



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU 232 560

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)  
(23) Výstavní priorita  
(22) Přihlášeno 03 09 80  
(21) (PV 6001-80)

(11) (B1)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup> F 01 L 1/08

(40) Zveřejněno 17 07 84  
(45) Vydáno 01 01 87

(75)  
Autor vynálezu KOTOČ ŠTEFAN ing. CSc., PRAHA

(54) Vačka výfuková, zvláště přeplňovaného spalovacího motoru

Vynález se týká výfukové vačky, zvláště přeplňovaného spalovacího motoru, jejíž obvodová plocha je tvořena základním povrchem a pracovním povrchem, kterým je otevírán výfukový ventil válce spalovacího motoru.

Pracovní povrch je tvořen výfukovým pracovním povrchem pro výfukový zdvih ventilu a vyplachovacím pracovním povrchem pro vyplachovací a chladičí zdvih ventilu uskutečněný v době plnění válce spalovacího motoru, přičemž vyplachovací pracovní povrch má před svým vrcholem vzestupnou a za svým vrcholem sestupnou část. Spojnice vrcholů jejich pracovních povrchů se středem základní kružnice svírají mezi sebou úhel od 80° do 160°. Její pracovní povrchy jsou z obou stran spojeny základní kružnicí a nebo jedněmi svými boky spolu nad základní kružnicí.

Vynález se týká výfukové vačky, zvláště přeplňovaného spalovacího motoru, jejíž obvodová plocha je tvořena základním povrchem a pracovním povrchem, kterým je otevírán výfukový ventil válce spalovacího motoru.

U přeplňovaného pístového motoru je vyplachování válce plnicím vzduchem po dobu současného otevření sacího i výfukového ventilu energeticky v zásadě bezztrátové, protože se plnicí vzduch stačí cestou mezi válcem a turbínou v průtočných částech ohřát nad teplotu rovnovážného chodu turbodmychadla. Dokážeme-li dostatečně prodloužit dobu současného otevření sacího i výfukového ventilu se zajištěním také dostatečně velkých průtokových průřezů, můžeme dosáhnout kromě účinného vyplachování válce od zplodin hoření také účinného vnitřního chlazení tepelně namáhaných míst motoru, které dosud chladíme nikoliv bezprostředně v místech pronikání tepla, ale přes vzdálenější místa úniku tepla vnější chladicí soustavou.

Teplo odváděné vnější chladicí soustavou válce je mářeno odváděním tepla chladícím vzduchem od chladiče anebo chladících žebër vzduchem chlazeného motoru do ovzduší. Na odvádění tepla při takovém vnějším způsobu chlazení do ovzduší je vynakládán relativně velký výkon motoru, protože se chladicí vzduch nedostává do bezprostředního kontaktu s chlazenými místy, které by měly tak vysokou teplotu jako

například výfukový ventil, výfukový kanál v hlavě válců nebo spalovací prostor. Tepelné spády jsou přitom relativně malé, a proto je nutno pro odvádění daného množství tepla použít velkého množství vzduchu ventilátory, které mají značný příkon, a jsou navíc zdroji hluku.

Teplo odváděné vnitřním chlazením s pomocí nadbytku plnicího vzduchu při vyplachování turbodmychadlem není mařeno jako při vnějším způsobu chlazení, ale je využito na turbíně turbodmychadla. Celková účinnost vyráběných turbodmychadel je již dostatečně vysoká a teplota rovnovážného chodu, při které výkon turbíny dosahuje nebo přesahuje příkon kompresoru a tření, dovoluje získat bez energetických ztrát vyplachovací a chladicí vzduch již při jeho ohřátí cca 350 °C a výše. To znamená, že při vnitřním chlazení motoru může být vyplachovací a chladicí vzduch energeticky nejen reálně soběstačným, ale může být i zdrojem dodatečného užitého výkonu motoru. Tento užitečný výkon by bylo možno získat buď zmenšením tlakového spádu na straně turbíny, anebo mechanickým převodem energie z hřídele turbodmychadla na klikový hřídel, což ale závisí na poměru vnitřního a vnějšího chlazení motoru a na absolutních hodnotách přebytku tepla na turbíně.

Vnitřní chlazení motoru může být zvláště účinné při použití mezichladiče plnicího vzduchu, kterým se tepelný spád vnitřního chlazení dále zvýší. Celkové množství vzduchu potřebné pro vyplachování a účinné vnitřní chlazení motoru může být přitom jen zlomkem toho množství vzduchu, které by bylo zapotřebí pro odvedení stejného množství tepla cestou vnějšího chlazení.

Dokonalé vyplachování válce od zplodin hoření má pozi-

tivní vliv také na omezení tvorby škodlivých exhalací motoru.

Všech uvedených výhod vyplachování a vnitřního chlazení motoru lze dosáhnout s použitím dosud známých tvarů výfukových vaček jen v nepatrné míře. Tyto vačky umožňují současné otevření sacího i výfukového ventilu jen pro velmi krátkou dobu, případně jen s velmi malými průtokovými průřezy vzhledem k tomu, že talíře ventilů by jinak zasahovaly do dráhy pístu, který se přitom pohybuje v poloze okolo horní úvratě. Při hlubším zapouštění talířů ventilů do pístu anebo do hlavy válce, což je jediným dosud známým způsobem intenzifikace vyplachování a vnitřního chlazení, dochází ke značnému zhoršení průběhu tvoření směsi a spalování ve válci a ke ztrátovému víření vlivem těchto otvorů, které zhoršují aerodynamiku proudění náplně válce a zvětšují povrch přestupu tepla, případně i přímo zasahují do spalovacího prostoru. Pro takovou cenu zhoršení průběhu spalování, tvorby škodlivin a nevratných aerodynamických ztrát je intenzifikace vyplachování a vnitřního chlazení válce dosud pokládána za nežádoucí. Kromě toho, při dlouhotrvajícím současném otevření výfukových i sacích ventilů v oblasti horní úvratě pístu se zhoršuje startovatelnost motoru a jeho celková spolehlivost vzhledem k tomu, že při stojící turbíně je do válce nasáván jak vzduch z plnicí soustavy, tak i zplodiny hoření z výfuku, spouštění motoru je pak nutně obtížné, hlavně za studena.

Při použití vaček výfukových s prodlouženou dobou výběhu, po kterou je ventil nepatrně pootevřen, jak je patrné z francouzského patentu č. 2805399, sice není nutno ventil zapouštět do pístu, ale lze tak dosáhnout jen velmi malých průtočných průřezů, a tedy malého efektu vnitřního chlazení, kromě toho při takovém konstantním pootevření ne-

může ventil správně reagovat změnou průtokových průřezů na velikost tlakové vlny v potrubí. Průtokový průřez ventilu při takové vačce je stejně velký při kladné, jakož i při záporné tlakové vlně o vysokém, respektive nízkém tlaku v potrubí a namísto vyplachování může dojít naopak ke zpětnému plnění válce spaliny.

Cílem vynálezu je vytvoření výfukové vačky, která by zajišťovala účinné vyplachování a vnitřní chlazení spalovacího motoru, aniž by měla negativní vliv na vytváření škodlivých exhalací a zhoršení startovatelnosti.

Podstata výfukové vačky podle vynálezu spočívá v tom, že pracovní povrch je tvořen výfukovým pracovním povrchem pro výfukový zdvih ventilu a vyplachovacím pracovním povrchem pro vyplachovací a chladicí zdvih ventilu uskutečněný v době plnění válce spalovacího motoru, přičemž vyplachovací pracovní povrch má před svým vrcholem vzestupnou a za svým vrcholem sestupnou část. Spojnice vrcholů jejich pracovních povrchů se středem základní kružnice svírají mezi sebou úhel v rozmezí od  $80^{\circ}$  do  $160^{\circ}$ . Pracovní povrchy vačky jsou z obou stran spojeny se základní kružnicí a nebo jedněmi svými boky spolu nad základní kružnicí. Vačka může obsahovat alespoň dva vyplachovací pracovní povrchy.

Použití vačky výfukové podle tohoto vynálezu u přeplňovaného pístového spalovacího motoru dovolí podstatně zlepšit jeho charakteristiky, zejména výkon, hluk a hospodárnost bez zhoršení jiných parametrů, jako akcelerací nebo zatěžovací charakteristiky. Tyto výhody plynou především z omezení potřeby méně účinného vnějšího chlazení motoru s použitím vysoce dimenzovaných prvků chladicí soustavy, a tím i z omezení potřebného příkonu ventilátoru, dále z možnosti

využít teplo odváděné z válců, na turbíně turbodmychadla.

Použití vačky výfukové podle vynálezu dovolí podstatně zlepšit vlastnosti zejména u vzduchem chlazeného přeplňovaného motoru, u kterého jsou jinak velmi omezené možnosti chlazení hlavy válců, hlavně kritických míst v oblasti mezi ventilovými sedly. Tato kritická místa mohou být snadno a účinně chlazena a spolu s dalšími místy, které je nutno jinak velmi nevýhodně chladiť olejem, nebudou překážkou pro dosažení vyšších středních užitečných tlaků.

Použití vačky výfukové podle vynálezu dovolí snížit teploty výfukového ventilu, vstřikovací trysky, hlavy válce a také pístu, čímž umožní zvýšit spolehlivost a životnost motoru. Současně dovolí snížit nároky na materiál výfukového ventilu a pravděpodobně též na spotřebu nedostatkové mědi zmenšením chladiče motoru.

Všech uvedených výhod je při použití vačky výfukové podle vynálezu dosaženo prakticky bez vynaložení jakýchkoliv dodatečných nákladů vzhledem k tomu, že náklady na zhotovení vačkových hřídelů s dosud známými a zde navrženými tvary vaček jsou shodné. Použití těchto vaček nevyžaduje ani velkých úprav na straně turbodmychadla.

Příklad provedení výfukové vačky podle vynálezu je schematicky znázorněn na přiložených výkresech, kde obr. 1 znázorňuje známé provedení výfukové vačky, obr. 2 její zdvihový diagram a obr. 3 schéma časování rozvodu podle obr. 2, obr. 4 znázorňuje výfukovou vačku podle vynálezu, obr. 5 její zdvihový diagram a obr. 6 schéma časování rozvodu podle obr. 5, obr. 7 znázorňuje alternativní provedení výfukové vačky podle vynálezu, obr. 8 její zdvihový diagram a obr. 9 časování rozvodu podle obr. 8.

Výfuková vačka podle vynálezu má obvodovou plochu, kte-

rá přichází přímo nebo přes převodový mechanismus do styku s ventilem, tvořenou základním povrchem sledujícím základní kružnici, výfukovým pracovním povrchem A a vyplachovacím pracovním povrchem B. Výfukový pracovní povrch A otevírá výfukový ventil při výfukové fázi spalovacího motoru, a to v okamžiku VO1 poblíž dolní úvratě DÚ pístu, a zavírá výfukový ventil v okamžiku VZ1 poblíž horní úvratě HÚ. Poblíž dolní úvratě otevírá v okamžiku SO sací ventil, který zavírá v okamžiku SZ poblíž dolní úvratě DÚ pístu. V době otevření sacího ventilu otevírá vyplachovací pracovní povrch B výfukový ventil v okamžiku VOZ a zavírá v okamžiku VZ2.

U provedení výfukové vačky podle obr. 3 jsou pracovní povrchy A, B spojeny jedněmi svými boky nad základní kružnicí, takže tato vačka otevírá výfukový ventil v okamžiku VO kolem dolní úvratě DÚ a úplně zavírá tento ventil v okamžiku VZ poblíž následující dolní úvratě DÚ.

Spojnice vrcholů pracovních povrchů A, B se středem základní kružnice svírají mezi sebou úhel v rozmezí  $80^{\circ}$  do  $160^{\circ}$ .

U vačky podle vynálezu je možno vytvořit více než jeden vyplachovací <sup>pracovní</sup> povrch B, který otevírá výfukový ventil v době plnění válce vícekrát.

Při použití výfukové vačky podle vynálezu výfukový ventil vykonává dva pracovní zdvihy. První, odpovídající dosud známému provedení vačky se začátkem otevírání VO1 na konci zdvihu expance a zavírání VZ1 v okolí horní úvratě pístu HÚ na konci jeho výfukového zdvihu, druhý, nově zavedený vačkou podle vynálezu, se začátkem otevírání VO2 po uzavření výfukového ventilu v době plnění válce a se zavíráním VZ2 taktéž v době plnění válce ve fázi začátku

komprese. Těmito dvěma zdvihy výfukového ventilu je zabezpečen jednak dosud známý průběh pístového výfuku spalin, ale také dostatečně účinný další proces vyplachování a vnitřního chlazení tepelně namáhaných míst motoru. Po dobu plnění válce je dostatečně dlouhá doba pro zajištění poměrně vysokého druhého zdvihu výfukového ventilu, srovnatelného s hlavním prvním zdvihem a omezeného prakticky jen nejmenším dovoleným poloměrem zakřivení vrcholu na vyplachovacím pracovním povrchu B vačky. Začátek druhého zdvihu výfukového ventilu může být stanoven z podmínky kolize ventilu a pístem a z hlediska spouštění motoru za studena. Obě podmínky mohou být při použití vačky výfukové podle vynálezu snadno splněny.

Použití výfukové vačky podle vynálezu dovolí kromě uvedených výše výhod zmenšit současné otevření sacího a výfukového ventilu v oblasti horní úvratě pístu, což zlepší spouštění motoru. Kromě toho zdokonalí samotné proudění spalin turbínou v době mezi tlakovými špičkami impulsů vycházejících od jednotlivých válců, kdy při dosud známém provedení klesá tlak před turbínou hluboko pod střední rovnovážný tlak, turbína, zejména centripetální, dostává se periodicky do kompresorového režimu práce a celková účinnost je tím snížena. Proces vyplachování a vnitřního chlazení má příznivý vliv nejen na stacionaritu proudění v této nízkotlaké oblasti výfukových impulsů, ale může učinit turbínu také méně citlivou na uspořádání válců do vstupního sběrače - lopatkové mříže.

Při použití výfukové vačky podle vynálezu lze snadno čelit nepříznivému vlivu pozitivní tlakové vlny v potrubí na vyplachování tím, že může být ventil po dobu jeho působení uzavřen nebo jen pootevřen. Vyplachovací pracovní povrch B výfukové vačky může tedy být dalším prostředkem pro



vyladění charakteristiky motoru podle zadaných pracovních podmínek.

Při omezených nárocích na startovatelnost motoru nemusí být první zdvih výfukového ventilu zcela ukončen jeho úplným uzavřením a druhý zdvih pak může začít současně se vzdalováním pístu od úvratě, jak je znázorněno na obr. 3, kde je uveden rovněž odpovídající diagram časování.

## P Ř E D M Ě T   V Y N Á L E Z U

232 560

1. Vačka výfuková, zvláště přepíňovaného spalovacího motoru, jejíž obvodová plocha je tvořena základním povrchem a pracovním povrchem, kterým je otevírán výfukový ventil válce spalovacího motoru, v y z n a č e n á t í m, že pracovní povrch je tvořen výfukovým pracovním povrchem (A) pro výfukový zdvih ventilu a vyplachovacím pracovním povrchem (B) pro vyplachovací a chladicí zdvih ventilu uskutečněný v době plnění válce spalovacího motoru, přičemž vyplachovací pracovní povrch (B) má před svým vrcholem vzestupnou a za svým vrcholem sestupnou část.

2. Vačka výfuková podle bodu 1, v y z n a č e n á t í m, že spojnice vrcholů jejich pracovních povrchů (A,B) se středem základní kružnice svírají mezi sebou úhel v rozmezí od  $80^{\circ}$  do  $160^{\circ}$ .

3. Vačka výfuková podle bodů 1 a 2, v y z n a č e - n á t í m, že její pracovní povrchy (A , B) jsou z obou stran spojeny základní kružnicí.

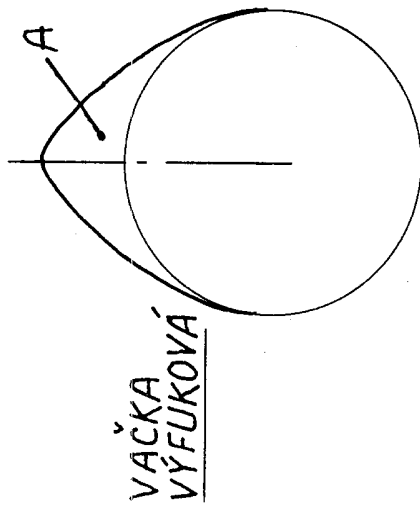
4. Vačka výfuková podle bodů 1 a 2, v y z n a č e -

n á t í m, že její pracovní povrchy (A, B) jsou spojeny jedněmi svými boky nad základní kružnicí.

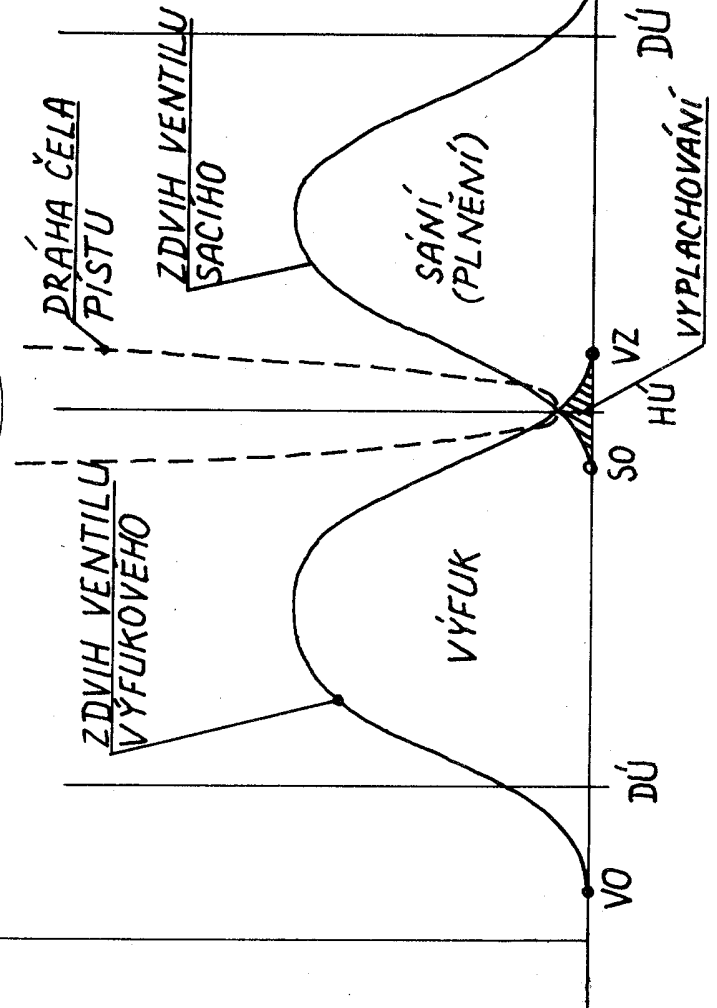
5. Vačka výfuková podle bodů 1 až 4, v y z n a č e -  
n á t í m, že obsahuje alespoň dva vyplachovací pracovní povrchy (B).

3 výkresy

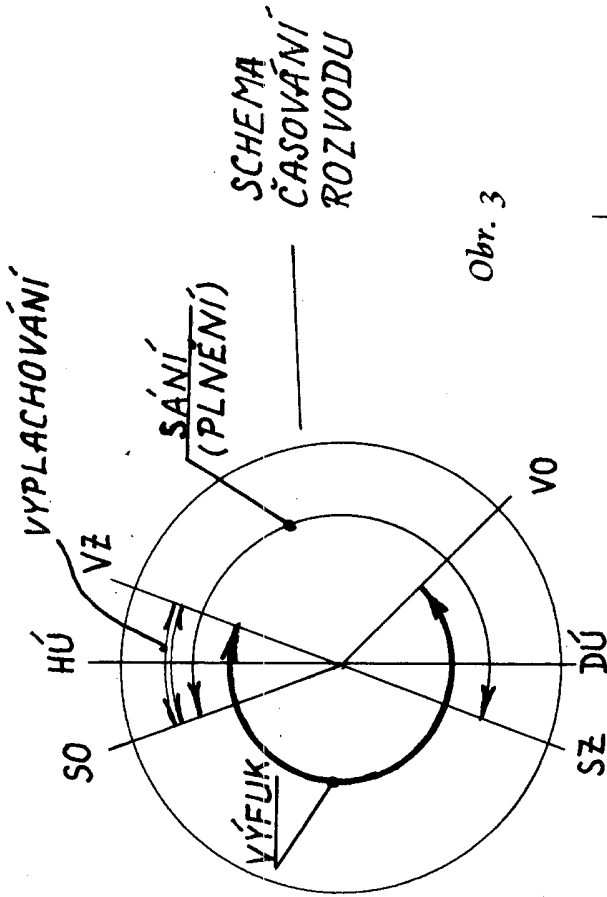
Obr. 1



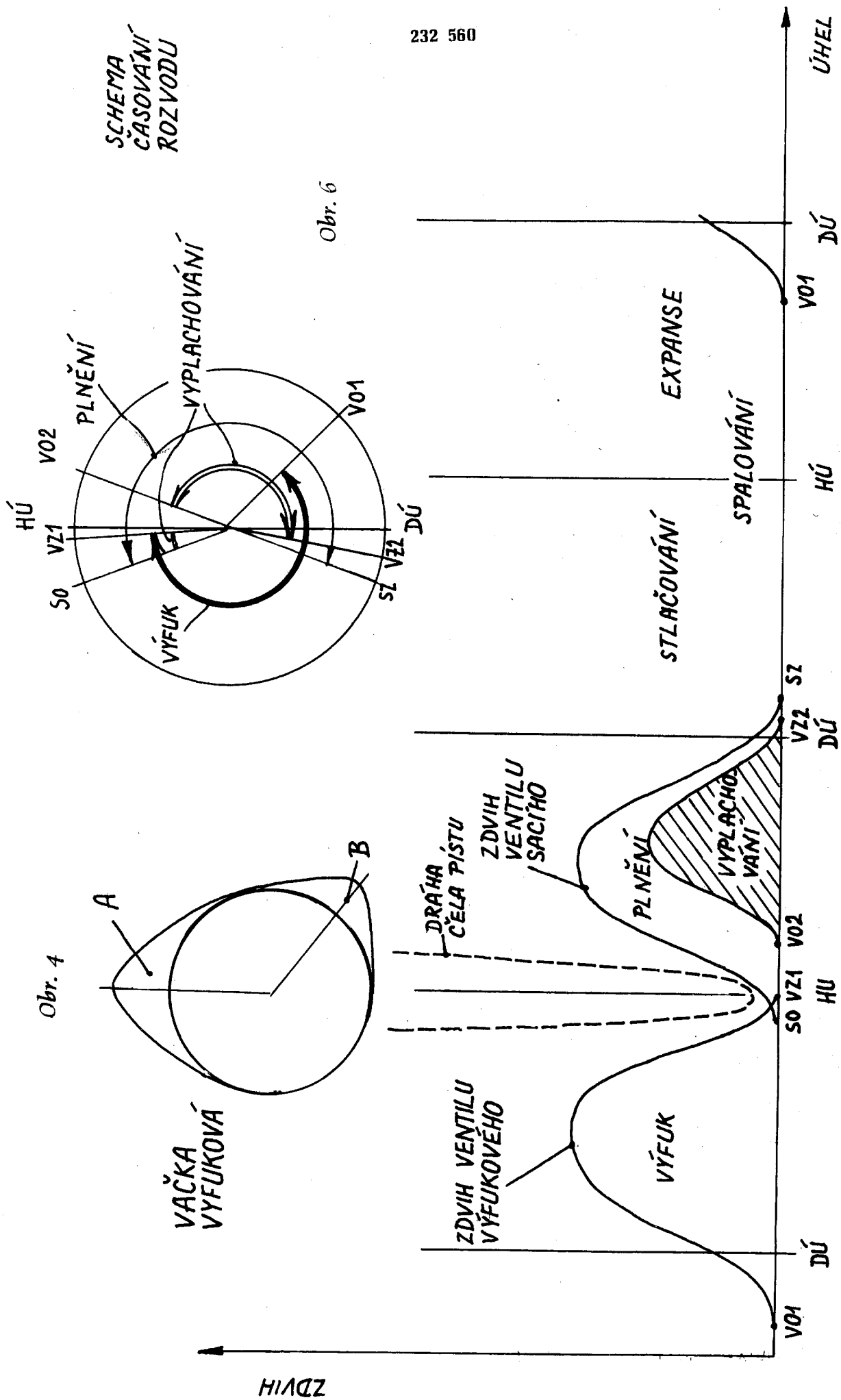
ZDVIH



Obr. 3

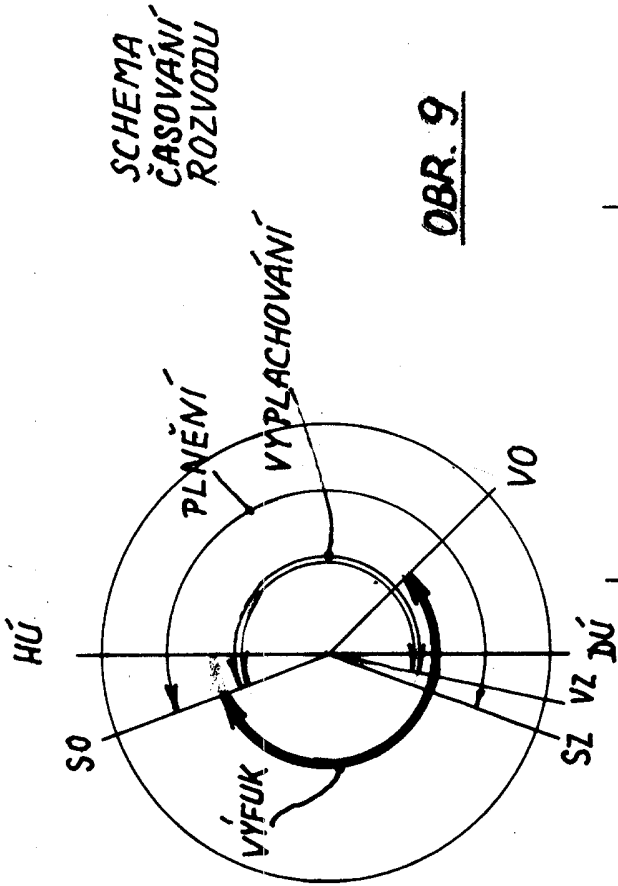
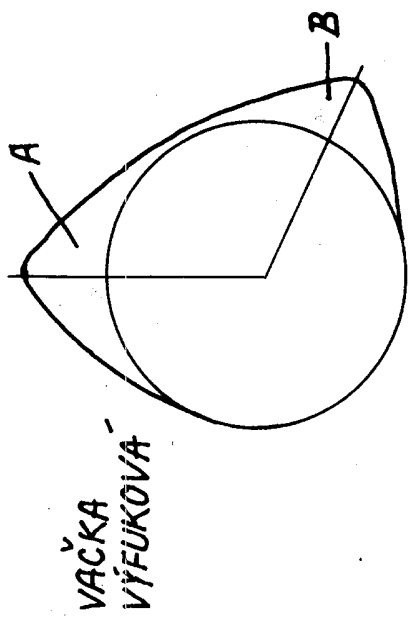


SCHEMA  
ČASOVÁNÍ  
ROZVODU

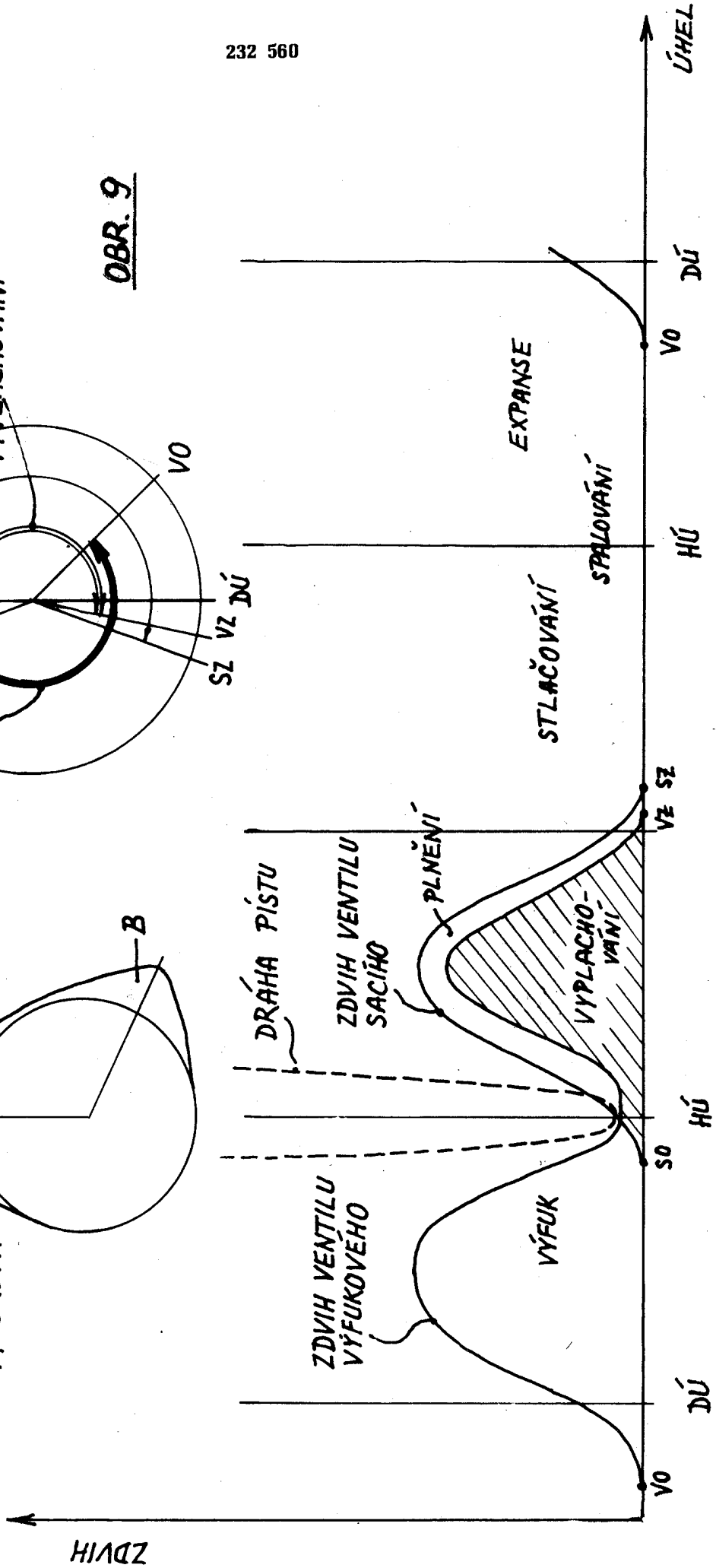


Obr. 5

Obr. 7



OBR. 9



Obr. 8