.

VI. PODKLADY PRO SÉRIOVOU VÝROBU

1. U ověřovací série prověří odběratel funkci a užité vlastnosti výrobku zhotoveného z plastu porovnáním s výkresem plast. výrobku a dle ČSN 64 0011 — Technické dodací předpisy.
2. Současně odběratel potvrdí referenční vzorky pro posouzení jakosti vzhledu a provedení dle článku 8 a 9 ČSN 64 0011.
Pozn.: Na štítku referenčních vzorků se schvalují i vyznačené úchytky tolerovaných i netolerovaných rozměrů od předpisu na výkrese nebo od ČSN 64 0006/1974. Odběratel je povinen do 14 dnů se vyjádřit ke vzorkům. Jinak vzniká n. p. Plastimat právo vyúčtovat formu.
3. Odběratel předá prodejnímu oddělení dodavatele 2x odsouhlasené vzorky s označením „Platí pro sériovou výrobu“ a 2x schválené měřicí protokoly výrobku zhotoveného z plastu s poznámkou, že toleruje odchylky vůči výkresové dokumentaci. V případě neodsouhlasení vrací zpět 2x vzorky a 2x měřicí protokoly s vyjádřením, které závady požaduje odstranit.
4. Odběratel též upraví výkresy plast. výrobků, které jsou závazným výrobním podkladem a to: Označí je poznámkou „Platí pro sériovou výrobu“, dále doplní na výkrese údaje dle odstavce 2, 3 těchto ZTP (Podklady pro technickou přípravu výroby); vyznačí stopy po ústí vtoku, dělicí plochu tvář. formy, stopy po vyhazovacích apod.
5. Takto upravené výkresy předá odběratel 5x (včetně 5x výkresu zálsku).

VII. PROVĚROVÁNÍ DODÁVEK

1. Dodávky plast. výrobků se prověřují podle ČSN 01 0254 tab. IV/35 v místě odběratele dvojitým výběrem. Ne-li dohodnuto jinak, kontrolují se vyznačené přejímací rozměry podle výkresu a vzhled a provedení dle čl. 8 a 9 ČSN 64 0011.
2. Speciální měřidla pro výrobní a výstupní kontrolu ve dvojitým vyhotovení opatřuje odběratel.

VIII. RŮZNÉ

Zvláštní požadavky a připomínky odběratele:

POZN.:

1. Ve vlastním zájmu vyplňte podrobně. Pokud nestačí na vyjádření místo v textu, připojte svoje připomínky jako samostatnou přílohu.
2. ČSN 64 0006/1974 je použitelná jen pro výrobky z plastu tvářené lisováním, přetlačováním a vstřikováním. Pro výrobky vyfukované, rotačně spěkané nemáme předpis pro tolerování rozměrů.
3. Pro projednání dodavatelsko odběratelských vztahů platí vyhláška č. 33/1975 Sb.
4. Odběratel přejímá veškeré povinnosti plynoucí z průmyslové ochrany konstrukčního a tvarového řešení výrobku.
5. Vyplněné formuláře těchto ZTP předává odběratel do n. p. Plastimat 3x včetně podkladů dle odstavce V/1, 2, 3.

Za odběratele vyřizuje:

Datum:

Razítko a podpis odběratele:

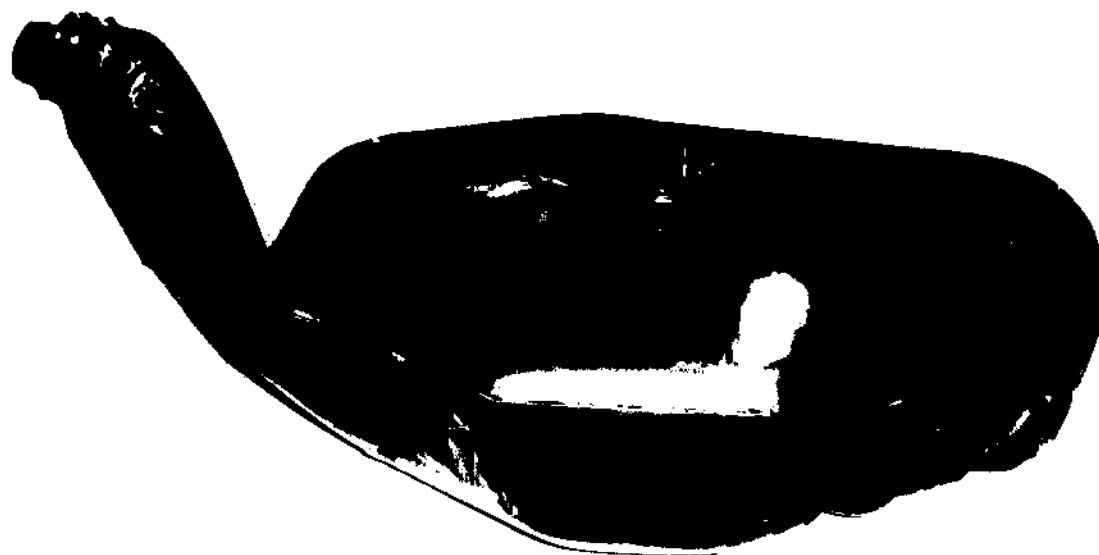
Číslo telefonu:

4.2. Důvody pro zavedení plastových palivových nádrží.

Nové nápady a inovace v oblasti automobilového průmyslu často pramení z nových typů materiálů a nových výrobních technologií. Tyto materiály a výrobní postupy mají vztah k důmyslné koncepci vozidla a k výsledným požadavkům na jejich použití, např. plastová palivová nádrž v automobilovém průmyslu.

První praktické zkušenosti s plastovými palivovými nádržemi se sbíraly v padesátých letech. Ve stejném období se také začaly vyrábět plastové nádržky na brzdovou kapalinu a nádoby na skladování topných olejů, motorové nafty a benzínu. Vývojové práce na nádržích na palivo skončily na začátku šedesátých let oficiálním schválením 5ti litrového kanistru ve státní zkušebně NSR v Berlíně. V roce 1966 byl již každý desátý automobil v NSR vybaven tímto kanistrem vyrobeným z polyetylénu.

Počátkem 70. let byly vyrobeny firmou Kautex v NSR pokusné palivové nádrže z vysokomolekulárního polyetylénu pro sportovní automobil Porsche 911. Její úspěšnost v soutěžních podmínkách byla důvodem pro používání plastových nádrží v nákladních a malosériových osobních automobilech. Během tohoto období také automobilka Volkswagen používala plastové nádrže v ověřovací sérii u VW Brouka v r. 1972, aby získala zkušenosti ve výrobě a praktickém provozu pro zavedení nádrží se zaručenou spolehlivostí do velkosériové výroby. Prvním sériově vyráběným osobním automobilem vybaveným plastovou palivovou nádrží o objemu 55 l byl VW Passat v r. 1973. Hmotnost prázdné nádrže je 3,5 kg, což je o 1,4 kg méně než hmotnost plechové nádrže stejného určení a přitom se její obsah zvýšil o 6 litrů. Provedení této nádrže je na obr. 3 a obr. 4. Tyto nádrže, vyrobené s použitím technologie vyfukování, splňovaly veškeré na ně kladené požadavky a připravily tak cestu pro jejich úspěšné používání v následující generaci vozidel.



Obr. 3 Plastová nádrž vozu VW Passat.



Obr. 4 Pohled na stejnou nádrž zespodu na upevňovací prolisy.

Počáteční předsudky proti používání plastových palivových nádrží v automobilech byly již dávno před tím překonány. Vhodnost vysokomolekulárního polyetylenu, jako materiálu pro plastové nádrže, byla potvrzena nejen v automobilech VW, ale i jinými výrobci osobních motorových vozidel, často po zkouškách trvajících mnoho let. V současné době většina velkých evropských automobilek již své vozy vybavuje plastovými palivovými nádržemi nebo jejich výrobu připravuje. Pro nový vůz VAZ 2108 připravuje tuto nádrž i SSSR. Některé automobily vybavené plastovou nádrží jsou uvedeny v tab. 6.

Důvodem pro zavádění plastových palivových nádrží je skutečnost, že plastové nádrže prokázaly v praxi ve srovnání s klasickými plechovými řadu předností:

- mají vyšší životnost
- jejich výroba je hospodárnější nejenom díky možné integraci přídatných součástí ve výrobním procesu
- mohou mít takřka libovolný tvar a z toho plyne větší konstrukční volnost
- lépe využívají tzv. mrtvých prostorů karoserie, čímž se dosáhne většího objemu nádrže
- jejich hmotnost oproti plechovým je až o 50 % nižší
- jsou odolné proti korozním vlivům působícím zevně i zevnitř
- při provozu vozidla jsou méně hlučné
- bez potíží splňují všechny zkušební podmínky při zkouškách bezpečnosti
- náhradou za klasické plechové odstraňují z výrobního procesu hygienicky riziková pracoviště při výrobě nádrží z pooloveného plechu.

Všechny tyto vlastnosti je předurčují pro použití v moderních osobních automobilech, při jejichž vývoji se

klade stále větší důraz na co nejlepší využití obestavěného prostoru, na snižování hmotnosti, na zvýšení životnosti a zlepšení všech provozních vlastností a bezpečnosti.

Tab. 6 Některé evropské automobily s plastovou nádrží

výrobce	výrobní metoda	objem / l /	hmotnost / kg /
Alfa Romeo Giulietta	vyfukování	50	3,2
Citroen 2 CV	"	35	2,3
Talbot Matra Murena	"	53	4,7
Talbot Matra Bagheera	"	55	5,2
Porsche 920	"	65	6,0
Renault 5 Turbo	"	42	4,6
Renault Alpine A 310	"	58	5,8
Saab 99	"	60	4,7
Saab 900 Turbo	"	65	5,3
Daimler Benz 240 Diesel	"	65	5,0
VW Passat Variant	"	55	3,5
VW Santana	"	60	4,8

4.3. Požadavky a předpisy na provoz a bezpečnost plastových palivových nádrží.

Při konstrukci nového automobilu je třeba respektovat celou řadu měnících se a dokonce protichůdných požadavků. Plasty značně přispěly ke splnění všech zákonných předpisů týkajících se karoserie vozidel a jejich vnějších částí. Použití vysokomolekulárních polymérů na funkčně důležité součásti si však vyžádalo tvorbu nových bezpečnostních předpisů pro automobily. Charakteristickým příkladem je vznik předpisu EHK č. 34 týkajícího se ochrany motorových vozidel proti nebezpečí požáru.

Zkouška ohněm předepsaná v předpisu EHK č. 34, byla specificky vyvinuta pro plastové palivové nádrže. Evropský automobilový průmysl, jakož i dodavatelé materiálů se snaží přizpůsobit tyto předpisy americkým předpisům, které mají na některé požadavky přísnější kritéria (např. zkouška prolínání paliva stěnou nádrže). Zkouška ohněm určuje i bázi pro určování chování při požáru celého motorového vozidla, aby bylo možno rovněž určit vlivy např. na spodní ochranné nátěry i na palivovou dopravní soustavu. Aby se zvýšila ochrana proti ohni, provádějí se i další studie vlivu výfukové soustavy, směřování a volby materiálu pro palivové potrubí a účinků možného vzniku požáru při jízdě nebo v důsledku nehody.

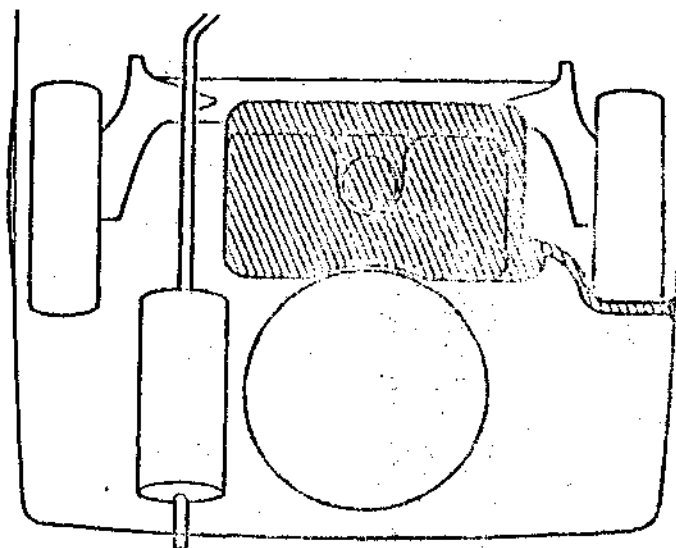
Statistické údaje shromážděné v několika oblastech a v několika vyhodnocovacích obdobích různými institucemi ukázaly, že asi 5 až 10 % požárů motorových vozidel začíná jako následek dopravní nehody. Podle těchto studií největší část, asi 30 %, těchto požárů motorových vozidel je způsobena závadami palivové soustavy. Jejich příčiny lze hlavně nalézt v netěsných palivových potrubích a rovněž i v narušených palivových nádržích a ve vadné funkci karburátoru. Tyto závady mohou nastat jako následek vnějšího poškození např. prodřeného nebo prasklého palivového potrubí, koroze a stárnutí. Náhrada materiálu nádrže vhodnými polymérovými materiály

buďe mít proto kladný vliv na budoucí statistiky příčin vzniku požárů. Dříve než byly požární předpisy zakotveny do předpisu EHK č. 34, pionýrskou činnost uskutečnil zejména automobilový průmysl. Použití plastové palivové nádrže v zádi automobilu ve velkosériové výrobě znamenalo, že úplné požární zkoušky bylo třeba provádět na úplných motorových vozidlech, které již byly podrobeny bariérové zkoušce nárazem zezadu. Výsledky zkoušek ukázaly, že celková doba hoření i rozsah požáru a stupeň, ve kterém se rozšířil do prostoru pro cestující, byly podobné jak u modelů s kovovými, tak u modelů s plastovými nádržemi.

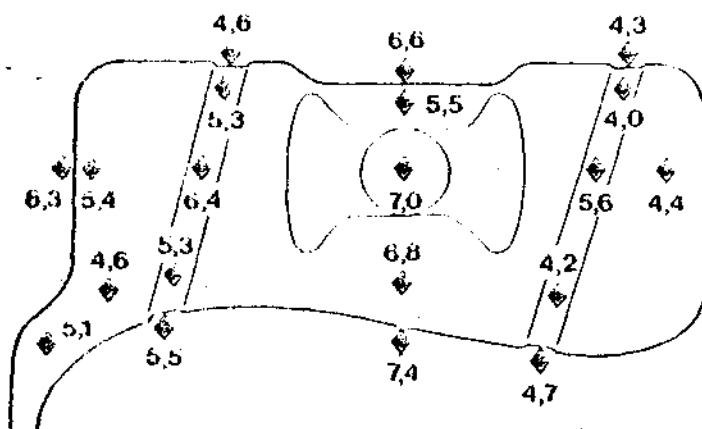
Pro zjištění chování nádrží za ztížených podmínek se prováděly různé zkoušky. Zkoumal se např. vliv různých hladin paliva i doba působení otevřeného ohně na poškození nádrže. Zjistilo se, že nádrže obsahující menší množství paliva, byly citlivější na oheň, ale i při tom bylo možno bez nebezpečí prodloužit dobu působení ohně až na trojnásobek doby předepsané touto zkouškou. Na docílení optimálních výsledků se zřetelem k požáru mají rozhodující vliv následující kritéria:

- stejnoměrnost tloušťky stěny nádrže
- absolutní minimální tloušťka stěny
- poloha a konstrukce plastové palivové nádrže z hlediska cirkulace vzduchu (komínový efekt) během zkoušky ohněm.

Tloušťka stěny na spodní straně plastové nádrže byla zjišťována pomocí ultrazvukových měření. Naměřené hodnoty u nádrže VW Quantum jsou uvedeny na obr. 6. Kromě toho bezpečnost proti požáru byla prokázána požárními zkouškami na plastových palivových nádržích, které byly v provozu několik let. Výsledky zkoušek prokázaly, že bez ohledu na dobu provozu, která byla 5 let, se plastové palivové nádrže chovají poměrně dobře vzhledem ke schvalovacím předpisům.



Obr. 5 Základní schema uspořádání plastové palivové nádrže mezi zadními koly, VW Quantum 1982.



Obr. 6 Tloušťky stěny na spodní straně palivové nádrže VW Quantum vyrobené z vysokomolekulárního polyetylénu zjištěné pomocí ultrazvukových měření. Rozměry v mm.

Náležitě byla prozkoumána otázka, zda se může palivová nádrž z plastu nabít elektrickým nábojem. Zkoušky ukázaly, že polymérové materiály používané k výrobě palivových nádrží se mohou nabít jen v suchém stavu, ve kterém lze dosáhnout intenzity dielektrického pole vzduchu. Nádrže s povrchy smáčenými palivem mají rovnoměrné rozložení náboje. Energie z plastové nádrže se rozptyluje do vozidla přes přidržovací pásy. Takové vodivé spojení mezi plastovou nádrží a vozidlem musí být zajištěno. Nabíjení způsobené plněním nádrže je velmi nerovnoměrné a v důsledku víření paliva v nádrži velmi rychle vede k utlumení náboje na povrchu. Jízda vysokými rychlostmi v suchém velmi prašném vzduchu nevedla k vytvoření vysokého elektrostatického náboje.

Předpis EHK č. 34 pro zkoušení palivových nádrží vyrobených z plastu.

Vzhledem k tomu, že především palivové nádrže osobních automobilů se zážehovými motory jsou určeny pro přepravu vysoce hořlavé kapaliny, ověřují se jejich vlastnosti řadou náročných zkoušek:

- zkouška odolnosti proti průrazu

zkouší se klínovým kyvadlem o hmotnosti 15 kg na rameni 1 m energií nárazu 30 J. Nádrž je naplněna do jmenovitého objemu směsí vody a glykolu a podchlazena na -40°C . Zkoušky musí být prováděny na těch bodech, jež jsou považovány za zranitelné. Jsou to místa, která jsou nejvíce exponována nebo jsou nejslabší s ohledem na tvar nádrže a nebo na způsob, jakým je nádrž instalována na vozidle. Při zkoušce nesmí dojít k žádnému úniku paliva. Zkouška je schematicky nakreslena na obr. 7.

- zkouška odolnosti proti vnitřnímu přetlaku

nádrž je naplněna vodou a při zvýšené teplotě 53°C vystavena přetlaku 30 kPa po dobu pěti hodin. Během zkoušky nesmí nádrž propustit kapalinu nebo prasknout. Může však být trvale deformována.

- zkouška prolínáním paliva

při této dlouhodobé zkoušce trvající 8 týdnů nesmí z nádrže, která je z 50 % naplněna palivem, hermeticky uzavřené a uskladněné při teplotě 40 °C proniknout jejími stěnami více než 20 g paliva za 24 hod.

- zkouška odolnosti proti vysokým teplotám

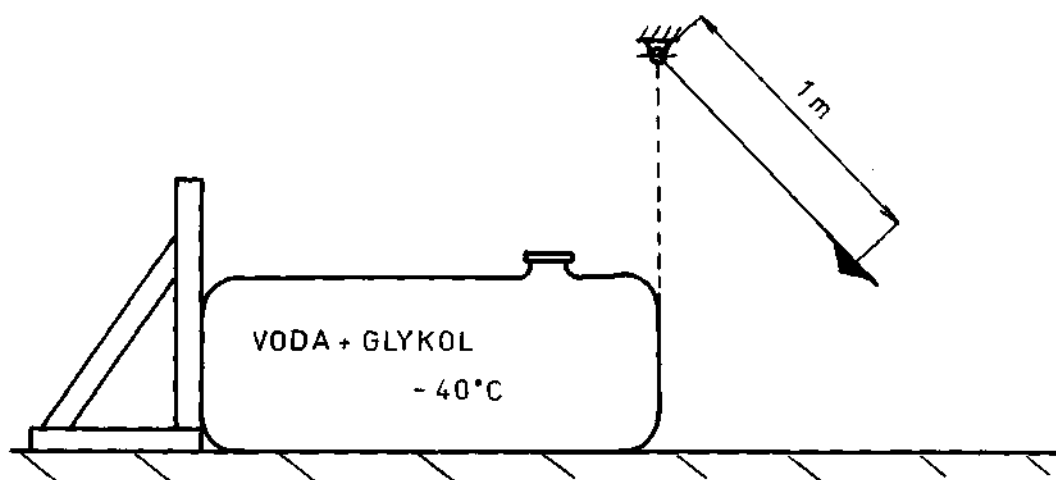
nádrž je upnuta stejným způsobem jako na vozidle, naplněna do 50 % vodou a vystavena po dobu 1 hod. teplotě okolí 95 °C. Nádrž vyhovuje pokud po zkušební dobu nepropouští kapalinu nebo není vážně zdeformována.

- zkouška odolnosti proti ohni

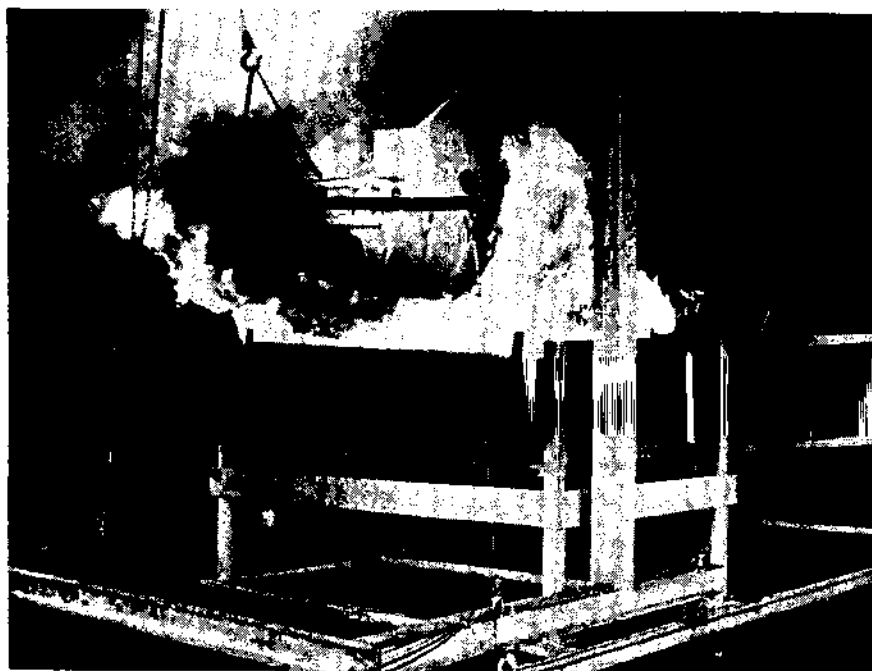
nádrž je naplněna zcela palivem a vestavěna do karosérie a je vystavena po dobu dvou minut ohni. Při tom nesmí dojít k žádnému úniku kapalného paliva z nádrže. Části vozidla, které chrání nádrž proti vystavení plamenům, nebo které ovlivňují jakýmkoli způsobem směr plamenů, jakož i součásti instalované na nádrži, musí být brány v úvahu.

Oheň, kterému je nádrž vystavena musí vznikat hořením paliva pro benzinové motory v pánvi. Zkouška má tři části:

- 1/ přímé vystavení plameni po dobu 60 sekund
- 2/ nepřímé vystavení plameni po dobu 60 sekund, kdy se zavede mezi hořící pánev a nádrž redukční mřížka.
- 3/ hořící pánev se odsune a pokud benzinová nádrž na konci zkoušky hoří, musí být oheň bezodkladně uhašen.



Obr. 7 Schema zkoušky odolnosti proti průrazu



Obr. 8 Zkouška odolnosti proti ohni - fáze 2 nepřímé vystavení plameni přes redukční mřížku.



Obr. 9 Pohled na nádrž po ukončení zkoušky odolnosti proti ohni.

4.4. Způsoby výroby plastových palivových nádrží.

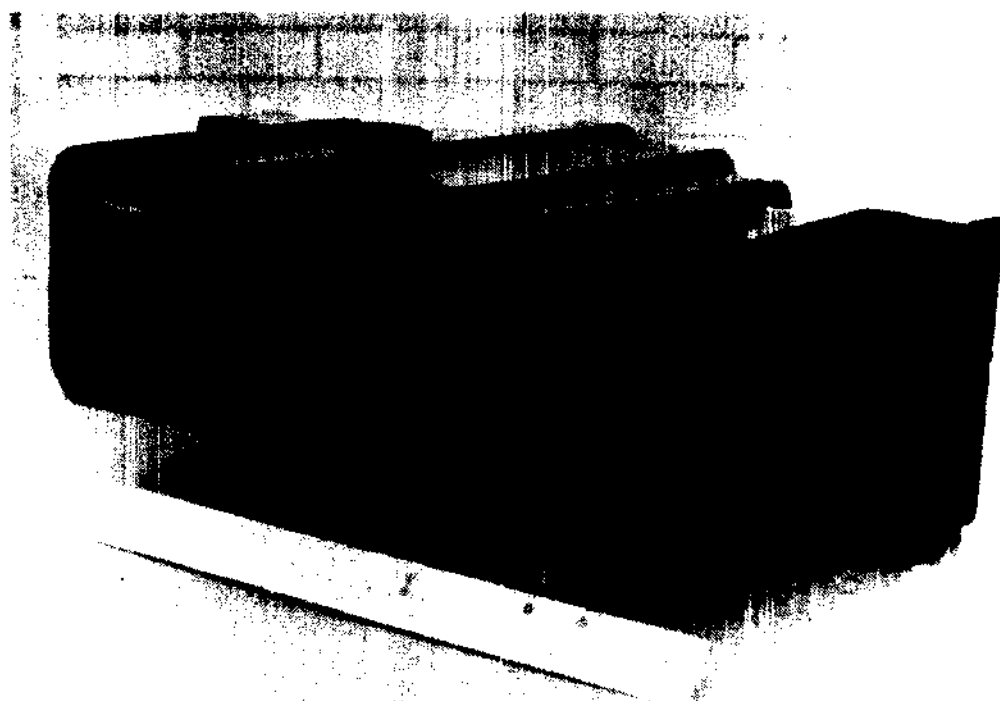
Téměř všechny palivové nádrže vyrobené z vysokomolekulárního polyetylénu a zkoušené ve výrobě osobních automobilů, jakož i nádrže používané dosud v seriově vyráběných vozidlech, byly vyrobeny vytlačovací vyfukovací metodou. Kromě toho bych se chtěl zmínit o možnosti výroby nádrží vstřikováním a vakuovým tvarováním. Těmito postupy lze ovšem zhotovit pouze prázdné pláště, které je nutno v dalších operacích spojit, jako je tomu při výrobě kovových nádrží.

Výroba nádrží v s t ř i k o v á n í m se hodí zejména pro složité tvary s dalšími vnějšími a vnitřními díly, jako jsou různé přepážky a výztuhy. K výhodám této metody dále patří možnost dosažení rovnoměrné tloušťky stěny a prakticky žádný odpad materiálu. Nevýhodou je pak nižší odolnost výrobku proti rázu, vnitřní pnutí při chlazení a již zmíněná nutnost spojování částí nádrže.

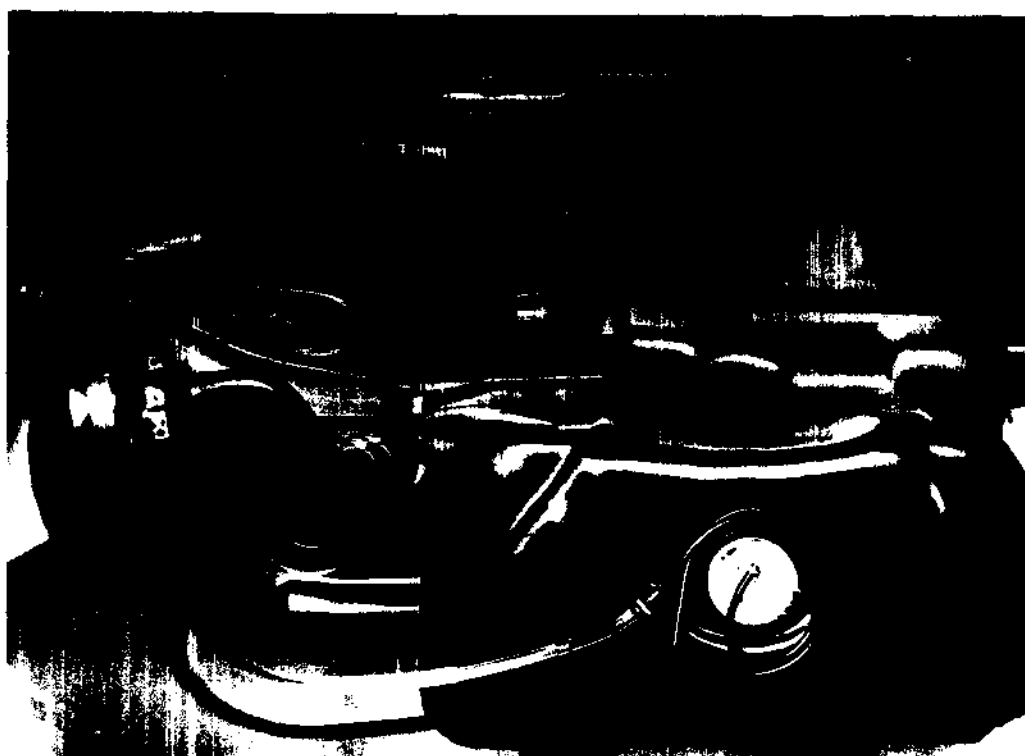
Další metodou výroby dutých těles je r o t a č n í f o r m o v á n í . Této metody, mající svůj původ ve zpracování kovů, bylo poprvé použito při zpracování plastů v padesátých letech. Postup spočívá v tom, že do duté formy se zanesou nutné množství termoplastického materiálu ve formě prášku. Po uzavření formy se tato uvede do rotačního pohybu kolem dvou navzájem na sebe kolmých os. Při takovéto rotaci je v ohřívací komoře přiváděno teplo. Během rotace se plast rovnoměrně rozdělí po vnitřním povrchu formy. Postupným natavením a slinutím se vytvoří celistvá vrstva. Rotace forem je poměrně pomalá asi do 40 ot./min. Nevhodné poměry rychlosti otáčení obou os v průběhu tavení, mohou vést ke značným nerovnoměrnostem v tloušťce stěny výrobku. Dutý plášť musí být po rotačním zformování co nejpečlivěji a nejrovnoměrněji ochlazován za pokračující rotace formy. Děje se tak skrápěním vnějšku formy vodou. Kvalita procesu ochlazování ovlivňuje pnutí ve výrobku. Pracovní cyklus je poměrně dlouhý, od pár minut do několika hodin u velkých výrobků.

Proto tato technologie hodí spíše pro výrobu v malých sériích. K nevýhodám patří i vyšší cena práškových materiálů oproti polymérům ve formě granulí. Předností tohoto způsobu je poměrně laciné strojní zařízení, levná forma a možnost výroby tvarově velmi členitých výrobků. Nádrž vyrobená rotačním spékáním je na obr. 10.

Další technologií výroby plastových nádrží je vyfukování (princip je popsán v bodě 3.1.). Detailně tuto technologii propracovala firma Kautex z NSR. Zabývala se volbou nejvhodnějšího polyméru a vyvinula i potřebné strojní zařízení k výrobě nádrží vyfukováním z vytlačeného parisonu. Tato metoda má ekonomický význam pro tvarově jednoduché díly bez dalších vnějších nebo vnitřních elementů (přepážky, držáky a pod.). Pro svůj krátký výrobní cyklus je vhodná pro velké série. Některé nádrže vyrobené touto technologií jsou na obr. 11.



Obr.10 Palivová nádrž pro traktor vyrobená rot. spékáním.



Obr.11 Příklady nádrží vyrobených technologií vyfukováním.

4.5. Používané materiály na plastové nádrže a jejich vlastnosti.

Definitivní posouzení vhodnosti aplikace plastů na palivové nádrže si vyžádá řadu náročných laboratorních a provozních testů schopných posoudit, zda tyto materiály splňují přísná kritéria, vyplývající z požadavků na zaručeně spolehlivou a bezpečnou funkci těchto exponovaných dílců automobilů. Jde především o vysokou tuhost a houževnatost plastového materiálu v širokém rozsahu i záporných teplot a odolnost proti křehkému porušování za napětí v inertních i aktivních prostředích. Dále musí splňovat požadavky na vysokou tvarovou stálost za tepla a korozní odolnost proti palivu pro motorová vozidla při současné velmi nízké propustnosti paliva stěnami plastového dílce. Zkoušky byly zahájeny v souvislosti s vývojem plastové nádrže pro osobní vůz Š 781 na bázi lineárního polyméru s vysokou molekulovou hmotností.

Srovnávací testy, které prováděl SVÚM Praha na základě objednávky AZNP Mladá Boleslav, byly prováděny na standardních tělesech, připravených ze základních lisovacích desek a na zkušebních tělesech, vyříznutých ze stěn prototypových nádrží, zhotovených firmou Kautex ze všech tří typů zahraničních polyetylénů:

- Stamylan 5731 (DSM - Holland)
- Lupolen 4261 A (BASF AG)
- DMPJ 1156 (Union Carbide Corp.)

Aplikace těchto dvou souborů zkušebních těles dovolu-
je nejenom posoudit vliv technologie vyfukování na reálné
chování testovaných materiálů při dlouhodobém styku s prostře-
dím benzinových uhlovodíků, ale i shromáždit podklady pro vy-
typování charakteristických vlastností benzinuvzdorného typu
polyetylénu vhodného pro výrobu plastových palivových nádrží.
Výsledky budou významné z hlediska posouzení finální aplika-
ce do výroby plánovaného čs. ekvivalentu materiálu DMPJ 1155.

Příprava zkušebních těles.

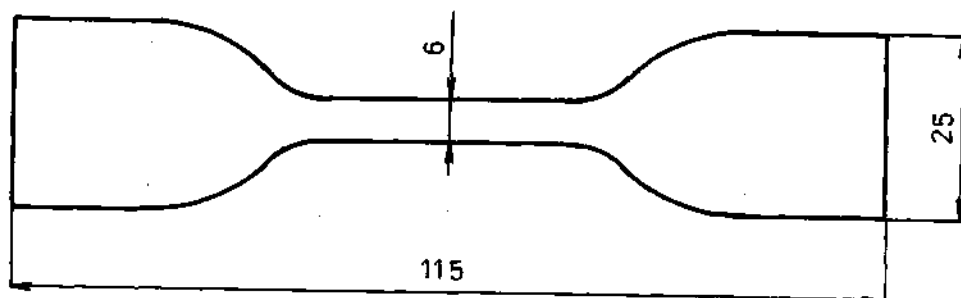
Z dodaných materiálů byly zhotoveny technologií přímého li-
sování desky o tloušťkách 0,5 , 2 a 4 mm. Z těchto desek by-
la vyseknuta nebo zhotovena třískovým obráběním vlastní zku-
šební tělesa. Zkušební tělesa z nádrží byla vyříznuta podle
nástrihových plánů.

a/ Zkušební tělesa z lisovaných standardních desek.

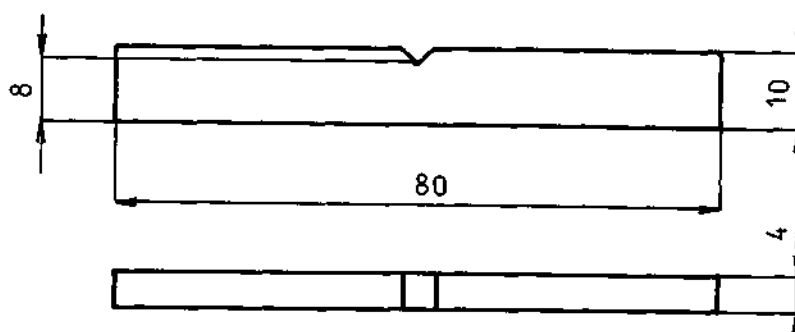
Z desek tloušťky 2 mm byla raznicí vyseknuta tělesa pro taho-
vou zkoušku dle ČSN 64 0605 typ 1 viz obr. 12. Z desek tloušť-
ky 4 mm byla nařezána tělesa pro zkoušku vrzbové houževnatos-
ti o rozměrech 80 x 10 x 4 mm s vrubem "V" viz obr. 13.

b/ Zkušební tělesa z benzinových nádrží.

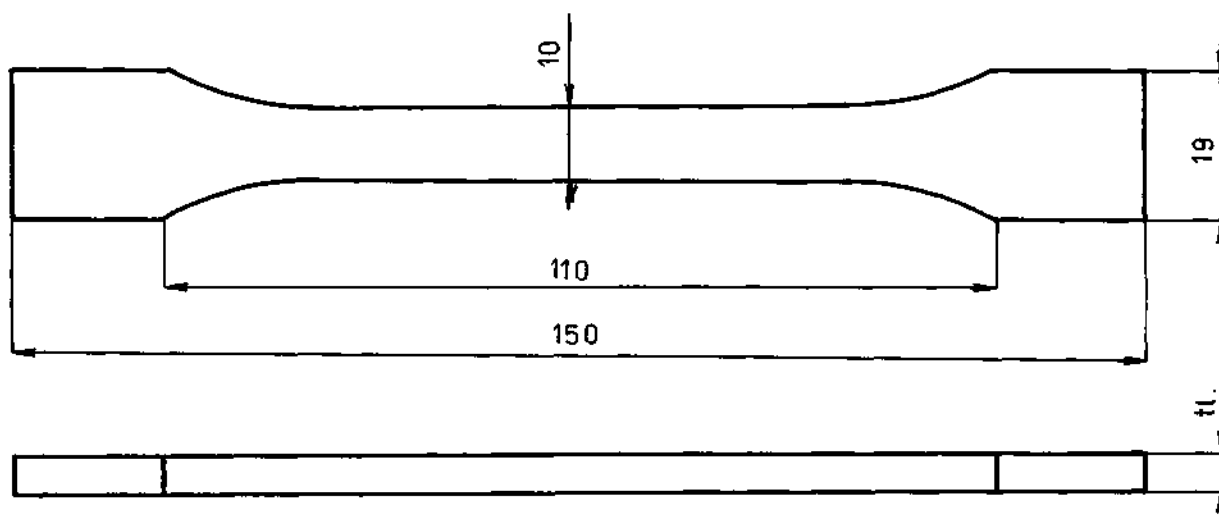
Pro zkoušku tahem byla vyříznuta z nádrží zkuš. tělesa typ 2
dle ČSN 64 0605 viz obr. 14. Pro zkoušku vrubové houževnatos-
ti byla vyříznuta tělesa o rozměrech 75 x 9 x tl. mm s vru-
bem "V" viz obr. 15.



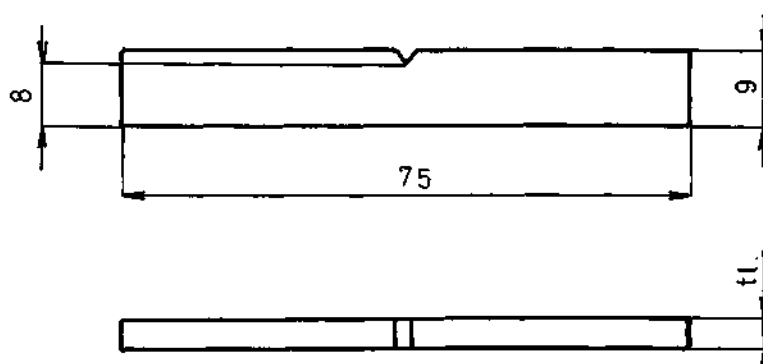
Obr. 12 Zkušební těleso pro zkoušku tahem (z lis. desek).



Obr. 13 Zkušební těleso pro zkoušku vrubové houževnatosti (z lis. desek).



Obr. 14 Zkušební těleso pro zkoušku tahem (z benzinových nádrží).



Obr. 15 Zkušební těleso pro zkoušku vrubové houževnatosti
(z benzinových nádrží)

Některé materiálové hodnoty, stanovené na výchozích nezpracovaných materiálech nebo na standardních deskách z nich vylisovaných, jsou uvedeny v tab. 7.

Objemová hmotnost byla stanovena hydrostatickou metodou spočívající ve dvojím vážení vzorku; jednak na vzduhu (hmotnost m_1) a jednak v methanolu (hmotnost m_2). Objemová hmotnost byla spočítána dle vztahu

$$\rho = \frac{m_1}{m_1 - m_2} \cdot \rho_M \quad / \text{ gcm}^3 / ,$$

kde značí ρ_M - hustotu methanolu při teplotě měření.

Odolnost za tepla dle Vicata byla stanovena dle ČSN 64 0521 při zatížení 1 kg (metoda A) a při zatížení 5 kg (metoda B) a rychlosti vzestupu teploty 50 ± 5 °C/h. Hodnoty byly měřeny na tělesech z desek o rozměrech 10 x 10 x 4 mm a na tělesech z plastových nádrží o rozměrech 10 x 10 x tl. mm.

Vrubová houževnatost byla stanovena metodou Charpy dle ČSN 64 0612 kladivem o celkové energii 4 J.

Tab. 7 Některé materiálové parametry hodnocených typů plastů na vzorcích:

a/ z lisovaných desek

název	jednotka	mater. lisovaných desek		
		Lupolen 4261 A	DMPJ 1156	Stamylan 5731
Objemová hmotnost	$\text{g} \cdot \text{cm}^3$	0,9447	0,9538	0,9460
Odolnost za tepla metoda A metoda B	$^{\circ}\text{C}$	129	126	125
		75	74	75
Vrubová houževnatost	$\text{J} \cdot \text{cm}^2$	2,64	1,82	2,39

b/ z palivových nádrží

název	jednotka	mater. palivových nádrží		
		Lupolen 4261 A	DMPJ 1156	Stamylan 5731
Objemová hmotnost	$\text{g} \cdot \text{cm}^3$	0,9482	0,9543	0,9446
Odolnost za tepla metoda A metoda B	$^{\circ}\text{C}$	127	126	126
		75	75	75
Vrubová houževnatost	$\text{J} \cdot \text{cm}^2$	2,46	1,35	1,88

V tab. 8 jsou uvedeny hodnoty lineárního smrštění vzorků po temperaci v silikonovém oleji při teplotě 132°C po dobu 60 minut. Dále jsou zde uvedeny hodnoty vrubové houževnatosti metodou Charpy prováděné při teplotě 20°C . Zkušební tělesa byla vyříznuta ve zvolených místech ze stěn nádrží ve směrech podélné osy nádrže tj. ve směru

vytlačování parisonu (směr označen $\parallel$) a kolmo na tento směr (směr označen $\perp$). Naměřená data ukazují, že z hlediska výskytu co nejmenší molekulární orientace a s tím i spojené anizotropie mechanických vlastností vykazují nejprůznivější charakteristiky materiály DMPJ a Lupolen.

Tab. 8 Velikost smrštění a vrubové houževnatosti materiálů stanovená na tělesech připravených ze stěn nádrží ve dvou na sebe kolmých směrech.

název			materiál palivových nádrží		
			Lupolen 4261 A	DMPJ 1156	Stamylan 5731
Délkové smrštění těles po temperaci / % /					
délka	směr $\parallel$		-4,3	-3,0	-16,4
	směr $\perp$		-3,0	-2,1	-13,0
šířka	směr $\parallel$		-1,5	-2,3	-6,0
	směr $\perp$		-2,4	-2,2	-8,6
tloušťka	směr $\parallel$		6,2	5,5	31,2
	směr $\perp$		6,5	3,7	51,0
Vrubová houževnatost dle Charpy / J.cm ² /					
	směr $\parallel$		2,45	1,37	1,96
	směr $\perp$		2,39	1,42	1,64

Dále byl prověřován vliv palivových směsí na vlastnosti materiálů. Všechny mechanické zkoušky byly nejprve prováděny na neexponovaných tělesech pro získání výchozích hodnot. Hodnoty těles po jejich expozici v palivových směsích (základový benzín - dále jen ZB a základový benzín plus 20 % hmotnostních methanolu - dále jen ZBM) jsou potom vztaženy na výchozí hodnoty a v tabulkách vyjádřeny v procentech (sloupce nadepsány " změna "). Zkoušky byly prováděny při teplotě 23 °C. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v tab. 9, 10, 11.

Tab. 9 Zkouška v tahu a vrubové houževnatosti u neexponovaných zkušebních těles připravených:

a/ z palivových nádrží (tah: $l_0 = 70 \text{ mm}$; $R : l_0 = 40 \text{ mm}$)

název	materiál palivových nádrží		
	Lupolen 4261 A	DMPJ 1156	Stamylan 5731
Mez kluzu σ_s / MPa /	22,79	25,13	22,55
Poměrné prodloužení na mezi kluzu ε_s / % /	8,78	8,62	10,71
Mez pevnosti v tahu při přetržení σ_r / MPa /	16,38	14,66	15,89
Poměrné prodloužení při přetržení ε_r / % /	301,02	161,22	251,53
Vrubová houževnatost R / J.cm ² /	2,46	1,35	1,88

b/ z lisovaných desek (tah: $l_0 = 80 \text{ mm}$; $R : l_0 = 60 \text{ mm}$)

název	materiál lisovaných desek		
	Lupolen 4261 A	DMPJ 1156	Stamylan 5731
Mez kluzu σ_s / MPa /	23,93	25,89	21,76
Poměrné prodloužení na mezi kluzu ε_s / % /	5,0	3,59	5,21
Mez pevnosti v tahu při přetržení σ_r / MPa /	32,35	17,97	25,15
Poměrné prodloužení při přetržení ε_r / % /	459,69	269,53	410,40
Vrubová houževnatost R / J.cm ² /	2,64	1,82	2,39

Tab. 10 Změna hodnot vrubové houževnatosti po expozicích
zkušebních těles v palivových směsích:

a/ zkuš. tělesa z benzinových nádrží

($l_0 = 40$ mm, teplota při měření - $T = 20$ °C)

materiál	teplota expozice	dobu expozice	prostředí	R /J.cm ² /	změna / % /
Lupolen 4261 A	23 °C	57 dní	ZB	6,59	267,9
			ZBM	7,0	284,5
DMPJ 1156	"	"	ZB	3,84	284,4
			ZBM	4,05	300,0
Stamylan 5731	"	"	ZB	4,11	218,6
			ZBM	3,58	190,4

b/ zkuš. tělesa z lisovaných desek

($l_0 = 60$ mm, teplota při měření - $T = 20$ °C)

materiál	teplota expozice	dobu expozice	prostředí	R /J.cm ² /	změna / % /
Lupolen 4261 A	23 °C	43 dní	ZB	9,45	357,9
			ZBM	9,15	346,6
DMPJ 1156	"	"	ZB	5,19	285,2
			ZBM	5,54	304,4
Stamylan 5731	"	"	ZB	4,88	204,2
			ZBM	4,94	206,7

U všech typů i expozic je patrný pokles pevnosti na mezi kluzu σ_s a nárůst prodloužení ϵ_s , ϵ_f . V průběhu expozic se projevuje změkčující účinek palivových směsí na vysokomolekulární polyetylén. Naměřené hodnoty ukázaly, že působení prostředí motorových paliv nevede ke zkřehnutí materiálu.

Pro plastovou nádrž vozu Š 781 je plánován čs. ekvivalent mater. DMPJ 1156, jehož výrobu bude zajišťovat k.p. CHZ ČSSP Litvinov - GR Chemopetrol.

Tab. 11 Změna pevnostních charakteristik při zkoušce v tahu na zkušebních tělesech po expozicích v palivových směsích:

a/ zkušební tělesa z benzinových nádrží ($l_0 = 70 \text{ mm}$, $v = 50 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$)

materiál	teplota expozice / °C /	dobu expozice / den /	pro- středí	σ_s /MPa/	změna / % /	ϵ_s / % /	změna / % /	σ_r /MPa/	změna / % /	ϵ_r / % /	změna / % /
Lupolen 4261 A	23	49	ZB ZBM	16,9 17,1	74,1 75,0	15,6 15,9	177,3 180,7	16,8 17,4	102,4 106,1	479,0 483,7	159,1 160,7
DMPJ 1156	"	"	ZB ZBM	18,8 19,2	74,9 76,5	16,4 16,3	190,7 189,6	14,4 12,8	97,9 87,1	364,0 341,1	225,8 211,6
Stamylan 5731	"	"	ZB ZBM	16,7 16,8	74,2 74,7	16,0 16,1	149,5 150,5	16,9 15,1	106,3 95,0	465,3 402,9	185,0 160,2

b/ zkušební tělesa z lisovaných desek ($l_0 = 80 \text{ mm}$, $v = 100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$)

materiál	teplota expozice / °C /	dobu expozice / den /	pro- středí	σ_s /MPa/	změna / % /	ϵ_s / % /	změna / % /	σ_r /MPa/	změna / % /	ϵ_r / % /	změna / % /
Lupolen 4261 A	23	50	ZB ZBM	19,7 19,3	82,3 80,5	7,8 7,4	156,0 148,0	33,8 32,0	104,5 98,9	501,5 498,0	109,0 108,3
DMPJ 1156	"	"	ZB ZBM	19,9 20,2	76,7 78,0	9,4 8,2	261,1 227,8	29,9 28,2	166,1 156,7	540,8 516,7	200,7 191,5
Stamylan 5731	"	50 51	ZB ZBM	17,2 17,3	78,9 79,4	10,2 9,3	196,1 178,8	30,2 29,3	120,3 116,7	559,3 547,1	136,3 133,3

4.6. Snižování propustnosti paliva stěnami nádrže.

Polyetylén s vysokou hustotou a malým rozvětvením, podobně jako všechny ostatní polyolefiny, nepředstavují bariéru pro prolínání paliva. Palivo může putovat z vnitřku nádrže prolínáním stěny a po prostupu na vnější povrch se odpaří. Velikost propustnosti paliva vysokomolekulárním polyetylémem je velmi nízká, ale vzhledem k povrchové ploše nádrže (asi $1,2 \text{ m}^2$), představuje část ztrát paliva na voze jako celku.

Aby se snížila velikost ztrát paliva z plastové palivové nádrže, dochází k modifikaci polymérového materiálu, která současně splní přísnější americký předpis, týkající se ztrát paliva. Ten požaduje max. únik 2 g za 24 hodin. Při snižování množství ztrát paliva z plastové palivové nádrže lze použít pro modifikaci polymérového materiálu dvou způsobů:

- modifikace základního materiálu pro snížení velikosti prolínání, např. ozářením elektronovými paprsky
- chemické úpravy na vnitřním povrchu nádrže např. sulfonací, sulfochlorováním nebo fluorováním.

Chemická úprava povrchu nádrže se provádí, aby se pro molekuly paliva vytvořila barierová vrstva proti prolínání. Nejstarší používanou metodou, rovněž aplikovanou u plastových palivových nádrží automobilky Porsche, je sulfonační metoda, chráněná patentem společnosti Dow Chemical Company.

Při vývoji plastové nádrže na nový vůz Š 781, byla s firmou Kautex projednávána i tato otázka snížení propustnosti z důvodů vývozu aut do teritorií s přísnějšími americkými předpisy. Oproti dřívějšímu způsobu zavedenému u firmy Kautex - sulfonizace, kterou je možno provádět dodatečně na hotových nádržích a která je časově i finančně náročná, je nyní zkoušena nová metoda, která se provádí

přímo ve vyfukovacím cyklu. Po vyfouknutí je nádrž nejprve propláchnuta dusíkem a potom fluorem. Tato operace trvá přibližně 10 sekund a nijak nenaruší pracovní cyklus výroby nádrží. Nasycením vnitřních stěn plastové nádrže fluorem se dosáhne zpevnění povrchu a je podstatně zamezeno úniku paliva stěnami nádrže.

Rovněž se uvažovalo i o jiných metodách pro snižování ztrát prolínáním paliva u plastových palivových nádrží. Metoda povlaku vnějšku a vnitřku nátěry, byla odmítnuta vzhledem ke slabé adhezi a možnosti poškození nátěru při dopravě i provozu. Z USA přišly návrhy umístit do vnitřku nádrže elastomerový balón, který by se při plnění nádrže rozepnul. To by však znamenalo, že již hotová technická řešení uvnitř nádrže a rovněž i příslušenství k nádrži by přišla nazmar.

Vyfukovací metoda se společným vytlačováním dvou různých polymérových materiálů, jako je polyetylén a jeho proti prolínání odolný partner polyamid, vyvolává problem spojený s opětným využitím odpadu. Při celkové tloušťce stěny 3 mm je vrstva polyamidu 0,3 mm a může být nanesena zevnitř nebo zvenku.

Snížení prolínání zvětšením tloušťky stěny se obvykle provádí jen v případě kanistrů, protože berou-li se v úvahu všechny aspekty týkající se palivové nádrže osobního automobilu, výhoda použití plastu již není dále rozhodující. Má-li stěna tloušťku 6 mm ztrácí se již jedna ze základních výhod plastových palivových nádrží ve srovnání s kovovými a to nižší hmotnost.

5. Technické řešení plastové nádrže pro vůz Š 781 a její výroba.

5.1. Popis technického řešení palivového systému.

Palivová nádrž v automobilu slouží k přepravě pohonné směsy. Plastové palivové nádrže dnes představují jednu z nejvýznačnějších inovací v oblasti automobilového průmyslu a výrazný pokrok v budoucnosti konstrukce automobilů, především pro své přednosti oproti plechovým nádržím. Na umístění palivové nádrže na voze jsou kladeny přísné požadavky. Musí být umístěna mimo deformační zónu automobilu a oddělena od prostoru pro cestující. Části palivové soustavy musí být chráněny proti styku s překážkami, které mohou být na vozovce. Palivový systém musí být vhodně izolován vůči elektrickému rozvodu a výfukovému potrubí.

Palivový systém se skládá z několika částí, které plní své funkce. Pro vůz Š 781 tvoří tento systém:

- vlastní palivová nádrž
- odvzdušňovací potrubí s ventilem proti vytékání paliva při převrácení vozidla
- přivzdušňovací potrubí nádrže
- dopravní potrubí
- zařízení k měření množství paliva v nádrži
- nalévací hrdlo spolu s expanzní nádobkou.

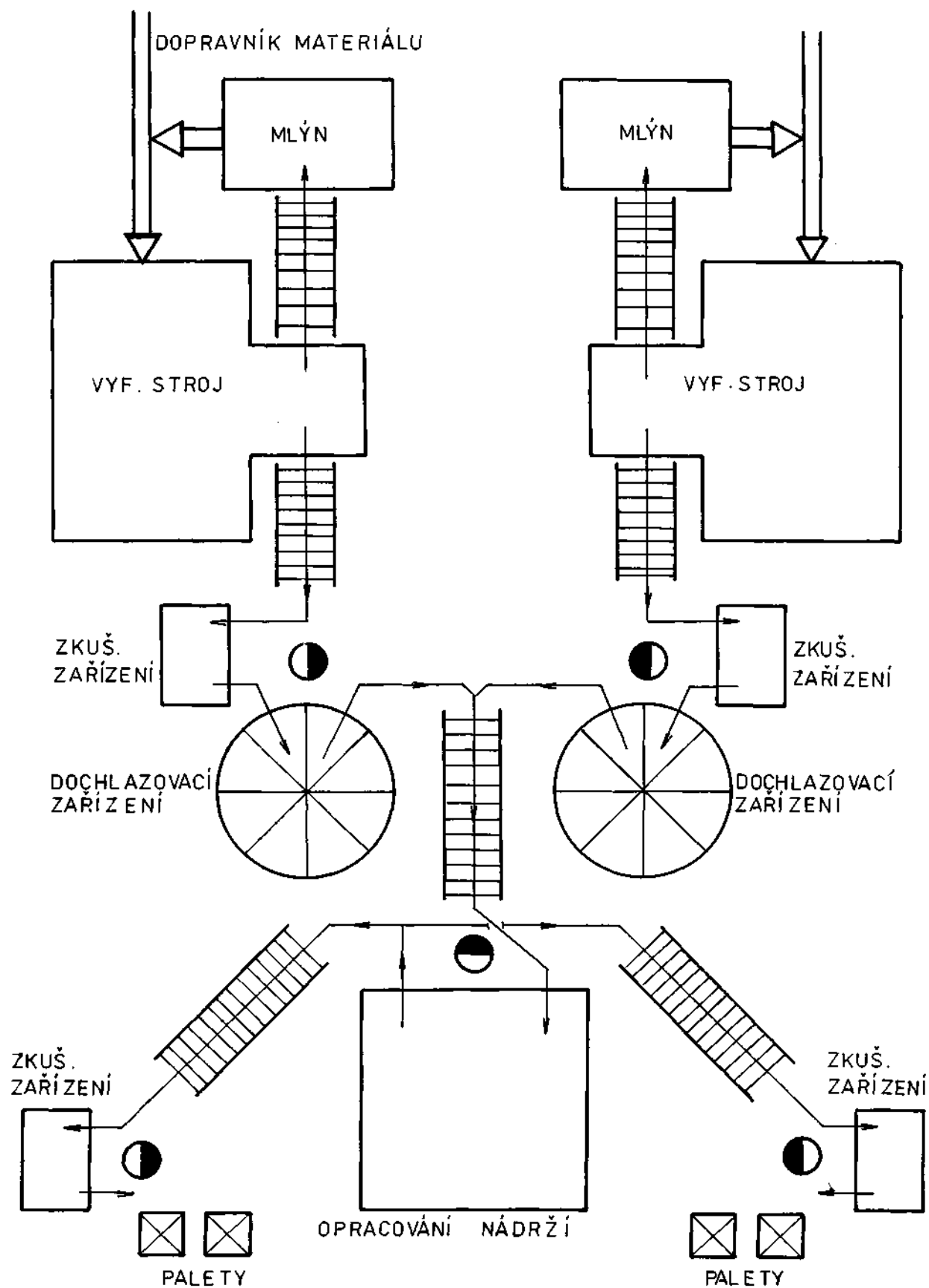
Z vysokomolekulárního polyetylénu budou technologií vyfukování vyráběna tělesa nádrží a nalévací hrdla s expanzní nádobkou. Protože nalévací hrlo s expanzní nádobkou je v současné době předmětem vývoje, bude dále popsána pouze vlastní nádrž.

Plastová palivová nádrž vozu Š 781 je umístěna v zadní části vozu pod zadními sedadly, odděleně od prostoru pro cestující. Při vývoji této nádrže ve spolupráci s firmou Kautex, bylo tvarovými úpravami lépe využito zastavovacího prostoru.

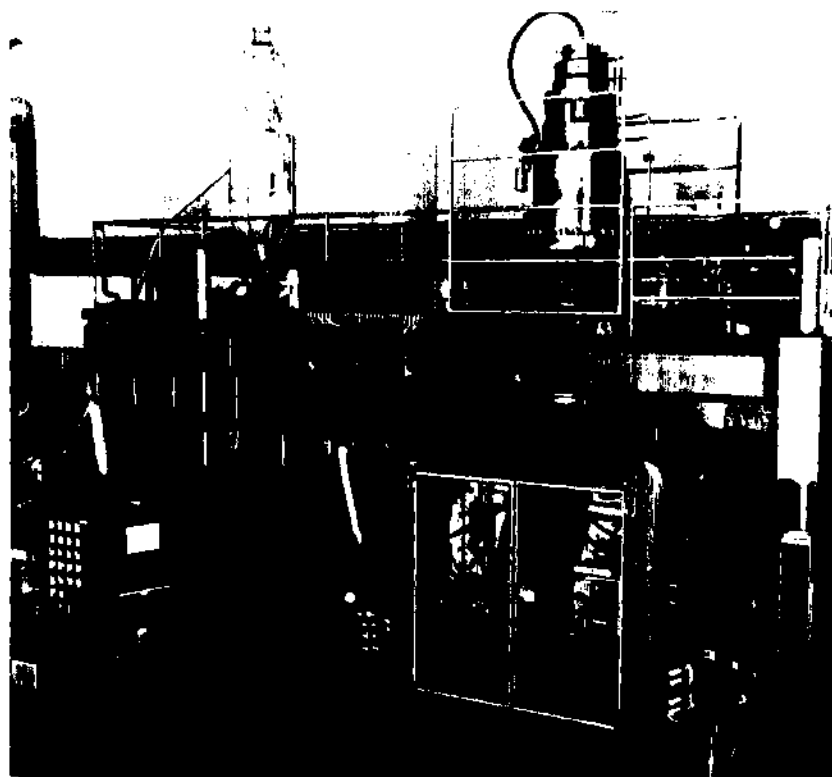
Tím bylo dosaženo objemu 47 l oproti původnímu záměru 41 l a docíleno tak většího akčního radiusu. Hmotnost prototypové nádrže oddělené od přetoků činí 4,5 kg při průměrné síle stěny 4 mm. Na spodní stěně nádrže jsou prolisy na upevnění k vozidlu. Nádrž bude uchycena dvěma ocelovými pásy obepínající její spodní část. Na horní části nádrže jsou umístěny dva vývody pro uchycení hadice přívzdušnění a odvzdušnění a uprostřed je umístěn otvor s hrdlem opatřeným závitem. Převlečnou maticí zde bude připevněno zařízení k měření hladiny paliva v nádrži a dopravní potrubí. V boční stěně nádrže je umístěno vtokové hrdlo, kterým bude nádrž spojena pryžovou hadicí s nalévacím hrdlem. Odvzdušňovací přívzdušňovací vývody a převlečná matice budou vyráběny technologií vstřikování odděleně na tuzemských vstřikovacích lisech CS 88/63 a CS 195/100. V zařízení, které je součástí výrobní linky na nádrže, pak budou vývody přivářeny k tělesu nádrže.

5.2. Popis výrobní linky na plastové palivové nádrže.

Schema výrobní linky na plastové nádrže je na obr.16. Do zásobníků vyfukovacích strojů je dopravován materiál ve formě prášku. Vyfukovací stroje KB 250 (viz obr. 17) pracují bezobslužně. Stroj si sám vytlačí příslušnou délku parisonu, jehož tloušťka stěny je v závislosti na vytlačené délce měněna podle daného programu, z důvodů získání co nejrovnoměrnější síly stěny po vyfouknutí na tělese nádrže. Vyfouknuté těleso nádrže stroj automaticky vyjme z formy a ořízne přebytečný materiál, který odchází po dopravníku do mlýnů. Polotovar nádrže je ukládán na dopravník. Výkon jednoho vyfukovacího stroje je 26 ks těles nádrží za hod. Vyfouknuté polotovary jsou pracovníky vkládány do zkušebního zařízení ke změření tloušťky stěny v určených bodech a hmotnosti tělesa nádrže. Týž pracovník pak takto změřený polotovar vloží do dochlazovacího stroje a ochlazenou nádrž uloží na společný dopravník obou paralelních pracovišť.



Obr. 16 Schema výrobní linky na plastové nádrže.



Obr. 17 Vyfukovací stroj KB 250 na výrobu těles nádrží.

Na dalším obslužném pracovišti je nádrž z dopravníku přemístěna do opracovacího zařízení, ve kterém dochází k vyvrtání otvorů pro vývody odvětrání a přivzdušnění, otvoru pro plovákové zařízení a otvoru ve vtokovém hrdle. Dále zde dojde k vyčištění dutiny nádrže a k přivaření obou vývodů. Výkon tohoto jednoúčelového zařízení je cca 60 ks za hodinu. Takto upravenou nádrž pracovník vyjme ze zařízení a střídavě uloží na jeden ze dvou dopravníků k dalším paralelním zkušebním zařízením. Zde dochází ke zkoušce těsnosti nádrže pod vodou za přetlaku 30 kPa. Odzkoušená nádrž je pak uložena do přepravních palet.

Dle informací pracovníků n.p. Plastimat Liberec bude část nádrží podrobena dalším laboratorním zkouškám:

- kontrola závitu na plovákovém hrdle
4 ks za směnu
- kontrola vnějších rozměrů nádrže na šabloně
4 ks za směnu

- velikost momentu při přesmyknutí převlečné matice
našroubované na plovákovém hrdle 4 ks za směnu
- pád ze 6 m zcela naplněné nádrže nemrznoucí směsí
a podchlazené na -40°C 1 ks za směnu
- zkouška odolnosti proti průrazu dle předpisu
EHK č. 34 (viz kap. 4.3.) 1 ks za směnu
- zkouška odolnosti proti vnitřnímu přetlaku rovněž
dle předpisu EHK č. 34 1 ks za směnu.

Účelem tohoto výčtu sériových a laboratorních zkoušek je zajištění vysoké kvality těchto důležitých dílců automobilů.



Obr. 18 Těleso nádrže po vyfouknutí a rozevření formy.

Tab. 12 Zkouška odolnosti proti nárazu kladivem o hmotnosti 15 kg na rameni 1 m.

Náraz č.	Nádrž	Energie nárazu / J /	Výsledek
1	1	30	stěna nádrže bez poruchy - znatelný měkký vpich
2	1	"	
3	2	"	
4	2	"	
5	3	"	
6	3	"	
7	4	"	
8	4	"	
9	3	173	bez porušení hlubší vpich
10	3	260	porušen slep přívzdušňovacího vývodu
11	4	294	průraz stěny

2. Zkouška prolínání paliva stěnou nádrže - permeability.

Zkoušeny byly dvě nádrže naplněné rozdílné rozdílnou směsí - základový benzin (ZB) - základový benzin + 20 % hmotnostních metylalkoholu (ZBM). Požadovaná teplota 40 °C byla zajištěna termoskríní. Výsledky zkoušky jsou uvedeny v tab. č. 13.

3. Zkouška odolnosti proti vysokým teplotám.

Zkoušeny byly dvě nádrže původně podrobené zkoušce permeability s použitím termoskríně pro ohřev na požadovanou teplotu.

U žádné nádrže nedošlo k porušení těsnosti ani k výrazné deformaci při předepsané teplotě 95 °C. Zkoušené nádrže vyhověly požadavkům této zkoušky.



Obr. 19 Vážení tělesa nádrže Š 781 v laboratoři.

5.3. Zkoušky plastové nádrže na vůz Š 781.

Zkoušky plastové nádrže je nutno rozdělit na zkoušky, které budou součástí výroby - předepsány technologickým postupem (byly popsány v předešlé kapitole) a dále na zkoušky permeability, odolnosti proti průrazu, proti vnitřnímu přetlaku a proti ohni podle předpisu EHK č. 34. Tyto zkoušky prováděl ÚVMV Praha na dodaných prototypových nádržích z materiálu DMPJ 1156 od firmy Kautex. Nádrže byly kompletní vybavené vývody a převlečnou maticí.

1. Zkouška odolnosti proti nárazu.

Na vybraná místa největší křivosti (dva diagonálně protilehlé rohy v horní části nádrže) bylo naráženo kyvadlovým zařízením. Zkoušky se prováděly v mrazící komoře na 4 ks nádrží, na každé po dvou nárazech. Výsledky zkoušky jsou uvedeny v tab. 12.

Podle výsledku zkoušky nádrže vyhovují předepsané energii nárazu 30 J. K průrazu došlo až při téměř desetinásobném zvýšení energie.

Tab. 13 Výsledky zkoušky prolínání paliva stěnami nádrže.

Palivová náplň	ZB	ZBM
Celková hmotnost nádrže na začátku zkoušky	22,30 kg	21,20 kg
Celková hmotnost nádrže na konci zkoušky	21,45 kg	20,65 kg
Celkový úbytek paliva během zkoušky	0,85 kg	0,55 kg
Průměrný úbytek paliva za 24 hod.	0,01518 kg	0,00982 kg
Dovolený průměrný úbytek paliva za 24 hod.	0,020 kg	0,020 kg
Výsledné hodnocení	vyhovuje	vyhovuje

4. Zkouška odolnosti proti vnitřnímu přetlaku.

Zkoušena byla jedna nádrž již podrobená zkoušce permeability. Do stěny nádrže byl vyvrtán otvor o průměru 4 mm pro zabudování teplotního čidla ovládacího zařízení. Nádrž byla páskami připevněna na topnou desku. Při působení vnitřního přetlaku 30 kPa a teplotě 53 °C došlo za dobu 210 min. téměř k úplnému vyrovnaní horního podélného prolisu. Rovněž došlo k mírnému vyboulení dolní plochy nádrže. K mechanickému porušení ani k jinému narušení těsnosti nádrže nedošlo. Nádrž vyhovuje požadavkům této zkoušky.

5. Zkouška odolnosti proti ohni.

Zkoušena byla jedna nádrž s příslušenstvím a náplní a podle časové posloupnosti jednotlivých fází, jež tato zkouška vyžaduje (viz kap. 4.3. str. 35). Po ukončení zkoušky z nádrže neunikalo žádné kapalné palivo. Zkoušku lze hodnotit jako vyhovující.

6. Ekonomické hodnocení.

6.1. Charakteristika hodnocení.

V ekonomickém hodnocení porovnávám dvě varianty palivových nádrží. Za srovnávací variantu je vzata plechová nádrž o stejném objemu jako je plastová nádrž Š 781 a za hodnocenou variantu je uvažována vlastní plastová nádrž Š 781. Hodnocení je provedeno pro roční výrobní program 200 000 ks nádrží a doba ekonomické životnosti je volena 15 let. Hodnocení jsem provedl v účincích vyjádřených ve:

- a/ hmotných jednotkách (energie, prac. síly a spotřeba materiálu)
- b/ v hodnotovém vyjádření promítnutém do výrobních a provozních nákladů dle vyhlášky FMTIR č. 17 - Směrnice o hodnocení efektivnosti investic
- c/ Vzhledem k problematice ekonomických propočtů jsem zvolil dle jmenované vyhlášky kritérium hodnocení podle převedených nákladů vypočtených pro obě varianty. Nižší hodnota převedených nákladů určuje efektivnější variantu. Převedené náklady se spočítají dle vzorce

$$P = J/a_1 + k_f/. k_v + N_{pr} + a_2 \cdot N_m + a_3 \cdot N_{pe} \quad / 1 /$$

Technickoekonomická úroveň investic je vyjádřena ukazatelem

$$S_{th} = 1 + \frac{P_s - P_i}{P_s} \quad / 2 /$$

- d/ Použitím funkční analýzy jsem zkoumal vztah mezi plněním funkcí palivové nádrže u obou variant k nákladům potřebným k jejich zajištění vyjádřeného ukazatelem PEH (poměrná efektivní hodnota)

$$PEH = \frac{\text{stupěň plnění funkcí}}{\text{výrobní náklady}} \quad / 3 /$$

- e/ Účinky v úsporách paliva u uživatelů.

Vlastní propočty včetně uvedení významu členů obou rovnic jsou uvedeny v kap. 6.3.

6.2. Popis jednotlivých variant palivových nádrží a výpočet ukazatelů.

6.2.1. Srovnávací varianta (plechová).

Plechová palivová nádrž na vůz Š 781 nebyla konstrukčně zpracována. Pro možnost hodnocení jsem při získávání potřebných údajů vycházel ze stávající plechové nádrže pro vůz Š 742. Na základě získaných informací z výroby stávající plechové nádrže, byly podle tvarových odlišností a velikosti upraveny potřebné parametry k vyhodnocení. Vycházel jsem zejména z technologického postupu stávající nádrže Š 742. Tvar plechové nádrže srovnávací varianty by s ohledem na odlišnou technologii výroby (tažení plechu) vyžadoval některé změny jejího tvaru oproti tvaru plastové nádrže. Tyto tvarové odlišnosti byly v ekonomickém propočtu zohledněny pouze částečně podle technického porovnání nádrží. Podle mého názoru nemůže tento postup podstatně ovlivnit výsledek ekonomického hodnocení. Tyto odhady se promítly do kvantifikace spotřeby materiálu, pracovních sil, energie, výrobních a provozních nákladů.

Výroba palivové nádrže smaltované Š 742.

K její výrobě se používá plechu 11 305.21 ČSN 41 1305 s povrchovou úpravou olovo, cín, antimon. Spotřební hmotnost plechu na jednu nádrž činí 12,3513 kg. Čistá hmotnost nádrže je cca 8 kg. Výrobu pooloveného plechu zajišťují válcovny Frýdek-Místek. Technologie poolovení je na velmi nízké úrovni v hygienicky závadném prostředí a výrobce další výrobu trvale odmítá z důvodu nutných investic pro modernizaci provozu. Při lisování obou polovin nádrže v AZNP vzniká vysoká zmetkovitost, která činí 8,38 Kčs na jednu nádrž. K výrobě palivové nádrže se používá následující strojní vybavení.

Lisuje se v lince v čele s dvojčinným karosářským lisem PKZT 800 a dalšími lisy PKZZ 500.

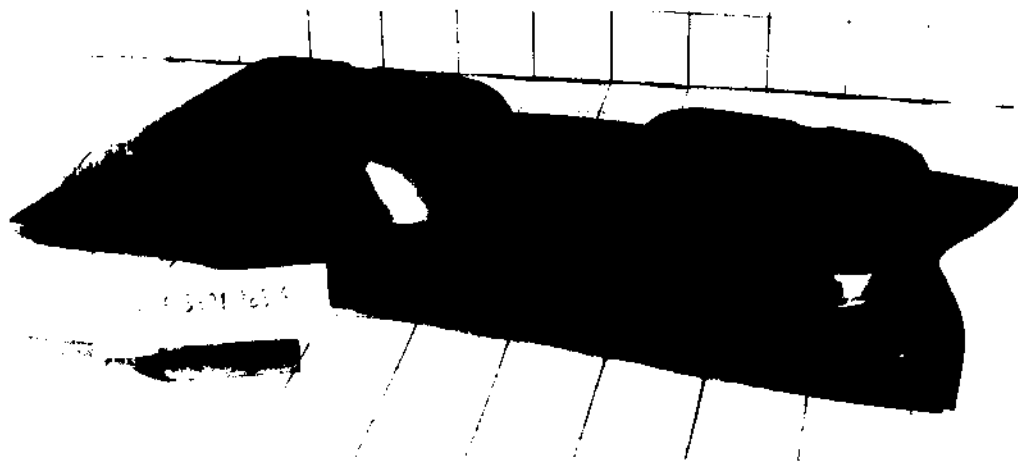
Svařování se provádí v lince na pěti švových svářečkách, jedné vícebodovce, jednom svářecím lise a dvěma ručními trafokleštěmi.

Lakování se provádí v lince povrchových úprav společně

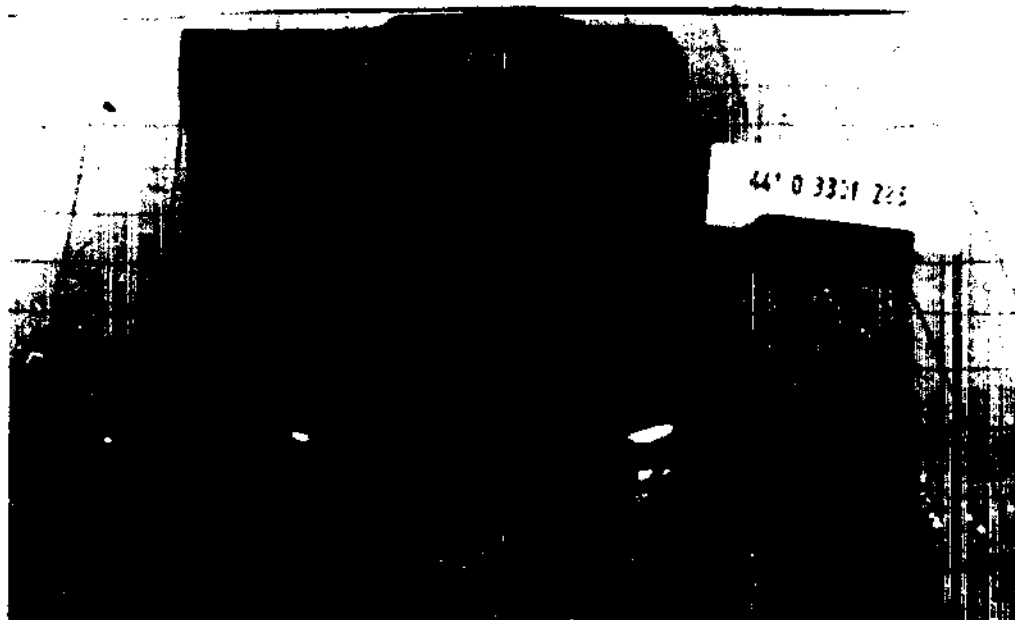
s jinými komponenty podvozku. Nádrž tuto linku vytěžuje cca z 60 % její kapacity.

Svařenou nádrž vozu Š 742 tvoří z hlavních dílů:

- úplný vrchní díl nádrže
- úplný spodní díl nádrže
- nelévací hrdlo
- trubka odvzdušnění
- úplné spojovací trubky (levá, pravá).



Obr. 20 Výlisek spodního dílu pal. nádrže Š 742.

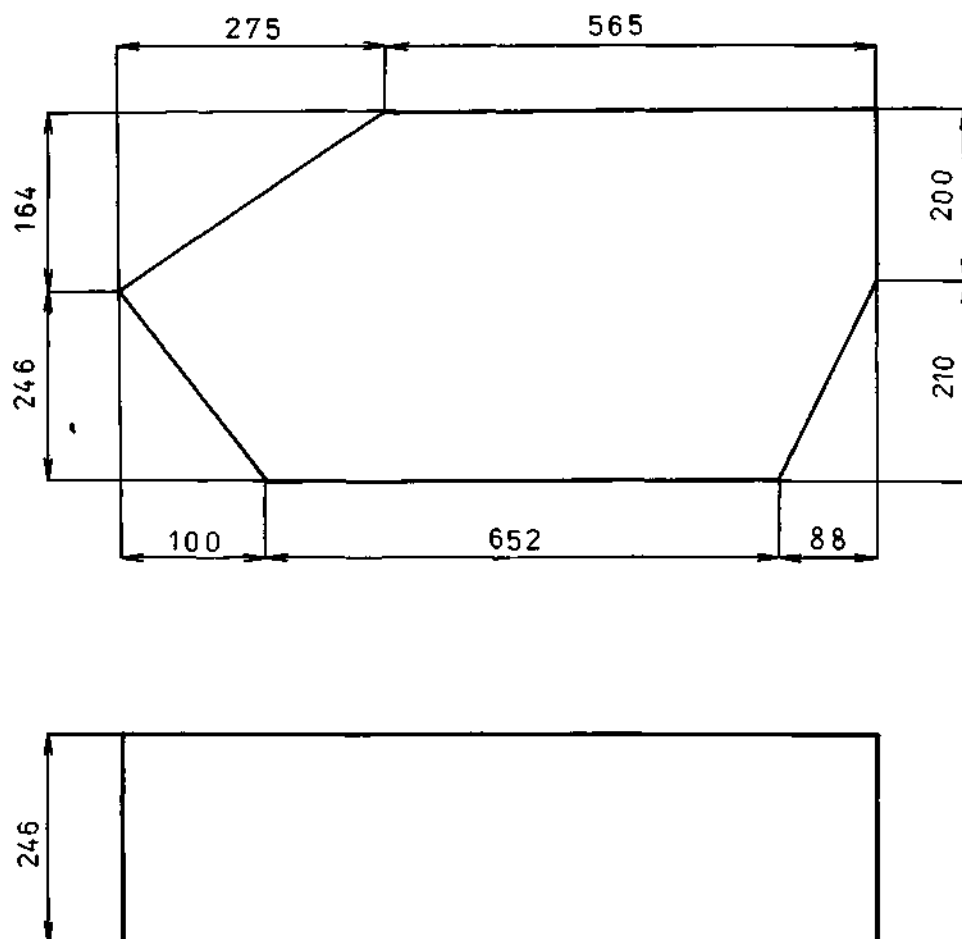


Obr. 21 Výlisek horního dílu pal. nádrže Š 742.

Odvození parametrů pro plechovou nádrž Š 781, tvarově podobnou plastové nádrži - srovnávací varianta.

Pro určení spotřební hmotnosti jsem vycházel z plošného obsahu povrchu nádrže plastové Š 781.

Obr. 22 Pomocný náčrtek pro stanovení plochy povrchu nádrže.



Plocha nádrže je $1,202 \text{ m}^2$. Tuto plochu povyšuji o 15 % z důvodu nutných tvarových úprav. Celková plocha nádrže je tedy $1,382 \text{ m}^2$. Při stejném koeficientu využití plechu jako u nádrže Š 742 (koeficient využití = 0,6) činí spotřební plocha $2,307 \text{ m}^2$. Hmotnost 1 m^2 poolovného plechu je 6,545 kg. Cena 1 kg poolovného plechu je 8,35 Kčs.

Spotřební hmotnost nádrže	15,1 kg
Čistá hmotnost nádrže	9,1 kg
Cena materiálu jedné nádrže	126,1 Kčs

Spotřebovaná energie v procesu výroby je převedena příslušnými koeficienty do skutečného tepelného obsahu paliva tj. spotřeby prvotních zdrojů paliv a energie:

el. energie	23,58 kWh	to je	0,30428 GJ
svářecí plyn	0,0198 m ³	to je	0,00117 GJ
<u>stlačený vzduch</u>	0,568 m ³	to je	<u>0,00106 GJ</u>
celkem energie			0,30641 GJ

Při zachování stejného technologického postupu jako u nádrže Š 742 a vzhledem k větší ploše srovnávací nádrže (delší svary po obvodu) a odpadnutí některých operací (spojovací trubky, přepážka) ponechávám spotřebu energie ve stejné výši.

Spotřeba energií srovnávací nádrže	0,30641 GJ
------------------------------------	------------

Při podnikových platných sazbách činí přepočet spotřeby energií srovnávací nádrže 10,21 Kčs

Stávající nádrž Š742 má pracnost 30,87 min. a mzdy činí 4,31 Kčs. Minutový faktor = 0,1396 Kčs/min. Vzhledem k jednoduššímu tvaru srovnávací nádrže a za předpokladu užití vyššího stupně automatizace výroby, uvažuji pracnost srovnávací nádrže o 15 % nižší.

Pracnost srovnávací nádrže	26,240 min.
----------------------------	-------------

Mzdy při stejném min. faktoru	3,663 Kčs
-------------------------------	-----------

Za předpokladu přeplňování výkonových norem na 110 % činí efektivní čas pro výrobu jedné nádrže 23,855 min. Pro výrobu 200 000 ks nádrží ročně činí spotřeba času 79 516,7 hod. Roční fond pracovní doby dělníka je 1 976 hod.

Potřeba dělníků základní výroby	41 dělníků.
---------------------------------	-------------

Strojní zařízení pro výrobu 170 000 ks nádrží Š 742 za rok činilo v pořizovací hodnotě r. 1976 43 691 tis. Kčs.

Pro srovnávací nádrže s roční produkcí 200 000 ks a za předpokladu užití vyššího stupně automatizace a vzhledem k ročním růstům cen výrobního zařízení jsem odhadl strojní investice o 30 % vyšší.

Strojní investice srovnávací nádrže 56 800 tis. Kčs

Roční odpisy ze strojních investic činí 7 % nákladů a jsou přepočteny na jednu nádrž.

Odpisy strojních investic na jednu nádrž 19,88 Kčs

Při stanovení nákladů na nástroje a přípravky jsem vycházel z pořizovací ceny pro stávající výrobu cca před deseti lety. Ve stanovené ceně jsem zohlednil nárůst cen materiálů za uvedené období.

Nástroje a přípravky 9 360 tis. Kčs

Odpisy z nástrojů přepočteny na jednu nádrž 11,70 Kčs

Zmetky (4 % z ceny materiálu a mezd) 5,19 Kčs/ks

Technický rozvoj a náběh výroby (odhad) 2 000 tis. Kčs

Odpisy na jeden vůz 2,50 Kčs

Mzdové náklady včetně režijních pracovníků 7,326 Kčs

Opravy a udržování strojů (40 % z odpisů strojních investic) 7,95 Kčs/ks

Ostatní (odhad) 6,00 Kčs/ks

6.2.2. Hodnocená varianta (plastová).

Spotřeba energií v procesu výroby jedné nádrže:

el. energie	6,611 kWh	to je	0,08528 GJ
<u>stlačený vzduch</u>	7,5 m ³	to je	<u>0,00958 GJ</u>
celkem energie			0,09486 GJ

Při platných sazbách n.p. Plastimat Liberec činí přepočet spotřeby energie na jednu nádrž 2,832 Kčs

Spotřební hmotnost plastové nádrže je 5 kg. Při ceně materiálu 16,00 Kčs za 1 kg činí spotřeba materiálu 80,00 Kčs.

Pracnost plastové nádrže	12,80 min.
Mzdy na jednu nádrž při minutovém faktoru 0,15 Kčs/min.	1,92 Kčs/ks

Při přeplňování výkonových norem na 110 % je efektivní čas výroby jedné nádrže 11,64 min. Celková potřeba času pro výrobu 200 000 ks nádrží je 38 788 hod. Roční fond pracovní doby dělníka je uvažován stelný jako u srovnávací varianty.

Potřeba dělníků základní výroby	20 dělníků
Strojní investice dle informací n.p. Plastimat Liberec	62 000 tis.Kčs
Odpisy ze strojních investic na jednu nádrž	21,70 Kčs
Náklady na nástroje a přípravky	12 255 tis.Kčs
Odpisy z nákladů na nástroje a přípravky přepočteny na jednu nádrž	15,319 Kčs
Zmetky (4 % z ceny materiálu a mezd)	3,277 Kčs
Technický rozvoj (odhad)	3 500 tis. Kčs
Odpisy z nákladů na technický rozvoj přepočteny na jeden vůz	4,375 Kčs
Mzdové náklady včetně režijních pracovníků	3,84 Kčs
Opravy a udržování strojů (40 % z odpisů strojních investic)	8,68 Kčs
Ostatní (odhad)	6,00 Kčs

6.2.3. Rekapitulace vypočtených veličin obou variant.

V tab. 14 a 15 jsou shrnuty jednotlivé náklady.
V tab. 16 jsou vypočteny výrobní a provozní náklady na jednu nádrž obou variant.

Tab. 14 Srovnávací tabulka v hmotných veličinách.

název	jednotka	na jednu nádrž		jednotka	pro 200 000 nádrží	
		plechová	plastová		plechová	plastová
Spotřební hmotnost jednicového materiálu	kg	15,1	5,0	t	3 020	960
Počet dělníků základní výroby	-	-	-	1	41	20
Spotřeba energie v procesu výroby	GJ	0,30641	0,09486	GJ	61 282	18 972

Tab. 15 Srovnávací tabulka v hodnotovém vyjádření.

název	jednotka	na jednu nádrž		jednotka	pro 200 000 nádrží		úspora
		plechová	plastová		plechová	plastová	
Jednicový materiál	Kčs	126,1	80,0	tis.Kčs	25 220	16 000	9 220
Spotřeba energií v procesu výroby	Kčs	10,21	2,832	tis.Kčs	2 042	566,4	1 475,6
Strojní investice	-	-	-	tis.Kčs	56 800	62 000	-6 000
Odpisy ze strojních investic	Kčs	19,80	21,70	-	-	-	-
Nástroje a přípravky	-	-	-	tis.Kčs	9 360	12 255	-2 895
Odpisy z nástrojů a přípravků	Kčs	11,70	15,319	-	-	-	-
Technický rozvoj	-	-	-	tis.Kčs	2 000	3 500	-1 500
Odpisy z technického rozvoje	Kčs	2,50	4,375	-	-	-	-
Zmetky	Kčs	5,19	3,277	tis.Kčs	1 038	655,4	382,6
Opravy a udržování	Kčs	7,95	8,68				
Mzdové náklady včetně režijních pracovníků	Kčs	7,326	3,84	tis.Kčs	1 465,2	768	697,2
Ostatní náklady	Kčs	6,0	6,0	-	-	-	-

Tab. 16 Provozní a výrobní náklady na jednu nádrž.

název	nádrž	
	plechová	plastová
Jednicový materiál	126,1	80,0
Spotřebovaná energie	10,21	2,832
Mzdy včetně režijních pracovníků	7,326	3,84
Odpisy z nákladů na nástroje	11,70	15,319
Zmetky	5,19	3,277
Odpisy z nákladů na technický rozvoj	2,50	4,375
Opravy a udržování	7,95	8,68
Ostatní náklady	6,0	6,0
Provozní náklady	176,976	124,232
Odpisy ze strojních investic	19,88	21,70
Výrobní náklady	196,856	146,023

6.3. Výpočet kritérií hodnocení.

Převedené náklady jsou spočítány dle vzorce / 1 / na str. 58. Pro jednotlivé varianty převedené náklady jsou:

- srovnávací varianta $P_s = 48\,047,96$ tis. Kčs
- hodnocená varianta $P_h = 37\,680,40$ tis. Kčs.

Technickoeconomická úroveň investic je spočítána dle vzorce / 2 / na str. 58.

$$S_{th} = 1,216 .$$

Z výpočtu je patrné, že investice do plastové nádrže jsou cca o 20 % hospodárnější. Hodnoty jednotlivých členů rovnice / 1 / jsou uvedeny v tab. 17 na str. 68. Všechny koeficienty byly zjištěny ze Směrnice č. 17 FMTIR.

Tab. 17 Hodnoty jednotlivých členů rovnice / 1 / pro výpočet převedených nákladů.

člen rovnice	jednotka	nádrž	
		plechová	plastová
J - jednorázové náklady (stroj. investice + náklady na nástroje a techn. rozvoj)	tis.Kčs	68 160	77 755
a ₁ - koef.omezenosti inves- tičních prostředků	-	0,05	0,05
k _f - koef. ekonomické život- nosti	-	0,096	0,096
k _v - koef. doby výstavby	-	1,06	1,06
a ₂ - koef. omezenosti praco- vních sil	-	0,6	0,6
a ₃ - koef. omezenosti paliv a energie	-	0,6	0,6
N _{pr} - roční provozní náklady	tis.Kčs	35 395,2	24 846,4
N _{pe} - roční spotřeba energie	tis.Kčs	2 042	566,4
N _m - roční mzdové náklady	tis.Kčs	1 465,2	768

Výpočet poměrné efektivní hodnoty, která vyjadřuje vztah mezi užitnou hodnotou a vynaloženými náklady na její zajištění, byl proveden dle vztahu / 3 / na str. 58. Pro hodnocené funkce byla zvolena následující bodovací stupnice:

plnění funkcí - neuspokojivě	0 bodů
- uspokojivě	1 bod
- dobře	2 body
- velmi dobře	3 body.

bodované funkce	nádrž	
	plechová	plastová
uchovává kapalinu (těsnost)	2	3
odolává nárazu	3	3
odolává korozi	1	3
umožňuje montáž	2	2
zabraňuje prolínání kapaliny (stěnou)	3	1
součet bodů	11	12

Podělením počtu bodů výrobními náklady jednotlivých variant dostaneme:

- pro srovnávací nádrž PEH = 5,588
- pro hodnocenou nádrž PEH = 8,218.

Srovnáním výsledků zjistíme, že s nižšími výrobními náklady dosahuje plastová nádrž vyššího efektu v plnění funkcí a tedy užitečné hodnoty.

Účinek u uživatele vychází z předpokladu, že plastová palivová nádrž má nižší hmotnost než plechová. Úspora hmotnosti (čisté) použitím plastové nádrže činí 4 kg na jednom automobilu. Vliv snížení hmotnosti automobilu se projeví úsporou paliva v provozu vozidla ve výši cca 0,02 l/100 km. Při ročním počtu ujetých km u jednoho uživatele 8 000 km, činí úspora 1,6 l. Při provozu 100 000 vozů s plastovou nádrží činí úspora již 160 000 l benzínu což v přepočtu činí 5 260,8 GJ.

7. Z á v ě r

Uvedená studie ukázala na to, že z hlediska technického i technologického je plastová palivová nádrž Š 781 připravena pro výrobu a montáž nového osobního automobilu Škoda. Dokladem toho je kladný výsledek řady náročných zkoušek dle předpisu BHK č. 34 provedených na prototypech této nádrže. V současné době je však třeba dořešit přípravu čs. ekvivalentu vysokomolekulárního polyetylénu vhodného pro výrobu plastové nádrže.

V závěrečném hodnocení, kterému jsem se více věnoval, chci poukázat pomocí některých ukazatelů také na ekonomický přínos aplikace plastů na tento díl. Zavedením plastové nádrže se dosahuje těchto účinků:

- úspora pooloveného plechu za rok 3 020 t
- úspora dělníků základní výroby 21 dělníků
- úspora energií v procesu výroby za rok 42 310 GJ
- nárůst spotřeby plastů za rok 960 t
- úspora výrobních nákladů za rok 10 166,6 tis.Kčs
- vyšší technicko-ekonomická úroveň investic o 20 %
- úsporu 120 t benzínu za rok při provozu 100 000 vozů.

Z hodnocení je dále patrné, že i přes vyšší vynaložení finančních prostředků do nákupu strojního zařízení, nástrojů a přípravků, ukazuje výsledný efekt výrazně ve prospěch plastové palivové nádrže.

Závěrem bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Doc. ing. Jaroslavu Tmějovi CSc. a konzultantovi Ing. Vladimíru Gedušovi za věcné připomínky k obsahu a zpracování diplomové práce.

Seznam použité literatury

- 1) Fajgl, J.: Navrhování výrobků z plastických hmot, SNTL, Praha 1964
- 2) Geduš, V.- Líkař, O.- Jílek, M.: Rozvoj použití plastů v průmyslu osobních automobilů, AZNP 1977
- 3) Hell, J.: Srovnávací testy odolnosti lineárního polyetylénu Lupolen 4261 A, DMPJ 1156 a Stamylen 5731 v prostředí automobilového benzínu, SVÚM Praha 1985
- 4) Hugo, J.: Konstrukční plastické hmoty, SNTL Praha 1965
- 5) Johnke, K.D.- Behr, P.: Status Report an HDPE Fuel Tanks in European Automobiles: Český překlad ÚVMV Praha 1983
- 6) Kejval, Z.: Plechy a plastické hmoty v automobilu, VÚSTE Praha 1971
- 7) Kolouch, J.: Strojní součásti z plastů, SNTL Praha 1981
- 8) Krebs, J.: Teorie a technologie zpracování plastů, skriptá, VŠST, Liberec 1981
- 9) Moravec, J.: Diplomová práce, ČVUT, Praha 1985
- 10) Automobil č. 5/85, č. 8/85, č. 4/86

Dále bylo použito pracovních materiálů z AZNP Mladá Boleslav, Plastimat Liberec, SVÚM Běchovice, ÚVMV Praha a PIKAZ Praha.