

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor 23-20-8

stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu

zaměření

stroje a zařízení pro průmyslovou dopravu.

Katedra strojů průmyslové dopravy

ZAŘÍZENÍ PRO ODBĚR VZORKŮ NÁPLNĚ VÁLCE

KSD - 043/83

Dušan P E T R O V I C K Ý

Vedoucí práce: Doc. Ing. Oldřich Červinka, CSc., VŠST Liberec

Konzultant: Ing. Ladislav Bartoníček, VŠST Liberec

Rozsah práce a příloh:

Počet stran	61
Počet příloh a tabulek	0
Počet obrázků	17
Počet výkresů	14
Počet modelů nebo jiných příloh	1

27. května 1983

DT : 621.43

Vysoká škola: VŠB - TUO Liberec Fakulta: Strojní a textilní

Katedra: Strojní a textilní Školní rok: 1981/82

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DĚLA, UMĚLECKÉHO VÝROBKU)

pro
obor
vedoucí katedry
vedoucí dílny

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:
.....
.....

Zásady pro vypracování:

1. Práce musí být vypracována v souladu s přílohou č. 1.

1. Název práce musí být uveden v češtině a v angličtině.
2. Práce musí být vypracována v souladu s přílohou č. 2.
3. Práce musí být vypracována v souladu s přílohou č. 3.
4. Práce musí být vypracována v souladu s přílohou č. 4.
5. Práce musí být vypracována v souladu s přílohou č. 5.
6. Práce musí být vypracována v souladu s přílohou č. 6.
7. Práce musí být vypracována v souladu s přílohou č. 7.
8. Práce musí být vypracována v souladu s přílohou č. 8.
9. Práce musí být vypracována v souladu s přílohou č. 9.
10. Práce musí být vypracována v souladu s přílohou č. 10.

Autorské právo se řídí směrnice
MŠK pro státní záv. zkoušky č.j. 31
727/62-III/2 ze dne 13. července
1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze
dne 31. 8. 1962 § 19, odst. 2 č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC I, STUDENTSKÁ 5
PŠČ 461 17

Rozsah grafických prací:
.....

Rozsah průvodní zprávy: 10 stran listů.

Seznam odborné literatury:
.....

.....
.....

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. ...
.....

.....

Datum zadání diplomové práce:
.....

Termín odevzdání diplomové práce:
.....

L.S.

Doc. Ing. ...
Vedoucí katedry

Doc. Ing. ...
Děkan

v dne 10

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

.....

V Liberci, dne 27. května 1983.

D ě k u j i

vedoucímu diplomové práce
Doc. Ing. Oldřichu Červinkovi, CSc.,

konzultantu diplomové práce
Ing. Ladislavu Bartoníčkoví

a odbornému asistentu
Ing. M. Svobodovi

za porozumění, odborné rady a pozornost, které mi
pomohly řešit zadaný diplomový úkol.

O b s a h

	Strana
1.0. Souhrn	7
2.0. Úvod	8
3.0. Vzorkování spalovacích procesů	11
4.0. Používané odběrné systémy	13
4.1. Systém poháněný vačkovým mechanismem	13
4.2. Elektromechanický odběrný systém	13
4.3. Hydraulicky ovládaný systém	14
4.4. Elektromagneticky ovládaný systém	18
4.5. Elektromagneticky ovládaný talířový ventil	18
4.6. Elektromagneticky ovládaný jehlový ventil	23
5.0. Analýza vzorkovacího procesu	28
6.0. Popis vzorku	30
6.1. Rozměr a složení odebíraného vzorku	30
6.2. Celkový rozměr a složení odebíraného vzorku	32
6.3. Vzorkovací místa a čas	33
7.0. Volba systému	35
7.1. Motory Liaz řady M	36
7.2. Hlavní technické údaje motoru MŠ 638	36
7.3. Hlava válce motoru	37
8.0. Konstrukce odběrného zařízení	41
8.1. Konstrukce s talířovým ventilem	41
8.2. Řešení s posuvným šoupátkem	43
8.3. Popis odběrného systému a jeho činnosti	48
8.4. Zkouška vzorku odběrného systému	50

	Strana
8.5. Řídicí systém odběru vzorku	52
8.6. Další možné řešení odběru vzorku	55
8.7. Zhodnocení navržených odběrných systémů	58
9.0. Závěr	60
10.0. Použitá literatura	61

1.0. Souhrn

Řešení předkládá návrh několika způsobů odběru vzorků náplně spalovacího prostoru motorů řady M, výrobce Liaz. Jedno z konstrukčních řešení bylo realizováno a je součástí této diplomové práce.

2.0. Ú v o d

V průběhu historie vývoje spalovacích motorů byla jejich dokonalost a úroveň určována na jedné straně úrovní požadavků na ně kladených a na druhé straně podmínkami, ve kterých vznikaly a které byly určovány stupněm vědeckotechnických poznatků. Rozmach motorů, zejména v dopravě, vyvolává naléhavý požadavek na zjištění jejich vlivu na život člověka, a to jak z hledisek sociálních, tak i zdravotních. Tyto požadavky jsou dány nepříznivými důsledky rostoucí motorizace, která v podstatné míře začala ovlivňovat životní prostředí zejména ve velkých městech a významně se podílí na čerpání omezených zdrojů ropy.

Nový motor se proto musí vyznačovat vysokou hospodárností a co nejmenší emisí látek, jež jsou škodlivé zdraví člověka. Úbytek zásob ropy má dopad na stále sílící tlak na zvýšení ekonomičnosti provozu a stává se rozhodujícím kritériem perspektivy spalovacího motoru, ale i významným faktorem, určujícím konkurenceschopnost vozidla a jeho prodej.

Po stránce nepříznivého vlivu na životní prostředí člověka se jedná u spalovacích motorů především o škodlivé exhalace a hluk. Škodlivé emise vznikají u všech spalovacích motorů ze čtyř zdrojů a to z vypařování paliva (například z nádrže, plovákové komory, karburátoru), z netěsnosti pístů (jež způsobí, že odvodušněním klikové skříně unikají plyny s obsahem škodlivých látek), z vypařování a spalování oleje (jehož produkty odcházejí odvodušněním klikové skříně a nalévacími hrdly oleje) a konečně jsou to produkty, obsažené ve výfukových plynech. Průzkumy ukazují, že výfukem odchází asi 62 %, odvodušněním klikové skříně asi 20 % a z vypařování paliva asi 18 % zdraví škodlivých

látek, které produkuje spalovací motor. Vliv odvzdušnění klikové skříně a odpařování paliva je podstatně menší u motorů naftových než u benzinových. Odvzdušnění klikové skříně je u všech soudobých motorů však spojeno se sáním motoru, kde dochází ke smíchání exhalací se směsí a jejich spálení ve spalovacím prostoru motoru. Tímto dochází k eliminování této složky exhalací. Složení výfukových plynů má rozhodující vliv na množství škodlivých látek, emitovaných do atmosféry.

Množství CO , CO_2 a O_2 ve spalinách se zpravidla udává v objemových procentech, v nichž se vyskytují v odebraném vzorku. Množství NO a NO_2 se měří v ppm, t.j. poměrem jejich objemu a miliontého násobku objemu odebraného vzorku plynu. Součet NO a NO_2 se označuje NO_x . Nespálené uhlovodíky CH_x se měří rovněž v ppm, mohou se však měřit i množstvím nespáleného uhlíku (ppmC). Množství škodlivých látek se často uvádí ve vztahu k zatížení motoru, na př. v g/kWh nebo v g/km, g/h, g/rok. Kouř naftových motorů, t.j. vylučování volného uhlíku, se měří zvláštními metodami. Zápach výfukových plynů naftových motorů se do nedávna posuzoval subjektivně. Objektivní zkušební metody měření zápa-
chu prochází v současné době výzkumem a vývojem.

Požadavek na vysokou hospodárnost, t.j. nízkou spotřebu paliva a oleje, doprovází vývoj spalovacích motorů již od jejich vzniku. Požadavek na snížení škodlivých exhalací jen zdůraznil tyto snahy a ukázal, že se hospodárnost motorů má sledovat jak měřením měrných spotřeb paliva a oleje, tak i rozborem plynů a par kapalných i tuhých látek, které z motoru unikají. Spalovací motor je natolik složitý stroj, který i přes vysoký stupeň poznání neumožňuje řešení čistě exaktní cestou. Jeho

složitost je jak v oblasti fyzikální podstaty jeho principu a v mnohých, navzájem se ovlivňujících požadavků, tak i v oblasti mechanicko - konstrukční. Proto i do budoucna bude nutno exaktní teoretické řešení doplnit rozsáhlým experimentálním vývojem.

3.0. Vzorkování spalovacích procesů

Pro řešení složitých procesů spalování u spalovacích motorů jsou nutné metody, umožňující hlubší pohled do tohoto procesu, zejména z hlediska jeho časového vývoje. Tyto informace jsou nutné, abychom pochopili formování znečišťujících látek z důvodu blízkého vztahu mezi rychlostí formace a místními podmínkami ve válci. Jednou z těchto metod je i vzorkování spalovaných plynů v různých okamžicích spalovacího procesu. To umožňuje hodnotit vývoj spalovacího pochodu včetně posouzení vlivu konstrukčních úprav.

Impuls na vývoj vzorkovacího systému vznikl ze zájmu o vyřešení nejvýhodnější konstrukce spalovacího prostoru, který má velký vliv na tvorbu spalin. Z tohoto důvodu bylo třeba vyvinout zařízení, které umožní odebrat vzorky spálených plynů v jakémkoliv předem stanoveném bodě pracovního cyklu motoru a to po určité, poměrně krátkou dobu (řádově milisekundy). Kromě fázování a trvání musíme uvažovat ještě s dalšími faktory. Patří mezi ně především nehomogenita plynů ve spalovacím prostoru. Je známo, že existují velké rozdíly v koncentraci blízko stěn spalovacího prostoru. Další problém je spjat s cyklickou změnou tlaku. Tlak se může měnit v rozmezí 0,1 - 7 MPa (u přeplňovaných motorů 13 MPa) během pracovního cyklu a to v časovém úseku 15 - 40 milisekund. Zahrnout je však třeba i požadavek na uspokojivý provoz odběrného zařízení při teplotě vzorkovaných plynů do $2\ 700\text{ }^{\circ}\text{K}$, bez toho, aby došlo k zředování vzorků nebo ke komplikaci cirkulujícího chladícího média.

Vzorkovací systémy se běžně používají pro studium spalování v motorech, ale je třeba další práce za účelem zjištění vlivů těchto vzorkovacích systémů a postupů měření na složení vzorků a navrhnout experimenty, které poskytnou údaje, obsahující maximum informací.

4.0. Používané odběrné systémy

V průběhu vývoje vzorkovacích zařízení bylo použito několik možných systémů. Jejich rozčlenění je nejjednodušší z hlediska jejich pohonu:

- a/ systém poháněný vačkovým mechanismem
- b/ elektromechanický odběrný systém
- c/ hydraulicky ovládaný systém
- d/ elektromagneticky ovládaný systém

4.1. Systém poháněný vačkovým mechanismem

Tento způsob konstrukce odběrného zařízení je nevhodný především z důvodu velké komplikovanosti konstrukce odběrného systému, požaduje-li se možnost fázování odběru a množství odebíraného plynu ve vzorku. Z dynamiky vačkových systémů vyplývá jejich velké namáhání při požadavku velkých zrychlení, kterých by bylo u odběrných zařízení nutno docílit pro dodržení schopnosti odběru vzorků v minimálních časových úsecích (milisekundy). Také výrobně jsou vačky náročné a drahé a změna místa odběru vyžaduje komplikovanou přestavbu ovládacího systému.

4.2. Elektromechanický odběrný systém

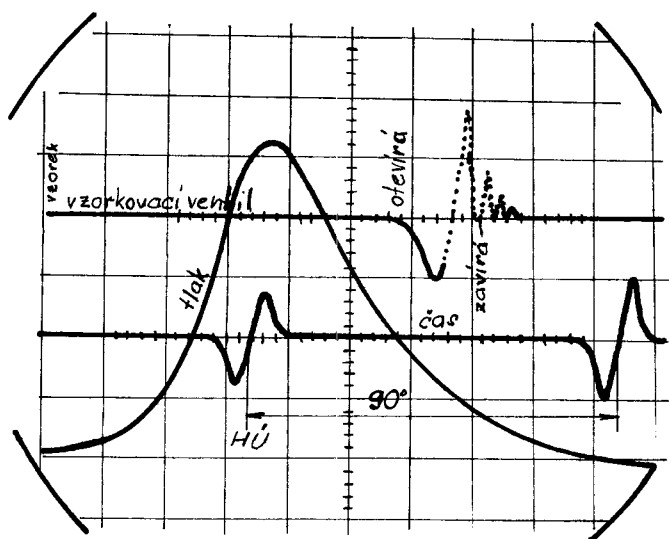
Tento systém vykazuje lepší vlastnosti v oblasti kontroly fáze odběru, než vačkový systém. Je však omezený z hlediska možnosti změny a kontroly průtokového poměru a z hlediska schopnosti vzorkování každého cyklu nebo cyklů vázaných. Z tohoto důvodu je z hlediska zadání diplomové práce tento systém nepoužitelný.

4.3. Hydraulicky ovládaný systém

Výhodnější se již jeví použití odběrného zařízení hydraulicky ovládaného. U tohoto systému je možno měnit časový okamžik odběru, délku trvání odběru a tím i množství získaného vzorku. Tohoto systému bylo použito i v SSSR při výzkumu vyplachování naftového motoru V.A. Zvonowem. S tímto systémem bylo možno měnit čas odběru vzorku v celém oběhu klikového hřídele (360°). Podobně doba otevírání byla seřiditelná v širokém rozsahu, čímž byla umožněna velká změna objemu odebíraného vzorku.

Systém byl konstruován na základě obecných kritérií výše uvedených. Výhodou bylo využití snadno získatelných slozek. Z tohoto důvodu bylo za pohon zvoleno jednoválcové vstřikovací čerpadlo (naftové) firmy Bosch. Také odběrné zařízení používalo části naftového vstřikovače. Aby byla možná fázová kontrola, byl vestavěn fázový přesuvník mezi pohon čerpadla a hnací motor. Tento přesuvník se skládal z hřídele, na povrchu kterého byla obrobena spirála, a z axiálně posuvné příslušné objímky. Axiální poloha objímky určila fázový úhel mezi chodem motoru a otevíráním ventilu. Jako odběrné zařízení byl použit talířový ventil vstupního průměru 9,525 mm. Otevírání ventilu ovšem záviselo na časování a na množství hydraulické kapaliny, dodávané použitým čerpadlem. Otevírací tlak hydraulické kapaliny byl určen tlakem plynů ve válci, působících na čelo odběrného ventilu a částečně pružinou, regulovatelnou na předpětí 450 - 500 N. Účelem pružiny bylo uzavřít ventil, čemuž pomáhal i tlak ve válci. Všechny přechodové stavy, včetně polohy vzorkovacího ventilu,

byly zobrazovány osciloskopem (obr. 1). Signál polohy ventilu má zřetelné stopy, způsobené jeho kmitáním po dosednutí do sedla. Tento rozkmit nemá vliv na určení momentu zavírání ventilu.

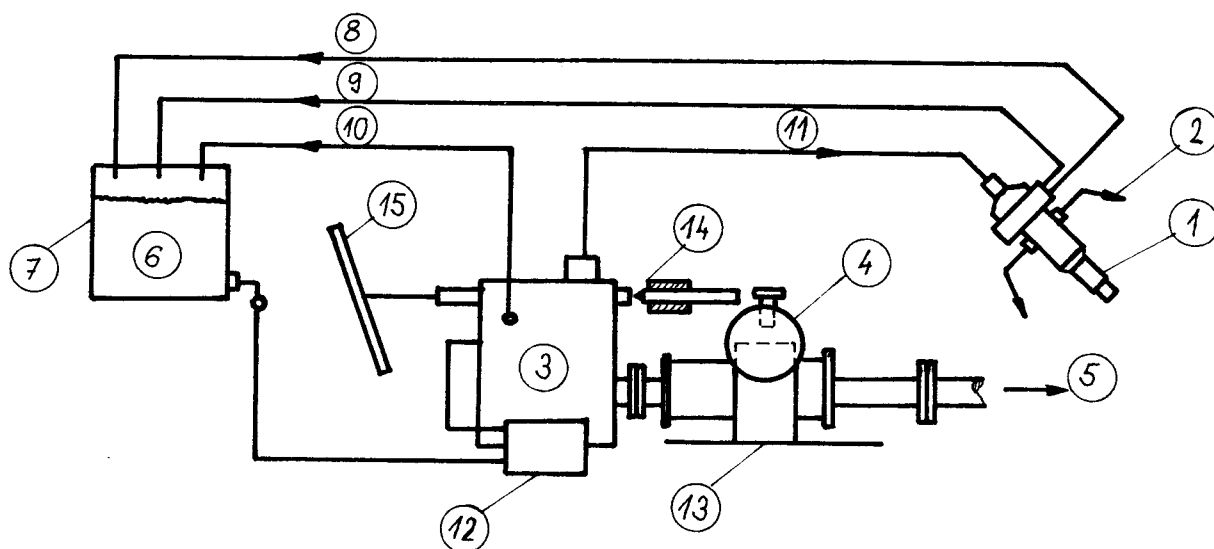


obr. 1 Zobrazení dat oscilografem

Tento hydraulicky ovládaný vzorkovací ventil byl schopen minimálního otevíracího času cca. 0,5 ms, který odpovídá asi 4° pootočení klikového hřídele při 1 275 otáčkách za minutu. Otevírací doba ventilu závisela na požadovaném průtokovém poměru. Pro vyloučení $5 - 6 \text{ cm}^3/\text{cyklus}$ během expanzního zdvihu bylo třeba nastavit otevírací dobu na 1,4 - 3 ms. Toto odebírané množství odpovídá 1% plynu ve válci motoru. Měření probíhala na motoru C.F.R při 1 275 1/min., kompresním poměru 7 : 1, při chemicky správném směšovací poměru s palivem isooktanem (2,24 - trimetyl pentan).

Jako největší nevýhodou u tohoto odběrného systému se jeví dosti značná konstrukční komplikovanost (nutnost použití hydraulického čerpadla s celým příslušenstvím), tak i

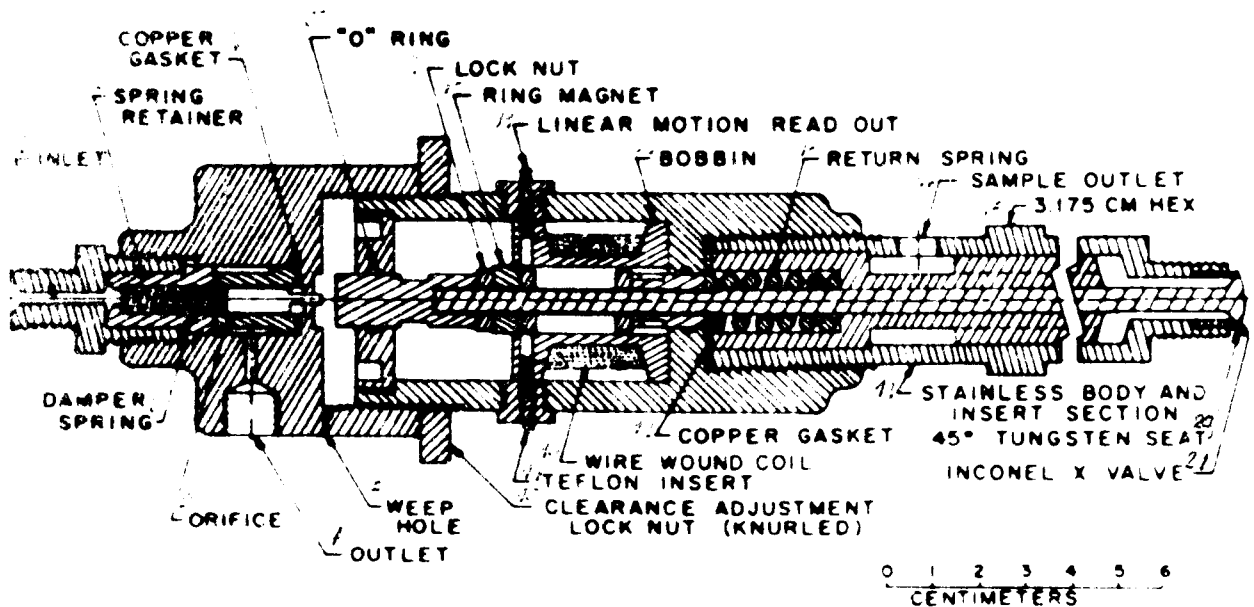
nutnost značně přesné výroby všech hydraulických součástí pro ovládání ventilu, jak je zřejmé z obr. 2 a z obdr. 3. Také odběr talířovým ventilem není nejvýhodnější, neboť vzorky jím získané jsou z dosti velkého úseku spalovacího prostoru a představují pouze určitou průměrnou hodnotu. Výsledky nedávají obraz o dějích, probíhajících v malém objemu spalovacího prostoru.



obr. 2 Schema hydraulicky řízeného odběrného zařízení

1. vzorkovací ventil
2. vedení pro vzorek plynu
3. hydraulické čerpadlo BOSCH
4. kontrola časování
5. pohon od vačkového hřídele motoru
6. hydraulická kapalina (nafta)
7. čtyřlitrová nádrž
8. obtokové potrubí
9. zpětné potrubí
10. přepadové potrubí

11. dodávací potrubí
12. podávací čerpadlo
13. přesouvací mechanismus fáze odběru
14. mikrometr
15. kontrola trvání odběru



obr. 3 Průřez hydraulickým odběrným ventilem

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. vstup hydr. kapaliny | 8. odtokový otvor |
| 2. pružinový přidržovač | 9. pojistná matice |
| 3. tlumící pružina | 10. kroužkový magnet |
| 4. měděná těsnicí vložka | 11. odečítání lineár. pohybu |
| 5. "O" kroužek | 12. těsnicí podložka Cu |
| 6. clona | 13. drátová cívka |
| 7. výstup | 14. teflonová vložka |

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 15. regulování vůle | 19. ocelové těleso |
| 16. vratná pružina | 20. 45 ° tangetové sedlo |
| 17. výstup vzorku | 21. X - INCONELový ventil |
| 18. 3,175 cm šestihran | 22. kostra cívky |

4.4. Elektromagneticky ovládaný systém

Elektromagnetický systém dovoluje úplnou a jednoduchou fázovou kontrolu odběru a kontrolu objemu odebíraného vzorku. Výhodnou se jeví možnost použití sériově vyráběných prvků elektronického okruhu ovládání. Také prostorově vychází tento systém velmi výhodně.

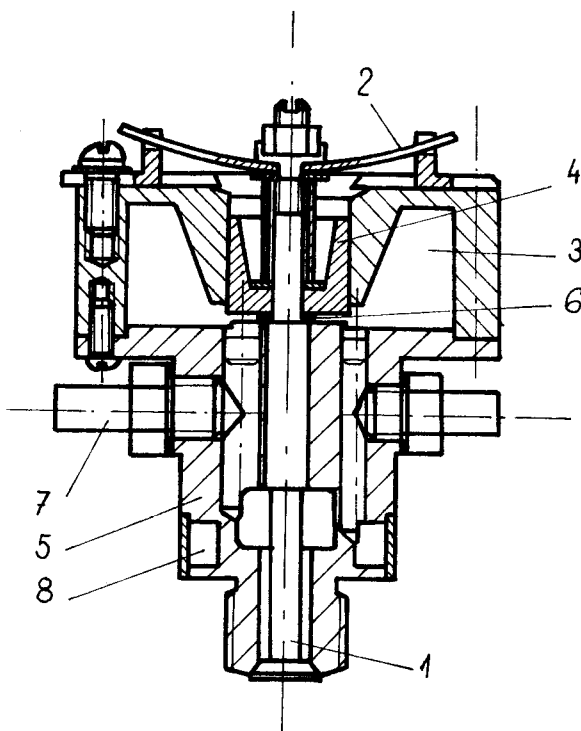
Odběrná zařízení, vyvinutá v poslední době, kdy došlo k rychlému rozvoji elektroniky, jsou konstruována převážně jako systémy ovládané elektromagnetem, řízeným elektronickým obvodem. Toto zařízení je vhodné pro rychloběžné motory s otáčkami $n \geq 3\ 000\ 1/\text{min}$.

4.5. Elektromagneticky ovládaný talířový ventil

Konstrukcí tohoto zařízení se také zabýval na Ukrajinském polytechnickém institutu V.V. Danilov CSc. s kolektivem. Jím navržený systém se skládá z elektromagnetického ventilu, vybaveného snímačem pro registraci fází jeho práce, energetického bloku a systému regulace a zapínání. Konstrukce elektromagnetického ventilu je znázorněna na obr. 4.

Talířový ventil 1 se udržuje v zavřené poloze prostřednictvím talířové pružiny 2. Otevření ventilu 1 se uskutečňuje účinkem magnetického pole vinutí elektromagnetu 3 na jádro 4, upevněné na dřík ventilu. Chod ventilu je ohraničen

vůlí mezi opěrným povrchem jádra a spodní částí tělesa 5, která se dá regulovat pomocí tloušťky podložky 6. V daném případě bylo zvoleno plné otevření ventilu 1 - 1,2 mm při průměru talířku ventilu 13 mm. Po otevření ventilu proudí odebrané plyny dolní částí tělesa 5 a potom přípojkou 7. Ventil se chladí průtokem vody dutinou chlazení, vytvořenou v podobě kanálu 8 ve spodní části tělesa.



obr. 4 Elektromagnetický odběrný ventil

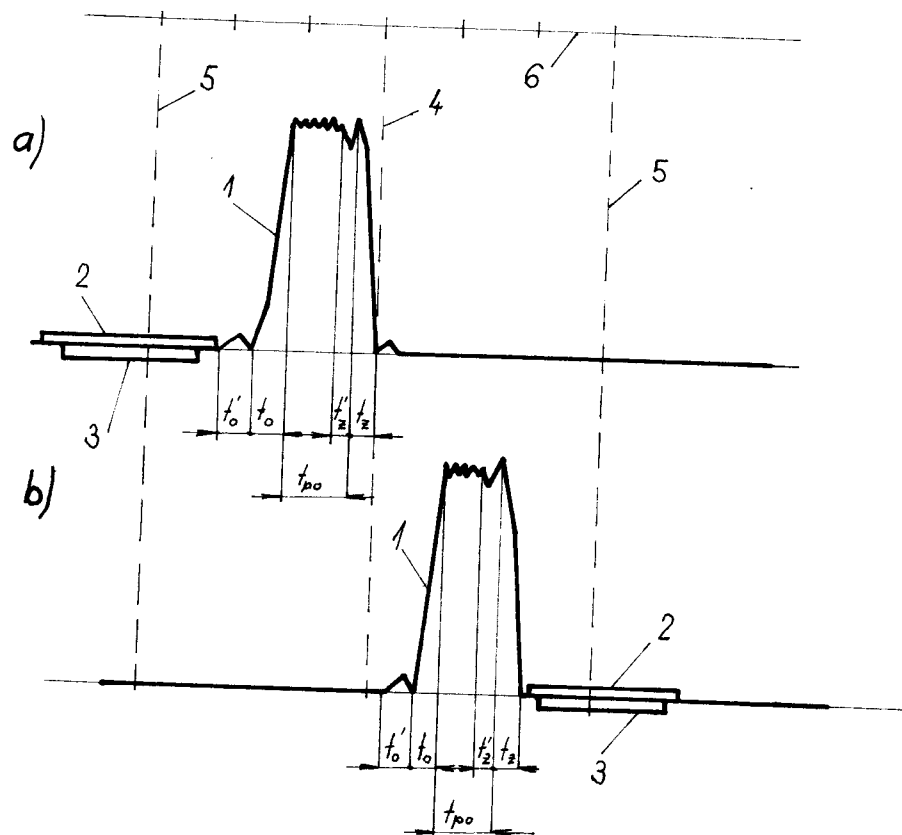
Systém řízení zadává silovému bloku okamžik, délku a periodičnost odběru vzorku plynu dle programu, vybraného experimentátorem s ohledem na otáčky klikového hřídele, polohu kliky a jiné vlivy. Tento systém se skládá ze dvou fotodiod (FD 1 a FD 2), upevněných na otočných konzolách, disku s radiální štěrbinou, upevněného na ose klikového hřídele (dvoudobý motor), nebo na vačkovém hřídeli (čtyřdobý motor).

Polohy fotodiod FD 1 a FD 2 určují závislost mezi okamžiky práce zařízení a polohou hřídele motoru, při němž impuls první fotobuňky se používá pro řízení počátku otevírání ventilu a druhá pro jeho uzavření.

Z řídicího systému přichází do elektromagnetu krátký a mohutný impuls proudu (do 100 A) z napájecího zdroje stejnosměrného proudu při napětí 500 V. Udržení ventilu v otevřené poloze se uskutečňuje pomocí elektromagnetu proudem nevelké hodnoty od nízkonapěťového zdroje (12 V). K uzavírání ventilu dochází přerušením proudu na povel od fotodiody FD 2 a působením zpětné talířové pružiny. K zrychlení uzavírání je do vinutí elektromagnetu přiveden krátký impuls proudu obráceného směru.

Seřízení a zkoušky tohoto odběrného zařízení byly provedeny na rychloběžném dvoutaktním motoru IŽ - P 2. Pohyb ventilu byl zaznamenáván na pásek smyčkového oscilografu N-102. Na oscilogramu (obr. 5) je vidět, že celý cyklus práce ventilu může být rozdělen do následujících fází:

1. fáze: t'_0 (t'_z) - opoždění odkrývání (zakrývání)
odečítá se od okamžiku podání příkazu fotodiodou na otevření (zavření) do okamžiku pohybu ventilu
2. fáze: t_0 (t_z) otevření (zavření)
představuje průběh času mezi začátkem a koncem pohybu ventilu
3. fáze: t_{po} - plné otevření
průběh času, během kterého je ventil plně otevřen.



obr. 5 Oscilogram pohybu odběrného ventilu.

a/ v oblasti stlačování

b/ v oblasti expanze

1. průběh chodu ventilu

2. otevření výfukových kanálů

3. otevření přepouštěcích kanálů

4. horní úvrať

5. dolní úvrať

6. stupnice času po 2 ms

Výsledky uvedeného oscilogramu v hodnotách délek fází lze zpracovat do následující tabulky č. 1.

magnetu. Iake tento systém, používající talířový ventil, má nevýhody, vzniklé jeho

Fáze práce ventilu	Délka fází v ms při stlačení (obr. 5a)		Délka fází v ms při expanzi (obr. 5b)	
	1 /min		1 /min	
	1 500	5 000	1 500	5 000
Zpoždění otevření ventilu	0,63	0,41	0,66	0,74
Otevírání	0,58	0,60	0,54	0,58
Zpoždování zavření	0,38	0,48	0,36	0,42
Zavírání	0,56	0,60	0,51	0,55
C e l k o v ý č a s	2,15	2,39	2,07	2,29

tabulka č. 1

Z tabulky je zřejmé, že délka jednotlivých fází odběru málo závisí na otáčkách motoru a mohou se přibližně považovat za neměnné. To významně zjednodušuje předběžný odhad délky fází při různých otáčkách motoru. Z existence daných hodnot jednotlivých fází v sekundách je možné jejich převedení na stupně pootočení hřídele dle vztahu

$$\alpha = 6 n t$$

(vztah 1.1)

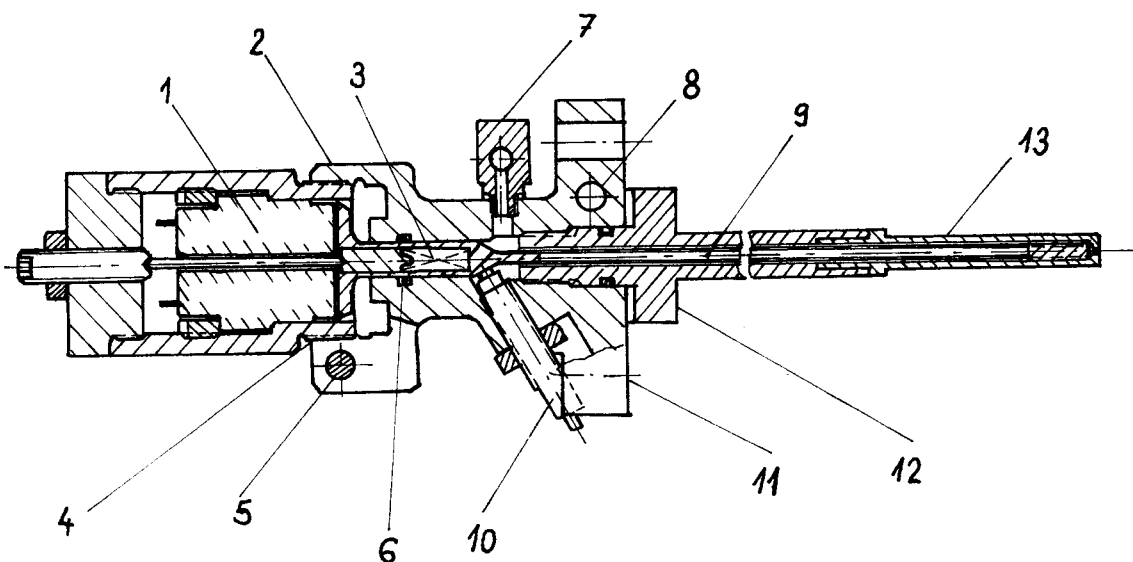
n - počet otáček hřídele za minutu
(klikového pro dvoudobý motor)
(vačkového pro čtyřdobý motor)

Jako nevýhodné se u tohoto systému ukazuje nutnost použití dvou zdrojových soustav, z toho jedné s vysokým napětím (500 V). Z tohoto vysokého napětí a velkého protékajícího proudu vyplývá nutnost vysoce odolné cívky ovládacího elektromagnetu. Také tento systém, používající talířový ventil, má nevýhody, vzniklé jeho použitím, jak bylo uvedeno v kap. 4.3.

4.6. Elektromagneticky ovládaný jehlový ventil

Na principu elektromagnetického ovládání odběrného zařízení byl zpracován systém u anglické firmy Ricardo & Co. Výsledků jmenované firmy použili ve výzkumné laboratoři General Motors Corp. (dále GMR) při konstrukci vlastního odběrného zařízení pro zkoumání formování NO u naftových motorů ve spojení se snímkováním procesu spalování.

Vzorkovací ventil GMR má malý průměr sondy a používá jehlu s vnitřním otevřením (od vzorkovacího prostoru). Původní konstrukci firmy Ricardo, určenou pro zkušební motor bez ventilů a kanálů v hlavě motoru, bylo třeba upravit pro běžně vyráběné motory. Z tohoto požadavku vyplynula nutnost dlouhé štíhlé sondy. Vzorkovací ventil GMR je znázorněn na obr.6.



Celková délka ventilu 300 mm

obr. 6 Vzorkovací ventil GMR

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. elektromagnet | 8. chladičí přechod |
| 2. hlavní těleso | 9. úplná jehla |
| 3. pružina | 10. čídlo polohy jehly |
| 4. závit | 11. příruba |
| 5. upínací šroub | 12. dolní těleso |
| 6. "0" kroužek | 13. hrot ventilu |
| 7. výstup vzorkov. vedení | |

Popis konstrukce ventilu GMR:

K hlavnímu tělesu je připojena elektromagnetická cívka pomocí závitového spoje a je přidržována v předepsané poloze upínacím šroubem. Toto závitové řešení bylo zvoleno, aby byla dodržena souosost a bylo možno seřizovat zdvih jehly během provozu odběrného zařízení. Hlavní těleso slouží jako horní vodítka pro úplnou jehlu. Těsnící "0" kroužek je umístěn v horním vedení, aby zabránil pronikání horkého plynu mimo vzorkovací prostor. Další funkcí "0" kroužku je poskytnout tlumící sílu úplné jehle, aby se snížil její odskok během dosedání. Do hlavního tělesa je namontováno čídlo, citlivé na přiblížení, které sleduje zdvih jehly. Zužující se část úplné jehly poskytuje snímací plochu. Vývod pro připojení odběrného zařízení k analytickému je umístěn na středu hlavního tělesa. Příruba na hlavním tělese může sloužit pro upevnění odběrného zařízení k motoru pomocí dvou čepů, namontovaných na motor. V přírubě jsou obrobena přechody pro tok chladičího prostředku.

Úplná jehla se skládá z armatury, horní vodící části, dutého dřívku a jehly. Jehla je zhotovena z nerezavějící

zušlechtěné oceli. Vrcholový úhel jehly je 90° . Jehla je vedena pouze v dolní a horní části. Vzorkovaný plyn proudí kolem vnějšího průměru jehly. Během konstrukce se zjistilo, že průtočná plocha kolem jehly musí být větší (125 - 140 %) maximální průtočné plochy hrdla jehly při jejím maximálním zdvihu (0,25 mm). Jako silový prvek byl použit elektromagnet, konstruovaný pro experimentální vstřikovače paliva. V důsledku toho byl zdvih jehly omezen v rozsahu 0,10 - 0,25 mm.

Sedlo jehly je na konci hrotu sondy. Jehla je přidržována těsně k sedlu pružinou, umístěnou v horní vodící části úplné jehly. Maximální průměr sedla pro každé specifické použití je omezen silou zvedání elektromagnetu. Pružina musí vytvářet dostatečnou sílu, aby zabránila pronikání spalin při špičkovém tlaku cyklu. Když síla pružiny nemůže překročit kapacitu elektromagnetu, omezí takto průměr hrdla. Běžně se hodí dle výsledků průměr hrdla 1,25 mm pro většinu vzorkování u vznětových motorů.

Ovládání vzorkování bylo provedeno pomocí elektronického obvodu, konstruovaného tak, aby splňoval následující požadavky:

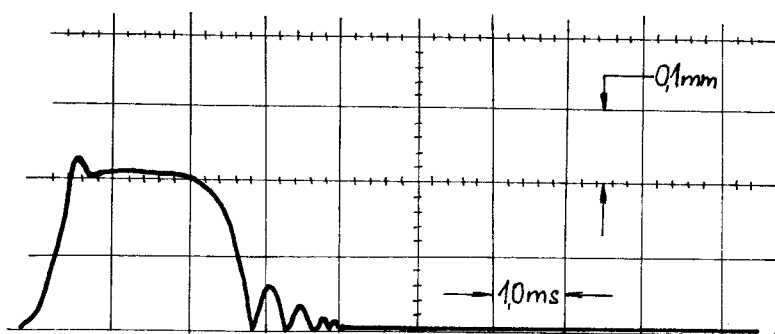
1. spouštěcí signál, otevírající ventil, se vztahuje k určitému úhlu natočení klikového hřídele
2. určitou formu mechanického nebo elektronického zdržení, které mění délku otevření jehly
3. ovládání doby otevření ventilu

Na hrotu ventilu byly naměřeny relativně vysoké teploty, které vyžadovaly pro výrobu této části zařízení vhodnou volbu materiálu. Při velkém vniknutí sondy do spalovacího prostoru

dosahovala teplota hrotu sondy teploty plynu. Také spoj mezi jehlou a dřikem jehly byl vystaven relativně vysoké teplotě ($900\text{ }^{\circ}\text{C}$), což kladlo nároky na kvalitní spojení těchto součástí.

Provoz ventilu:

Rychlost toku vzorků, získaná tímto provedením odběrného zařízení, byla proporcionální ke zdvihu jehly, době otevření a k průměru hrdla. Mezi další faktory, které ovlivňovaly rychlost toku vzorku, patřily koeficient hrdla, diferenciální tlak na hrdlo a teplota plynu ve válci. Doba, potřebná pro dosažení plného zdvihu, byla přibližně $1,5\text{ ms}$, což omezilo minimální dobu otevření jehly asi na 1 ms . Výhodnější minimální doba otevření, pro adekvátní tok vzorku, by byla 2 ms . Typická dráha zdvihu jehly je znázorněna na obr. 7.



obr. 7 Průběh zdvihu jehly

Objem vzorku, odebíraný během každého otevření jehly, je extrémně malý, (méně než $0,1\%$ celkového objemu). Aby se mohla použít standartní zařízení pro rozbor plynu (NDIR, CLA, FID), je nutno, aby se celý vzorek skládal z mnoha individuálních vzorků, postupně nahromaděných. Tzn., že dostatečný

tok vzorků se získá pomocí vzorkovacího zařízení, které pracuje se standartními analyzátory plynů tak, že dopravuje vzorky přímo ke každému z analyzátorů.

System GMR se jeví jako velmi dokonalý a propracovaný. Pouze konstrukce je výrobně dosti složitá a je nutno dokonale sladit síly pružiny, tlak plynu a sílu magnetu. Mimo to je nutno mít k dispozici zvedací magnet.

5.0. Analýza vzorkovacího procesu

Během otevírání ventilu opustí malá část plynu ve válci spalovací prostor, proteče vzorkovacím ventilem a vzorkovacím potrubím a dostane se do zařízení na rozbor plynu. Jestliže vzorek plynu dodržuje tento postup, může se měnit chemická aktivita hladin koncentrací různých druhů vzorků. Tyto nežádoucí změny lze snížit na minimum rychlým snížením teploty vzorku. (1) - (čísla v závorkách označují použitou literaturu, uvedenou na konci diplomové práce). Tohoto prudkého ochlazení se docílí již ve vzorkovacím ventilu počátečním odbíráním vzorkovaného plynu přes hrdlo ventilu. Vzorek plynu se dále ochlazuje, když protéká dolním tělesem ventilu a vzorkovacím potrubím. Je třeba ale poznamenat, že prudké snižování teplot, jako takové, nezajišťuje eliminaci změny druhů vzorků. Na př. katalytické účinky, spojené s materiály, způsobí, že průtok vzorkovaného plynu může napomoci změnám v plynu, dokonce i při nízkých teplotách. (3) Také nadměrnému ochlazování vzorkovacího ventilu by se mělo zabránit, neboť může vést ke kondenzaci uhlovodíků. Tyto kondenzované uhlovodíky se mohou následovně okysličovat, takže vytvoří kysličník uhelnatý, který se přidá ke koncentraci CO v odebraném vzorku válce motoru (1). Dlouhé délky potrubí, velkoobjemové studené lapače se nedoporučuje používat.

Občasné otevření ventilu vede k neustálenému složitému průtoku. Jakmile totiž každý nový individuální vzorek plynu vstoupí do ventilu, smíchá se a proniká do předcházejících vzorků. Toto vydatně přispívá k prudkému pohybu odebraného vzorku plynu, dokonce i když je vzorkovací ventil uzavřený (1)

I když je ventil většinu doby uzavřený, určité teplo se dostane do spodní části ventilu, zasahujícího do spalovacího prostoru a prochází jím do vrchní části odběrného zařízení. Zbývající teplo teče podél ventilu a vstupuje do vodou chlazeného odlitku motoru.

6.0. Popis vzorku

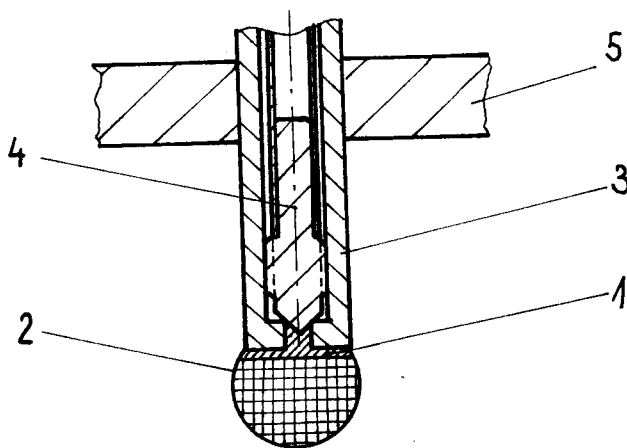
Je důležité pochopit omezení, která se kladou na údaje, získané samotným vzorkováním i analytickými metodami. Zatím co usilujeme o podrobné informace o postupech formování spalín, ukázaly rozbory praktických měření, že výsledky jsou ve své povaze méně specifické. Následující odstavce ukazují, že vzorkovací údaje představují při nejlepším průměrné podmínky, které existují ve spalovacím prostoru v každém bodu a čase, který se použije pro vzorkování.

6.1. Rozměr a složení odebíraného vzorku

Rozměry vzorků v podmínkách celkového objemu nebo hmotnosti náplně válce jsou, jak bylo zjištěno, extrémně malé. Toto omezení rozměru má jak výhody, tak i nevýhody. Jednou z výhod malého vzorku je, že měření lze přímo vztahovat ke specifickému bodu ve spalovacím prostoru a ke specifickému času cyklu. Jestliže se rozměr vzorku zvýší zvýšením průtočnosti nebo dobou trvání vzorkování, umožní měření prozkoumat větší rozsah spalovacího prostoru nebo časově průměrné oblasti. Jestliže se použije vzorkování u heterogenních spalovacích systémů, jakým je i vznětový naftový motor, zahrnou tyto větší individuální vzorky oblasti značně rozličného složení a proto poskytnou méně informací o specifické povaze procesu spalování (1).

Malý rozměr vzorků může také vést k určitým vážným nevýhodám. Nejvýrazněji mezi nimi vystupuje vliv účinku mezní vrstvy. Oblast mezní vrstvy vzorku, která zahrnuje oběm hrotu ventilu, je znázorněna na obr. 8, jako vystínovaná oblast.

Jak je patrné, mezní vrstva obsahuje přibližně 10 % objemu vzorku. Ovšem jedná se o větší % hmotnosti vzorku vlivem velkého rozdílu v hustotě mezi produkty spalování a stlačenou směsí v mezní vrstvě. Hmotnost vzorku obsaženého v mezní vrstvě může dosáhnout i 30 % hmotnosti celého odebraného vzorku (1). Z toho vyplývá, že jakmile se zvýší rozměr odebíraného vzorku, sníží se vliv mezní vrstvy na složení vzorku. Musí tedy v počátku použití vzorkovacího zařízení proběhnout experimenty, zaměřené na určení minimálního rozměru vzorku.



obr. 8 Znárodnění odebíraného vzorku

1. mezní vrstva
2. individuální objem vzorku
3. hrot ventilu
4. jehla ventilu
5. stěna spalovacího prostoru

Rozměr vzorku může také měnit účinek vzorkovacího zařízení na složení vzorku. Ze zvýšení rychlosti průtoku ventilem vyplývá zkrácení doby, kterou vzorek zůstává v odběrném zařízení a také teplota vzorku, katalytické a kinetické účinky

se mohou snížit. (1)

6.2. Celkový rozměr a složení odebíraného vzorku

Ideální by bylo analyzovat každý individuální vzorek z hlediska všech zajímavých složek. To by poskytlo velké množství informací, které se týkají specifické povahy procesu spalování. Při použití vhodné technologie je však nutno, aby byl mnohokrát analyzován individuální objem vzorku pro každou zajímavou složku. To znamená, že každý celkový vzorek se skládá nejen z individuálních vzorků z mnoha cyklů, ale také, že každá složka je vyhodnocena z rozdílného celkového vzorku. To klade vysoké nároky na měření a jeho interpretaci. Ukazuje se zřejmé změny cyklu od cyklu. Toto střídání může být vysvětleno tak, že celkové podmínky ve válci v každém daném bodu vzorkování a době vzorkování se mohou měnit od jednoho cyklu ke druhému. Z toho vyplývá závěr, který je v souladu s heterogenní povahou spalovacího procesu u vznětových motorů. Takovéto změny ovlivňují reprodukovatelnost měření.

Výzkumy fy. Ricardo ukázaly, že měření kysličníku dusnatého, provedené u 4 různých celkových vzorků, získaných za stejných provozních podmínek v daném bodu a čase, mělo průměrný rozptyl od 6 - 10 %. Každý z celkových analyzovaných vzorků se skládal z 25 - 50 individuálních vzorků jednoho cyklu. Proto tato měření představovala rozptyl ve statistické průměrné hodnotě NO. Usilovalo se o stanovení počtu individuálních vzorků, požadovaných pro celkový vzorek, aby se zajistila maximální reprodukovatelnost měření. To by zaručilo, že měření představují průměrnou úroveň pro určitou sadu provozních podmínek.

6.3. Vzorkovací místa a čas

Vzorkovací časy by měly pokrývat celé období, začínající před vstřikováním paliva a končící právě před nasáváním vzduchu pro další cyklus. Složení plynu ve válci před vstřikováním může napomoci ke zjištění množství zbytků spalin, které zůstaly ve válci motoru po expanzi. Vzorky odebírané později než 50 ° po HU mohou ukázat malé změny v celkové koncentraci kysličníku dusnatého, ale mohou být zvláště hodnotné pro rozbor kysličníku uhelnatého, uhlovodíků a sazí (pokud jsou měřitelné) (1). Tyto požadavky vyžadují umístit vzorkovací body po spalovacím prostoru, dokonce i když je píst v dolní úvrati. V zahraničí se uvažovalo i o montáži vzorkovacího ventilu do pístu a o provedení přesného otvoru v pístu pro hloubku zasunutí vzorkovacího zařízení, což by umožnilo vzorkování i z jiného prostoru, než pouze z prostoru kompresního. Ačkoliv oba z těchto návrhů jsou technicky náročné, mohly by přinést řadu doplňkových informací. Analýza vzorků vyžaduje, aby se požadovalo mnoho individuálních cyklových vzorků k vytvoření jednoho celkového vzorku a současně se zajišťoval nový celkový vzorek pro každou složku, která se má měřit. Není tedy účelné používat více, jak jeden vzorkovací ventil. Proto je množství cyklů, které je nutno vzorkovat, dosti velké. Počet vzorkovacích bodů, kterých je třeba, aby se charakterizovaly podmínky ve spalovacím prostoru, není v současné době stanoven. Malý rozměr vzorku, v porovnání s objemem spalovacího prostoru, dává předpoklady k vytvoření četných odběrných bodů. U některých spalovacích prostorů lze využít jejich symetrie a symetrie vstřikování paliva, čímž se

sníží nutný počet odběrných míst. Ale jak je zřejmé z prací fy. Ricardo, bylo i v takovémto případě použito 40 odběrných bodů, což vyllynulo v minimum 6 tisíc individuálních cyklových vzorků, z nichž se získaly informace pro jeden čas vzorkování. Pro deset vzorkovacích časů se počet nutných individuálních cyklů zvýšil na 60 tisíc.

7.0. Volba systému

Při volbě systému odběru bylo třeba již na počátku konstrukce se rozhodnout pro druh pohonu odběrného zařízení. Z provedeného rozboru se jako nejperspektivnější jevil pohon elektromagnetem. Mezi výhody tohoto systému patří:

1. poměrně jednoduchá konstrukce
2. menší nároky na přesnost výroby
3. snadná příprava systému na měření
4. využití sériově vyráběných elektronických prvků pro obvod ovládání
5. snadné nastavení požadovaného fázování odběru
6. možnost použití v širokém rozsahu otáček motoru

Přes tyto uvedené výhody má tento systém i jisté nedostatky:

1. pomalejší naběh magnetu při otevírání
2. omezené silové účinky elektromagnetu, a to hlavně v počátku zdvihu

Mechanický systém byl zavržen pro svou velkou komplikovanost, především v oblasti řízení fázování odběru. Také výrobně je tento systém náročný. Podobné vlastnosti má také elektromechanický systém odběru.

Jisté výhody proti ostatním systémům skýtá hydraulický systém. Mezi jeho největší přednosti patří možnost vyvodit veliké ovládací síly a dosti rychlá reakční schopnost. Naopak velkou nevýhodou tohoto systému je větší komplikovanost konstrukce odběrného zařízení oproti na př. elektromagnetickému

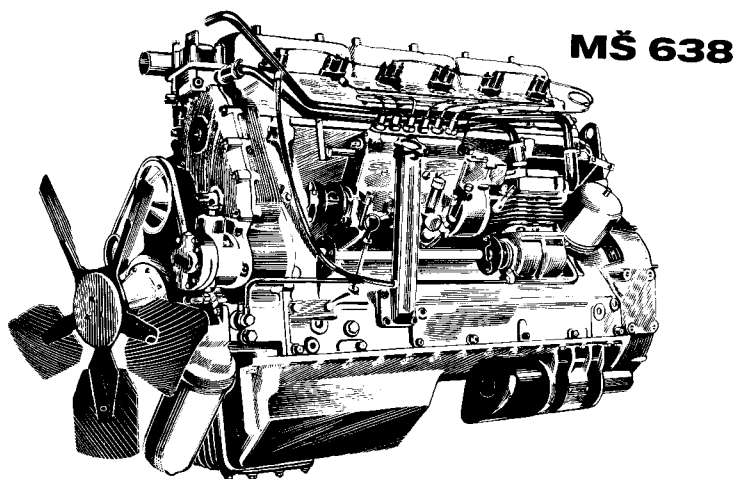
systemu a především nutnost velmi přesné výroby jednotlivých netypizovaných hydraulických součástí, čímž by se konstrukce zařízení dosti prodražila.

Po zvážení všech výhodných i nevýhodných vlastností jednotlivých systémů bylo rozhodnuto konstruovat elektromagneticky ovládaný odběrný systém, především pro snadněji proveditelnou jednodušší konstrukci oproti ostatním systémům.

7.1. Motory Liaz řady M

Odběrné zařízení má být konstruováno pro použití při zkoumání procesů spalování u motorů řady M, vyráběných Libereckými automobilovými závody. Za představitele této třídy byl vybrán nejvýkonnější motor této řady, kterým je model MŠ 638. Volba na tento motor padla vzhledem k největším tlakům, dosahovaným ve spalovacím prostoru tohoto modelu.

7.2. Hlavní technické údaje motoru MŠ 638



obr. 9 Motor MŠ 638

Typ	MŠ 638
Druh	čtyřdobý, vznětový, přeplňovaný
Chlazení	kapalinové
Počet válců	6 v řadě
Vrtání	130 mm
Zdvih	150 mm
Objem válců	11,94 dm ³
Jmenovitý korigovaný výkon	212,5 kW \pm 5 % při 2 000 1/min
Maximální korigovaný výkon	224 kW při 2 000 1/min.
Maximální korig. točivý moment	1 200 Nm při 1 400 1/min.
Maximální tlak ve válci	13 MPa
Rozvod	O H V
Kompresní poměr	15 : 1
Minimální měrná spotřeba paliva	216 g/kWh \pm 5 %
Palivo	motorová nafta NM 4 a NM 18 ČSN 65 65 06
Vlastní hmotnost suchého motoru	900 kg \pm 5 %

7.3. Hlava válce motoru

Z hlediska možností odběru vzorku náplně válce je důležitá konstrukce hlavy válce motoru, tvar a umístění spalovacího prostoru. Tyto konstrukční parametry se již v počátku návrhu ukázaly jako velmi komplikující pro zabudování vhodného odběrného zařízení.

Tento motor má na rozdíl od motorů, použitých k měření

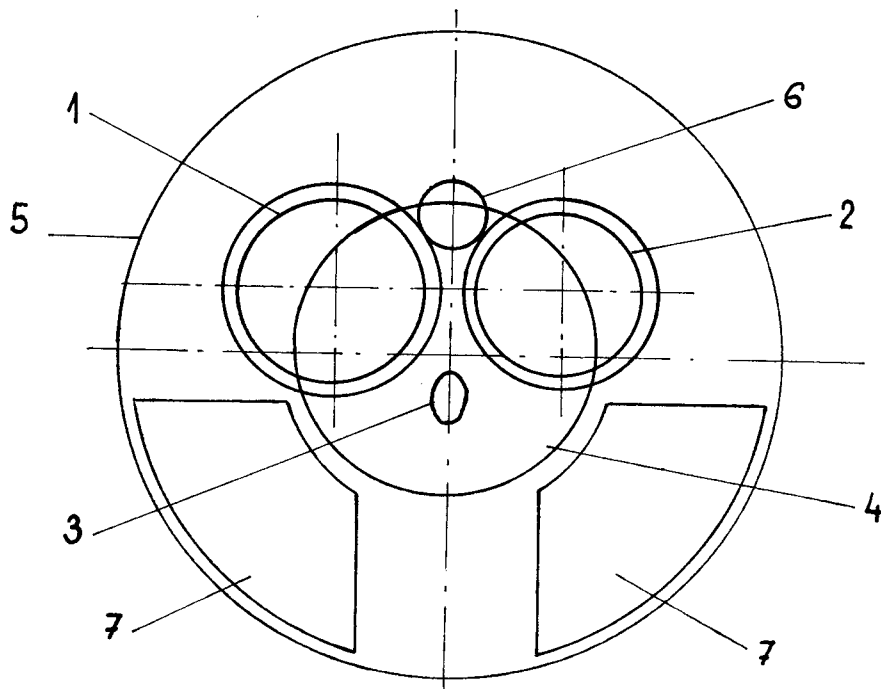
v zahraničí několik komplikací. V zahraničí se při výzkumech spalovacího procesu velmi často používalo zkušebních motorů, které měly velmi jednoduchou konstrukci hlavy válců. K měření byly také použity naftové motory dvoudobé s rovnou hlavou válců bez sacích a výfukových kanálů. Tím vznikal dostatečný prostor, dávající mnoho možností pro umístění vzorkovacího zařízení. Také spalovací prostory, umístěné na velké ploše pístů motoru skýtají řadu možností umístění odběrných míst.

Zcela jinak je tomu však u motoru řady M. Spalovací prostor je miskovitý, umístěný ve středu pístu a vstupní průřez do tohoto spalovacího prostoru je dosti malý, navíc z větší části je překryt sacím a výfukovým ventilem. Do prostoru mezi ventily je z jedné strany umístěna také vstřikovací tryska. Tímto rozmístěním zbývá pouze velmi málo prostoru, kterým by se dal provést odběr vzorku. Po zvážení bylo vybráno jediné možné místo pro proniknutí do spalovacího prostoru a to mezi sedly ventilů naproti vstřikovací trysce. Rozmístění jednotlivých složek je zřetelné z obr. 10, na kterém je půdorysný pohled na spalovací prostor.

Maximální možný průměr otvoru, kterým můžeme proniknout ke spalovacímu prostoru, je 18 mm a i z tohoto průměru se jedna třetina plochy otvoru nachází nad čelem pístu mimo spalovací prostor. Členitost hlavy motoru nám tímto skýtá velmi málo prostoru pro vzorkování, neboť není možno umísťovat odběrné zařízení tak, aby procházelo buď sacím, nebo výfukovým kanálem. V prvním případě by docházelo k zúžení profilu kanálu a k narušení proudu nasávaného vzduchu, v případě druhém by bylo navíc procházející odběrné zařízení enormně teplotně

namáháno odcházejícími spalínami.

Jiné vhodné místo pro proniknutí do spalovacího prostoru, než otvorem mezi dosedacími sedly ventilů, zřejmě u tohoto motoru nepřichází v úvahu. Jinými případnými vývrty v hlavě válců motoru bychom nepronikli nad spalovací prostor, ale pouze nad čelní plochu pístu - obr. 10. Z těchto míst bychom mohli realizovat odběry vzorků šířícího se hoření směsi ze spalovacího prostoru. Ale i tento odběr by byl velmi komplikovaný, neboť nad výstupem sondy z hlavy válců by byly v těsné blízkosti vahadla ventilů. Velkou pozornost by bylo nutno věnovat průchodu otvoru pro odběrnou sondu skrz hlavu válců, aby nedošlo k zasahování sondy do některých z prostorů kanálů (sacích nebo výfukových), nebo otvorů pro vstřikovač nafty. V případě odběrného zařízení, majícího ovládací silový prvek, umístěný nad odběrnou sondou, nepřichází tato odběrná místa pod vahadly ventilů v úvahu pro minimum prostoru, který je pod vahadly k dispozici.



Obr. 10 Půdorysný pohled na spalovací prostor

1. Vyznačení průmětu sacího ventilu
2. Vyznačení průmětu výfukového ventilu
3. Vyznačení průmětu otvoru pro vstříkovací trysku
4. Průmět vstupní plochy spalovacího prostoru v pístu
5. Průměr pístu
6. Otvor pro vzorkovací zařízení (Průměr 18 mm)
7. Prostor možného odběru pod vahadly ventilů

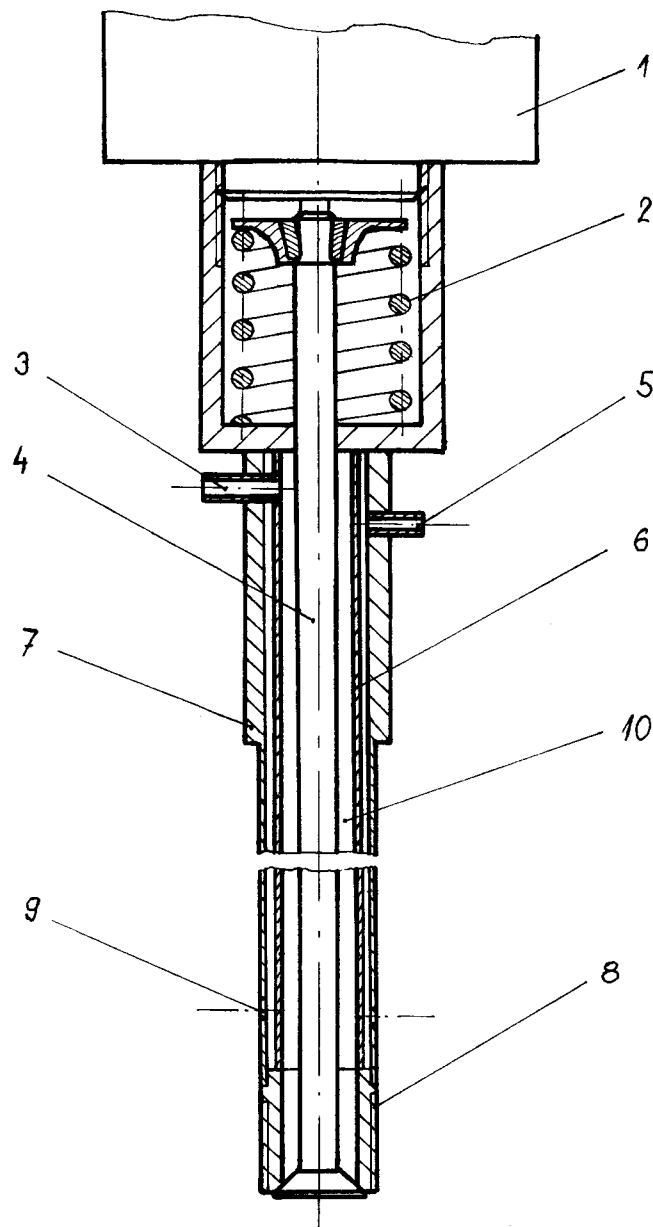
8.0. Konstrukce odběrného zařízení

Po rozhodnutí o konstrukci odběrného zařízení s elektromagnetickým ovládním vyvstal problém s volbou vhodného elektromagnetu, neboť u nás se nevyrábí elektromagnetické vstříkovací jednotky, u kterých by byl v případě použití jejich magnetu předpoklad dostatečných sil a rychlosti reakce. Z dosažitelných magnetů byl zvolen elektromagnet již starší konstrukce, vyráběný národním podnikem Veltečna - Čakovice. Jedná se o typ S 2 B číslo 349 N. Napájecí napětí 24 V = , proud 11 A.

8.1. Konstrukce s talířovým ventilem

V první fázi hledání vhodného řešení bylo na podmínky motoru Liaz řady M aplikováno řešení V. V. Danilova CSc. Jeho konstrukce odběrného zařízení používá talířového ventilu. Aplikace tohoto systému se posléze ukázala jako nevhodná, neboť jediné možné místo zástavby odběrného ventilu do motoru řady M, tak aby zasahoval do spalovacího prostoru, vyžaduje vysokou stavební výšku, neboť je nutno umístit ovládací elektromagnet až nad prostor vahadel ventilů, případně nad víko ventilů. Stavební výškou narůstá škodlivý prostor v odběrném zařízení, ve kterém dochází ke smíšení odebíraných vzorků, což by u jednorázového odběru mohlo způsobovat velké zkreslení výsledků. Také odběr talířovým ventilem neumožňuje získání bodového vzorku, ale dává pouze vzorek určitého průměrného složení náplně ve spalovacím prostoru. Navíc síly, potřebné k ovládní ventilu, enormě narůstají, neboť je nutné překonávat sílu působících plynů ve spalovacím prostoru proti talířku

ventilu. Na př. při použití stejného průměru talířku odběrného ventilu, jako použil V. V. Danilov CSc. (13 mm), by dosáhla otevírací síla ventilu proti maximálnímu tlaku ve spalovacím prostoru motoru (13 MPa) hodnoty 1 725 N + síla vratné pružiny. Tuto sílu není schopen elektromagnet, který byl při konstrukci k dispozici, vyvinout. Původní návrh talířového odběrného ventilu pro použití na motorech řady M je na obr. 11.



obr. 11 Odběrné zařízení s talířovým ventilem

1. Ovládací elektromagnet
2. Vratná pružina
3. Výstup odebíraného vzorku
4. Dřík odběrného ventilu
5. Výstup chladicí kapaliny
6. Stěna, oddělující prostor odebíraného vzorku a chladicí kapaliny
7. Těleso odběrného ventilu
8. Závitová část odběrného tubusu se sedlem ventilu
9. Vstup chladicí kapaliny
10. Škodlivý prostor

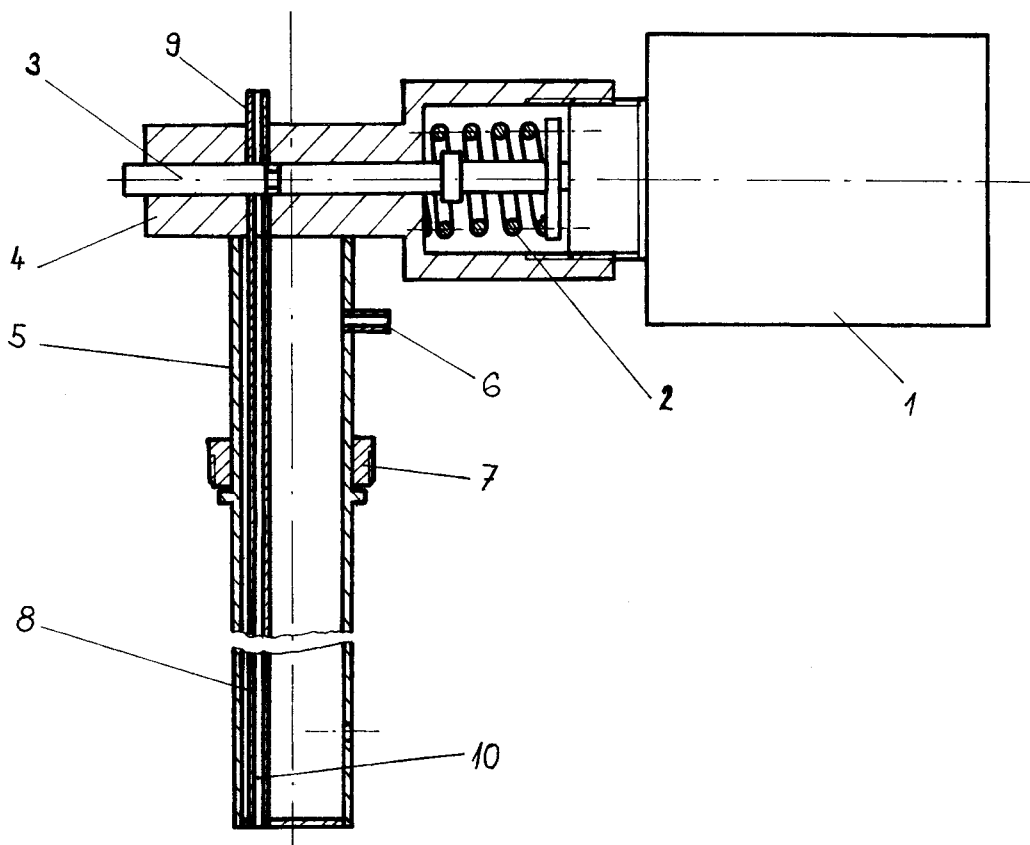
Již z obrázku je patrné, že tato konstrukce je dosti komplikovaná, neboť se jedná o víceplášťový tubus s nutností dokonalé těsnosti. Na obrázku je také dobře vidět velikost škodlivého prostoru, ve kterém by docházelo k promíchávání odebíraných vzorků. Tento prostor by dosáhl při nutných rozměrech odběrného tubusu hodnoty asi $13,7 \text{ cm}^3$. Také dřík ventilu je enormě dlouhý, z čehož vyplývá jeho velká hmotnost a velké setrvačné momenty.

8.2. Řešení s posuvným šoupátkem

Při hledání možnosti obejítí nutnosti enormně silného magnetu pro překonávání působení tlaku ve spalovacím prostoru proti talířku ventilu se došlo v podstatě k jednoduchému a účinnému řešení, skýtajícímu oproti předchozí variantě řadu výhod. Bylo upuštěno od použití talířového ventilu přímo ve spalovacím prostoru a ten byl nahrazen válcovým šoupátkem

umístěným horizontálně v horní části odběrného zařízení mimo spalovací prostor i mimo hlavu válce. Odběrný systém není namáhán tlakem plynů v axiálním směru (nepůsobí proti síle elektromagnetu). Radiální síla, vzniklá tlakem plynů na šoupátko, je zanedbatelná.

Také odběrný tubus vyjde podstatně jednodušší konstrukce. Použitím odběrného otvoru o průměru 3 mm, umístěného excentricky na dně odběrného tubusu o průměru 18 mm se získá možnost realizovat odběr vzorku z různého místa spalovacího prostoru pouhým pootočením odběrného tubusu. Tím se dostává odběrný otvor ve dně odběrného tubusu do různých míst spalovacího prostoru. Při umístění odběrného tubusu do prostoru mezi ventily (viz kap. 7.3) zasahuje asi jedna třetina možných odběrných míst nad prostor čela pístu v horní úvrati.



obr. 12 Odběrný systém s horizontálním šoupátkem

1. Ovládací elektromagnet
2. Zpětná pružina
3. Válcové šoupátko
4. Těleso
5. Odběrný tubus
6. Výstup chladící kapaliny
7. Upevňovací matice
8. Excentricky umístěná odběrná trubička
9. Výstup odebíraného vzorku
10. Škodlivý prostor v odběrné trubičce

V tomto provedení se konstrukce podstatně zjednodušila, ale i nadále zde zůstával problém velké stavební výšky, neboť bylo nutno opět vyvést tubus až nad ventilové víko, kde lze umístit ovládací elektromagnet šoupátka.

Pro odstranění tohoto nedostaku, ale i ke zmenšení škodlivého prostoru v odběrné trubičce, bylo upuštěno od řešení odběrného zařízení jako jednoho celku. Bylo rozhodnuto o rozložení odběrného zařízení do dvou částí. První část tvoří odběrná sonda, druhou horizontální šoupátko s ovládacím elektromagnetem. Toto řešení skýtá některé výhody oproti systému s talířovým ventilem:

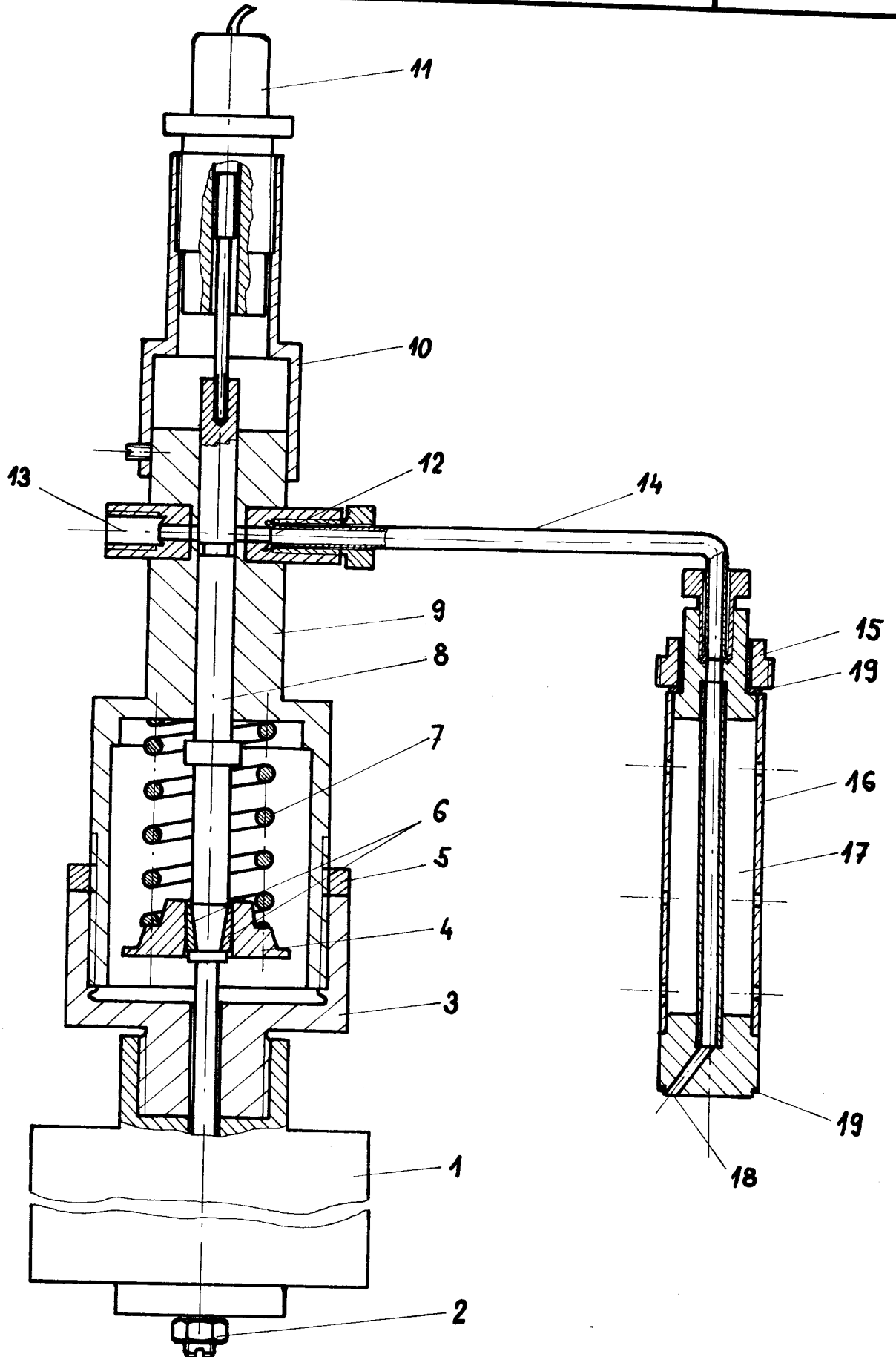
1. Je možno odebírat vzorek plynu z menšího prostoru, který je možno jednoduše měnit a tím dosahovat výsledků, věrněji zobrazujících děje ve spalovacím prostoru.
2. Podstatně se zjednoduší konstrukce
3. Škodlivý prostor v odběrném zařízení, kde by docházelo

ke směšování odebraného vzorku se vzorkem předešlým, je v podstatě nulový

4. Odběrnou sondu je možné umístit i do prostoru pod vahadly ventilů, kde by odběrná zařízení s ovládáním přímo na sondě nebylo z prostorových důvodů možno vůbec umístit.

Jedinou patrnou nevýhodou tohoto odběrného systému se jeví přívod vzorku plynu k šoupátku trubičkou, která je součástí spalovacího prostoru. Při použití přívodní trubičky o vnitřním průměru 3,5 mm je její škodlivý objem, spojený se spalovacím prostorem $2,2 \text{ cm}^3$. Při použití přívodní trubičky o vnitřním průměru 1,25 mm (dle Ricarda) se však tento škodlivý prostor zmenší na pouhých $0,28 \text{ cm}^3$. Při odběru bude ve vzorku i plyn, obsažený v trubičce. Vliv této vazby odměrného zařízení na spalovací prostor nelze předem přesně odhadnout, pouze provedení provozních zkoušek tohoto systému na motoru by nám mohlo dát odpověď. Při zkušebním provozu by bylo možno provést odběry s trubičkou různého vnitřního průměru (3,5 - 1,25 mm). Dle dosažených výsledků při stejném režimu by bylo možno usuzovat na vliv obsahu trubičky na odebíraný vzorek.

Po vyřešení dílčích konstrukčních problémů bylo rozhodnuto o zhotovení zkušebního vzorku tohoto odběrného zařízení. Jednotlivé komponenty systému byly zhotoveny ve vývojových dílnách VŠST Liberec. Konečná podoba odběrného systému je na obr. 13 a výkresy jednotlivých součástí jsou v přiložené výkresové dokumentaci.



obr. 13 Systém s oddělenou odběrnou sondou

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Ovládací elektromagnet | 11. Indukční snímač pohybu šoupátka |
| 2. Regulační šroub | 12. Přívod vzorkovaného plynu |
| 3. Horní část tělesa | 13. Výstup vzorku plynu |
| 4. Ventilová miska | 14. Přívodní trubička od sondy |
| 5. Pojistná matice | 15. Upevňovací matice |
| 6. Ventilové klínky | 16. Vzorkovací sonda |
| 7. Zpětná pružina | 17. Prostor s chladicí kapalinou |
| 8. Válcové šoupátko | 18. Odběrný otvor v sondě |
| 9. Těleso šoupátka | 19. Těsnící podložky |
| 10. Pouzdro indukčního snímače | |

8.3. Popis odběrného systému a jeho činnosti

Pro uskutečnění vzorkování spalovacího procesu v motoru řady M navrženým odběrným zařízením je nutno vyvrtat v hlavě válců otvor o průměru 18 mm, umístěný dle obr. 10. Ve spodní části otvoru ve stěně spalovacího prostoru je otvor osazen na průměr 16 mm. V horní stěně hlavy je vyřezán závit M 22 x 1,5. Do takto zhotoveného otvoru je zasunuta odběrná sonda, připojená k řízenému šoupátku pomocí tlakové trubičky. Šoupátko s ovládacím elektromagnetem je umístěno co nejblíže odběrné sondy mimo hlavu i víko válců. Z prostorových důvodů vychází nejvýhodněji použití vzorkování 6. válce motoru. V dolní části odběrné sondy je šikmo vrtaný odběrný otvor. Sonda je v hlavě motoru přitažena pomocí dutého šroubu, zašroubovaného v horní stěně hlavy motoru. V dolní stěně hlavy je sonda vzepřena o osazení průměru 16 mm. Jelikož sonda prochází vodním prostorem chlazení hlavy je nutno zabránit vnikání chladicí kapaliny

kolem sondy do spalovacího prostoru nebo v horní části do prostoru oleje. Toto je uskutečněno pomocí těsnících podložek, a sice v dolní části sondy těsněním, dosedajícím na osazení otvoru pro sondu v hlavě motoru, v horní části je potom sonda těsněna těsnící podložkou mezi upevňovacím dutým šroubem a tělesem odběrné sondy. Povoláním upevňovacího dutého šroubu a pootočením odběrné sondy je možno snadno měnit odběrné místo. Během otočení odběrné sondy o 360° se asi dvě třetiny odběrných míst nachází nad spalovacím prostorem v pístu motoru a zbývající jedna třetina nad čelem pístu. Toto se jeví jako značná výhoda oproti jiným systémům, u kterých je nutno pro každý odběrný bod vyvrtat nový otvor. Nízká konstrukce odběrné sondy bez ovládacího elektromagnetu umožňuje i její umístění pod vahadla ventilů, kde by z prostorových důvodů nebylo možno jiné odběrné zařízení použít. Také existuje možnost zaměnit odběrnou sondu pouze trubičkou, zapájenou do spalovacího prostoru (hlavy válců) v místech, kde by se odběrná sonda nemohla vůbec umístit. Tím se získá mnohem větší počet možných odběrných míst, které nám mohou napomoci při vytváření dokonalejšího obrazu spalovacího procesu v motorech řady M. Odběrná sonda je chlazena chladicí kapalinou motoru, která je do sondy přiváděna vrtanými otvory v jejím plášti.

Ze sondy je vzorek odváděn vysokotlakou trubičkou do tělesa šoupátka. Zde šoupátko v klidové poloze zabraňuje úniku stlačených plynů. Při příchodu impulsu proudu z řídicího systému do ovládacího elektromagnetu dochází ke stlačování zpětné pružiny a posuvu šoupátka tak, až dojde k propojení vstupu a výstupu vzorkovaných plynů pomocí drážky v tělese šoupátka.

Vysunutí a tím i velikost propojení vstupu a výstupu je nastavitelná velikostí zašroubování horní části tělesa s ovládacím elektromagnetem. Tím se nastaví velikost vysunutí elektromagnetu a v závislosti na tom se mění velikost průtočného profilu, který otevírá šoupátko pro proudění odebíraného vzorku. Maximální vysunutí šoupátka je omezeno dorazem na tělese šoupátka. Zpětný pohyb šoupátka je omezen stavěcím šroubem v horní části elektromagnetu. Průběh vysunutí je snímán indukčním snímačem, umístěným na konci šoupátka.

8.4. Zkouška vzorku odběrného systému

Po vyrobení zkušebního odběrného zařízení bylo nutno nejprve změřit síly na počátku a na konci zdvihu šoupátka a dle těchto sil se zvolila síla zpětné pružiny. Zdvih šoupátka byl zvolen 3,5 mm a byl realizován v poslední části zdvihu elektromagnetu, kdy síly jím vyvozené dosahují nejvyšších hodnot. K měření velikosti sil byl použit dynamometr, měřící v rozsahu 0 - 8 000 N. Konstanta dynamometru byla 15,50 N/0,01 mm. Zjištěné hodnoty jsou v tabulce č. 2.

šoupátko bez pružiny	změřená hodnota (0,01 mm)	síla (N) při 17 V	přepočet na 24 V
počáteční síla	12	186	262,5
konečná síla	33	511,5	722
šoupátko s pružinou			
počáteční síla	5	77,5	109,5
konečná síla	26	403	569

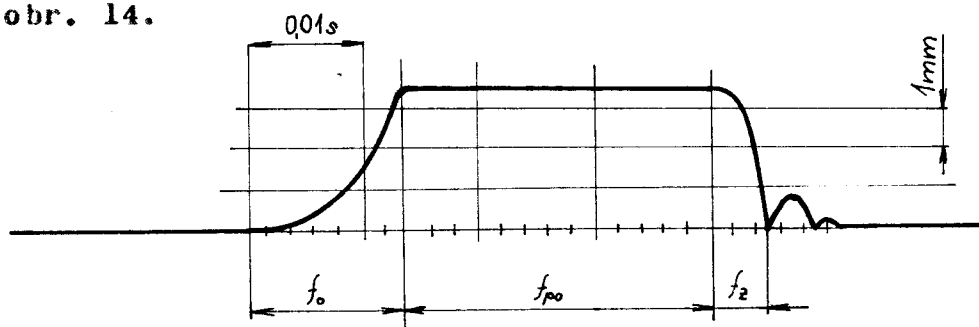
tabulka č. 2

Jako zpětná pružina byla zvolena vnitřní ventilová pružina z vozidla Š 120, mající tyto parametry:

volná délka	43,6 mm
drát	Ø 2,5 mm
střední průměr	18,5 mm
síla při délce 30 mm	108 - 127 N

Při měření docházelo při zapnutí elektromagnetu k poklesu napětí vlivem odporu dlouhého přívodního vedení a odporu elektromagnetu na hodnotu 17 V, což snížilo jeho silové vlastnosti. Ve 4. sloupci tabulky č. 2 je silová hodnota přepočtená pro napětí 24 V.

Dalším měřením, které se na zkonstruovaném odběrném zařízení provádělo, bylo měření doby, potřebné k otevření a zavření šoupátka. K tomuto měření bylo použito indukčního snímače (VH 16 100/A švýcarské firmy Vibro-Meter), reagujícího na pohyb šoupátka. Získaný signál byl zobrazován prostřednictvím smyčkového oscilografu, vyrobeného firmou R F T v NDR. Záznam byl pořizován na fotografický papír. Ze získaných výsledků je jasně patrné, že elektromagnet při ovládní spuštění pouhými 24 V není schopen docílit potřebné rychlosti otevírání. Průběh otevírání a zavírání šoupátka je zřejmý z obr. 14.



obr. 14 Průběh otevírání a zavírání šoupátka

f_o fáze otevírání

f_{po} fáze plného otevření

f_z fáze zavírání

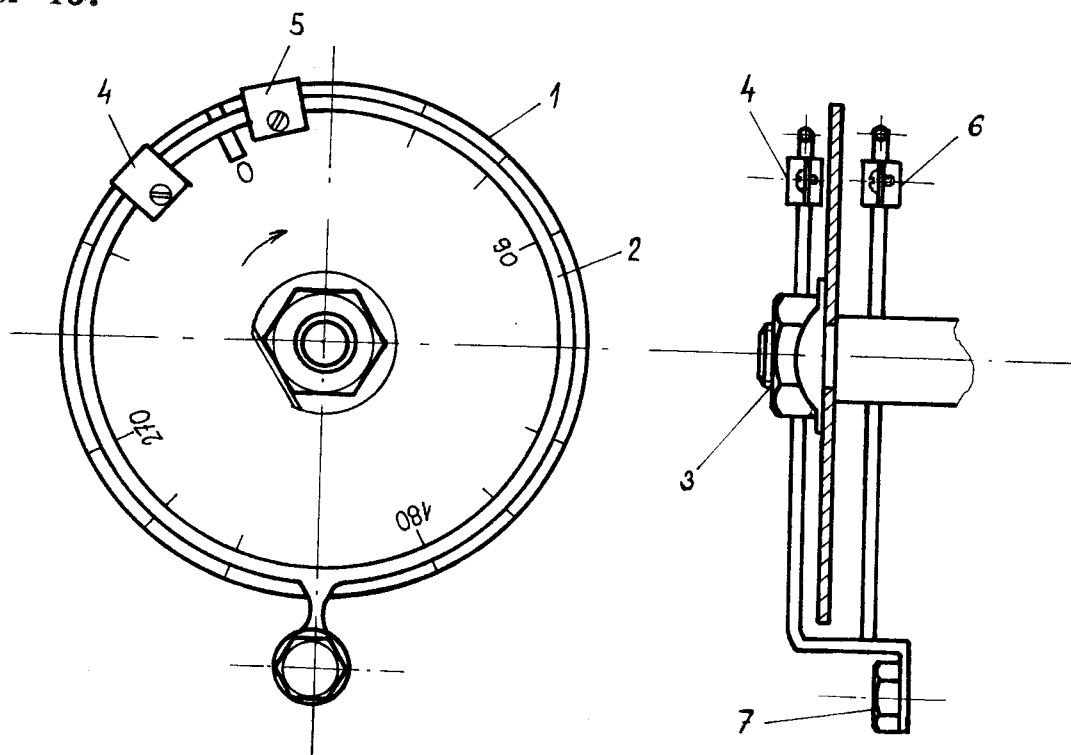
Fáze otevírání trvala v daném případě 0,013 s. Tento čas je ale nepřijatelně dlouhý. Odstranění tohoto nedostaku by se dalo řešit zkrácením zdvihu, ale i tak by byl čas příliš dlouhý. Jediným možným řešením se jeví použití výboje vysokého napětí z kondenzátoru, který by v počáteční fázi zajistil elektromagnetu velmi rychlý náběh. Také síla magnetem vyvozená by byla podstatně větší a bylo by možno použít silnější zpětné pružiny, což by kladně ovlivnilo fázi zavírání šoupátka, neboť i rychlost zavírání při současném stavu je nedostatečná. Po vysunutí elektromagnetu vysokým napětím by byl již napájen pouze 24 V, aby udržel šoupátko ve vysunuté poloze.

Pro vysunutí by bylo třeba dosáhnout času maximálně 1 ms. Stejného času by bylo nutno dosáhnout i pro uzavření šoupátka. Za předpokladu trvání odběru 2,5 ms (včetně otevírání a zavírání) by došlo při otáčkách motoru 2 000 1/min. k pootočení klikového hřídele o 15° (dle vztahu 1.1.). Tyto hodnoty by odpovídaly výsledkům, získávaným v zahraničí.

8.5. Řídicí systém odběru vzorku

Pro nastavení odběrného okamžiku během pracovního oběhu motoru je třeba elektronického řídicího obvodu. Nutnost tohoto zařízení vyplývá z požadavků zadání diplomové práce, ve kterém je stanoveno realizovat odběr jednorázový nebo opakovaný. Tyto požadavky je schopen za provozu motoru splnit pouze

elektronický řídicí obvod, neboť cykly chodů se opakují v tak rychlém sledu, že jiné zařízení není schopno zajistit spolehlivý a přesný chod časování odběru. Nastavení okamžiku odběru vzorku je možno elektronickým řídicím systémem provést velmi přesně a to z kteréhokoliv okamžiku pracovního oběhu motoru (t.zn. z jakéhokoliv místa 360° otočení klikového mechanismu). Signál pro počátek odběru by byl snímán pomocí jedné fotodiody a pro ukončení odběru by byl vydán impuls druhou fotodiódou. Toto zařízení je dosti jednoduché konstrukce. Na konec vačkového hřídele se upevní kotouček s radiální štěrbinou. Fotodiody by byly upevněny na kruhovém třmenu, po kterém se mohou posouvat a nastavit do požadovaného bodu odběru, viz obr 15.



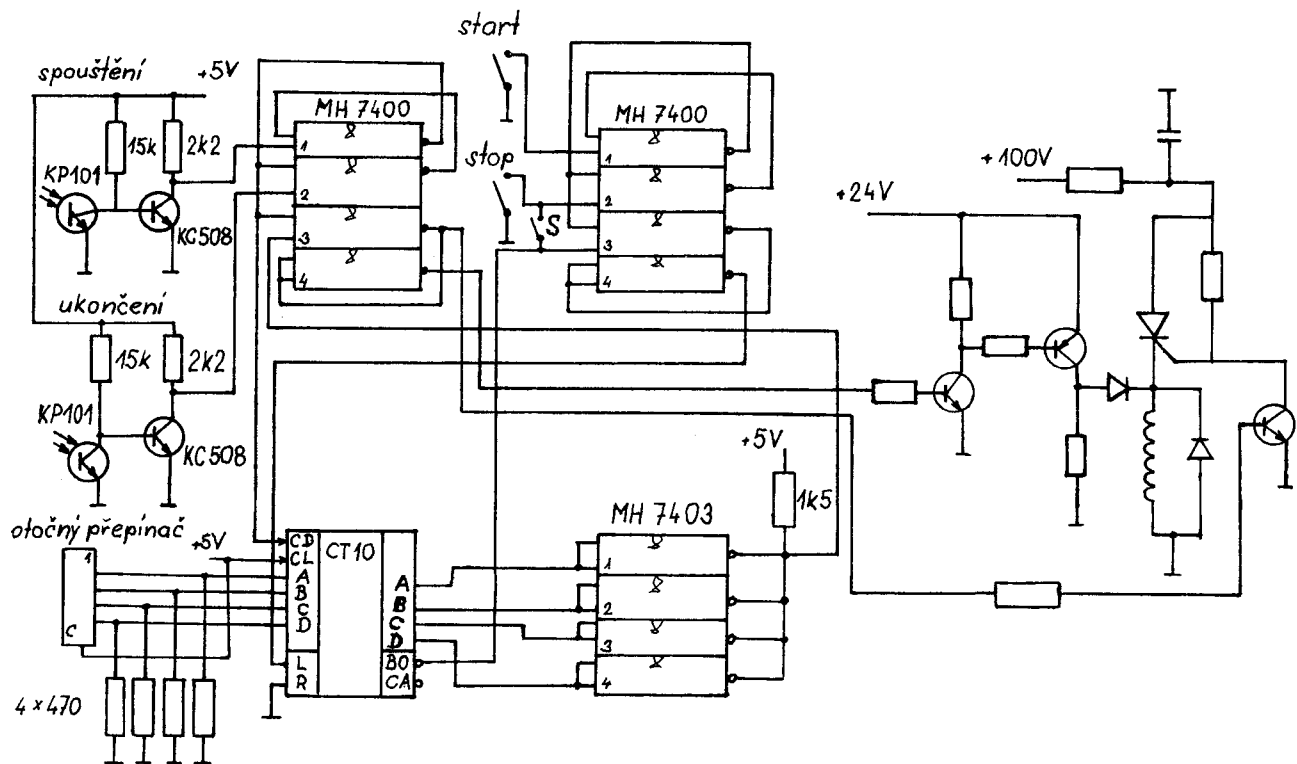
obr. 15 Časovací zařízení

1. Časovací kotouč se štěrbinou a stupnicí
2. Kruhový třmen pro posouvání fotodiód

3. Upevnění kotoučku na vačkový hřídel
4. Fotodioda pro otevírání šoupátka
5. Fotodioda pro zavírání šoupátka
6. Žárovka
7. Upevnění na blok motoru

Popis funkce:

Na kruhovém třmenu se nastaví fotodioda pro otevírání šoupátka do požadovaného místa, ve kterém chceme provést odběr a druhou fotodiodou nastavíme okamžik uzavření odběrného systému. Při otáčení kotoučku s radiální štěrbinou dojde v nastaveném okamžiku při průchodu štěrbinou mezi žárovkou a příslušnou fotodiodou k zachycení světelného paprsku ve fotodiodě a současně k vyslání ovládacího signálu. Signály z obou fotodiod jsou vedeny do elektronického ovládacího systému, jehož schema je na obr. 16.



obr. 16 Elektronický ovládací systém

Popis činnosti elektronického ovládacího systému:

Signál, vyslaný fotodiodou z okruhu spouštění odběrného systému, je přiveden do elektronického okruhu ovládní. V tomto okruhu je zapojen čítač impulsů (CT 10), který se může nastavit v rozmezí 1 - 9. Tímto čítačem je možno nastavit periodičnost odběrů (odběr při každé otáčce vačkového hřídele až každou devátou otáčku hřídele). Po nahromadění předem zvoleného počtu impulsů se otevře klopný obvod a je vyslán impuls do okruhu ovládní elektromagnetu. Tento impuls je přiveden do tiristoru a ten otevře okruh, ve kterém je zapojen nabitý kondenzátor, který se vybije do vinutí elektromagnetu. Vlivem vysokého napětí a proudu dojde k rychlému vybuzení magnetického pole a šoupátko je elektromagnetem přesunuto do otevřené polohy. Poklesem napětí po vybití kondenzátoru dojde v jeho obvodu k přepnutí tiristoru a do elektromagnetu je přiváděno napětí 24 V pro udržení vysunutého šoupátka. Při příchodu signálu od fotodiody z okruhu ukončení odběru dojde k odpojení elektromagnetu od napětí 24 V a zpětná pružina přesune šoupátko v odběrném zařízení do uzavřené polohy. Tím je ovládní okruh připraven k dalšímu sepnutí po nahromadění předem zvoleného počtu signálů v čítači impulsů od spouštěcí fotodiody. V případě požadavku jednorázového odběru sepne spínač S a po nahromadění zvoleného počtu signálů v čítači dojde k provedení jednoho odběru a řídicí obvod se vypne. Zapínání celého řídicího systému se provádí spínačem "start" a vypíná se vypínačem "stop".

8.6. Další možné řešení odběru vzorku

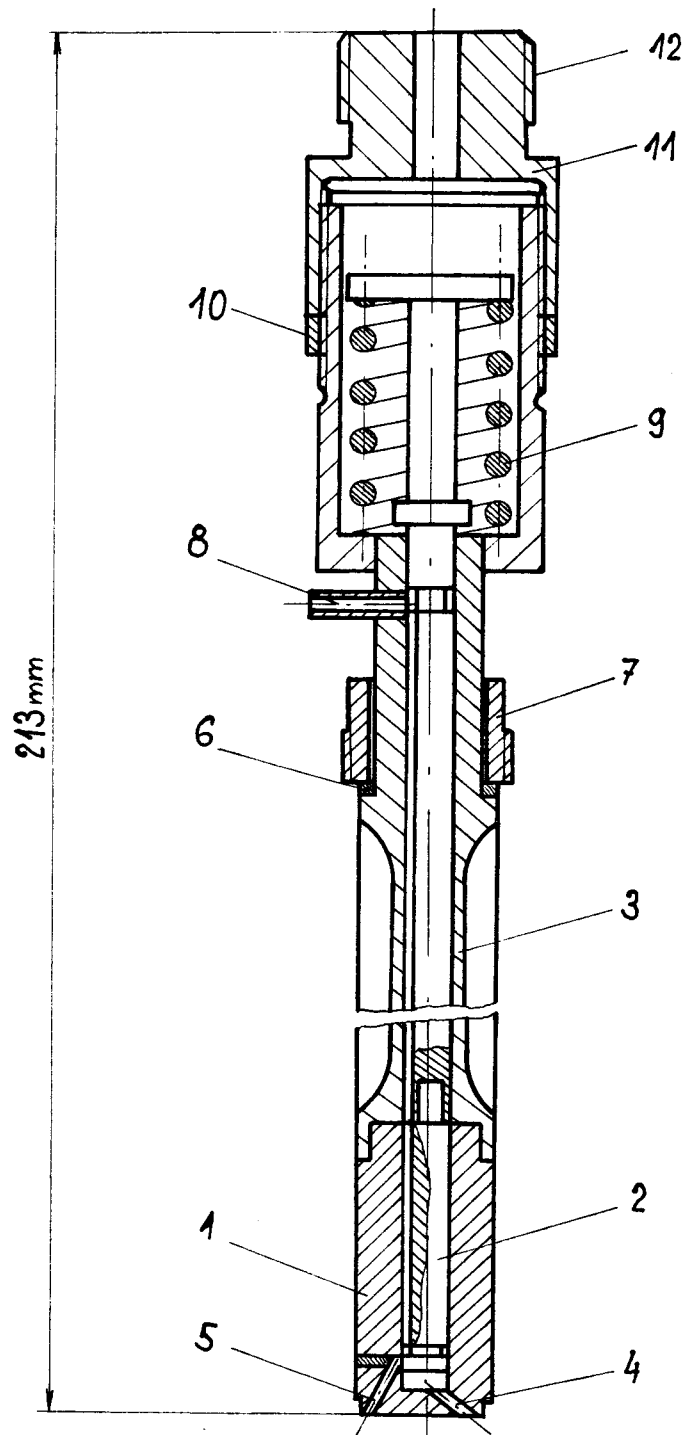
Předchozí konstrukci je třeba odzkoušet za provozu na

spalovacím motoru a vyhodnotit získané výsledky. Byla snaha provést odzkoušení již v rámci diplomové práce, ale vzhledem k nedodržení přesnosti výroby odběrného zařízení nebylo možno tyto zkoušky provést. V případě nepříznivého výsledku a záporného vlivu dlouhé přívodní cesty odebíraného vzorku k šoupátku je možné další konstrukční řešení.

Opět se jedná o použití šoupátka. V tomto případě by bylo umístěno co nejbližší spalovacímu prostoru. Tím by se zkrátila přívodní cesta vzorku na minimum. Šoupátko by bylo vytvořeno ze vstříkovací trysky DC 15 T 620, čímž by byla zaručena dokonalá těsnost odběrného zařízení. Ovládací elektronický systém časování by zůstal zachován z předešlého konstrukčního řešení. Magnet by ovládal šoupátko se zdvihem 1,5 mm, ke kterému by byl vzorek přiveden krátkým vývrtem o průměru 1,25 mm. Tento průměr uvádí ve své studii fa. Ricardo jako dostačující pro realizaci odběru vzorku. Dále by vzorek procházel drážkou, širokou 1,5 mm a hlubokou 1,35 mm (čímž by se zaručila plocha větší 1,25 - 1,5 x než plocha vstupního průřezu, jak je doporučeno v (1)/ v díku ovládací šoupátka a v horní části opouštěl připojenou trubičkou těleso odběrného zařízení.

Proti čelu šoupátka by působil tlak plynu ve válci a při nejvyšším tlaku (13 MPa) by vyvodil zpětnou sílu 367 N. Tuto sílu plus sílu zpětné pružiny by musel magnet při otevírání překonat. Při zavírání by však síla vyvozená plyny pomohla zpětné pružině šoupátko uzavřít. Také zdvih šoupátka by byl podstatně kratší (cca. 1,5 mm) než v případě šoupátka, umístěného mimo spalovací prostor. To by napomohlo zkrácení časů,

dosahovaných při otevírání a uzavírání šoupátka. Výhodou by byl také enormně krátký vývod odebíraných plynů ze spalovacího prostoru vývrtem ve spodní části k šoupátku. To by zřejmě zaručovalo dosažení výsledků, věrně zobrazujících děje ve spalovacím prostoru. Zobrazení tohoto systému je na obr. 17.



obr. 17 Odběrné zařízení se šoupátkem u spal. prostoru

1. Těleso šoupátka (ze vstříkovací trysky DC 15 T 620)
2. Šoupátko
3. Vodící těleso
4. Přívod tlaku z válce pod šoupátko
5. Přívod vzorku plynu
6. Těsnicí podložka
7. Upevňovací dutý šroub
8. Výstup vzorkovaného plynu
9. Zpětná pružina
10. Pojistná matice
11. Horní část tělesa
12. Závit pro upěvnění ovládacího elektromagnetu

Zhotovením tohoto zařízení a provedením provozních zkoušek na motoru by bylo možno zjistit, který z navržených systémů věrněji zobrazuje procesy, probíhající ve spalovacím prostoru motoru.

8.7. Zhodnocení navržených odběrných systémů

a/ Odběrné zařízení se šoupátkem mimo odběrnou sondu:

Toto zařízení je výhodné především z hlediska jednoduché výroby. Také zastavěný prostor je velmi malý a to umožňuje umístit odběrnou sondu i do míst, kde by jiný odběrný systém nebylo možno použít (na př. v prostoru pod vahadly ventilů). Při použití přívodní trubičky, zapájené kdekoliv v hlavě válců nad spalovacím prostorem nebo nad čelem pístu, můžeme realizovat odběr vzorku i z takových míst, odkud by realizace odběru při použití jiných odběrných systémů nebyla vůbec možná. Současně

ale přívod odebíraného vzorku k šoupátku mimo spalovací prostor vyvolává určité problémy:

1. objem trubičky je součástí spalovacího prostoru
2. odebraný vzorek obsahuje i objem přívodní trubičky, což může při malých odebíraných vzorcích vést ke značnému zkreslení výsledků

b/ Odběrné zařízení se šoupátkem u spalovacího prostoru

Toto odběrné zařízení odstraňuje hlavní nedostatek systému se šoupátkem mimo odběrnou sondu, kterým je přívod vzorku trubičkou, která je součástí spalovacího prostoru. Objem přívodu vzorku je u tohoto zařízení omezen na minimum. Je předpoklad, že toto odběrné zařízení by realizovalo věrnější obraz o spalovacích procesech, probíhajících v naftovém motoru. Nevýhodou tohoto odběrného systému je větší výrobní náročnost. Také rozměrově vychází tento systém méně výhodně, přestože i část se zpětnou pružinou je součástí sondy. Z toho vyplývá možnost v podstatě jediného místa zavedení sondy do spalovacího prostoru a to mezi sedly ventilů, viz obr. 10. Odběrná místa pod vahadly ventilů nepřicházejí v úvahu z důvodu minima prostoru pod vahadly, kde není možno tento odběrný systém umístit.

Pouze vyrobáním druhé varianty odběrného zařízení a jeho odzkoušením za provozu a porovnáním získaných výsledků by bylo možno rozhodnout, který z navržených systémů je výhodnější.

9.0. Závěr

Námětem diplomové práce bylo zhodnotit různé způsoby odběru vzorků náplně válce a návrh zařízení pro odběr vzorku náplně válce u motorů řady M n.p. Liaz.

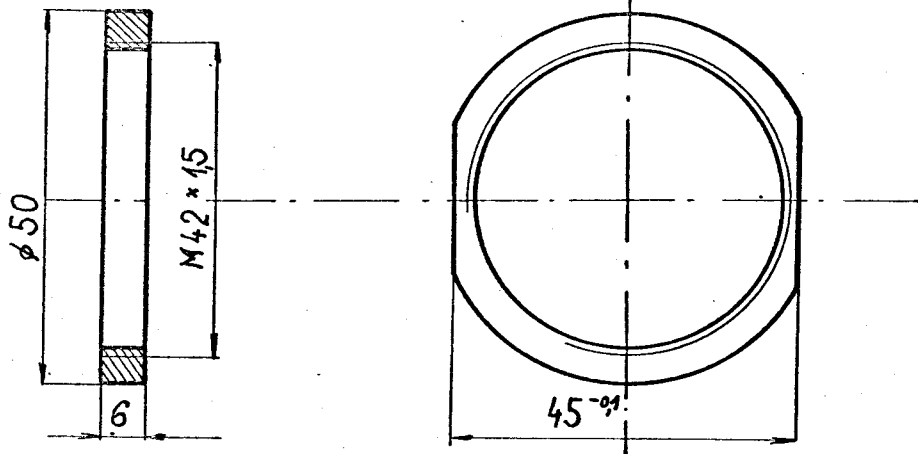
Při řešení byly použity výsledky podobných prací, prováděných v zahraničí, a případná jejich aplikace na podmínky motorů řady M. Bylo provedeno zhodnocení jednotlivých způsobů odběru vzorků náplně a navržena konstrukce dvou odběrných systémů. Systém se šoupátkem mimo spalovací prostor byl zhotoven ve zkušebním vzorku, i když to nebylo v zadání diplomové práce.

Řešení ukázalo problematiku realizace odběru vzorků náplně válce z motorů se složitou konstrukcí hlavy válce a kompaktním spalovacím prostorem v pístu motoru. Konstrukcí tohoto odběrného zařízení se dostává do rukou výzkumných pracovníků velmi užitečný nástroj studia spalovacích procesů v motoru. Ve spojení se snímkováním spalovacího procesu by mělo napomoci k získání ucelenějšího obrazu o tomto ději.

Tato diplomová práce řešila pouze teoretickou stránku odběru a konstrukce odběrných zařízení a proto se domnívám, že by bylo vhodné její rozšíření a doplnění o konkrétní výsledky provozních zkoušek navržených konstrukcí odběrného zařízení. Ale i přesto věřím, že tato práce přispěla svým obsahem k řešení uvedené problematiky.

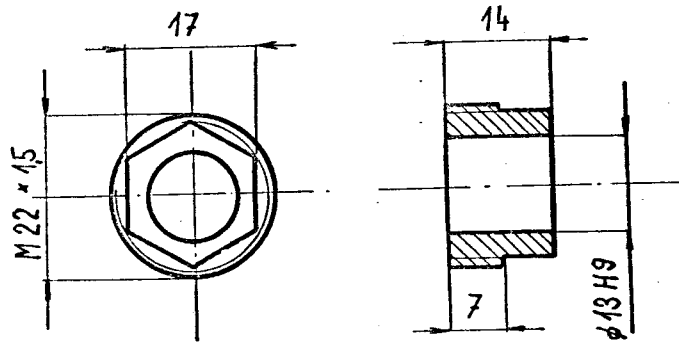
P O U Ž I T Á L I T E R A T U R A

1. James R. Bennethum: Diesel Combustion Chamber, Sampling, Hardware, Procedures, and Data Interpretation
SAE Trans vol. 84 750849 - 1975
2. V. V. Danilov: Gazootboročnyj elektromagnitnyj klapán s elektronnym upravleniem, Avtomobilnaja promyšlennost', XXXIX, č. 3, str. 14 - 15.
3. C. England: Sampling Nitric Oxide from Combustion Gases, Combustion and Flame, Vol. 20, 1973, p. 439
4. J. Kožoušek: Výpočet a konstrukce spalovacích motorů I., 1. vydání SNTL Praha 1978
5. David R. Nightingale: A Fundamental Investigation into the Problem of NO Formation in Diesel Engines
SAE Trans vol.84 750848 - 1975
6. V. A. Zvonow: Hydraulically Actuated Combustion Gas Sampling Valve
The Review of Scientific Instruments, Vol. 39, No. 12
December 1968, p. 1820

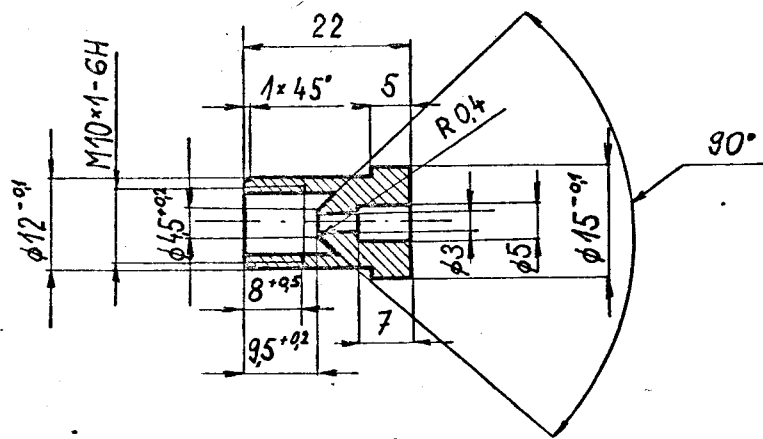


TYČ Ø 46-6		ČSN 426510	11 500.0	—	001				5	
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovary	Materialový	Technický	Prostředí	Užití	Mezinárodní	Číslo výkresu	Pos.	
Poznámka		Změna 10/1983 (stav 1)								
Měřítko 1:1	Kr. PETROVICKÝ	<i>Petrovický</i>	Číslo kres.						x	
	Přezkoušel								x	
	Norm. ref.								x	
	Výr. převedl	Schválil	Č. vnosu						x	
		Dne 27.5.1983							x	
V Ů S T LIBEREC Kat. částí strojů	Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres					
	Název	MATICE		KSD 043-1.05						
			Počet kusů	14					List	5

3.2

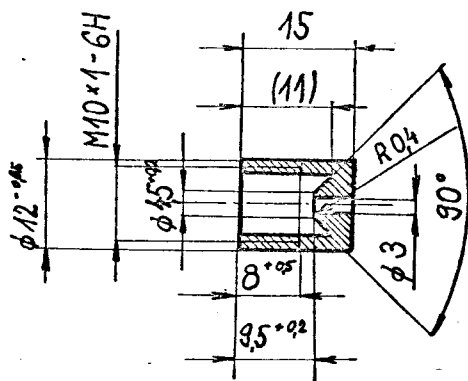


TYČ φ 23-14		ČSN 42 6510	11 500.0	001			6
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovary	Skupina	Stupeň přesnosti	Podíl	Skupina	Číslo výkresu
Podpis				Datum			
1:1	Kreslil: PETROVICKÝ	Revizor: <i>Novičky</i>	Č. směru				
	Přezkoušel						
	Norm. ref.						
	Výr. provedení	schválil					
		Dne 27.5.1983					
VŠST LIBEREC		Typ	Skupina	Stary výkres		Nový výkres	
Kat. částí strojů		Název		KSD 043-1.06		List 6	
		MATICE		14			

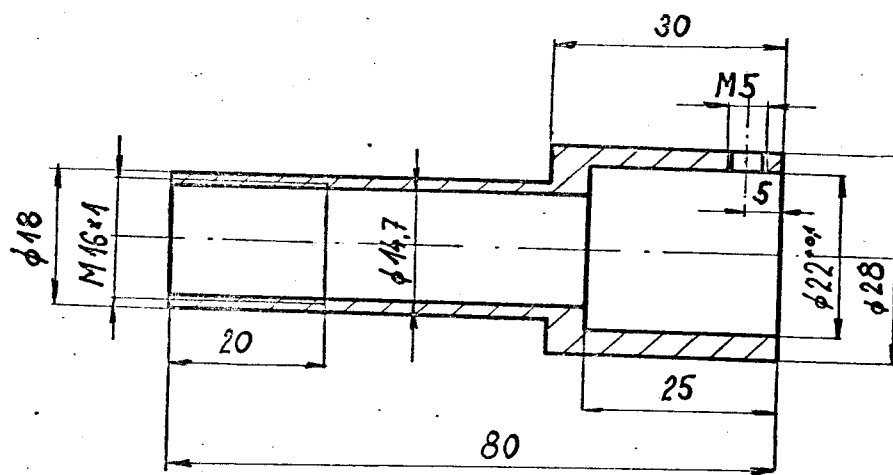


TYČ φ16-22		ČSN426510	11 500.0	—	001			7
Počet listů	Název - Rozměr	Dělník	Mat. číslo	Int. číslo	Podpis	Stav	Číslo	Pos.
Tvarovka				Změna (stařímota)				
Měřítko	Kres. PETROVICKÝ	<i>Petrovický</i>	Č. snímku	Změna		Datum	Podpis	Index změny
1:1	Přizkoušel							x
	Norm. ref.							x
	Vyr. proječní	Schválil	Č. transp.					x
		Dne 27.5.1983						x
VŠST LIBEREC Kat. částí strojů		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres		
		Název	PŘÍRUBA		KSD 043-1.07			
				Počet listů 14			List 7	

3.2/

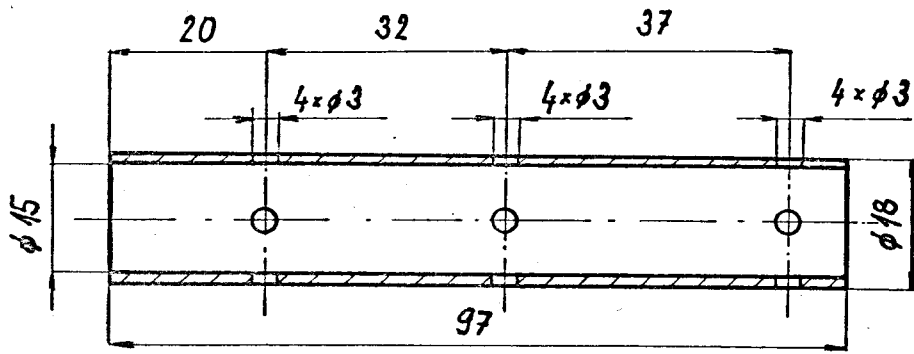


TYČ Ø 13 - 15		ČSN 42 6510	11500.0	001	8
Vlastní označení: PETROVICKÝ <i>Petrovický</i> Datum: 27.5.1983 Měřítko: 1:1					
VŠST LIBEREC Kol. zářiv. strojů		Příruba		KSD 043-1.08 Počet listů: 14	

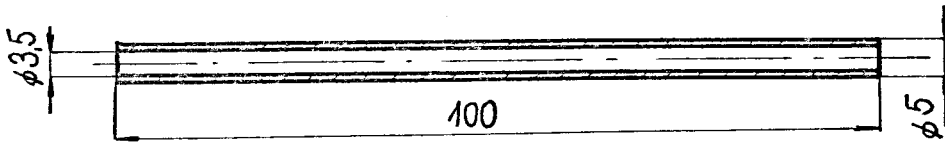


32/

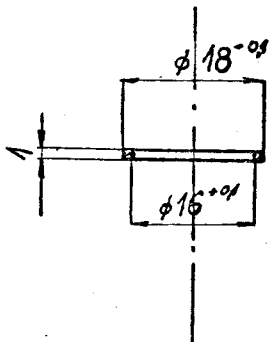
TYČ φ 29 - 80		ČSN 426 510 11 340	001	9
Názov: PETROVICKÝ <i>Petrovický</i> Mierka: 1:1 Dátum: 27. 5. 1983				
VŠST LIEZEC Kata. číslo: 14		POUZDRO		KSD 043-1.09 14



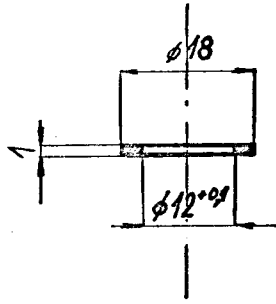
TR $\phi 18 \times 25-97$		ČSN 42 5715	11 343.0	001	10
Pačet	Název - Rozměr	Detektor	Míst	Číslo	Číslo výkresu
Název díla					
1:1	Kreslil: PETROVICKÝ Přeskočil: Návrh. rot. Vyr. projekce	<i>Petrovický</i> Datum: 27.5.1983			
VŠST		Typ	Skupina	Nový výkres	Nový výkres
LIBEREC		Název		KSD 043-1.10	
Kat. část/strojů		PLÁŠŤ		14	10



TR $\phi 5 \times 0,75 - 100$		CSN 425715.01								11			
Počet kusů	Název - Rozměr	Polstrojení	Met. kombinace	St. provedení	Průřez	Č. linie	Pr. číslo - 1. číslo výkresu	Pos.					
Formálka			Kontrola a data karta 0 1 3										
Měřítko	1:1	P. PETROVICKÝ		<i>Petrovický</i>		U. správk.		Datum		Podpis		Index změny	
		Přezkoušel										x	
		Norm. ref.										x	
		Výr. projektant		Schválil		Č. transp.						x	
				Dne 27.5.1983								x	
VŠST LIBEREC Kat. částí strojů		Typ		Skupina		Starý výkres		Nový výkres					
		Název		TRUBIČKA		KSD 043-1.11							
						Počet listů 14				List 11			

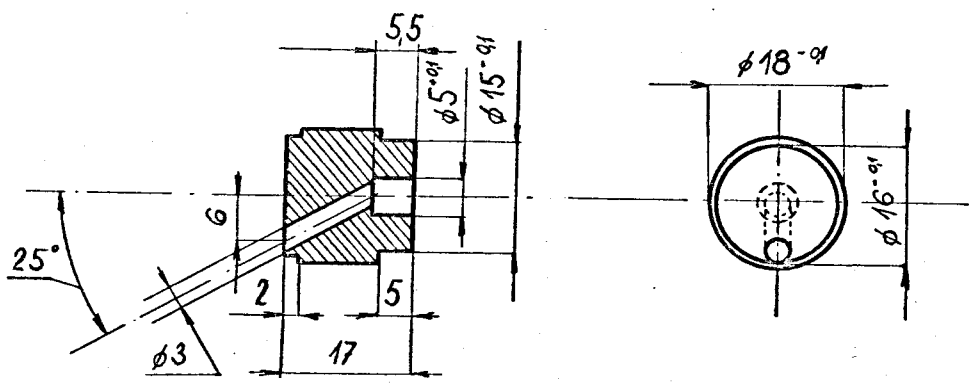


TYČ $\phi 19-1$		ČSN 421301	42 3223	—	Cu18				12
Číslo kres.	Název - rozměr	Podle	Mat. hodnota	Číslo dílu	Číslo	Číslo	Číslo výroby		Pos.
Poznámka		Kontrola a měření v l. g							
Měřítko	P. PETROVICKÝ	<i>Petrovický</i>	C. snímek						
1:1	Prozradil								
	Masm. ríf.								
	Výr. provedl	Schválil	C. transp.						
		Dne 27.5.1983							
VŠST LIBEREC Kat. částí strojů	Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres				
	Název	PODLOŽKA		KSD 043 -1.12					
				Počet listů 14	List 12				



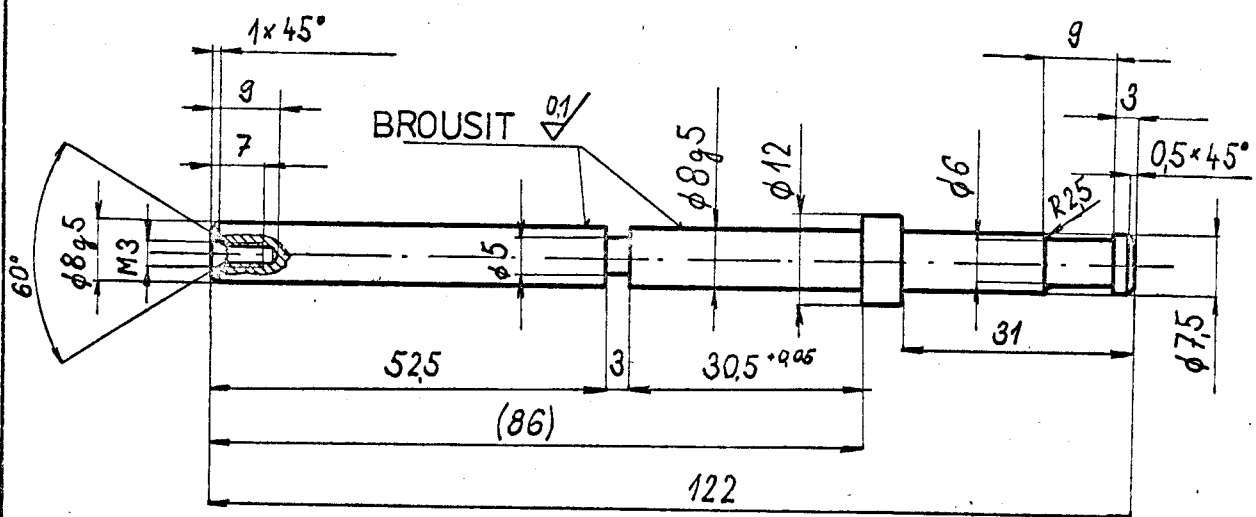
TYČ Ø19-1		ČSN421301	423223	—	Cu18				13
Pačet kresl.	Název - Rozměr	Reletolet	Mat. skupina	Číslo dílu	Číslo	Číslo	Číslo	Číslo	Pos.
Podpis									
1:1	1:1	PETROVICKÝ <i>Petrovický</i>	Číslo dílu						
		Přesř. čísel							X
		Mat. ref.							X
		Výz. proj. poznat	Pr. vaříl	Číslo transp.					X
			Des 275.1983						X
V Ů S T		Typ	Skupina	Stary výkres		Novy výkres			
LIBEREC		Název		KSD 043-1.13					
Kat. částí strojů		PODLOŽKA		Počet listů 14		List 13			

3,2



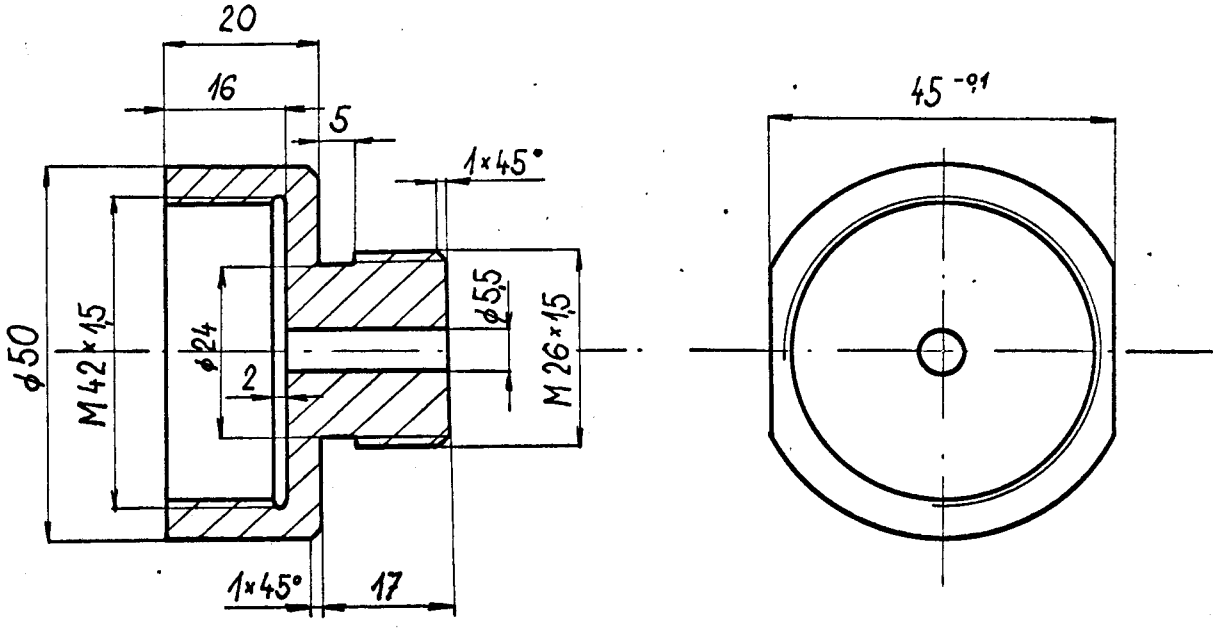
TYČ ϕ 19-17		ČSN 425516	17 115.0	—	24				2
Číslo	Název - Rozměr	Polotovary	Míst. výroby	Podpis výrobce	Číslo	H. číslo	Číslo výrobku		P. s.
Poznámka				Číslo výrobku					
MSRÁKO	Proj. PETROVICKÝ	<i>Khovický</i>	Ust. číslo	Změny		Datum	Podpis	Průběh změny	X
1:1	Přezkoušel								X
	Norm. rev.								X
	Výr. provedení	Sevčáček	C. transp.						X
		Dne 27.5.1983							X
VŠST LIBEREC Kat. částí strojů		Typ	Skupina	Seř. výkres		Nový výkres			
		Název		KSD 043-1.02					
				Počet listů	14	Lis: 2			

16 / 01



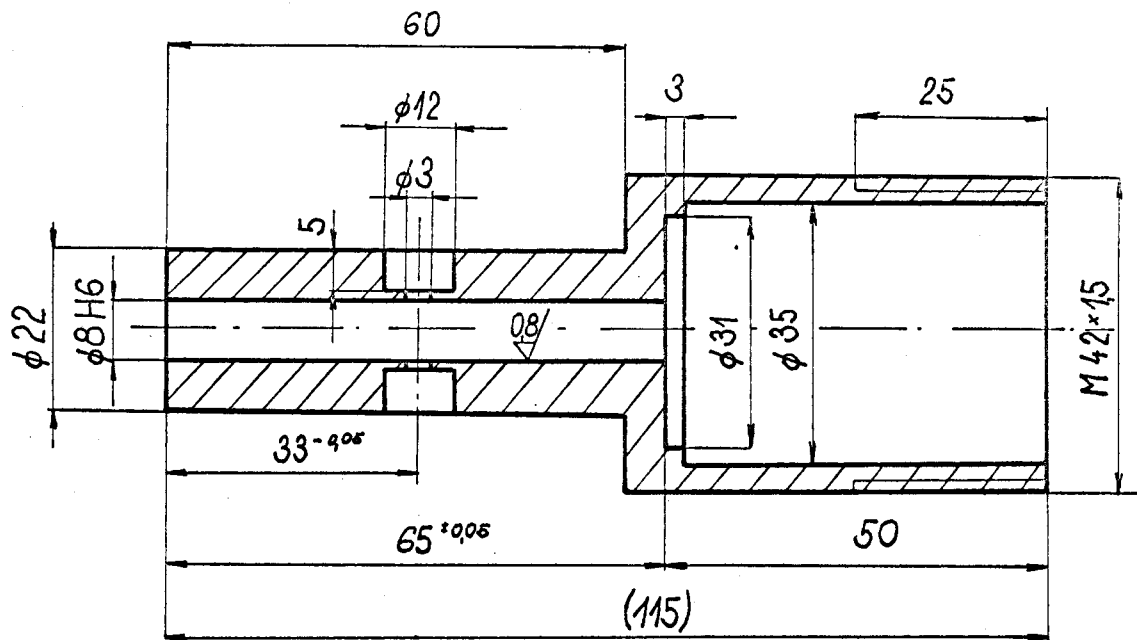
TYČ Ø13-122		ČSN425516	17115.0	—	24		1
1:1		PETROVICKÝ	<i>Petrovický</i>				
27.5.1983							
VÝROB LIČENÍ KONTROLA		ŠOUPÁTKO		KSD 043-1.01		Počet kusů 14	

3.2



TYČ ϕ 52-37		ČSN 426510	11 500.0	—	001		3
Materiál: Kovový		Polstrovaný	Max. hmotnost	Číslo výrobce	1/20	Číslo materiálu	Průmyslový ústav, Brno
Výrobce: PETROVICKÝ <i>Petrovický</i>		C. snímek		Měřítko: 1:1			
1:1		C. trans.		Dátum: 27.5.1983			
VŠST		typ	Skupina	Číslo výrobce			
LITVONIC		VIČKO		KSD 043-1.03			
KAPALINOVÝ				Počet listů 14			

32 / 08 /



TYČ $\phi 44-115$	ČSN 426510	11 500.0	001				4
Název		Číslo	Podpis	Číslo	Podpis	Číslo	Podpis
1:1		PETROVICKÝ	<i>Petrovický</i>				
Dne 27.5.1983							
V OST LIBEREC Kauč. dílna strojí	Typ	Skupina	KSD 043-1.04				
	Název		Počet listů 14				
			4				