

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Ferdinand Pietsch

O motorech explosivních. [I.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 38 (1909), No. 1, 93--100

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123485>

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>

tam ovšem nejen k speciickému teplu ledu, resp. vody a par vodních, nýbrž i ke skupenskému teplu tání ledu resp. varu vody. Z obrazu je patrné, že led se otepluje rychleji než voda, páry vodní asi tak rychle jako led. (Pokračování.)

O motorech explosivních.

Napsal Dr. Ferd. Pietsch.

Ku přeměně energie tepelné na mechanickou, užívá se od dob Wattových stroje parního. Ačkoli parní stroj byl značně zdokonalen, a ve spotřebě páry se veliké oekonomie docílilo, přece jen i u nejlepších strojů se jen nepatrná část tepla spálením uhlí získaného přemění na práci. To nám objasní tento příklad: U velkých strojů compoundních, jež pracují s kondensací, je spotřeba na koňskou sílu a hodinu asi 8 *kg* páry. To znamená, že musíme pod kotlem za každou koňskou sílu a hodinu spáliti 1 *kg* velmi dobrého uhlí kamenného. Tím vznikne teplo asi 7500 *kal*.

Jelikož mechanický aequivalent tepla jest 428 *kgm*, jest ono teplo rovnocenné $\frac{7500 \cdot 428}{75 \cdot 3600} = 11,8$ *KS*. Měli bychom dostat 11,8 *KS*, dostáváme však 1 *KS*. Tedy to znamená, že pouze 1 : 11,8 = 8,4% tepla se zužitkuje. Co je toho příčinou? Část tepla ztrácíme již pod kotlem. I nejlepší kotle zužitkují jen asi 70% tepla; dále vznikají ztráty tepla v potrubích i ve válci samém. Kdybychom však dovedli všechny tyto ztráty zameziti, přece bychom byli daleko od onoho ideálního využitkování tepla. Neboť zde působí nejvíce ta okolnost, že nám pára vodní slouží za sprostředkovatele té proměny. Než však tu páru obdržíme, musíme velké množství vypařovacího tepla vodě dodat, jež zůstává nezužité, jsouc teplem latentním. Teplo srážením páry výfukové povstale můžeme jen nepatrně zužítkovati zahřívající vodu k napájení.

Vidíme tedy, že by daleko lépe tepla zužítkoval takový stroj, který by palivo spálil ve válci samém. To právě děje se u strojů, jimž věnován tento článek, u motorů výbušných.

S myšlenkou použití explose ku práci setkáváme se již před 200 lety, kdy Hautefeuille roku 1678 použil zapáleného prachu střelného ku získání vzduchoprázdnoty, které použil k nassávání vody, Huyghens pak k pohánění pístu tlakem vzduchu. Až do r. 1860 dějí se více méně primitivní pokusy, zapálením směsi plynu neb páry z kapaliny se vzduchem způsobiti pohyb a to dvojím způsobem. Buď tlakem plynů spálením povstalých, anebo tlakem vnějšího vzduchu na píst, pod nímž explozí vzniklo vakuum.

1794 Robert Street používá kapaliny, jež se ve válci vypařuje mísíc se se vzduchem.

1801 Lebon používá svítiplynu, připadá na myšlenku stroje dvojtaktového, zapaluje elektricky.

1823 S. Brown chladí válec vodou, zjednáva je tak vakuum, a používá ku pohybu tlaku vzduchu.

1833 Wright provádí další zdokonalení užívaje dvou pump a regulatoru, chladí válec i píst vodou.

1841 Johnston používá třaskavého plynu ku zjednání vakua.

1842 Drake užívá již pístu ponorného, zavádí zapalování rourkou, užívá petroleje,

1852 používá zhuštěné směsi vodíku a kyslíku.

1854 Barsanti a Matteuci užívají směsi plynu a vzduchu; zapálením se píst vymrští vzhůru a tlakem vnějšího vzduchu vrací se zpět konaje práci.

1858 Degrand připadá na myšlenku zhušťovati směs místo pumpami vlastním pístem.

Po této mnohaleté době přípravné vidíme teprve, jak povstává první stroj, jenž ze stadia pokusného dostal se do praxe. Jest to motor sestrojený ve Francii roku 1860 Lenoirem a Hugonem, jež krátce popíšeme. Ve válci pohybuje se píst, jako u stroje parního, a rozváděčem vede se směs plynu a vzduchu před píst a za píst, druhým pak rozváděčem řídí se odtok plynů spálených. Při prvním zdvihu nassával se plyn a vzduch, když dosáhl píst polovice své dráhy, směs se zapálila a tlačila píst. Při zpětném chodu vytlačoval produkty spálení, s druhé strany pístu však se opakoval pochod právě vyličený. Na tomto stroji je patrna myšlenka Wattova; neboť na píst se působí

z obou stran a přítok a odtok plynů řídí se podobným rozváděčem, jako u strojů parních. Tento stroj byl uveden do světa velkou reklamou, ve které slibován laciný pohon; ukázalo se však, že je motorem neoeconomickým neboť spotřeba plynu na KS a hodinu byla $3 m^3$.

Motor tento zdokonalen Hugonem, zavedením jediného rozváděče a vestřikováním vody za účelem snížení teploty.

V té době sestrojen byl stroj atmosférický od Otto a Langena v Německu. Směs plynu zapálená vymrštila píst s ozubeným táhlem nahoru, při čemž ozubené kolo, do něž táhlo zasahovalo, se otáčelo na plano. Mezitím ochlazením vzniklo pod pístem vakuum a tlakem vnějšího vzduchu píst stlačován dolů, táhna pomocí ozubeného kola osu. Tento zajímavý stroj vydával při práci ohlušující hřmot, a byl velmi vysoký, tak že táhlo u nízkých budov střechou nahoru vynikalo.

Ještě dnes lze ho naléztí porůznu v Německu podobně jako stroj Lenoirův ve Francii. Oba tyto typy se však neudržely, ačkoli byly ještě zdokonalovány.

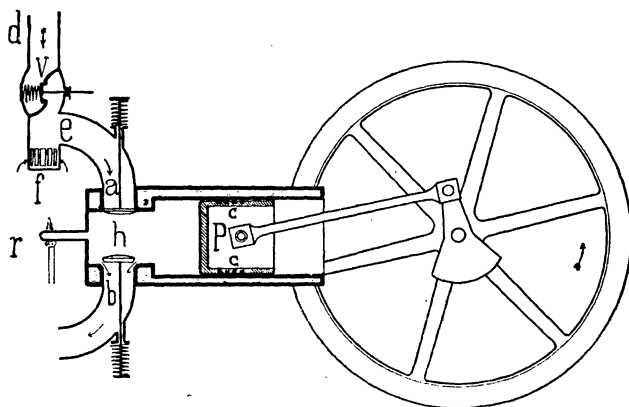
Popíšeme nyní hlavní součásti strojů.

Obraz 1. nám znázorňuje schematicky typický tvar válce, končícího hlavou h , do něž zasahuje píst tvaru neobvyklého u strojů parních, tak zvaný píst ponorný — „plunger“ — p . Válec jest z jedné strany otevřen a páka od kliky jdoucí zasahuje do dutiny pístu, který svým tvarem zaručuje rovnost chodu. Do prostoru h vede se ventilem a směs plynu a vzduchu, jež se v pravý okamžik zapálí: teplem spálením vzniklým se plyny rozepnou a tlačí píst ven. Dříve se užívalo směsi nezhuštěné, nyní vesměs se směs před zapálením komprimuje.

Kdežto při parním stroji se při každém zdvihu koná práce, děje se tak zde jen při některém. Dle toho rozdělujeme motory na čtyřtaktové a dvojtaktové; u oněch připadá na čtvrtý zdvih práce, u těchto při každém druhém zdvihu se práce koná. Starší jest stroj čtyřtaktový. Menší motory staví se většinou čtyřtaktové. Od parního stroje liší se motor výbušný také tím, že na píst působí tlak plynů pouze z jedné strany. Jenom u velkých strojů, shledáváme se s válcem s obou stran uza-

vřeným a s pístem jako u stroje parního. Dělíme tedy stroje výbušné také na jednostranně nebo oboustranně působící, jež mimo to mohou býti ještě čtyřtaktové nebo dvojtaktové.

Chod stroje *čtyřtaktového* jest následující (viz obr. 1.): Nejprve píst ustupuje z válce a ssaje směs vzduchu a plynu ventilem *a*, jenž se na okamžik otevře; pak jde píst dovnitř a stlačuje směs až do hlavy válce *h*. Když dosahuje mrtvého bodu, tu se směs zapálí a plyny tlačí píst ven konajíce práci; při posledním zdvihu konečně vytlačuje píst produkty spálení ventilem *b*, jenž v pravý čas se otevírá.



Obr. 1.

To jsou tedy ony čtyři takty :

1. Nassávání směsi.
2. Stlačení její.
3. *Výbuch a rozpjetí (zdvih pracující).*
4. Vypuzení spálených plynů (výfuk).

Vidíme, že jen při třetím zdvihu se práce produkovala, u ostatních naopak konsumovala. Jest tedy nutno spojití stroj s dobrým setrvačnickem, v němž by se energie výbuchem získaná nahromadila, a ku provedení ostatních zdvihů, jakož i ostatní práce upotřebila. U tohoto stroje válec sám je pumpou ssací, sám také kompressorém.

Vynecháním dvou taktů obdržíme stroje *dvojtaktové*. Abychom to mohli učinit, musíme urychlití náplň válce směsí zápalnou, jakož i odvedení plynů spálených. K tomu se užívá jedné neb dvou pump, jež stroj sám pohání. Je-li pumpa jedna, pak tlačí do válce již směs hotovou, jsou-li dvě, pak se tlačí nejprve vzduch, pak plyn.

Tedy stroj pracuje asi takto: Komprimovaná směs se zapálí, tlačí píst ven; dříve však než tento dosáhne mrtvé polohy, otevrou se otvory, jimiž plyny spálené unikají, jsouce mimo to vytlačovány směsí, jež pumpa začíná do válce vhánět. Mezitím se píst již vrací, otvory výfukové se zavrou a píst stlačuje směs do hlavy válce.

Tedy na každý druhý takt koná se zde práce; stroj běží proto pravidelněji, avšak více práce nevykoná, neboť pumpy mnoho práce ztráví.

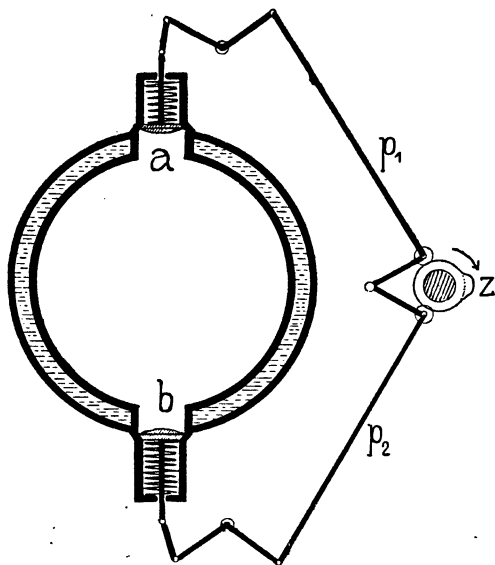
Popíšeme nyní podrobněji

čtyřtaktový stroj pro svtliplyn.

Válec, jak z obr. 1. patrně, jest na jedné straně otevřený a do něho zasahuje píst ponorný. Těsnění děje se pomocí několika proužků ocelových *c*. Píst zaručuje délkou svou rovnost chodu i není třeba křížové hlavy ani táhla pístového jako u parních strojů, nýbrž páka vede od kliky přímo k pístu.

Rozvod děje se pomocí ventilů *a* a *b* (viz obr. 1. a 2.), jež v pravý čas se otevírají pákou opírající se o hřídel rozváděcí. Ventily *a* a *b* musí se otevřítí jednou za čtyři takty, čili dvě obrátky, čehož se docílí tímto zařízením. Hřídel hlavní uvádí v pohyb hřídel rozvodový tak, že chod jeho je dvakrát pomalejší než hřídele hlavního. To se docílí dvěma kuželovitými ozubenými koly, jichž velikostí mají poměr 1:2, nebo pomocí kol šroubových. Na násadě hřídel obepínající sedí zaoblený zub *z*, jenž občas nazvedne páku p_1 a stlačí tím ventil *a*, jenž pružným perem pužen opět do původní polohy se navrátí. Je zřejmo, že při čtyřech zdvížích pístu se hřídel rozvodový *jednou* otočí a tudíž ventil jednou otevře. Podobně druhý ventil *b* otevírá se pákou p_2 , jež opírá se o tutéž násadu v místě o 90° vůči první páce otočeném. Z toho plyne, že druhý ventil

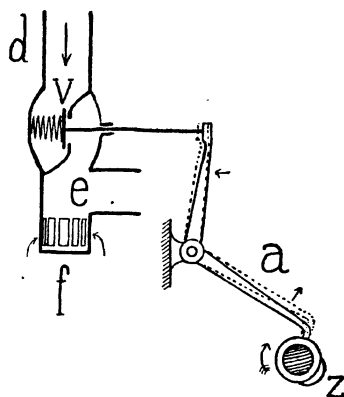
otvírá se o dva takty později. To odpovídá známému chodu motoru: 1. Nassávání (vent. *a*). 2. Stlačení. 3. Rozpětí. 4. Výfuk (vent. *b*). Na obrázku našem jediný zub pohybuje ventilem vpuštěcím i vypouštěcím; častěji bývají však dvě násady na téže hřídeli, jichž zuby o 90° vůči sobě jsou otočeny.



Obr. 2.

Směs tvoří se již před ventilem *a*. Při ssání vniká do roury filtrem prach zadržujícím (obr. 1.) *f* vzduch; do téže roury vniká s druhé strany při otevření ventilu *v* plyn, tvoře směs. Ventil *v* otvírá se současně s ventilem *a* podobným zařízením, jak vysvitá z obr. 3. Často ku tvoření směsi užívá se ventilu směšovacího (obr. 4.). Do komory *a* zasahá roura plynová *b*, na níž spočívá poklop opatřený kol do kola otvory *o*. Dole rozšířen poklop na desku, jež v klidu spočívá na okraji *c*. Při ssání nazvedne se talíř, vzduch vnikne do hořejší části komory *a*, do níž plyn proudí otvory *o*, tvoře se vzduchem směs. Tato pak odchází k ventilu vpuštěcímu.

Zapalování směsi dále se rozmanitým způsobem. Nejprve užívalo se otevřeného plamene mimo válce hořícího, jenž pomocí šoupátka v pravý okamžik stržen byl do válce samého. Nyní se tohoto způsobu neužívá. Dlouho sloužila k zapalování t. zv. žhoucí rourka. Rourka železná porculánová nebo platinová zasazena jest do hlavy válce (obr. 1. *r*) stýkajíc se s dutinou prostoru výbušného; druhý konec udržován jest kahanem Bunsenovým na teplotě 500°—600°. Při stlačení směsi dostane se tato až na žhavý konec rourky, kdež se zapálí. Zapalování toto má však mnohé nevýhody, proto setkáme se s ním velmi zřídka.



Obr. 3.

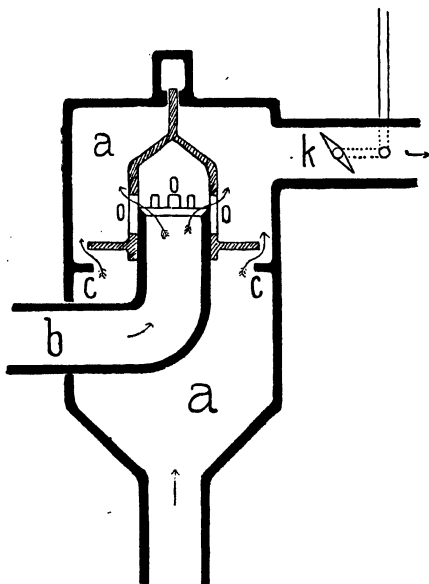
Nejdokonalejší a všude užívané zapalování jest elektrické. Již u motoru Lenoirova zapaloval se plyn tím způsobem, že několika články Bunsenovými poháněn byl malý induktor, jehož jiskra sekundárním spojením proudu v pravý okamžik vzniklá zapalovala směs.

Nyní děje se zapalování induktorem magnetoelektrickým, všeobecně užívaným, jehož typický tvar vidíme na obr. 5.

Mezi póly silného permanentního magnetu podkovovitého umístěn jest Siemensův induktor, železné to jádro *J* tvaru dvojitého *T*, ovinuté po stranách drátem.

Otáčeli-li se hřídel *h*, tu zub *z* uchýlí páku *a* a tím i induktor *z* polohy rovnovážné, načež pružnými péry *b* strhne se

induktor prudce zpět; a pohybem tímto v magnetickém poli se dějícím indukuje se drátem proud. Jeden pól jest spojen s tyčí *d* do hlavy válce zasazené a izolované, druhý konec drátu pak s tyčí podobnou *c*, jejíž lamella *l* dotýká se *d*. Místem styku prochází tedy proud indukci vzbuzený. Sotva však počne procházeti, narazí již vidlice *v* na kliku *k* spojenou s tyčí *c*, tím lamella *l* se odtrhne, proud se přeruší, a samoindukcí přeru-



Obr. 4.

šením proudu v induktoru povstalou vznikne mezi lamellou *l* a tyčí *d* jiskra dosti mocná, aby směs zapálila. Tento způsob zapalování jest nejbezpečnější a nejspolehlivější; užívá se ho proto všeobecně.

Konečně lze provést také zapalování samočinné. Stlačováním zahřívá se totiž směs; stlačíme-li směs tak silně, že její teplota stoupne na $500^{\circ} C$, tu se zapálí sama. Tohoto zapalování užívá se u motoru Dieselova. (Pokračování.)