

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

VLIV POLOHY SPALOVACÍHO PROSTORU NA PARAMETRY MOTORU

Petr K o z á k

Vedoucí práce : Ing. Lubomír MOC KSD

Konzultant : Ing. Miroslav HRUŠ, CSc KSD

KSD - 020

Rozsah práce a příloh

Počet stran 57

Počet příloh -

Počet obrázků 35

Počet fotografií 3

Počet výkresů 3

Počet modelů nebo
jiných příloh -

Počet tabulek 17

Datum

4.6.1982

Vysoká škola: **VŠST Liberec**

Katedra: **strojů průmyslové dopravy**

Fakulta: **strojní**

Školní rok: **1981/82**

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro **Petr K o z á k**

obor **23-20-8 stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu**

Protože jste splnil..... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství a kultury o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: **Vliv polohy spalovacího prostoru na parametry motoru**

Pokyny pro vypracování:

Proveďte ověření vlivu polohy válcového spalovacího prostoru v pístu na motorové parametry vznětového motoru. K ověření použijte zkušební jednoválcový motor 120/150, tvar spalovacího prostoru a jeho polohu volte tak, aby získané výsledky byly porovnatelné se závěry získanými studiem hoření refrakční clonkovou metodou uvedenými v literatuře. Formulujte závěry vyplývající z porovnání.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, BŘEZOVSKÁ 8
PSC 461 17

Autorské právo se řídí ustanoveními
MČK pro státní závěrečné zkoušky 31
737/KS/81 ze dne 1. 10. 1981
1982 Věstník MČK XVII/1982/21 ze
dne 31. 8. 1982/19 č. 17/1982/21

V 186 / 825

Rozsah grafických prací: **výkresová dokumentace a graf. zpracování experimentálních prací v potřebném rozsahu**

Rozsah průvodní zprávy: **35 - 45 stran textu**

Seznam odborné literatury: **Huber, E., Stock, D., Pischinger, A:**
Untersuchung der Gemischbildung und Verbrennung mit Hilfe der Schlierenmethode,
MTZ 32 (1971) 9, str. 317 - 327.

Hruš, M.: Zviditelnění dějů ve spalovacím prostoru motoru TATRA, Zpráva KSD VŠST Liberec, SM 188/80

Bláha, J.: Sledování proudění a hoření ve spalovacím prostoru naftového motoru za chodu pomocí šlirovací metody,
Diplomní práce KSD, VŠST, Liberec 1981

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Lubomír Moc

Konsultanti:

Ing. Miroslav Hruš, CSc.

Datum zadání diplomového úkolu: **16.3.1981**

Termín odevzdání diplomové práce: **11.6.1982**

L.S.


Doc. Ing. O. Červinka, CSc.
Vedoucí katedry




Doc. RNDr. B. Striž, CSc.
Děkan

v **Liberci** dne **16.3.** 19 **81**

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

V Liberci dne 4. 6. 1982

Petr Kozák

Petr K O Z Á K

1.0	Seznam použitých symbolů a zkratek	5
2.0	Úvod	6
3.0	Proces přípravy a hoření směsi	7
3.1	Rozproudění vzduchu	7
3.2	Vstřikování paliva	11
3.3	Hoření paliva	14
4.0	Metoda zviditelnění	18
4.1	Princip metody	18
4.2	Barevný záznam zviditelněných dějů	19
5.0	Zkušební motor	21
6.0	Podmínky měření	25
7.0	Naměřené hodnoty	26
7.1	Vyhodnocení získaných charakteristik	32
8.0	Rozbor výsledků metody zviditelnění	35
8.1	Rozbor rychlostního pole	35
8.2	Rozložení paliva ve spalovacím prostoru ..	39
8.3	Vliv proudění na kvalitu přípravy směsi ..	47
9.0	Závěr	55
10.0	Použitá literatura	57

1.0 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Označení	Rozměr	
A	J	práce
α	°	úhel odklonu paprsku
ε		kompresní poměr
E	J	aktivační energie
f	m	ohnisková vzdálenost
H	Jkg ⁻¹	výhřevnost
K	%	kouřivost
λ		součinitel přebytku vzduchu
m_{pe}	g kW ⁻¹ h ⁻¹	měrná spotřeba
M_t	Nm	točivý moment
p	Pa	tlak
p_e	Pa	střední efektivní tlak
P_e	W	výkon
Q	J	teplo
R	JkmoI ¹ K ⁻¹	univerzální plynová konstanta
ρ	kgm ⁻³	měrná hmotnost
T	K	absolutní teplota
τ	s	čas
V	m ³	objem
w_s	ms ⁻¹	rychlost proudění
w_{so}	ms ⁻¹	osová rychlost proudění
w_{sr}	ms ⁻¹	radiální rychlost proudění
w_{st}	ms ⁻¹	tečná rychlost proudění
S'	mm ²	plocha obrazu paprsku paliva
s	mm ² mm ⁻¹	měrná plocha paprsku paliva
S	mm ²	plocha průmětu paprsku paliva
l	mm	délka osy průmětu paprsku paliva

2.0 Ú V O D

V současnosti patří naftové motory mezi nejrozšířenější, především u nákladních vozidel. Z toho vyplývá důležitost jejich dalšího vývoje. Na motory jsou kladeny vysoké požadavky jak v oblasti spotřeb tak i v oblasti spolehlivosti a exhalací, kterým se neustále přikládá větší význam /úměrně s rostoucím počtem vozidel/.

Pro zlepšení provozních a hygienicky sledovaných vlastností se používá řada opatření, např. přeplňování, mezichlazení, řízení vstřiku paliva, změny geometrického stupně stlačení ve válci, optimalizace pohybu vzdušnininy během přípravy směsi atd.

Jednou z možností jak získat základní údaje o rozproudění vzdušnininy ve spalovacím prostoru, chování paprsku paliva a procesu hoření je jeho zviditelnění a záznam.

Tato práce navazuje na předcházející práce /1/ /4/, ve kterých byl uceleně podán popis výsledků zviditelnění refrakční clonkovou metodou a využívá získaných závěrů pro posouzení vlivu umístění spalovacího prostoru na parametry čtyřdobého vznětevého motoru 120/130.

3.0 PROCES PŘÍPRAVY A HOŘENÍ SMĚSI

Následující kapitoly přibližují problematiku přípravy a hoření směsi, jež se uvádí v citované literatuře.

3.1 ROZPROUDĚNÍ VZDUCHU

Veliký vliv na kvalitu spalování má u naftových motorů způsob plnění, tvar spalovacího prostoru, způsob vstřikování, chlazení motoru, výfukový systém a pod. Vzduch nasátý do válce musí být co nejdokonaleji využit pro spalování.

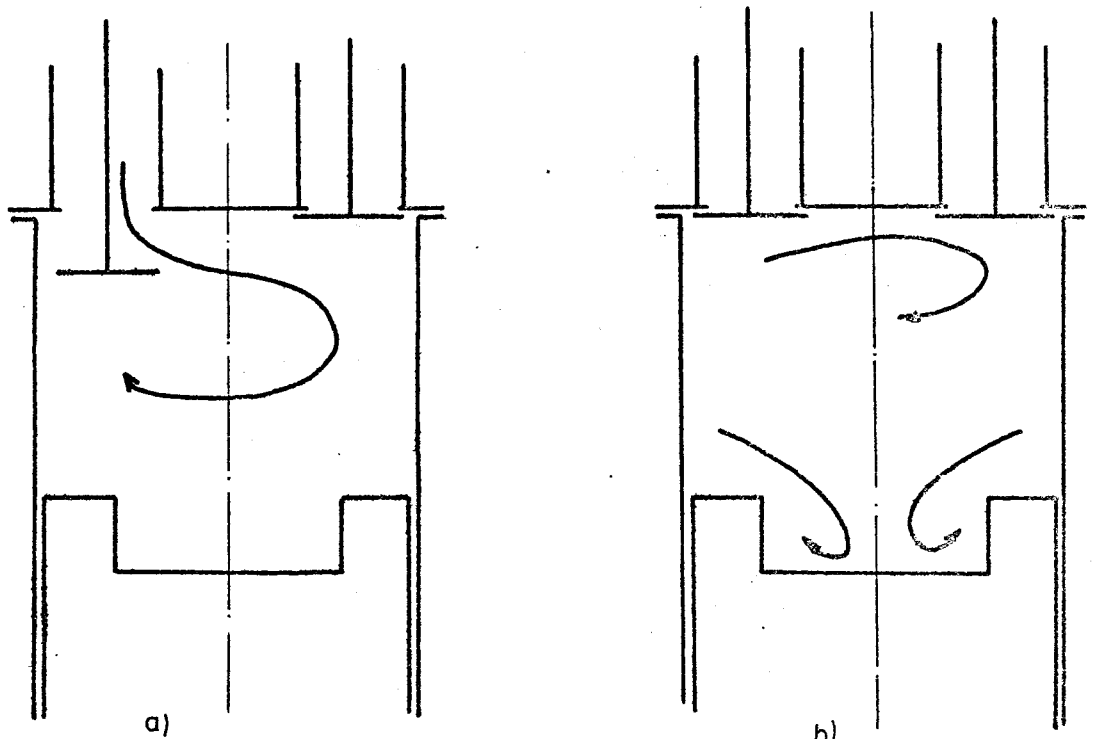
Využití dodaného vzduchu bude závislé na velikosti a charakteru proudění před vstřikem paliva, během něho a při hoření. Proto je nutné, aby nasátý vzduch byl přiveden k částicím paliva včas a v optimálním množství. Toho lze dosáhnout vhodným rozvířením náplně válce a spalovacího prostoru.

Při pohybu pístu ve válci dochází ke třem základním druhům rozvíření vzduchu: radiálnímu, tangenciálnímu a osovému /8/.

a/ Příčné radiální rozproudění, které je způsobeno větší relativní změnou objemu nad dnem pístu než nad spalovacím prostorem pístu. Tento jev je příčinou toho, že při kompresi vzduch proudí do dutiny pístu.

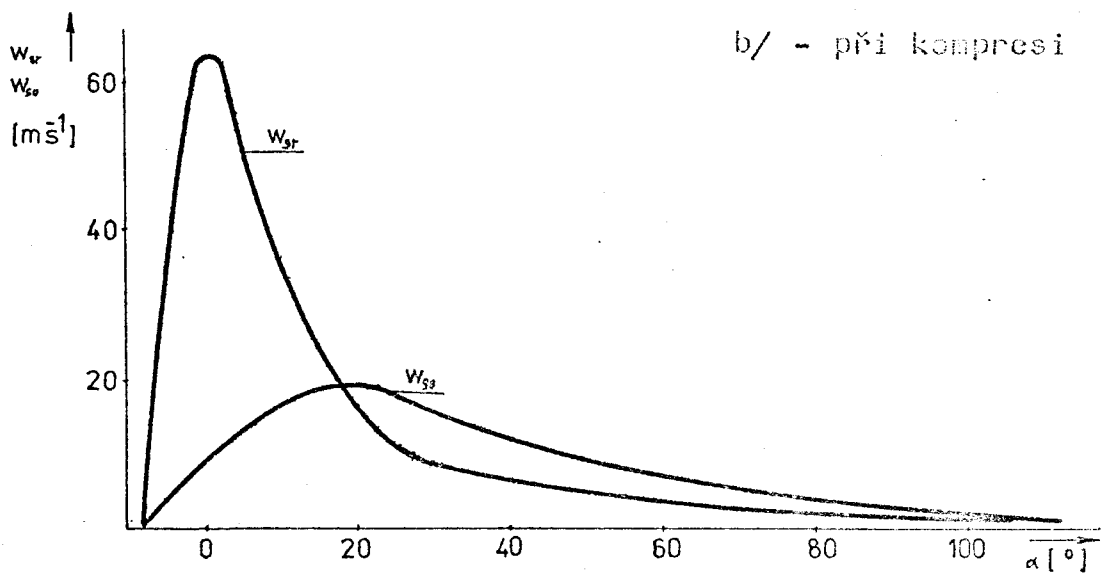
b/ Tangenciální krouživý pohyb, který je způsoben buď tečným uspořádáním plnicích kanálů nebo částečným zaciněním sacího ventilu válcovou clonou. Tangenciální proudění se udrží ve válci až do okamžiku vstřiku paliva /7/.

c/ Osově proudění je rovnoběžné s osou válce a je způsobeno pohybem pístu.



Öbr. 1 Schéma rozproudění ve válci a/ - při sání

b/ - při kompresi



Öbr. 2 Rozproudění vzduchu ve spalovacím prostoru

Rychlost pístu i rychlost proudění je na začátku stlačování malá. Nad pístem převládá jen osové proudění ve směru pohybu pístu. Čím více se píst přibližuje k horní úvratí, tím větší je intenzita příčného rozproudění. Maxima dosáhne těsně před horní úvratí /7/.

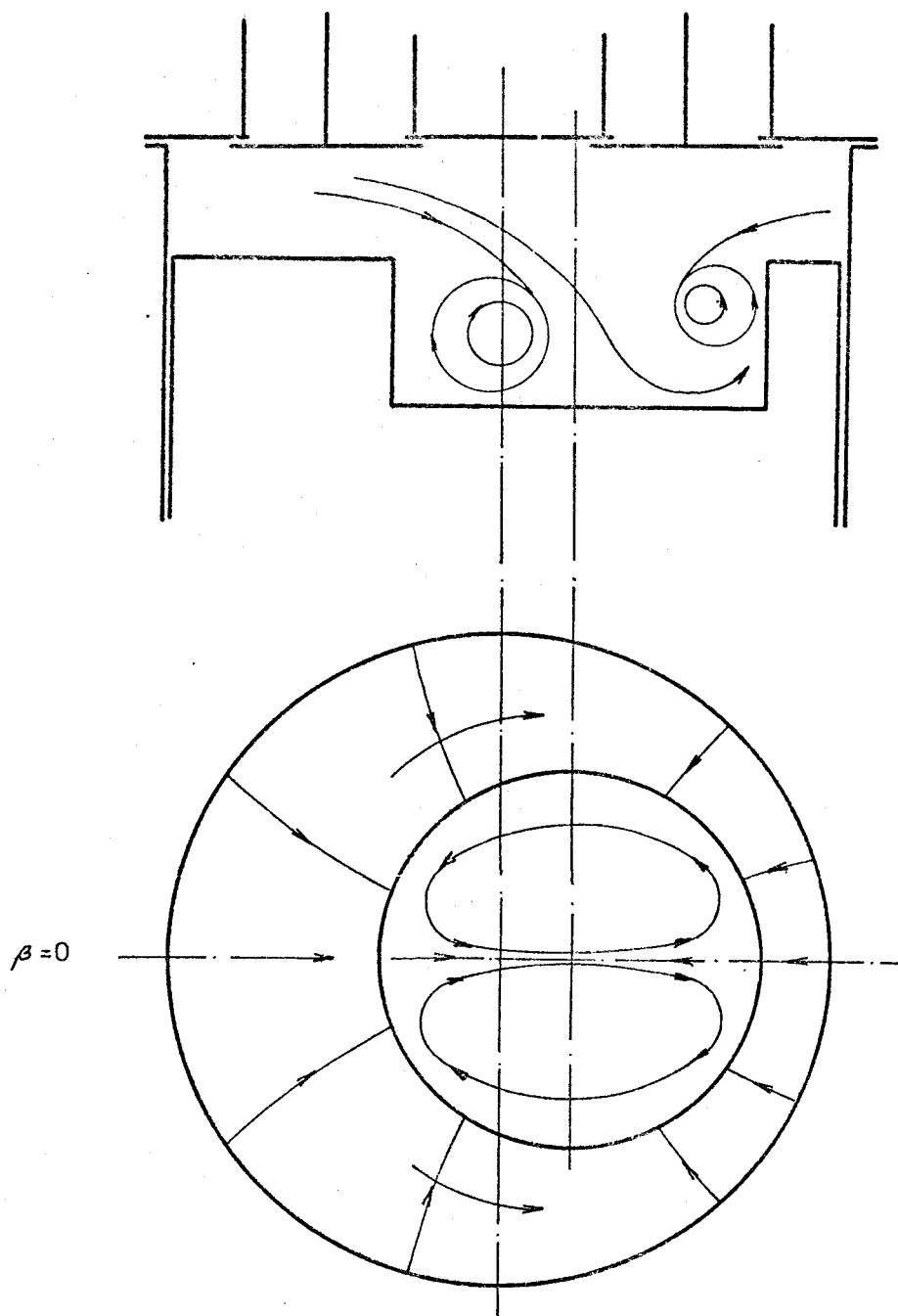
Při excentricky umístěném spalovacím prostoru dochází k zakřivení radiálních proudnic. To znamená, že kromě roviny symetrie, $\beta=0$ dochází k prostorovému proudění, které nemůže být osově souměrné a součet radiálních složek v rovině $\beta=0$ je maximální /2/.

Tato rovina rozděluje proudění na dvě stejné části. Vzdušina se pohybuje kromě radiálního a osového směru také tangenciálně. Vlivem intenzivnějšího radiálního výtoku z prostoru nad širší částí dna pístu směrem k užší dojde nejen k obrácení proudnic směrem osovým dovnitř spalovacího prostoru, ale i k jejich deformaci v tečném směru /2/.

Z toho vyplývá, že tečné proudění vyvolané výtokem z mezery, se vyruší a převládne tangenciální pohyb vyvolaný nárazem intenzivnějšího proudu plynu vytékajícího z širší části dna pístu na opačnou část stěny spalovacího prostoru a obrácením části tohoto proudu do tečného směru /2/.

Na odtokové hraně je navíc náhlá změna průřezu a zde vzniká prstencový vír, který je soustavně obnovován částicemi přitékajícími do dutiny. Po změně pohybu pístu tento vír zaniká a přenesení se nad okraj pístu /8/.

Výsledné proudění bude ležet v oblasti mezi prouděním radiálním a prouděním tangenciálním.



Obr. 3 Schéma proudění ve spalovacím prostoru

Proudění téměř tangenciální může nastat při velké výstřednosti spalovacího prostoru a jeho malé hloubce. Přitom charakter tečného pohybu je takový, že celý obraz proudění je souměrný podle roviny $\beta = 0$. Takovéto čistě tangenciální proudění vznikne obtokem vírové dvojice paralelním proudem kolným k rovině dvojice /2/.

Další intenzivní rozvíření vzniká při vznícení paliva /6/. Čelo plamene představuje oblast, kde místní tlak je mnohem vyšší než v oblastech kde k hoření ještě nedošlo. Takto vzniklý tlakový rozruch se šíří rychlostí zvuku, může jít dokonce o detonační vlnu /8/. Na rozprouzení vzduchu také působí ohřev vzduchu od stěn spalovacího prostoru a od spalování.

Všeobecně platí, že otáčivá rychlost vzduchu okolo osy válce má být v době vstřiku tak velká, aby se vzduch za dobu vstřiku pootočil o úhel, který mezi sebou svírají dva sousední paprsky vstřikovaného paliva /7/.

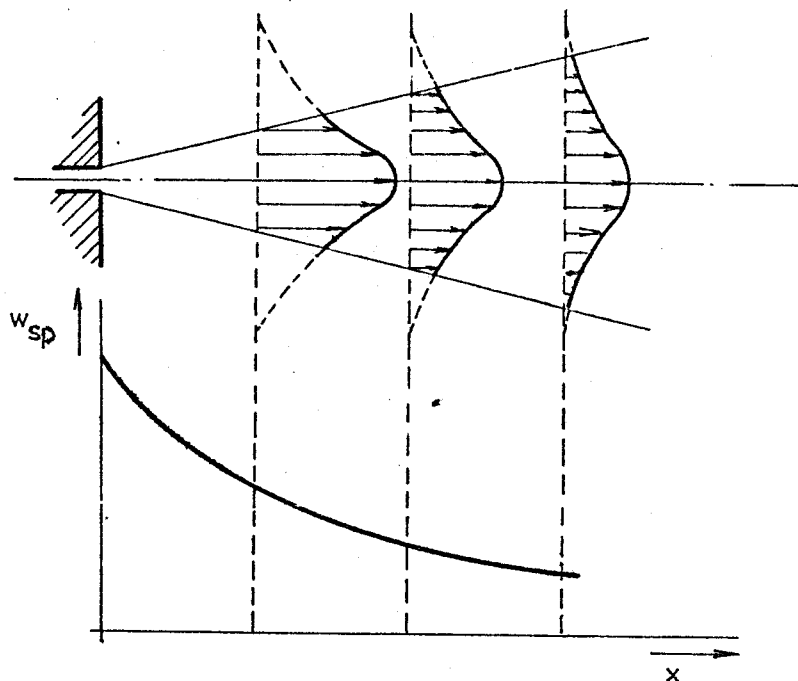
3.2 V S T Ř I K O V Á N Í P A L I V A

Palivo u motoru s přímým vstřikem je vstřikováno přímo do spalovacího prostoru vstřikovací tryskou. U těchto motorů je palivo rozprašováno vlivem vysoké kinetické energie, kterou získá vysokým vstřikovacím tlakem /15-100MPa/.

Palivo je vstřikováno vysokou rychlostí do prostředí o vysokém tlaku a teplotě, proto není schopno vytvořit souvislý proud a ihned se rozpadá /8/.

Rozprášení paliva je způsobeno vysokou výtokovou rychlostí docílenou tlakovým spádem a aerodynamickým odporem prostředí, do něhož vstupuje. Proti tříštění proudu paliva působí viskozita a povrchové napětí. Kapky paliva o největším průměru se pohybují v ose, kapky o postupně menším průměru jsou rozloženy v prostoru mezi osou a obvodovou plochou paprsku /9/.

Osová rychlost čela paprsku klesá úměrně se vzdáleností od vstřikovací trysky /11/.



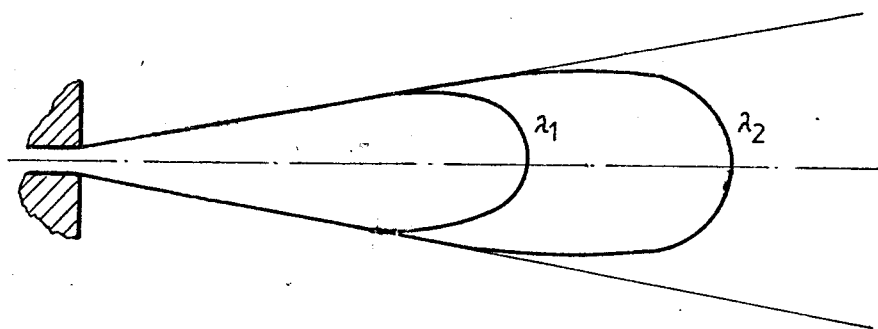
Obr. 4 Schéma rozložení rychlostí čela postupujícího paprsku

Ohřev kapek na teplotu varu a jejich odpařování spotřebuje teplo, které se odebírá z prostředí okolo kapek. Teplota tohoto prostředí závisí na teplotě vzduchu na konci kompresního zdvihu, na množství zbylých splodin hoření, na teplotě stěn spalovacího prostoru a na poloze místa v paprsku, kde se kapka odpařuje /9/.

Odpařování kapiček paliva probíhá podle /8/ ve třech stádiích.

- 1/ Teplota povrchu kapky je pod bodem varu paliva a dochází pouze k difúznímu vypařování nasyceného parového obalu. Tento výpar je však u těžších paliv zanedbatelný.
- 2/ Teplota povrchu kapky dosáhla bodu varu paliva. Tlak páry, který přesahuje tlak okolí, způsobuje její vytlačování do okolního prostoru.

3/ Kapku paliva začíná obklopotvat plamen vznícené směsi, v tomto stádiu probíhá vypařování nejrychleji. Palivové páry se nejdříve nacházejí blízko obvodu paprsku. Hmotnost par je v daném okamžiku tím větší, čím jemnější je rozprášení paliva, protože počet malých kapének se zvětší, vzrůstá tím i plocha povrchu pro odpařování. Koncentrace palivových par v příčném řezu se mění se vzdáleností od trysky a od středu paprsku. V ose paprsku je koncentrace největší a u obvodu nejmenší /9/. Z toho vyplývá, že v prostoru paprsku jsou plochy konstantních koncentrací.



Obr. 5 Paprsek paliva obsahuje plochy konstantního součinitele přebytku vzduchu

3.3 HOŘENÍ PALIVA

Průběh procesu spalování paliva je důležitý pro efektivní přeměnu energie, obsažené v palivu na využitelnou mechanickou práci.

Podnět pro hoření dává rozprášené palivo do spalovacího prostoru, jeho odpaření a promísení se vzduchem.

První vznícení nastává v oblasti nejvýhodnějších podmínek pro vznícení.

Teplota zapálení :

uvažujeme, že chemická reakce probíhá v hořlavé směsi v objemu V

rychlost této reakce je

$$\frac{dc}{d\tau} = f(p) \cdot e^{\left(\frac{-E}{RT}\right)}$$

c - koncentrace testované složky

τ - čas

E - aktivační energie

T - absolutní teplota

R - univerzální plynová konstanta

Výsledkem této reakce je množství uvolněného tepla v objemu V za jednotku času

$$\frac{dQ}{d\tau} = H_i \cdot \frac{dc}{d\tau} \cdot V = H \cdot V \cdot f(p) \cdot e^{\left(\frac{-E}{RT}\right)}$$

H - výhřevnost paliva

V - okamžitý objem

Toto uvolněné teplo způsobí, že teplota T_0 stoupne na teplotu T .

Odvod tepla se může popsat

$$\frac{dQ}{d\tau} = A(T - T_0)$$

K zapálení dojde ve chvíli, kdy uvolňování tepla a odvod tepla jsou v rovnováze.

Proto teplota zapálení nemůže být uvažována jako fyzikální

nebo chemická konstanta , ale záleží na daných okolno-
stech.

Obr. 6 ukazuje křivky uvolňování a odvodu tepla jako funkci
teploty.

Ke stabilnímu hoření dojde jestliže po zapálení směsi je
přívod tepla větší než odvod tepla, dokud není dosaženo
rovnováhy. Bod 1 souvisí s těmito podmínkami.

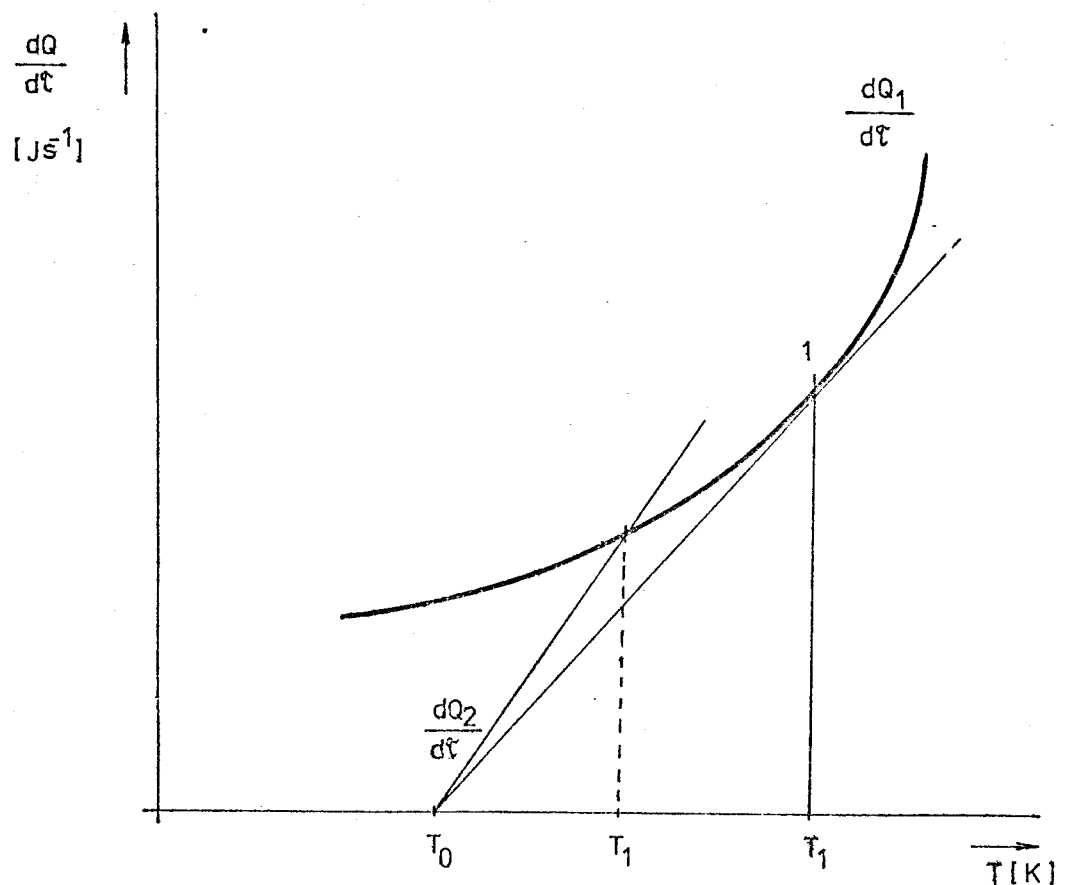
V tomto mezním případě platí :

$$\left(\frac{dQ_1}{dt} \right)_{T=T_1} = \left(\frac{dQ_2}{dt} \right)_{T=T_1}$$

a

$$\left(\frac{\partial}{\partial T} \cdot \frac{dQ_1}{dt} \right)_{T=T_1} = \left(\frac{\partial}{\partial T} \cdot \frac{dQ_2}{dt} \right)_{T=T_1}$$

Rovnost výdeje tepla a odvodu tepla a rovnost jejich deri-
vací



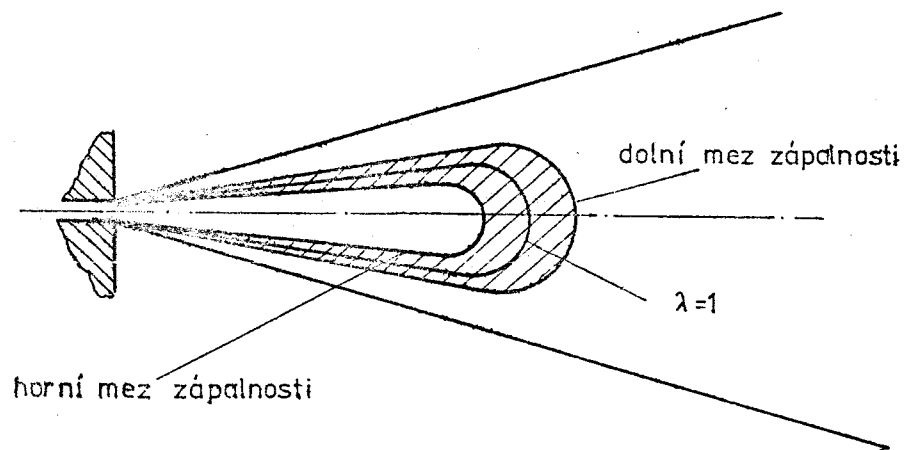
Obr. 6 Vývin, uvolňování tepla v závislosti na teplotě
směsi

Teplota zapálení

$$T_{\text{ign}} = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4RT_0}{E}}}{2 \frac{R}{E}}$$

/10/

Čas, který uplyne od začátku vstříku k výraznému projevu hoření, je průtah vznícení. Hoření se rozvíjí z místa vznícení dovnitř paprsku a zasahuje objem uzavřený mezi plochami zápalnosti směsi paliva se vzduchem. Tento objem je prvním ostrovem zapálené směsi ve spalovacím prostoru.



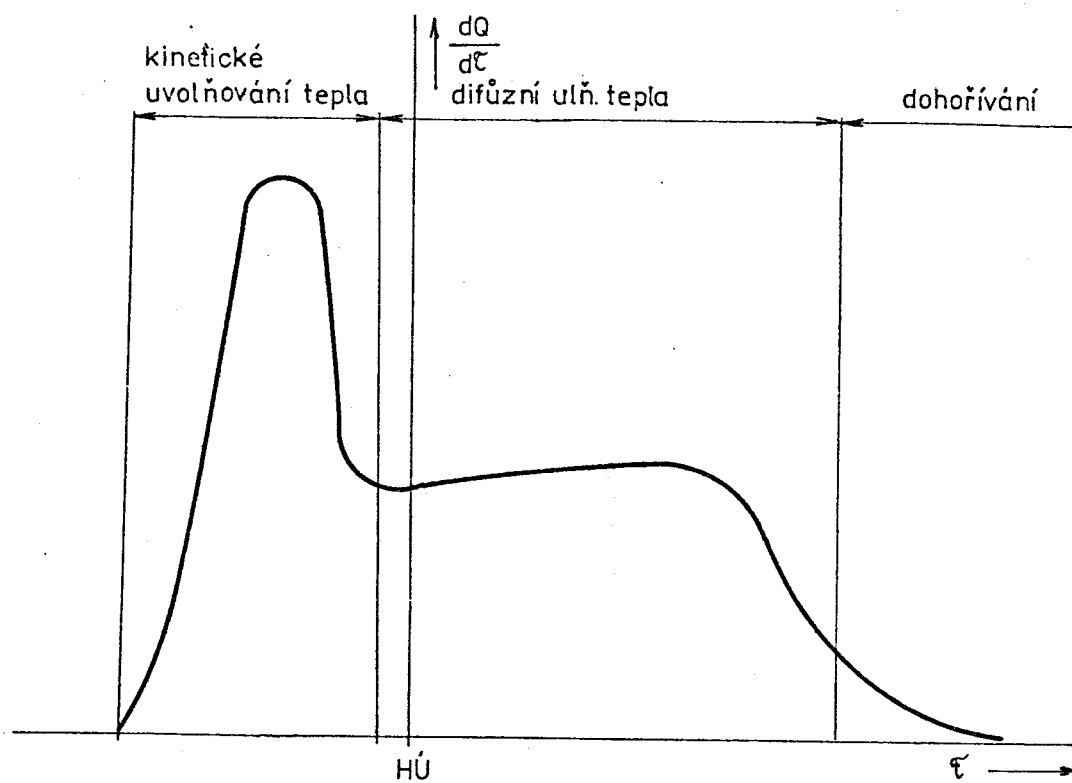
Obr. 7 Plocha stechiometrické směsi, směsi na mezi zápalnosti /9/

Hmotnost směsi, která postupně vstupuje do reakce, roste od vnějšího okraje paprsku k maximu a odtud klesá a na ose paprsku se blíží k nule. Reakční teplo směsi závisí na součiniteli přebytku vzduchu. Z toho vyplývá, že hoření začíná kinetickým hořením, které se projevuje prudkým vzrůstem tlaku ve spalovacím prostoru po prvním vznícení. /9/.

Kinetické hoření probíhá uvnitř paprsku v prostoru, který je omezen plochami mezních hodnot součinitelů přebytku vzduchu a čelem paprsku při doletu. Plamen se šíří rychleji na ploše ležící v blízkosti stechiometrické koncentrace, zde je také jakost hoření nejvyšší.

Tlak a teplota se v paprsku zvyšuje účinkem kinetického hoření a paprsek expanduje. Zároveň se však naplňuje spalínami a spalování postupně přechází do oblasti "turbulentního" kinetického hoření.

Vývin tepla má pak průběh podle obrázku 8.



Obr. 8 Vývin tepla ve vznětovém motoru

Difúzní hoření se vyvíjí od prvního vznícení, jeho vliv postupně narůstá a rozhodujícím způsobem působí na vývin tepla po ukončení vstřiku.

Výraznou měrou hoření také ovlivňuje silná i slabá turbulence, ve které probíhá difúzní hoření. Z hlediska hoření je důležitější silná turbulence /9/.

Nutno podotknout, že palivo může hořet i v prostoru před horní mezí zápalnosti, kde se ještě vyskytuje ve stavu kapek. Hořlavá směs se vyskytuje nad jejich povrchem. Kapka je obklopena plamenem vznícené směsi, přijímá zvýšené množství tepla a velmi rychle se odpařuje.

4.0 METODA ZVIDITELNĚNÍ

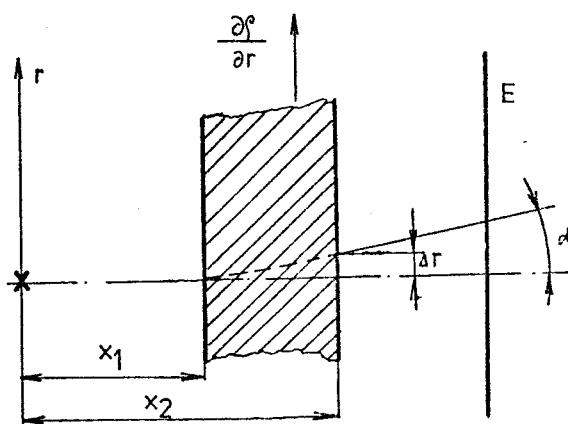
Při ověřování vlivu polohy spalovacího prostoru na parametry vznětového motoru byly voleny podmínky měření tak, aby byly srovnatelné se závěry získanými studiem hoření zviditelňováním.

Pro zviditelnění bylo použito metody označované jako "šlírování" / z německého die Schlieren - "šmouhy"/. Metoda využívá skutečnosti, že při průchodu paprsku z jednoho prostředí do druhého, dochází ke změně vlnové délky procházejícího paprsku, tím tedy i jeho rychlosti. // Změny optického prostředí jsou způsobeny změnou v rozložení hustoty zkoumaného media.

Tyto změny vedou ke změně indexu lomu světla. Metodika proto patří do skupiny t. zv. refrakčních. Informace o dějích, jež vyvolávají změnu indexu lomu světla, se získává z místních změn osvětlení zorného pole pozorovacího zařízení.

4.1 PRINCIP METODY

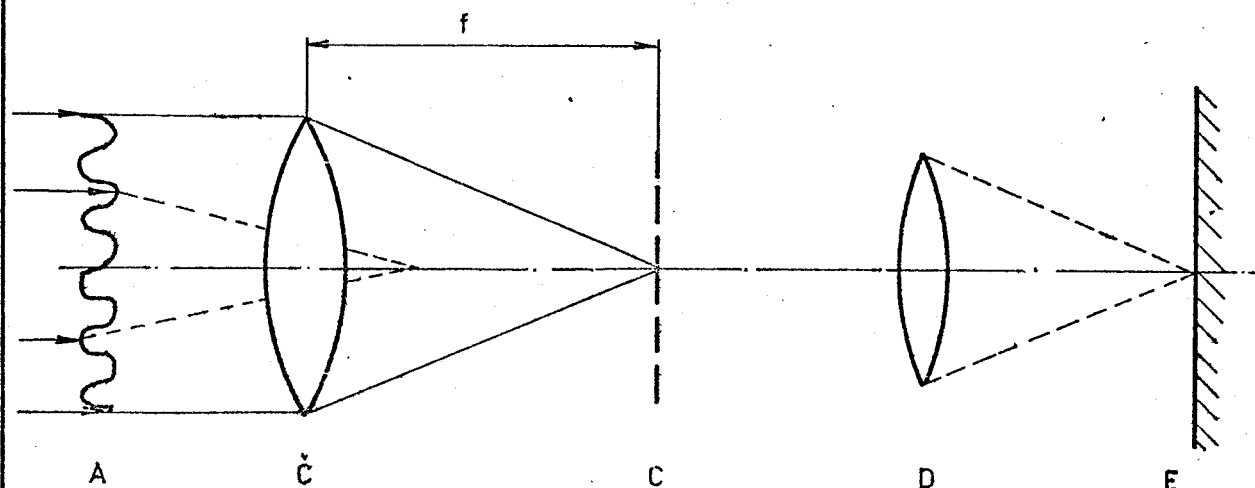
Prochází-li svazek rovnoběžných paprsků transparentní vrstvou spojitého media, např. vzduhu, jež vykazuje změnu hustoty - viz obr. 9 - dochází k jeho odklonu, jestliže ve vrstvě je gradient změny indexu lomu světla kolmý ke dráze paprsků.



Obr. 9 Schéma dráhy odkloněného paprsku

4.2 BAREVNÝ ZÁZNAM ZVIDITELNĚ - NÝCH DĚJŮ

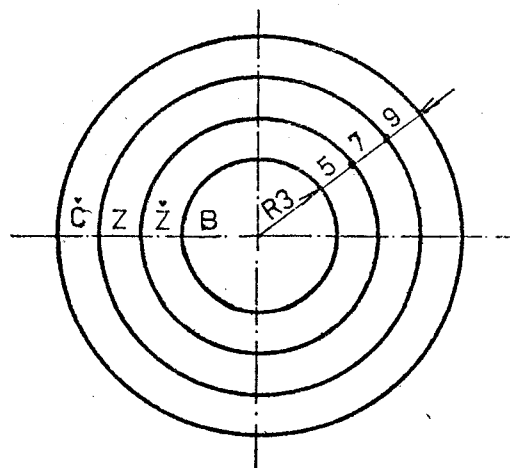
Při záznamu na barevný materiál bylo použito shodného uspořádání celého měřicího zařízení jako při záznamu na černobílý materiál, pouze místo nožového břítu byl použit barevný filtr. Nožový břit u předchozího uspořádání clo-nil všechny paprsky odkloněné směrem dolů, čímž se zvyšoval kontrast.



Obr. 10 S c h é m a zařízení

- A - zkoumaný prostor
- Č - šlírovací čočka
- C - barevný filtr
- D - projekční čočka
- E - matnice

Čočka Č je umístěna do svazku rovnoběžného světla a soustřeďuje rovnoběžné paprsky do svého ohniska ve vzdálenosti f . Čočka D, která je přes čočku Č zaostřena do zvolené roviny A, zobrazí virtuální obraz této roviny na matnici E. Dojde-li v měřicím prostoru v blízkosti roviny A k poruchám v rozložení hustoty kolmým na dráhu paprsku, dojde současně i k odklonu těchto paprsků. Tyto paprsky nedopadnou do ohniska a procházejí barevným filtrem ve vzdálenosti od optické osy, která je úměrná velikosti odklonu paprsků.



obr. 11 Schéma barevného filtru

- B - bezbarvý
- Ž - žlutý
- Z - zelený
- Č - červený

Při volbě barevného filtru podle obr. 11 jsou jednotlivé "šlíry" barevně odlišeny. Jednotlivé barvy jsou určeny velikostí odchylky procházejícího paprsku.

Toto uspořádání měřícího zařízení vede k dalšímu zpřesnění metody za předpokladu, že celá optická soustava bude dokonale tuhá a že nedojde k pohybu měřícího prostoru vzhledem k optické ose snímacího zařízení. Toho lze jen obtížně dosáhnout, protože objektem měření je náplň spalovacího prostoru vznětového motoru, který je v chodu a lze jen velmi těžko zamezit jeho vibraci. Dokonale tuhé upevnění snímacího zařízení je rovněž obtížně technicky proveditelné. Protože se při záznamu na barevný materiál nepodařilo zabránit pohybu snímaného objektu vůči snímacímu zařízení, jsou jednotlivé "šlíry" jen málo barevně odlišeny.

3.0 ZKUŠEBNÍ MOTOR

K ověření vlivu polohy spalovacího prostoru byl použit vznětový motor TATRA 120/130 s přímým vstřikem paliva. Tento motor byl smontován do původního stavu po demontáži zařízení, které bylo použito k zviditelnění dějů ve spalovacím prostoru. S tímto zařízením zůstaly na zkušebním jednoválci shodné tyto díly: vstřikovací čerpadlo, délka vstřikovacího potrubí, klikový mechanismus, mazací soustava. Ostatní díly byly rovněž shodné a zároveň v seriovém provedení: hlava válce, ventily, vstřikovací tryska, válec, pístní kroužky, sací a výfukové potrubí.

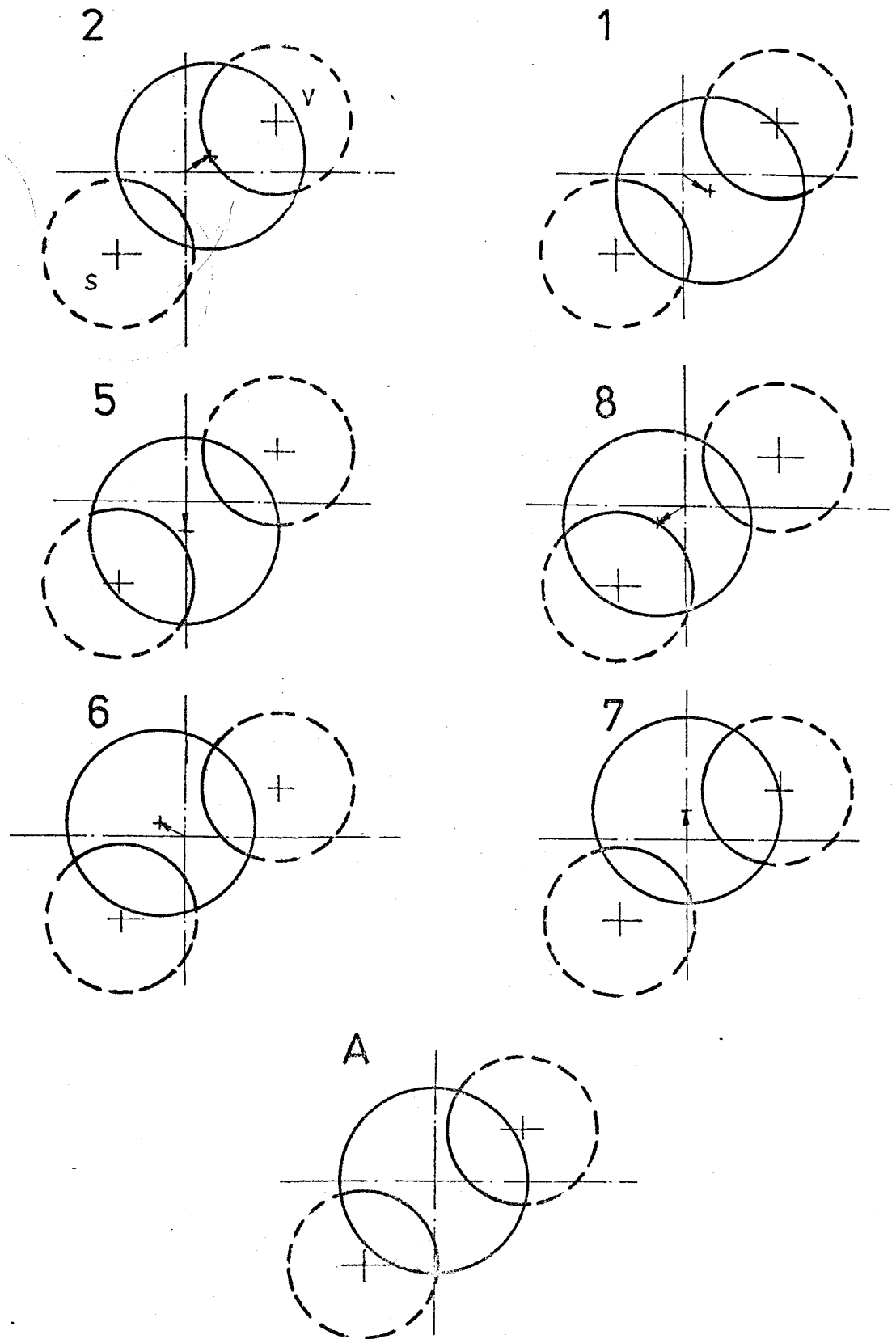


Obr. 12 Pohled na zkušební motor

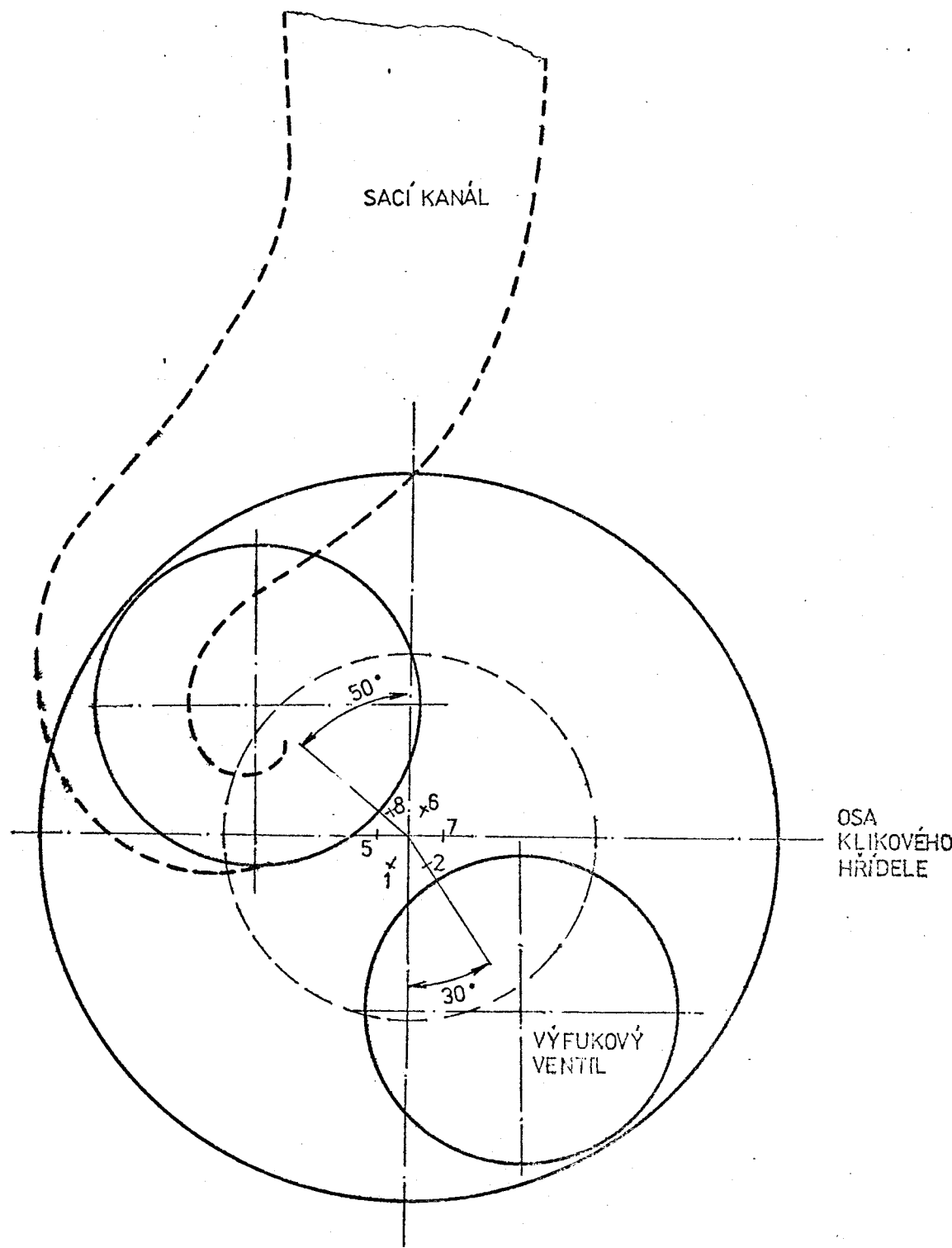
Jediný píst byl upraven vůči seriovému provedení tak, aby měl shodný tvar a rozměry spalovacího prostoru s měřicím zařízením a zároveň umožňoval změnu spalovacího prostoru a jeho umístění.

Píst /viz výkres A4-KSD-06-01/ má otočné dno se spalovacím prostorem, které je ve dvou provedeních s excentrickým spalovacím prostorem a se souosým spalovacím prostorem. Excentricita je opět shodná s předchozím měřením - 5mm. Dno pístu má osazení, které nám zaručuje souosost výměnného dna a tělesa pístu. Dno je zajištěno třemi šrouby umístěnými po 120° .

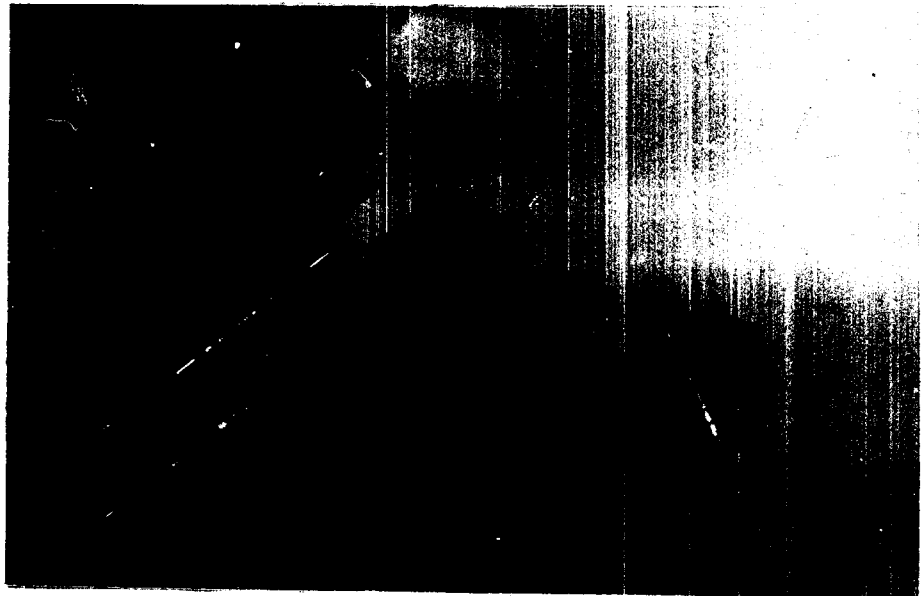
V tělese pístu je vyvrtáno 12 děr po 30° , což umožňuje nastavit spalovací prostor do požadovaných poloh, které byly totožné s /1/ /4/.



Obr. 13 Schéma poloh spalovacího prostoru



Obr. 14 Celkové uspořádání



obr. 15 Pohled na hlavu válce a píst se spalovacími prostory



Obr. 16 Pohled na píst se souesým spalovacím prostorem,
vpravo výměnný excentrický spalovací prostor

6.0 P O D M Í N K Y M Ě Ř E N Í

Zkušební jednoválcový motor byl uspořádán tak, že funkčně odpovídal předcházejícímu zviditelnění hoření refrakční clonkovou metodou.

Na motoru byl měněn pouze jediný parametr - poloha válcového spalovacího prostoru vzhledem k paprskům vstřikovaného paliva, sacím a výfukovým orgánům.

Body 2, 1, 5, 8, 6, 7, A na obrázku 14 jsou středy spalovacího prostoru ve zvolených polohách.

Předvstřík zůstával u všech uspořádání stejný, poloha otvorů vstřikovací trysky se rovněž neměnila. Měření byla provedená na prohřátém motoru na rozdíl od předchozího měření, kde úplné prohřátí motoru nebylo technicky proveditelné.

Z motoru byly snímány zatěžovací charakteristiky při 1000 ot/min. a bylo voleno pět dávek paliva. Otáčky motoru jsou rovněž shodné s předchozím měřením.

Předvstřík	26 ⁰
dávka : 1	78 /mm ³ /cykl/
2	72 /mm ³ /cykl/
3	66 /mm ³ /cykl/
4	60 /mm ³ /cykl/
5	54 /mm ³ /cykl/

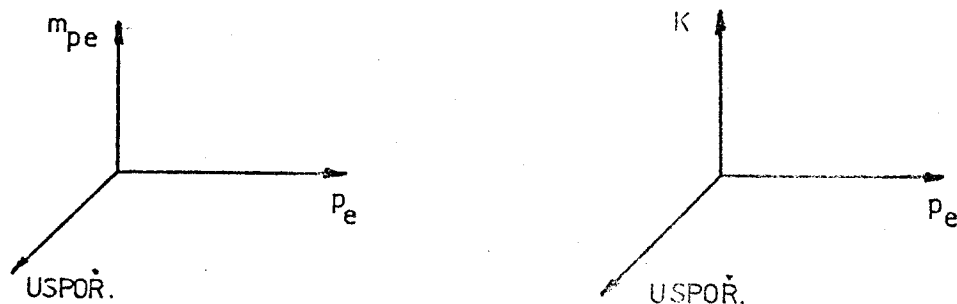
7.0 NAMĚŘENÉ HODNOTY

V následujících kapitolách jsou uvedeny tabulky, sestavené z naměřených a vypočtených hodnot získaných měření na zkušebním jednoválcovém motoru 120/130, jejich uspořádání do grafů a vyhodnocení.

USPOŘ.	číslo měření	M/Nm	t/100cm	K/°/	$\eta_{pe}/\%$ η_{kw}	P_c/MPa	$P_c/kW/$
2	1	55,5	178	66/67	283,7	0,474	5,81
	2	48,5	212	52/56	272,4	0,414	5,08
	3	42,5	243	39/36	271,3	0,363	4,45
	4	32,5	290	12/14	297,6	0,277	3,40
	5	18,5	334	4/4	452,8	0,158	1,94
1	1	58,5	177	69/61	270,7	0,500	6,12
	2	48,5	212	50/51	272,5	0,415	5,03
	3	41,0	244	33/36	280,0	0,350	4,29
	4	31,5	291	12/15	305,7	0,269	3,30
	5	17,0	337	5/4	489,1	0,145	1,78
5	1	57,0	180	63/62	273,0	0,487	5,97
	2	48,5	215	53/53	268,6	0,415	5,08
	3	43,0	253	37/35	276,8	0,342	4,19
	4	31,5	295	20/17	301,4	0,270	3,30
	5	18,3	385	6/5	396,9	0,157	1,92
8	1	61,5	178	62/59	285,9	0,525	6,44
	2	52,5	215	53/53	248,6	0,449	5,50
	3	44,0	251	37/36	253,7	0,376	4,61
	4	35,5	296	18/19	266,7	0,303	3,72
	5	23,0	382	4/5	318,9	0,196	2,41

USPOŘ.	číslo měření	m/Na/	t/100cm	K/V	m_{pe}/gWh	P_e/MPa	P_e/kW
6	1	55,0	178	70/55	294,3	0,470	5,76
	2	46,0	204	54/58	286,2	0,410	5,03
	3	41,0	236	43/42	289,6	0,350	4,29
	4	32,5	297	22/19	290,4	0,277	3,40
	5	18,0	377	6/7	412,9	0,159	1,89
7	1	60,5	181	59/60	251,7	0,526	6,44
	2	52,5	207	53/56	257,9	0,449	5,45
	3	46,0	240	40/43	253,8	0,393	4,82
	4	37,0	288	16/14	262,9	0,316	3,87
	5	23,0	285	4/6	316,5	0,167	2,41
A	1	60,5	178	61/60	260,2	0,517	6,34
	2	52,5	203	54/56	262,9	0,449	5,49
	3	48,0	227	42/42	257,2	0,413	5,03
	4	39,5	275	20/22	257,9	0,338	4,14
	5	27,0	355	3/6	292,4	0,231	2,83

Tyto naměřené hodnoty jsou uspořádány do prostorových grafů závislostí :



Obr. 17 Schéma závislosti