

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Ferdinand Pietsch

O motorech explosivních. [III.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 38 (1909), No. 3, 338--355

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/120856>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1909

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

O motorech explosivních.

Napsal Dr. Ferd. Pietsch.

(Dokončení.)

Motory pro palivo kapalné.

(Motory olejové.)

K pohonu motorů nejlépe hodí se destillační produkty nafty (největší prameny evropské v Baku). Nafta skládá se z celé řady uhlovodíků, z nichž některé jsou kapaliny, některé hmoty polotuhé. V rafineriích oddělují se destilací uhlovodíky prchavé tudíž také snadno zápalné a uhlovodíky mazlavé těžce spalitelné; kapalina, jež zbývá, jest nám známý petrolej ke svícení. Jest to kapalina málo prchavá a nechytne tudíž od zápalky jako líh. Ony prchavé uhlovodíky, jež k vůli své snadné zápalnosti by byly v petroleji na závadu, dají se velmi dobře užítkovati v motorech.

Produkty destillace nafty jsou tyto:

1. gasolin, benzin, ligroin, kapaliny prchavé, jichž bod varu leží asi mezi 65° — 150° , hustota 0,67—0,72;
2. petrolej ke svícení s bodem varu od 150° — 300° o hustotě 0,78—0,85;
3. oleje těžké, sloužící k mazání o hustotě 0,86—0,9.

Gasolin, benzin, ligroin, petrolej dají se užítí ku pohonu motorů.

Další kapalina jest líh ethylnatý, vznikající při kvašení ($C_2H_6O_{12}$), vaří se při 78° , jest vždy částečně smíšen s vodou, což má vliv jednak na jeho zápalnost i teplo spalné.

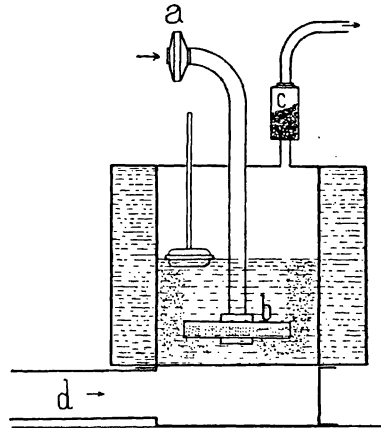
Kamenouhelný dehet jest také zdrojem kapalin hodících se pro pohon motorů. Destilací dostáváme benzol o hustotě 0,86 a ergin o něco hustší však méně prchavý.

U některých motorů, u kterých lze docíliti dokonalého spálení lze užítí také nafty surové, docela i odpadků naftových masut zvaných, ano i destillačních produktů hnědouhelných dehtů jako oleje parafinového.

Vyjmenujme ještě všechny kapaliny seřazené dle prchavosti s jich teplem spalným:

Gasolin	spalné teplo	10.000	kal.
benzin	" "	10.000	"
ligroin	" "	10.000	"
benzol	" "	9500	"
ergin	" "	10.000	"
líh	" "	4800 – 7000	" (dle obsahu vody)
petrolej	" "	9050	"

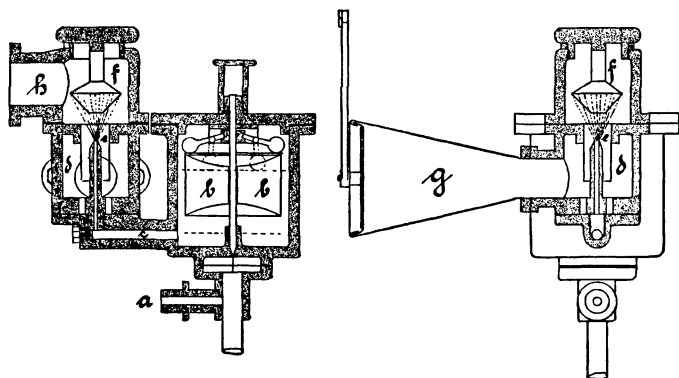
Chceme-li užíti kapaliny v motoru, musíme ji proměnit v páry, tyto smísiti v patřičném poměru se vzduchem a ve válci komprimovanou směs zapáliti. Proto nutno opatřiti motor t. zv. karburátorem. Ostatně neliší se motory olejové stavbou svou nijak od motorů plynových.



Obr. 10.

Karburátorů máme dva druhy, ssací a rozprašovací. Ssacího karburátoru lze užíti jen u kapalin, jež snadno prchají majíce nízký bod varu. Takovýto ssací karburátor naznačen jest na obr. 10. V nádobě s dvojitými stěnami, mezi nimiž nalézá se teplá voda, uzavřen jest benzin. Do něho zasahuje roura ssací, do níž vniká vzduch filtrem *a* a cedníkem *b* vystupuje v bublinkách do benzínu. Vzduch parami benzinovými nasycený odchází přes hrubý písek v nádobě *c* uzavřený a přes ventil zpětně se zavírající ku ventilu vpouštěcímu. Pískem i ventilem zabraňuje se vniknutí plamene zpět.

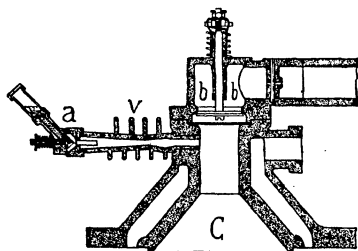
Lépe se osvědčují karburatory rozprašovací. Toho druhu přístroj vidíme na obraze 11. *a*, *b*. Otvorem *a* vchází z nádržky kapalina, jež plovacem *b* regulovaným udržována jest stále ve stejné výši. Rourkou *c* přichází kapalina do trubky úzkým otvorem zakončené *e*, naproti níž umístěn jest kužel *f*. Při nassávání se zmenší tlak v komoře *d* a kapalina tenkým pramenkem vytryskujíc tříští se o kužel *f* a vypaří se unikajíc v podobě páry smíšena se vzduchem rourou *h* do válce. Vzduch přichází nassávací nálevkou *g* (viz obr. *b*) a jeho přítok lze regulovati.



Obr. 11.

Mimo to provádí se tvoření se par ve splynovačích různých tvarů; splynovač mívá ku př. podobu nádoby prostoupené rourami, jimiž unikající plyny výfukové kapalinu zahřívají a ji v páry proměňují. Jedná-li se o petrolej, jenž je málo prchavý, je nutno jej zahřívati buď plyny výfukovými nebo plamenem. U některých motorů se petrolej silným tlakem rozstříkuje tak jemně, že utvoří mlhu, která pak snadno ve válci se v páry promění. Odpařovač plamenem zahříváný nám znázorňuje obr. 12. Výchřevné těleso žebrované *v* jest zahříváno zvenčí petrolejovou lampou, udržováno jsouc na teplotě 500° C. Petrolej vniká k ventilu rozprašovacímu *a*, jenž se při nassávání samočinně otevře, čímž vniká rozprašený petrolej do odpařovače měně se v páry. Ventilem druhým *b* žene se při nassávání vzduch tvořící s parami petroleje v hlavě válce *c*

směs zápalnou. K vypařování petroleje by stačila temperatura nízká přes 150° , zde však slouží odpařovač současně za zapalovač, neboť nahrazuje žhounčí trubku. Při tomto způsobu se horké páry petrolejové v poměrně chladném válci rády srážejí, zejména nemá-li směs složení správné. Kdyby se zvýšila temperatura válce, pak by se začal olej píst mazací také vypařovati a stroj by se zastavil. Abychom znečišťování válce nespálenými parami petrolejovými zamezili, spalujeme raději petrolej na mlhu rozprašený. Nejdokonalejší motor petrolejový, kde petrolej se jemně rozprašuje a spaluje, jest motor Dieselův, jenž je po stránce konstruktivní i theoretické tak zajímavý, že jej tuto stručně popíšeme.



Obr. 12.

Liší se od dosavadních motorů tím, že *vzduch samotný* (bez par) se velmi silně komprimuje až přes 30 atm. oproti 5—8 atmosférám u strojů jiných. Mocným stlačením zahřeje se vzduch na temperaturu $600^{\circ} C$. Do tohoto horkého vzduchu rozprašuje se velkým tlakem petrolej a to ponaáhlu, který v horkém vzduchu pak dokonale se spaluje. Látka zápalná nevzplane zde najednou, nýbrž hoří po určitou dobu, během které již píst ustupuje. Tím se způsobí, že po dobu vstřikování kapaliny zůstává tlak nezměněný. Není zde náhlého stoupnutí tlaku, jako u motorů jiných kde tlak v okamžiku výbuchu stoupne z 5 až 8 atm. na 20 i více. Petrolej žene se do rozprašovače tlakem 50 atm., neboť ve válci panuje tlak 30 atm. Vzduch, jímž se petrolej vyhání, uzavřen jest v ocelové bombě, do níž se pumpou stále načerpává. Motor Dieselův honosí se mnohými přednostmi. V horkém stlačeném vzduchu spalují se

látky tak dokonale, že lze užívat nejen petroleje, nýbrž i surové nafty, odpadků naftových, oleje parafinového a j. Není třeba ani karburatoru ani předhříváče, neboť se vše spaluje přímo ve válci. Zapalování se děje samočinně kompressí, zapalovadlo tedy odpadá.

Při sestrojení motoru hleděl Diesel docílití ideálního procesu Carnotova (isothermický při adiabatickém zhuštění a zředění). Ovšem že se mu jen přiblížil. Využitkování tepla u tohoto motoru je velmi dokonalé. Neboť 35% tepla spálením získaného se promění v práci.

Nevýhody stroje jsou, že musí býti velmi massivně stavěn, musí býti opatřen těžkým setrvačnickem, rozměry klik a pák musí odpovídati ohromným tlakům vyskytujícím se ve válci. (Při průměru pístu 300 mm máme co činiti s tlaky kol 22.000 kg.) Tím stoupá ovšem i cena motoru.

Co se týče výloh při pohonu motorů olejových a vůbec explosivních, jest práce tím lacinější, čím větší motor pracuje a čím více jest zatížen. Uvedme příklady. Motor 10 KS spotřebuje na KS a hodinu 0·4 kg benzínu, což při ceně benzínu 40 K za 100 kg činí 1·60 K za hodinu. Při použití líhu, kteréhož prostředně veliký motor spotřebuje na KS a hodinu kol 0,5 l, bude nás státi pohon 10 KS motoru při ceně 24 K za 100 l za hodinu 1·20 K. Stejně jako benzínu spotřebuje se i benzolu; pohon však jest lacinější, obnáší pro týž případ při ceně 24 K za 100 kg 0·96 K. Často mísívá se až 30% benzolu do líhu.

Spotřeba petroleje bývá kol 0,5 kg na KS a hodinu, což při ceně petroleje za 100 kg 22 K u našeho motoru vede k výlohám za hodinu 1·10 K. Porovnejme to s výlohami pohonu motorů plynových. Motory plynové prostřední velikosti potřebují na KS a hodinu 0·5 m³ plynu prostřední jakosti, což při ceně 24 h za 1 m³ plynu obnáší při 10 KS motoru na hodinu 1·20 K. Při polovičním zatížení jest na KS a hodinu třeba již přes 0,7 m³, při zatížení 25% již 1 m³ na KS a hodinu. To znamená 0·84 K a 0·60 K za hodinu; v prvním případě pracoval 10 KS motor 5 K silami, v druhém 2,5 K silou. Vidíme, že pohon se stává drahým, není-li stroj plně zatížen. Nejlevnější pohon jeví se u motorů s plynem generátorovým.

U prostředních motorů se spotřebuje 0·65 *kg* anthracitu nebo 0·9 *kg* koksu na *KS* a hodinu. Tedy při našem 10 *KS* motoru bylo by třeba na hodinu 6·5 *kg* anthracitu nebo 9 *kg* koksu. Motory olejové hodí se jen pro maloprůmysl a nestavějí se velké.

Pro pohon větších strojů nelze užítí ani kapaliny, ani svítíplynu, z důvodů praktických, neboť pohon byl by příliš drahý. Velké motory pohánějí se vesměs jen plyny generátorovými nebo plyny odpadovými z vysokých pecí nebo plyny, jež vznikají při výrobě dehtů. V generatorech lze pak zužitkovati anthracit, koks, hnědé uhlí a j.

Obraťme se nyní ku konstrukci strojů velikých.

Stavba motorů velikých.

Největší motor jednoválcový čtyřtaktový sestrojen byl společností Cockerill v Seraing v Belgii vedením francouzských inženýrů Delamare a Deboutteville r. 1899 a vystaven byl na výstavě pařížské r. 1900. Ku pohonu užilo se plynů odpadových z vysokých pecí. Effekt tohoto stroje obnáší 600 *KS*. Jelikož stroj jest jednostranně působící čtyřtaktový, musí míti rozměry v pravdě ohromné.

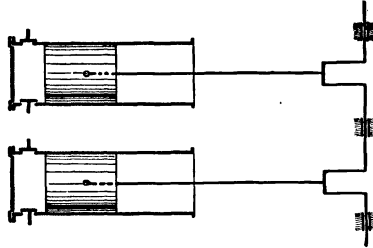
Průřez válce	1300 <i>mm</i> = 1 <i>m</i> 30 <i>cm</i>
Zdvih pístu	1400 <i>mm</i> = 1 <i>m</i> 40 <i>cm</i>
Průměr setrvačnicku	5000 <i>mm</i> = 5 <i>m</i>
Váha setrvačnicku	33.000 <i>kg</i>
Váha celého stroje	127.000 <i>kg</i> .

Z tohoto příkladu viděti, že stavba jednoválcových, čtyřtaktových motorů vede k ohromným rozměrům, zejména setrvačnicků. Proto hledí se rozměry zmenšiti několikerým způsobem, buď:

1. Kombinací čtyřtaktových válců.
2. Použitím oboustranně působících strojů.
3. Použitím dvoutaktových strojů.
4. Kombinací válců oboustranně působících i dvoutaktových.

Válce čtyřtaktové kombinujeme buď tak, že písty působí na tutéž osu po obou stranách setrvačnicku, nebo válce jsou

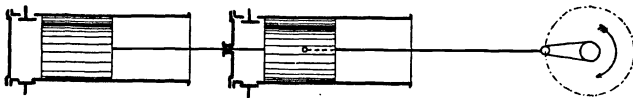
umístěny za sebou, majíce společné táhlo. V prvním případě máme stroj podvojný, obr. 13., v druhém stroj řadový — tandem zvaný, obr. 14.



Obr. 13.

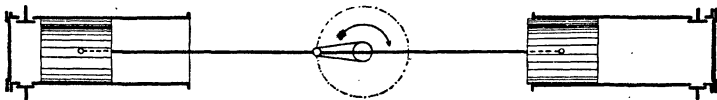
Pochod v obou válcích jest tento:

- | | | |
|----|-------------------|-------------------|
| | 1. Nassávání. | 3. <i>Výbuch.</i> |
| | 2. Stlačení. | 4. Výfuk. |
| I. | 3. <i>Výbuch.</i> | 1. Nassávání. |
| | 4. Výfuk. | 2. Stlačení. |
| | | II. |



Obr. 14.

Ze schematu je patrnó, že během čtyř taktů dva impulsy pracovní se uskuteční, tedy na obrátku jeden zdvih práci produkující. To působí větší pravidelnost chodu než při jednom válci čtyřtaktovém.

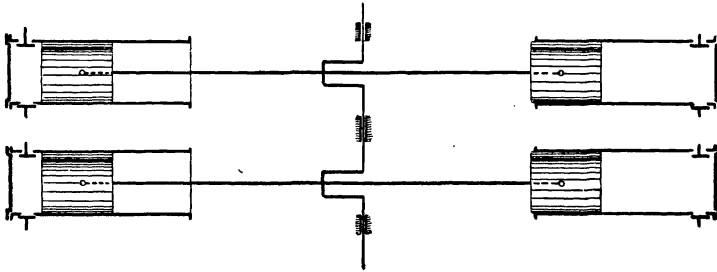


Obr. 15.

Taktěž se užívá dvou pístů protichůdných, jak vidno na schematu obr. 15. Pak práce obou pístů jeví se takto:

- | | | |
|----|-------------------|-------------------|
| | 1. Nassávání. | 2. Stlačení. |
| I. | 2. Stlačení. | 3. <i>Výbuch.</i> |
| | 3. <i>Výbuch.</i> | 4. Výfuk. |
| | 4. Výfuk. | 1. Nassávání. |
| | | II. |
| | | 3. <i>Výbuch.</i> |
| | | 4. Výfuk. |
| | | 1. Nassávání. |

Rozdíl oproti předešlému jeví se v tom, že impulsy pracovní následují bezprostředně za sebou, což působí menší pravidelnost chodu.



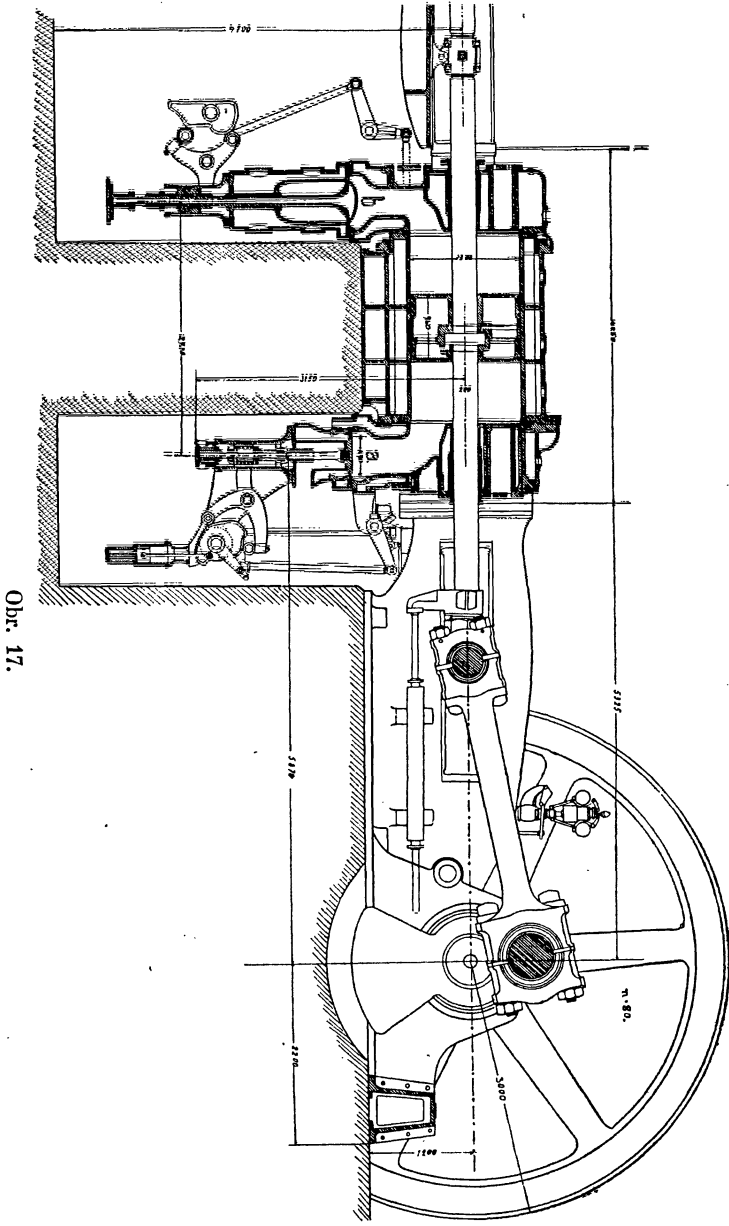
Obr. 16.

Konečně kombinujeme ještě čtyři válce, buď podvojně (obr. 16.) nebo dva tandem. Postup práce ve všech čtyřech válcích jest tento:

- | I. | II. | III. | IV. |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1. Nassávání. | 2. Stlačení. | 3. <i>Výbuch.</i> | 4. Výfuk. |
| 2. Stlačení. | 3. <i>Výbuch.</i> | 4. Výfuk. | 1. Nassávání. |
| 3. <i>Výbuch.</i> | 4. Výfuk. | 1. Nassávání. | 2. Stlačení. |
| 4. Výfuk. | 1. Nassávání. | 2. Stlačení. | 3. <i>Výbuch.</i> |

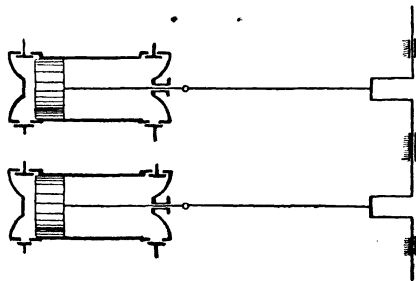
Na každý takt čili zdvih připadá impuls pracovní pokaždé ovšem v jiném válci. Takovýto stroj běží pak tak pravidelně jako stroj parní. Dle tohoto typu staví firma Deutz v Německu motory zvané Ottomotor. Do 250 *KS* užívá jednoho válce, při více dvou a při 1000 *KS* čtyř válců.

Až dosavad byl píst jednostranně působící, válec pak jen s jedné strany uzavřen. Při velkých strojích užívá se však také válce s obou stran uzavřeného, na obou stranách ventily opatřeného. Píst není již ponorný, nýbrž s obou stran působení plynů vystavený. Jelikož by se píst značně zahřál, jest dutý, a provrtaným táhlem pístu vede se do něho voda, jež shora



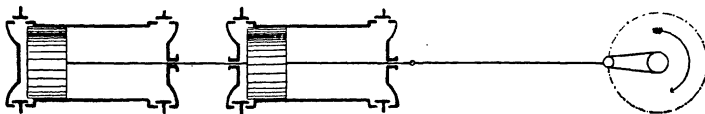
dolů kroužic jej stále ochlazuje, zaváděna jsouc tlakem až 3 atm. Postup práce v takovémto stroji jest tento:

- | Pravá | Levá |
|-------------------|-------------------|
| 1. Nassávání. | 2. Stlačení. |
| 2. Stlačení. | 3. <i>Výbuch.</i> |
| 3. <i>Výbuch.</i> | 4. Výfuk. |
| 4. Výfuk. | 1. Nassávání. |



Obr. 18.

Na čtyři takty připadají zde dva impulsy po sobě jdoucí. Dimense takového stroje jsou již poměrně menší, jak vidíme na obr. 17. Jest to stroj oboustranně působící o efektu 1500 *KS* systému Cockerill. Ve válci o průměru 1 m 30 cm pohybuje se dutý píst, jehož dutina spojena s dutinou táhla, majícího v průměru 28 cm. Vpouštěcí ventil má 47 cm v průměru, se-



Obr. 19.

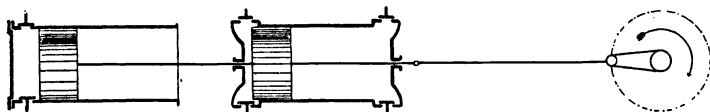
trvačník 6 m. Počet obrátek 85 na minutu. Vzpomeňme si, že týmiž rozměry se u čtyřtaktového docílilo efektu jen 600 *KS*. Také tyto válce lze kombinovati tak, že máme stroj buď podvojný nebo tandem (viz obr. 18. a 19.).

V tomto případě jest postup práce ve válcích tento:

I.		II.	
Pravá	Levá	Pravá	Levá
1. Nassáváníí.	2. Stlačení.	3. <i>Výbuch.</i>	4. Výfuk.
2. Stlačení.	3. <i>Výbuch.</i>	4. Výfuk.	1. Nassáváníí.
3. <i>Výbuch.</i>	4. Výfuk.	1. Nassáváníí.	2. Stlačení.
4. Výfuk.	1. Nassáváníí.	2. Stlačení.	3. <i>Výbuch.</i>

Vidíme, že zde docílíme již dvěma válci téhož, co dříve kombinací čtyř válců jsme dosáhli. Na každý takt jeden impuls.

Dle tohoto typu staví společnost Cockerill motory 3000 *KS* buď podvojně nebo tandem. Sdružíme-li dva tandem stroje, docílíme až 6000 *KS*, při čemž na každý takt připadají dva impulsy.



Obr. 20.

Podobně společnost pro stavbu strojů v Norimberce staví stroje o dvou válcích oboustranně působících a sice tandem od 2000 *KS*, dále stroje o čtyřech válcích dva a dva tandem, jichž síla jde na 3200, 3600 a 4000 *KS*. Francouzský inženýr Letombe kombinoval také válec dvojitě působící s válcem jednostranně působícím, obr. 20. Postup v obou válcích jest tento:

I.		II.	
Pravá	Levá		
1. Nassáváníí.	2. Stlačení.	4. Výfuk.	
2. Stlačení.	3. <i>Výbuch.</i>	1. Nassáváníí.	
3. <i>Výbuch.</i>	4. Výfuk.	2. Stlačení.	
4. Výfuk.	1. Nassáváníí.	3. <i>Výbuch.</i>	

Na čtyři takty připadá zde třé impulsů pracovních.

Takovéto stroje, u nichž ku př. na obou stranách pracují dva válce, tandem běží velice pravidelně, neboť mají dva impulsy na takt. Proto lze jich užití ku pohonu generatorů proudových. Několik závodů metallurgických jest poháněno takovými

stroji plynovými. Většina těchto strojů, jichž dnes velké množství hlavně v Německu a ve Francii jest instalováno, užívá plynů z vysokých pecí nebo plynu generatorového z anthracitu, koksu, lignitu a jiných paliv. Stroje tyto mají vzhled strojů parních s ventilovým rozvodem. Neboť válec je z obou stran uzavřen a rovnost chodu zaručena také křížovou hlavou.

Stroj dvoutaktový.

Stroje dvoutaktového počalo se užívati při velkých strojích od r. 1902. Od té doby se stále zdokonaluje a dnes vyskytuje se celkem ve dvou typech.

1. Typ Oeckelhäuser jednostranně působící.
2. Typ Körting oboustranně působící.

Dříve však než přejdeme k popisu těchto strojů, uvedme si na mysl nejjednodušší typ dvoutaktu znázorněného na obr. 21.

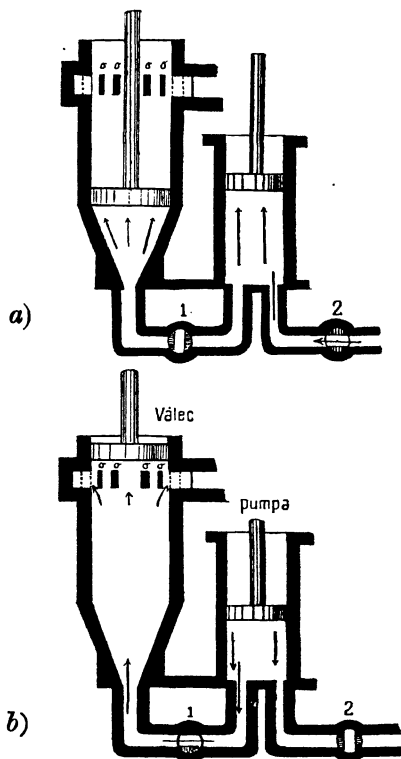
Schema znázorňuje nám dvoutaktový stroj s jednou pumpou. Místo vypouštěcího ventilu jest celá řada otvorů *oo* . . ., ústících do věnce válec obepínajícího. Píst jest ponorný, ač na nákrese k vůli jednoduchosti naznačen píst jednoduchý. Postup dvoutaktu jest pak následující: Píst nalézež se v nejdolejší poloze (obr. 21. *a*), pod ním jest komprimovaná směs, jež právě se vznítla a tlačí píst nahoru. Pumpa ssaje mezitím otvorem 2 hotovou směs. Klika pohybující pístem pumpy jest o 90° vůči klice pumpě náležející pístu hlavnímu pošinuta, takže při polohách krajních pístu hlavního píst v pumpě jest na cestě polo-
viční.

Jakmile dojde píst ve válci k otvorům, začne je odkrývatí a spálené plyny unikají otvory *oo* . . . do vzduchu (obr. 21. *b*). Mezitím se již ventil 2 zavřel, ventil 1 otevřel, píst pumpy je již na cestě dolů a vhání směs do válce tlače před sebou plyny spálené. Mezitím již hlavní píst ubírá se dolů, zavírá v pravý okamžik otvory *oo* . . . a stlačuje směs pod ním se nalézající.

Na to pochod uvedený se opakuje.

Stroje malé, které se dle uvedeného schematu sestrojovaly, se neosvědčily, neboť u malých strojů vede to ke komplikaci konstruktivní, jež s výhodou dvoutaktu není v poměru

a pumpa pro malý stroj stráví poměrně mnoho práce. Hořejší schema může nám sloužit jen za pomůcku pochopení dvoutaktu nepředstavujíc typ stroje.



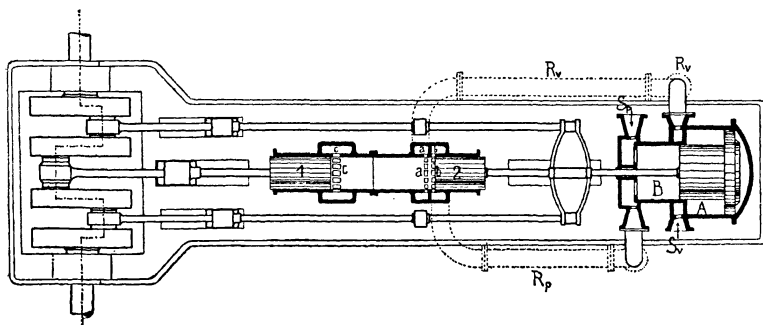
Obr. 21.

Majíce taktó princip dvoutaktu vysvětlen můžeme se obrátiti ku popisu prvního typu velkých strojů dvoutaktových.

Jest to motor Oeckelhäuser, jak nám ho podává nákr. 22. V jediném válci opatřeném třemi řadami otvorů *a*, *b*, *c* do stěny válce kol do kola proraženými pohybují se proti sobě dva písty. Ventilů zde není žádných, neboť vpouštění i vypouštění plynů regulují písty samy zakrýváním a odkrýváním otvorů.

Stroj pracuje tímto způsobem. V tom okamžiku, kdy písty dosahující své krajní polohy uzavírají mezi sebou komprimo-

vanou směs, zapálí se tato a tlačí písty na obě strany. Jakmile píst 1 dostane se za otvory c , počnou plyny unikati na všechny strany do věnce válec nad otvory obepínajícího a z tohoto rourou ven. Na druhé straně ustupující píst odkryje nejprve řadu otvorů b a těmi proudí do válce vzduch, jež pumpa P žene z části A rourou R_v . Tento vzduch vytlačuje zbytek produktů explozí povstalých. V tom již se otvírá druhá řada otvorů a , jimiž plyn již dříve do reservoiru pumpou načerpaný vniká do válce tvoře se vzduchem příslušnou směs. Hned na to se písty počnou vraceti, píst 1 uzavře otvory c , na to se zavrou otvory a , b a písty jdouce proti sobě stlačují směs.

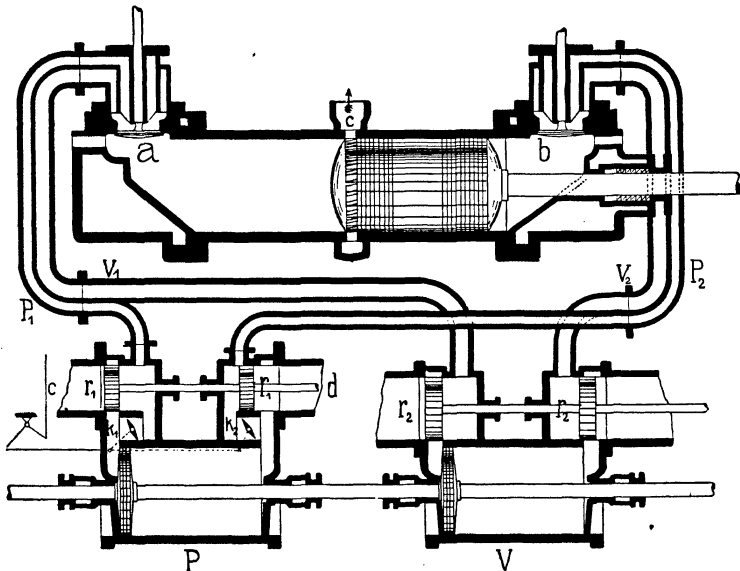


Obr. 22.

Pumpa P jest rozdělena na dvě části A a B , do jedné ssaje, do druhé současně komprimuje. Vzduch ssaje rourou S_v , plyn rourou S_p . Rourami R_p a R_v vhání se plyn a vzduch do reservoirů, končících u věnců válec obepínajících, odkud v pravý okamžik vnikají do válce. Detaily zařízení na obrázku uvedeny nejsou. U tohoto motoru připadá na každou obrátku impuls na dva písty, proto efekt stroje je velký i při poměrně malých dimensích. Tak na př. pro 500 KS stroj postačí válec o průměru 675 mm , pro stroj o 1500 KS válec o průměru 1100 mm . Rozměry stroje jsou menší než u oboustranně působícího válce. Výhoda spočívá v tom, že není ventilů. Nevýhoda pak spočívá v komplikované konstrukci pák, jimiž tři písty jsou spojeny.

Druhý typ jest oboustranně působící dvoutaktový motor Körtling, uvedený schematicky na nákrese 23. Dutý, vodou

chlazený píst pohybuje se ve válci uzavřeném z obou stran. Po obou stranách jsou dva vpouštěcí ventily *a* a *b*, kdežto výfuk děje se opět otvory ve stěně provrtanými, jež píst střídacivě odkrývá a zakrývá. Pochod ve válci jest tento: Na jedné straně výbuch, na druhé komprese. Po výbuchu píst postupuje na levo, odkryje uprostřed otvory výfukové, ventil *b* se otevře,



Obr. 23.

vzduch vyžene ještě zbylé plyny a směs vnikne do válce. Na to se píst vrací a nastává komprese.

Postup tento podává nám přehledně tabulka:

Pravá strana.

2. *Výbuch* a rozpětí a uniknutí plynu otvory *c*, vniknutí vzduchu a směsi do válce.

1. *Komprese*. Plyny spálené právě unikly a směs nová vehnala se do válce; nastává stlačování.

Levá strana.

1. *Komprese*. Plyny spálené právě unikly a směs nová vehnala se do válce; nastává stlačování.

2. *Výbuch* a rozpětí, uniknutí plynů otvory *c*, vniknutí vzduchu a směsi do válce.

Privádění směsi děje se dvěma pumpami, z nichž jedna žene plyn P , druhá vzduch V . Rozvod plynu a vzduchu do rour děje se pomocí rozváděčů r_1r_1 a r_2r_2 . Sledujme chod stroje dle nákresu. Píst žene se právě po explozi na levo, kdežto písty pump jdou na pravo; rozváděče r_2r_2 jdou na pravo a způsobí, že pumpa V z jedné strany ssaje, na druhé pak straně žene vzduch do roury r_2 , kterýchžto vzduch tlačí na zavřený ventil b . Mezitím píst ve válci odkryl otvory výfukové, ventil b se otvírá a vzduch vrací se do válce, žene před sebou zbytek plynů výfukových. V druhé pumpě P jest to tak zařízeno, že vlivem rozváděčů pumpa jest spojena s oběma c a d do polovice běhu svého pístu; následkem toho teprve od polovice zdvihu stlačuje plyn do roury p_2 , jenž se vzduchem se mísí. Tím je způsobeno, že vzduch vnikne do válce dřív a potom teprve plyn. Současně tímto zařízením umožněno regulovati přítok plynu klapkami k_1k_2 spojenými s regulátorem.

U tohoto motoru docílí se jako u předešlého velkých efektů při malých dimensích, neboť pracovní impuls jest při každém zdvihu.

Pozorujeme-li vývin motorů výbušných, tu vidíme, že první potřebné motory povstaly na půdě francouzské (Lenoir, Hugon). V stavbě stabilních velkých motorů dosáhlo se největších úspěchů v Německu, kdež také nejvíce závodů průmyslových motory explosivními je poháněno. Není oboru průmyslového, v němž by se jich neužívalo. Nejznámější jsou motory výbušné, pohánějící automobily, o jejichž zdokonalení zasloužili se Francouzové. K pohonu automobilů užívá se výhradně motorů benzinových, jež se staví stojatě a mívají 2 až 4 válce. Stroje ty mívají sílu od 8 KS do 60 KS při závodních vozech docela i 100 KS . Také motorové čluny a podmořské poháněny jsou motory benzinovými o 4, 8 až 16 válcích. Při tom podotknouti dlužno, že motory benzinové jsou velmi kompendiesní, majíce vzhledem k své výkonnosti malou váhu. Na KS připadá u motoru $1\frac{1}{2}$ kg váhy, kdežto u parního stroje na KS nejméně 20 kg váhy. Tato okolnost podmínila také úspěchy nynějších letacích strojů, jež potřebují lehký motor o velké výkonnosti. Dle nejnovějších zpráv zhotovují se v Paříži stroje „motor Antoi-

nette“ o výkonnosti 100 *KS*, vážící pouhých 102 *kg*, což by ani parním, ani elektrickým strojem se nedalo provést.

Také při jiných příležitostech setkáváme se s motorem naším. V dolech, kde pro nebezpečí výbuchu třaskavých plynů nelze ani elektrických lokomotiv užívat, užívá se s úspěchem lokomotiv benzinových.

Porovnejme nyní parní stroj a výbušný motor, jež závodí spolu na poli průmyslovém. Pístovému stroji parnímu povstal v motoru našem od r. 1860 mocný soupeř, jenž z mnohých posic jej zatlačil. Maloprůmysl užívá vesměs za hnací sílu motorů výbušných, nemá-li k dispozici energii elektrickou.

Kdyby se jednalo o postavení motoru o výkonnosti 10 *KS*, tu uvažme, že ke stroji parnímu bychom musili mítí kotel, jenž vyžaduje zkoušeného topiče, opatření bezpečnostních, stálého hlídání, a zaujme mnoho místa. Naproti tomu stejně silný motor plynový, petrolejový, benzinový atd. nepotřebuje zkoušeného topiče, nemá nebezpečí výbuchu, zaujme málo místa. Výbušný motor můžeme ihned uvést v činnost; u parního stroje nutno kol vytápěti a stroj předhřívati, s čímž spojeny jsou ztráty času i paliva. Při použití generatorů jeví se pohon velmi laciným a i generator lze uvést rychleji v činnost než parní kotel. Vadou stroje výbušného jest, že nesnese větší zatížení nad svou výkonnost, jen asi 15%.

Jedná-li se o instalování velkých strojů jdoucích na 100 až 1000 *KS*, pak již nemá stroj výbušný tolik výhod. Nutno se rozhodnouti mezi parním strojem a motorem plynovým s generátorem. Obé zařízení jest pak složité. Na jedné straně nutno mítí kotel, na druhé složitý generator. Užívá-li se odpadových plynů z vysokých pecí, nutno mítí celou soustavu čističů. Také veliké motory výbušné, jak jsme seznali, jsou velmi komplikované jak stavbou, tak i soustavou válců. Můžeme tedy říci, že oba stroje i parní i plynové při velkých závodech jsou rovnocenné a závisí jen na místních podmínkách, které z nich jsou pro nás výhodnější. Je výhodnější zajisté v železných hutích užítí strojů výbušných, jelikož se tím dá vyúžitkovati plyn, než stroje parního.

Nicméně hledíme-li na veliké použití strojů výbušných, jež zejména v Německu a ve Francii došly velikého rozšíření,

musíme doznati, že již Wattův parní stroj dosáhl vrcholu svého vývoje a že musil ustoupiti na mnohých místech motorům výbušným. Neméně mocný sok vyvstal parnímu stroji v podobě turbíny parní. A již dovidáme se o prvních pokusech uvésti v činnost turbíny výbušné. I přijde konečně doba, kdy pístový parní stroj nebude již hráti první roli na světovém jevišti. Sic transit gloria mundi. Vynález, jenž způsobil netušený vzrůst průmyslu, jenž sblíživ země způsobil převrat celého světa, jenž podmínil vznik jiných strojů, sám jimi zatlačen bude jednou ze světového jeviště, vykonav své velkolepé poslání.

Prameny nejdůležitější:

- L. Marchis. Production et utilisation des gaz pauvres.
- H. Güldner. Entwerfen und Berechnen der Verbrennungsmotoren.
- L. Marchis. Moteurs à essence.
- H. Güldner. Fahrzeugmotoren für flüssige Brennstoffe.
- A. Witz. Moteurs à gaz et à pétrole.
- L. Mathot. Manuel pratique des moteurs à gaz et pétrole.

Úvod do rozboru nejjednodušších křivek užitím diferenciálního počtu.

Dr. Jan Vojtěch v Brně.
(Pokračování.)

Pro x veliké, na př. $x = 1000$ dostáváme $y = 1,000.000$ a rovnici tečny $\eta = 2000 \xi - 1000000$, úsek tečny této na ose Y (pro $\xi = 0$) je -10^6 , úsek na ose X (pro $\eta = 0$) je $\frac{1}{2} \cdot 10^3$; čím větší zvolíme x , tím více vzroste y bodu na křivce a tím větší jsou úseky tečny na osách. Blíží-li se x hodnotě ∞ , blíží se y také hodnotě ∞ , úseky tečny vzrůstají do ∞ čili tečna celá leží v nekonečnu, pravíme, že parabola nemá v bodě (∞, ∞) tečnu. Hyperbola má v bodě (x, y) tečnu

$$\eta - y = -\frac{1}{x^2} (\xi - x) \text{ čili } \eta = -\frac{1}{x^2} \xi - \frac{1}{x} + y$$

$$\text{čili } \left(y = \frac{1}{x}\right) \text{ konečně } \eta = -\frac{1}{x^2} \xi.$$