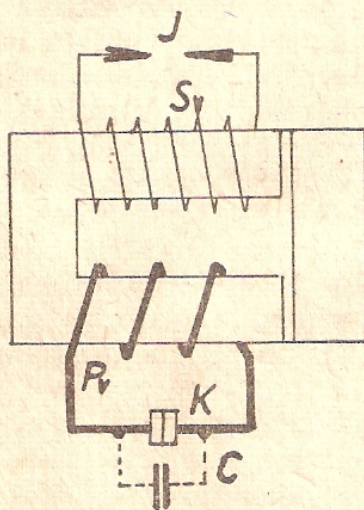


V. ZAPALOVÁNÍ

Směs paliva a vzduchu se zapaluje ve válci výbušného motoru jiskrou mezi kontakty zapalovací svíčky. K přeskoku jiskry je zapotřebí značného elektrického napětí, které musí být přivedeno ve vhodném okamžiku. Podle kompresního tlaku, vzdálenosti elektrod a jiných podmínek je třeba 6000 až 23.000 V a pro každou jiskru, jichž je na příklad u osmiválcového motoru při 5000 ot/min. 20.000 za minutu, musí být dodána energie 0,001 až 0,01 wattsek. Okamžik, kdy jiskra přeskočí, musí být dodržen s přesností několika stotícín vteřiny. To jsou zhruba požadavky, které má zapalovací systém plnit.

Bližší budou popsány dva systémy zatím nejrozšířenější, zapalování bateriové a zapalovací magnety — názvy jsou odvozeny z toho, odkud se potřebná energie odebírá.

Potřebné napětí je příliš velké, aby se dalo snadno vyrobit normálním elektrickým generátorem; rozměry i mechanické rychlosti by byly neúměrně velké. K získání tohoto napětí je využito samoindukce a vzájemné indukce dvou cívek, bližší o tomto druhu indukce bylo již zmíněno v úvodní kapitole. Rychlý pohyb, resp. změna



Obr. 74

Princip zapalovací cívky:
Pv — primární vinutí, Sv —
sekundární vinutí, K — pře-
rušovač, C — kondensátor,
J — jiskřiště

magnetického pole je dosažena změnou proudu a nikoli skutečným mechanickým pohybem. Princip činnosti lze nejjednodušeji vysvětlit s pomocí obr. 74. Na společném magnetickém obvodu jsou navinuta

dvě vinutí, první (primár) s malým počtem závitů poměrně silného drátu, druhé (sekundár) s velmi značným počtem závitů velmi slabého drátu. Protéká-li primárním vinutím proud, vytvoří v magnetickém obvodu pole, jehož počet silotrubic (magnetický tok) je úměrný počtu primárních ampéřzávitů a magnetické vodivosti obvodu. Představme si zidealizované poměry, kdy vinutí nemají ohmický odpor a magnetické pole prochází celé (bez rozptylu) oběma cívkami. Primární vinutí spojené párem kontaktů do krátka představuje pak okruh, jímž by proud protékal trvale. Jakákoli změna proudu v něm by měla za následek změnu pole a vznik samoindukčního napětí bránícího změně. Protože zde není odpor a není tedy pro průchod proudu třeba napětí, nenastala by ani změna proudu ani toku.

Představme si, že se rozpojí kontakty a primární okruh přeruší. Proud by měl ihned přestat — to však není možné, protože nekonečně rychlá změna pole (fyzikálně nemožná) by znamenala nekonečně velké napětí, které by prorazilo proud i tak velkým odporem, jako jsou rozpojené kontakty. Při nepatrné vzdálenosti na začátku zdvihu stačí poměrně malé napětí, aby mezi kontakty přeskočil elektrický oblouk, který se pak protáhne a udrží i při větší vzdálenosti. Elektrický oblouk má určitý odpor a pro průchod proudu je zapotřebí napětí. Proud i pole budou klesat tak rychle, aby se indukovalo potřebné napětí, a oblouk bude hořet tak dlouho, dokud se energie, obsažená v magnetickém poli, nepromění v teplo.

Pohyb, resp. změna magnetického pole, indukuje do obou vinutí napětí úměrné počtu závitů a rychlosti změny. Napětí obou vinutí jsou tedy v poměru jejich závitů a protože napětí na oblouku je nepatrné, není příliš veliké ani napětí v sekundárním vinutí, takže na průraz jiskřiště nestačí. Aby se zabránilo vzniku oblouku na kontaktech, je třeba zabránit příliš rychlému vzrůstu napětí, dokud se kontakty od sebe dostatečně nevzdálí. Toho se dosáhne kondensátorem zapojeným paralelně ke kontaktům. V počátku vzdalování se kontaktů teče pak proud do kondensátoru a než jej nabije na vyšší napětí, musí se kontakty dostatečně vzdálit. Velikost kondensátoru se volí tak, aby skutečné napětí na kontaktech bylo v každé vzdálenosti kontaktů menší než průrazné napětí odpovídající té vzdálenosti, avšak co nejvyšší, aby i napětí v sekundárním vinutí bylo co nejvyšší. Kontakty se vyrábějí z wolframu nebo platiny. Poměr závitů se volí tak, aby napětí na sekundáru bylo dostatečně velké pro přeskok na jiskřišti.

Jakmile nastane průraz na jiskřišti sekundáru, převezme sekundární vinutí původní úlohu primárního a poklesem pole se indukuje napětí potřebné k udržení sekundárního oblouku. Přitom však odpovídající napětí v primárním vinutí nemůže klesnout, dokud je kondensátor nabit. Kondensátor se začne vybíjet přes primár proudem opačného směru, a to znamená rychlejší pokles pole, jemuž se sekundár snaží zabránit zvýšením proudu. Energie z kondensátoru

se tedy rovněž přenáší na sekundár, takže do sekundárního obvodu se přenesou celá původní energie obsažená v magnetickém poli.

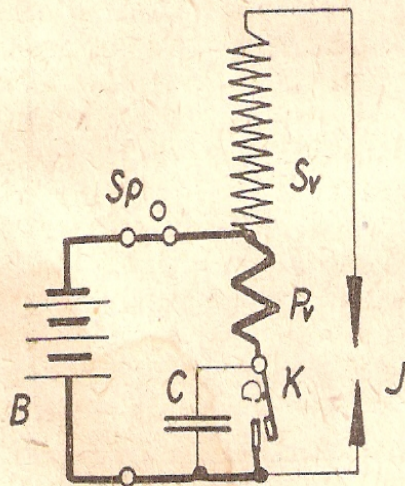
Ve skutečnosti tyto ideální poměry nejsou. Vinutí mají odpor a část pole není společná oběma cívkám (rozptyl), takže energie se ztrácí i mimo jiskřiště a průběh proudu je odlišný.

Činnost zapalovacího systému spočívá tedy v řadě transformací energie. Určité množství energie se musí přivést pomocí primárního vinutí do magnetického pole, odtud je transformovat do elektrické energie v sekundáru, a tu přivést na svíčku a transformovat v potřebné teplo v jiskře. Množství energie účinně spotřebované na svíčce závisí tedy na množství energie přivedené a účinnosti všech transformací. Aby energie magnetického pole byla co největší při možnosti dostatečné účinnosti transformace, je nutno největší část energie akumulovat mimo železo obvodu v mezeře s malou magnetickou vodivostí a malými ztrátami. Železný obvod musí být tedy přerušen na příklad vzduchovou mezerou a v tom spočívá hlavní rozdíl mezi zapalovací cívkou a normálním transformátorem.

Pro další jiskru je nutno magnetické pole s potřebným množstvím energie znovu vytvořit. Ve způsobu, jak se vytvoří, se zapalování bateriové a magnetové liší.

Zapalování bateriové

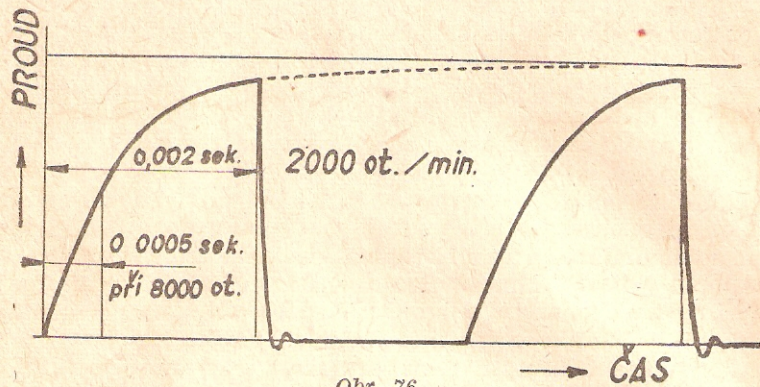
Zjednodušené schema tohoto zapalování je na obr. 75. Sekundární vinutí je pravidelně připojeno jedním koncem k primárnímu. Výhodou toho je že napětí primáru se přičítá k napětí sekundáru.



Obr. 75

Základní schema bateriového zapalování: Sp — spínač zapalování, ostatní označení jako na obr. 74

Do primárního okruhu je zapojena baterie a jakmile se kontakty uzavře okruh, počne proud i pole v cívce vzrůstat. Neděje se to skokem, neboť napětí samoindukční musí být o ohmické úbytky nižší, než je napětí baterie. Proud vzrůstá plynule asi tak, jak ukazuje obr. 76 a teprve po dlouhé době dosahuje hodnoty odpovídající Ohmovu zákonu. Prakticky není nutno čekat na plnou hodnotu proudu a primární okruh možno přerušit, jakmile je akumulována do-

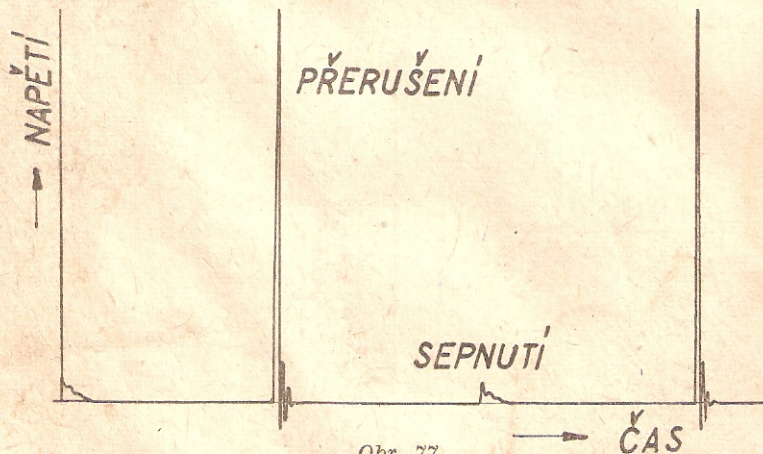


Obr. 76

Průběh primárního proudu bateriové zapalovací cívky

statečná energie. Jak je z obrázku patrné, je rychlost vzrůstu pole sice značná, avšak při vysokých obrátkách se čas „plnění cívky“ zkracuje a výkon zapalování může poklesnout pod potřebnou hodnotu.

Po zapojení baterie indukuje rostoucí pole napětí i do sekundáru. To však na přeskok jiskry nestačí: poměr závitů obou vinutí bývá v rozmezí 1:40 až 1:100 a v okamžiku připojení baterie 12V může se na sekundáru objevit maximálně 1200 V. Při přerušení proudu se indukuje v primáru napětí 150 až 800 V a napětí na sekundáru

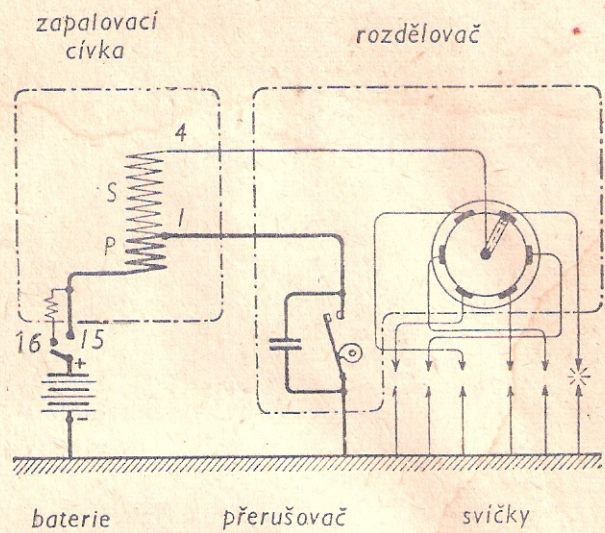


Obr. 77

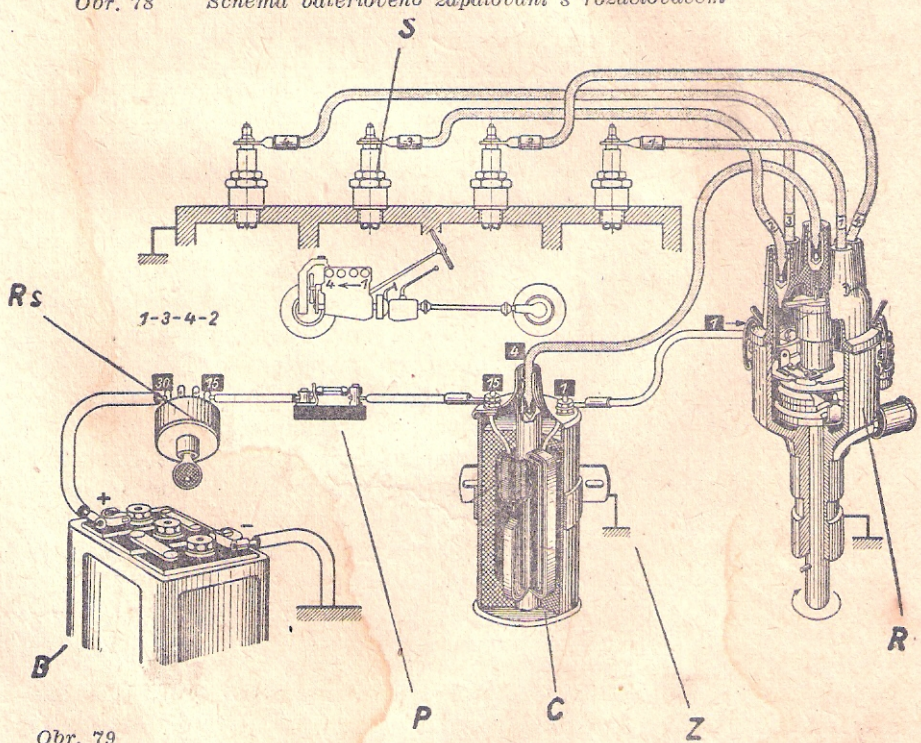
Příklad průběhu sekundárního napětí bateriové zapalovací cívky

bývá mezi 6000 až 23.000 V. Následkem ztrát a rozptylu je toto napětí vždy podstatně menší, než by odpovídalo poměru závitů. Sekundární poměry jsou na obr. 77.

Příklad schématu bateriového zapalování pro šestiválcový motor je na obr. 78 a na obr. 79 je uspořádání čtyřválcového systému.



Obr. 78 Schema bateriového zapalování s rozdělovačem



Obr. 79
 Uspořádání zapalovacího systému: B — baterie, P — pojistka, C — cívka,
 Z — ukostření, R — rozdělovač, S — svíčky, Rs — spinací skříňka

Energie ze sekundáru se převádí ke správné svíčke rozdělovačem, který je pravidelně sdružen v jeden celek s přerušovačem a kondensátorem a je opatřen regulátorem, jímž se nastavuje potřebný okamžik jiskry. Činnost systému je z předešlého popisu jasná, dále budou blíže popsány jednotlivé přístroje.

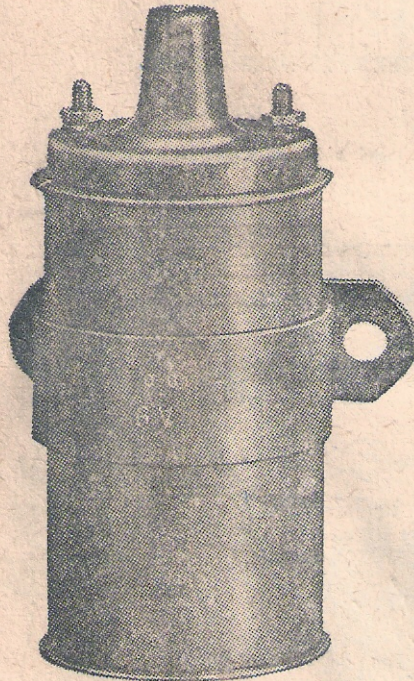
Zapalovací cívka

bývá provedena s oběma vinutími na sobě pro snížení rozptylu. Primární vinutí se nejčastěji dává na sekundární, protože je tak zaručen lepší odvod tepla. U slabších cívek a u cívek s primárem vespod je pravidelně nutné před vinutí zařadit ještě ohmický odpor na omezení maximálního proudu. Část tohoto odporu se někdy při spouštění, kdy napětí baterie klesne, vyřazuje, jak naznačeno na obr. 78 (svorka 16). Silnější cívky se provádějí bez předřazeného odporu.

Na obr. 80 je vyobrazena nejběžněji užívaná cívka.

U vysokého napětí je základním požadavkem dobrá izolace. Cívky bývají proto impregnovány olejem nebo parafinem a proti vnikání vlhkosti kryty dobrým povrchovým lákem nebo zality zalévací hmotou.

Aby cívka měla krátkou dobu plnění, není možno omezit pravidelně maximální hodnotu proudu tak, aby trvalý proud této velikosti neměl na cívku nepříznivý vliv. I když se nepoškodí přímo, může se velkým ohřátím snížit životnost izolace a znehodnotit utěsnění. Nesmí se proto po zastavení motoru nechat zapalování dlouho zapnuté, poněvadž kontakty přerušovače zůstanou po zastavení motoru zpravidla sepnuty.



Obr. 80
Zapalovací cívka PAL-Magneton

Údržba zapalovacích cívek

je jednoduchá. Nutno dbát, aby isolační víko cívky zůstalo suché a čisté, a bylo chráněno před mechanickým poškozením. Kabely ve svorkách musí být spolehlivě upevněny.