

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Model dobíjecí a zapalovací soustavy motocyklu (s dynamem a bateriovým zapalováním)

Martin Dostál

Krnov 2013

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

12. tvorba učebních pomůcek, didaktická
technologie

*Model dobíjecí a zapalovací soustavy motocyklu
(s dynamem a bateriovým zapalováním)*

*Model of motorcycle rechargeable systém and ignition
(with dynamo and battery ignition)*

Autor: Martin Dostál

Škola: Střední škola automobilní,
mechanizace a podnikání,
Krnov, příspěvková
organizace

Konzultant: Ing. Oldřich Hájek

Krnov 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně, použil jsem pouze podklady (literaturu, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Krnově dne.....

Podpis:.....

ANOTACE

Práce pojednává v teoretické části detailně o činnosti bateriového zapalování jako celku i o jeho jednotlivých částech. Pro lepší pochopení je doplněna i technickými obrázky s popisem. Součástí práce je i praktický model, který po připojení zdroje napětí je plně funkční. Tímto modelem se dá simulovat činnost samotného zapalování ale i dobíjení.

Klíčová slova: Dynamo, rotor, stator, regulátor, indukční cívka, akumulátor, zapalovací svíčky, uhlíky, kontakty přerušovače

ANNOTATION

This theoretical part of my work deals in detail with a function of a motorcycle battery ignition as a whole, as well as its particular parts. There are technical pictures with description added to the text, so it is better to understand it. As a part of my theoretical work there is a practical model, which is able to work when connected to electric power. It is possible to simulate not only ignition alone, but also a rechargeable system.

Key words: Dynamo, rotor, stator, regulator, spark-coil, accumulator, spark plugs, brushes, contact breakers

Obsah

Úvod.....	6
1 Zdrojová soustava	7
1.1 Dynamo	7
1.1.1 Stator	8
1.1.2 Rotor	9
1.2 Regulátor napětí.....	10
1.2.1 Technický popis	10
1.2.2 Činnost regulačního relé.....	13
1.3 Akumulátor	15
1.3.1 Údržba akumulátoru.....	16
2 Zapalovací soustava	18
2.1 Funkce zapalování	19
2.2 Hlavní části zapalovací soustavy.....	19
2.2.1 Indukční cívka	19
2.2.2 Přerušovač	22
2.2.3 Zapalovací svíčky.....	25
3 Výroba modelu	32
Závěr.....	40
Seznam použitých zdrojů.....	41
Seznam obrázků	42

Úvod

Zdrojová a zapalovací soustava jsou nejdůležitějším elektropříslušenstvím na motocyklu. Na tomto modelu je soustava z řadového dvouválcového dvoudobého motoru (JAWA 350). Cílem práce bylo vytvořit funkční model a detailní popis činnosti, který bude sloužit jako učební pomůcka v odborných předmětech pro studenty naší školy.

1 Zdrojová soustava

Zdrojová soustava se skládá z **dynama, regulátoru a akumulátoru**.

1.1 Dynamo

Dynamo je točivý elektrický stroj, přeměňující mechanickou energii z rotoru hnacího stroje na elektrickou energii ve formě stejnosměrného elektrického proudu. Jedná se tedy o stejnosměrný elektrický generátor.

Dynamo se skládá ze statoru tvořeného magnetem nebo elektromagnetem a rotoru s vinutím a komutátorem. Konstrukčně je tedy podobné stejnosměrnému elektromotoru používanému k opačnému účelu. Stejnosměrný elektromotor může pracovat v generátorovém režimu, tedy jako dynamo, například při elektrodynamickém brzdění dopravních prostředků.

Až do nástupu polovodičových usměrňovačů bylo dynamo nejvýznamnějším zdrojem elektrické energie (ve formě stejnosměrného proudu) v průmyslu i dopravě. Dnes jsou dynama vytlačována spolehlivějšími a konstrukčně jednoduššími alternátory a zařízeními pro následné usměrnění vyrobeného střídavého proudu na proud stejnosměrný (usměrňovač).

Princip činnosti je založen na indukci napětí ve smyčce pohybující se v magnetickém poli. Do statoru je přiváděno budící napětí, díky čemuž stator vytváří statické magnetické pole. Rotací rotoru se v rotorovém vinutí (smyčce) indukují vysoké napětí, které je přes komutátor vyvedeno do sítě automobilu.

Podle způsobu zapojení statoru dělíme dynama na:

- a) **dynamo s permanentním magnetem**
- b) **dynamo s cizím buzením** - typicky v průmyslové výrobě elektrického proudu. Budící proud zajišťovalo jiné menší dynamo
- c) **derivační dynamo** (budící vinutí zapojeno paralelně se zátěží) - vhodné pro malé proudové odběry
- d) **sériové dynamo** (budící vinutí zapojeno sériově se zátěží)

- e) **kompaundní dynamo** - kombinace derivačního a sériového dynama. Jednalo se o běžný typ v dopravě a u strojů, kde je velmi proměnlivá zátěž. Sériové vinutí statoru zajišťuje dostatečné buzení při malé impedanci zátěže, derivační vinutí při velké impedanci.

V tomto případě se jedná o derivační, šestipólové dynamo se jmenovitým napětím 6V a se jmenovitým výkonem 45W. Stator dynama je upevněn k pravé polovině skříně motoru dvěma šrouby M6 x 95. Vnitřní stranou je přesně ustředěn do skříně, aby byl souosý s pravým čepem klikového ústrojí.

1.1.1 Stator

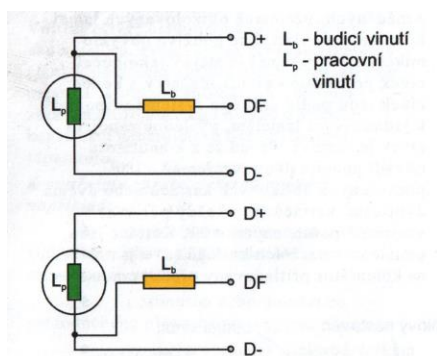
Stator dynama má zhruba tvar válcové nádoby. Je vyroben z oceli s vysokou magnetickou vodivostí. Uvnitř statoru je šest cívek budícího vinutí. Cívky jsou podélné a uvnitř každé je jádro opatřené pólovým nástavcem. Tyto pólové nástavce jsou z plechu a mají tvar části



Obrázek 1 – Pohled na vnitřní stranu statoru

válcové plochy. Úkolem budícího vinutí je vyvolat magnetické pole, v němž se pak pohybuje rotor a v jeho vinutí se indukují elektrický proud. Na statoru jsou připevněné dva uhlíky, které běhají po lamelách komutátoru, který je na rotoru. Tím je způsobeno, že dynamo vyrábí stejnosměrný proud. Ve statoru se uchovává zbytkový magnetismus, takže stačí stator jednou nabudít. Pro další rozběh už postačí

zbytkový magnetismus. Při běhu budí dynamo samo sebe-budící vinutí je zapojeno paralelně se zátěží (**derivační dynamo**).



Obrázek 2 - Zapojení vinutí statoru a rotoru

1.1.2 Rotor

Rotor (kotva) je složen ze vzájemně odizolovaných plechů a v jeho drážkách je uloženo pracovní vinutí, ve kterém se indukují požadované napětí. Poněvadž vodiče rotoru se v magnetickém poli otáčejí, vzniká v nich střídavé napětí, které je třeba usměrnit. K usměrnění se používá komutátor.



Obrázek 3 - Rotor dynamo

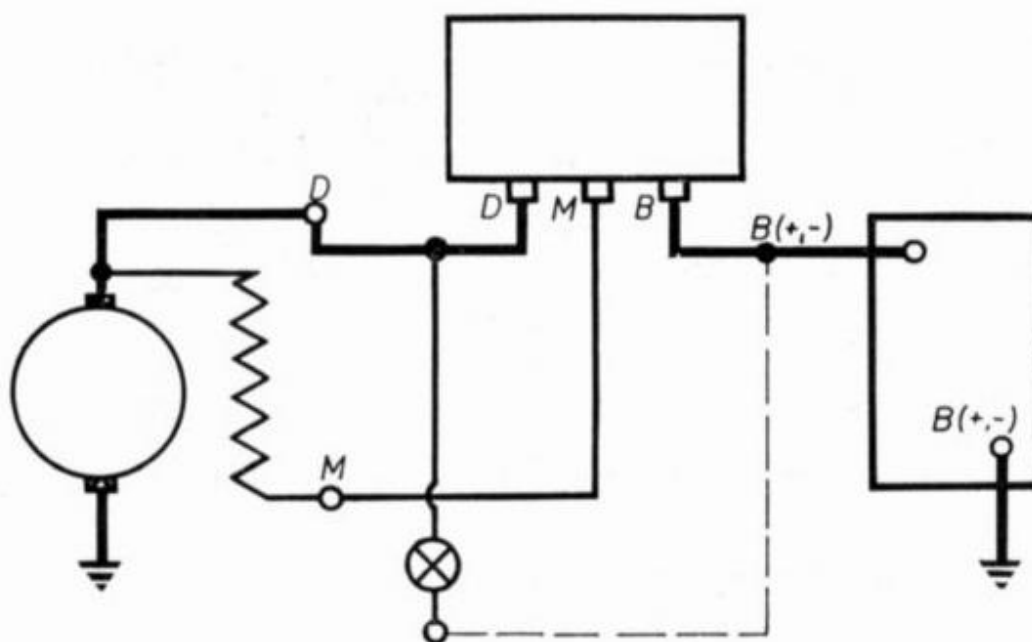
Komutátor je složen z měděných, vzájemně odizolovaných lamel. K odizolování lamel se používá obvykle mikanit. Počet lamel jako počet cívek pracovního vinutí. Začátky a konce cívek jsou podle určitého systému připojeny k jednotlivým lamelám, výsledné zapojení cívek je sériové. Rotor dynamo

u motocyklu slouží také jako setrvačnick. Vůle mezi rotorem a pólovými nástavci musí být co nejmenší. V tomto případě je mezera na každé straně asi 0,3mm.

Z toho plyne, že montáž součástí dynama musí být velmi přesná, a tato přesnost musí být zachována i v provozu. Pokud jsou lamely komutátor nerovnoměrně opotřebené, mohou se srovnat např. na soustruhu. Musíme dát ale pozor na minimální tloušťku. Důležité je, aby mezi lamelami nebyly nečistoty, aby nedocházelo ke zkratování. Dále na rotoru je osazení pro připevnění vačky přerušovače, která se přitáhne spolu s celým rotorem k čepu klikového hřídele. Rotor má z vnitřní strany kužel, kterým dosedá na čep klikového hřídele.

1.2 Regulátor napětí

U dynam musí být provedena regulace napětí i proudu a musí být použitý zpětný spínač. Regulace se provádí změnou velikosti budícího proudu.



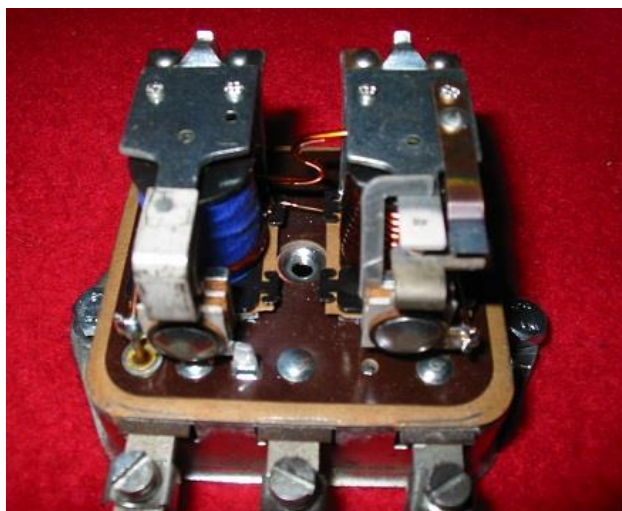
Obrázek 4 - Zapojení regulátoru do obvodu

1.2.1 Technický popis

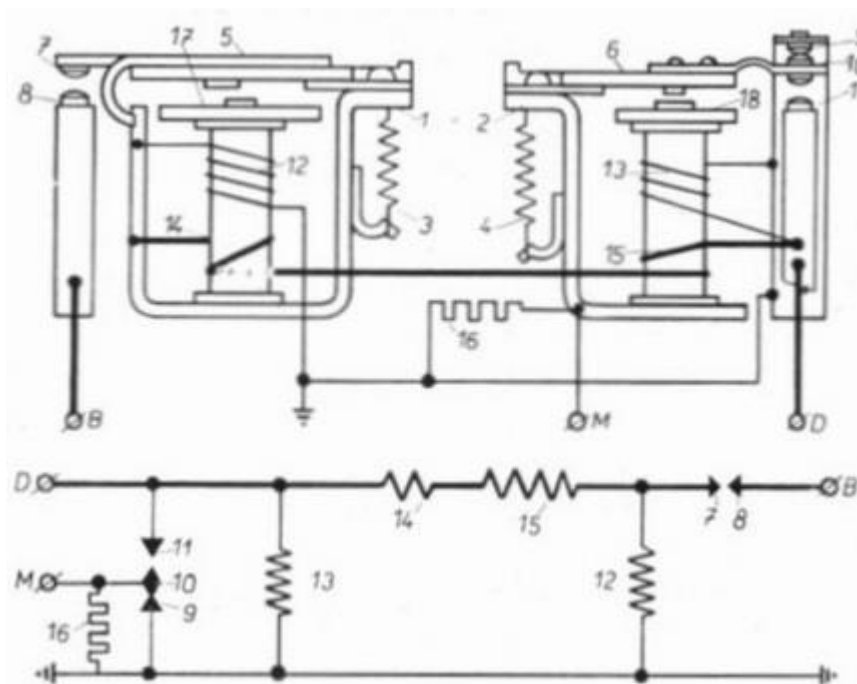
Regulační relé se skládá ze dvou samostatných systémů – spínače a regulátoru napětí. Oba systémy jsou izolovaně upevněny na základní desce. Vespod základní desky je umístěn regulační odpor.



Obrázek 6 - Dvoucívkové regulační relé



Obrázek 5 - Dvoucívkové regulační relé



Obrázek 7 - Zapojení reguláru

D-dynamo, B-baterie, M-buzení dynama, 1-jho spínače, 2-jho regulátoru napětí, 3-pružina spínače, 4-pružina regulátoru napětí, 5-kotva spínače, 6-kotva regulátoru napětí, 7,8-kontakty spínače, 9-horní kontakt regulátoru napětí, 10-střední kontakt regulátoru napětí, 11-spodní kontakt regulátoru napětí, 12-napěťové vinutí spínače, 13-napěťové vinutí regulátoru napětí, 14-proudové vinutí spínače, 15- proudové vinutí regulátoru napětí, 16-regulační odpor, 17-tepelná kompenzace spínače, 18- tepelná kompenzace regulátoru napětí

Spínač zabraňuje zpětnému vybíjení baterie přes dynamo a umožňuje její dobíjení. Cívka spínače má dvojí vinutí, napět'ové (12 – mnoho závitů tenkého vodiče) a proudové vinutí (14 – menší počet závitů o větším průřezu). Magnetický obvod se uzavírá přes jeho (1) a pružně zavěšenou kotvičkou (5). Jakmile svorkové napětí dynamo vzroste na předepsanou velikost, překoná tah napět'ového vinutí (12) pružinu (3) a kontakty (7-8) sepnou. Nabíjecí okruh dynamo-baterie je uzavřen. V okamžiku sepnutí dojde v důsledku připojeného zatížení k malému mžikovému poklesu napětí dynamo. Rozetnutí kontaktu nebo rozkmitání kotvičky a jeho nežádoucím důsledkům (opalování kontaktů) zabraňuje proudové vinutí spínače, kterým v okamžiku sepnutí prochází celý proud z dynamo. Protože napět'ové i proudové vinutí jsou navinuta ve stejném smyslu, sečítají se jejich magnetická pole a kontakty zůstanou sepnuty. Klesne-li napětí dynamo pod hodnotu napětí baterie, začne proud téci opačným směrem, tj. z baterie do dynamo. Magnetická pole proudového vinutí (14) nyní působí proti poli napět'ové cívky (12), (napájené z baterie), magnetický tah jádra cívky rychle klesne a kontakty se rozepnou. Spojení baterie – dynamo je přerušeno.

Regulátor napětí udržuje stále svorkové napětí dynamo zařazováním odporu do jeho buzení. Pracuje na principu tzv. poddajné regulace – má kromě napět'ového vinutí (13) i vinutí proudové (15), navinuté ve stejném směru.

Proudovým vinutím protéká celkový proud dynamo a jeho magnetická pole podporuje magnetické pole napět'ové cívky. Čím větší zatěžovací proud protéká proudovým vinutím, tím silnější je jeho magnetické pole a tím více je přitahována kotva; napětí dynamo klesá s rostoucím proudovým zatížením. Sklon regulační charakteristiky je přizpůsoben provozním podmínkám nabíjecích souprav tak, aby při zapojení všech spotřebičů a při vybité baterii nebyl překročen maximální zatěžovací proud dynamo a aby na druhé straně plná baterie nebyla přebíjena. Regulátor se skloněnou charakteristikou přizpůsobuje tedy nabíjení stavu baterie: vybitá baterie je nabíjena větším proudem, nabitá menším.

1.2.2 Činnost regulačního relé

a) Nízké otáčky dynama – základní stupeň

Pokud je svorkové napětí dynama nižší než napětí baterie, jde budící proud dynama na svorku M, dále přes jeho regulátoru napětí a kotvičku (6) na sepnuté kontakty (10 a 9) a přes kostru zpět do dynama. Současně protéká proud napěťovým vinutím obou systémů (12, 13). Poměrně malá magnetomotorická síla nestačí dosud překonat tah pružin (3 a 4). Kotvičky spínače (5) i napěťového regulátoru (6) zůstávají v klidu, dynamo je plně buzeno.

b) Zvýšení otáček dynama

Kontakty spínače (7 a 8) sepnou a uzavřou nabíjecí obvod z dynama do baterie.

c) Další zvyšování otáček – první regulační stupeň

Svorkové napětí se zvyšuje; při dosažení dané hodnoty překoná tah zmagnetovaného jádra napěťové cívky regulátoru napětí (13) tah pružiny (4) a kotva (5) s kontaktem (10) se vzdálí od kontaktu (9). Budící proud dynama neprochází až na kostru přímo, ale přes regulační odpor (16), svorkové napětí dynama klesne. Tím poklesne i tah cívky regulátoru napětí a kotvička působením pružiny se vrátí do původní polohy, kdy jsou kontakty (9 a 10) sepnuty. Regulační odpor je z budícího obvodu vyřazen, budící proud se zesílí a svorkové napětí dynama opět stoupne. Následuje další rozepnutí kontaktů (9 a 10) a opětný pokles napětí dynama. Popsaný pochod se neustále opakuje při velké frekvenci spínání a rozpínání. Napětí dynama tedy nepatrně kolísá mezi dvěma hodnotami.

d) Otáčky dynama se stále zvyšují – druhý stupeň regulace

Při vysokých otáčkách, kdy by ani trvale připojený regulační odpor nestačil udržet potřebné napětí, stoupne magnetomotorická síla jádra cívky napěťového regulátoru do té míry, že pohyblivý kontakt (10) na kotvě sepne s pevným kontaktem (11). Budící obvod dynama je spojen nakrátko – budící vinutí je připojeno na místa stejného potenciálu. Napětí dynama klesne, kontakty se opět rozepnou. Cyklus se neustále opakuje, kotva kmitá a kontakty (10 a 11) se střídavě spínají a rozpínají.

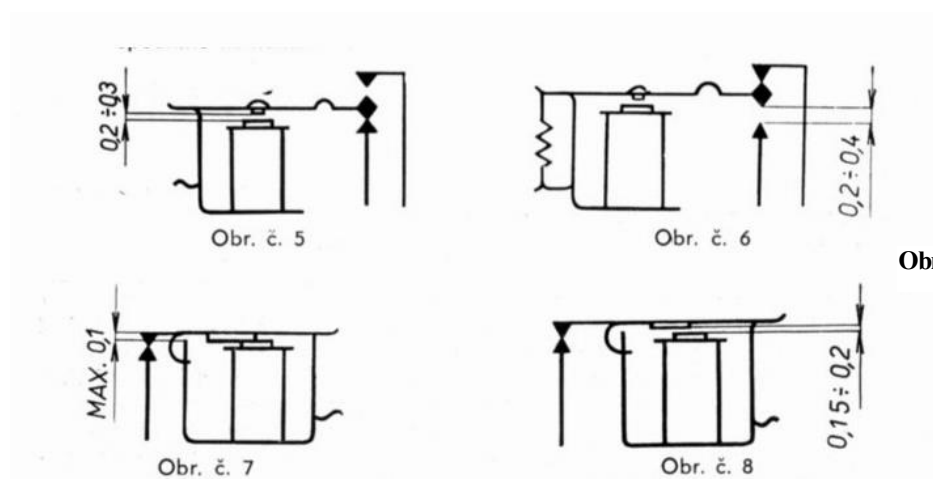
e) Snižování otáček dynama

Při značném snížení otáček dynama nebo při zastavení klesne napětí dynama pod napětí baterie a spínač rozpne nabíjecí obvod.

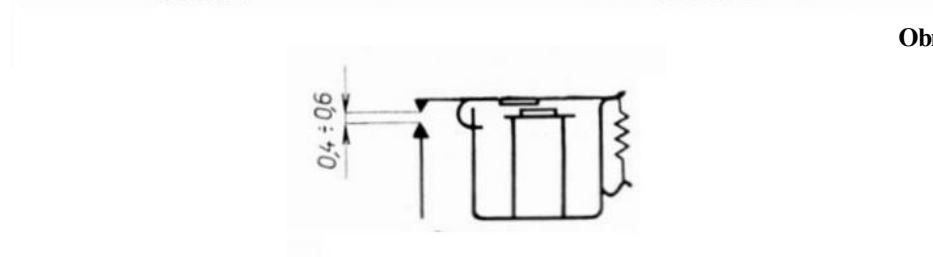
Kontrolní žárovka je po připojení regulačního relé zapojena mezi dynamo D a baterii B. Pokud je dynamo v klidu, je obvod z baterie uzavřen přes dynamo a žárovka po zapnutí klíče spínací skříňky svítí. Stoupá-li napětí dynama, zmenšuje se rozdíl mezi napětím baterie a dynama a žárovka zhasíná. Po sepnutí zpětného spínače žárovka zhasne úplně.

Tepelná kompenzace regulačního relé je provedena permallyoem (slitinou, jež ztrácí se stoupající teplotou magnetické vlastnosti.) Permalloyová destička má funkci magnetického bočnicku.

Regulátor napětí se musí udržovat čistý. Příležitostně kontrolujeme, zda jsou v pořádku pružinky. Nastavení se provádí změnou předpětí pružiny. Regulátory jsou ale nastaveny z výroby, takže se seřizují jen zřídka. Jejich seřizování se provádí podle hodnot, které udává výrobce.



Obrázek 8 - Seřízení regulátoru



Obrázek 9 - Seřízení spínače

1.3 Akumulátor

Olověný akumulátor je sekundární galvanický článek s elektrodami na bázi olova, jehož elektrolytem je kyselina sírová. Vyrábějí se v kapacitách řádově od 1 do 10 000 Ah. Hlavními výhodami je dobře zvládnutá technologie výroby, relativně nízká cena a relativně vysoký výkon – např. pro startování automobilu by se jiné články než olověné použít prakticky nedaly.

V nabitém stavu aktivní hmotu záporné elektrody tvoří houbovitě olovo (Pb), u kladné elektrody je to oxid olovičitý (PbO_2).

Elektrolytem v olověných akumulátorech je vodou zředěná kyselina sírová (H_2SO_4) o koncentraci přibližně 35% obj. u plně nabitého akumulátoru. Tento roztok může být z technických důvodů nasáknutý do vaty ze skelných vláken (AGM) nebo ztužený do formy gelu.

Vybíjením se aktivní hmota záporné i kladné elektrody přeměňuje na síran olovnatý (PbSO_4) a elektrolyt je ochuzován o kyselinu sírovou a obohacován o vodu. Při vybíjení tedy klesá koncentrace elektrolytu a naopak při nabíjení jeho koncentrace roste.

Jmenovité napětí jednoho článku: 2 V

V této soustavě je použit akumulátor tříčlánekový se jmenovitým napětím 6V.

Olověný akumulátor má omezení, které spočívá v tom, že když je delší dobu – řádově dny – ponechán v nedostatečně nabitém (případně vybitém) stavu, tak na jeho elektrodách dochází k tzv. sulfataci, která výrazně snižuje jeho kapacitu. Proto poté, co je olověný akumulátor používán, je potřeba ho brzy dobít. Sulfataci rozumíme postupný vznik krystalického síranu olovnatého přeměnou z amorfního síranu, který vznikl na elektrodách při vybíjení. Zmíněný pokles kapacity v důsledku sulfatace je způsoben tím, že na rozdíl od původního amorfního síranu, se vzniklé krystaly zúčastňují přeměny aktivní hmoty elektrod jen ve velmi omezené míře. Kapacitu sulfatací zasaženého akumulátoru je ve větší nebo menší míře možné obnovit postupem zvaným desulfatace. Ta spočívá v upraveném nabíjení (např. pomocí krátkých

pulzů většího proudu), které převádí krystalický síran zpět na aktivní hmoty elektrod. Funkcí desulfatace jsou vybaveny některé "inteligentní" nabíječky olověných akumulátorů.



Obrázek 10 - Klasický olověný akumulátor určený pro motocykly

1.3.1 Údržba akumulátoru

Akumulátor je třeba udržovat stále čistý a suchý, zvláště jeho horní plochu. Při jeho čištění se nesmí uvolněná nečistota a prach dostat do článků. Po očištění se zkontroluje, zda zalití (u starších provedení) jednotlivých článků nemá trhliny a zda nádoba akumulátoru není poškozena. Jakákoliv netěsnost se projeví ztrátou elektrolytu, který při styku s kovovými předměty vyvolává rychlou korozi.

K uvolnění nebo utažení pólových svorek se používá vždy odpovídající klíč, nikoli kleště. Při uvolňování nebo nasazování svorek se nesmí nikdy

používat násilí a svorky se nikdy nesmějí uvolňovat tahem za kabel. Nadměrné namáhání by mohlo způsobit uvolnění pólového vývodu; což by mělo za následek vytékání elektrolytu.

Podle potřeby se kontroluje upevnění pólových svorek k pólovým vývodům. Bývají značně zoxidované, proto je nutno svorky i vývody očistit a po zpětném nasazení a dotažení potřít mazacím tukem, aby se oxidace co nejvíce zpomalila.

Během provozu se u akumulátoru pravidelně kontroluje výška hladiny elektrolytu v jednotlivých člancích. Ve studeném období se hladina kontroluje příležitostně, v létě častěji, ale nejméně jednou za měsíc nebo po ujetí asi 3 000 km. Hladina elektrolytu v každém článku má dosahovat k spodní hraně nalévacího otvoru.

Do akumulátoru doléváme vždy destilovanou vodu.

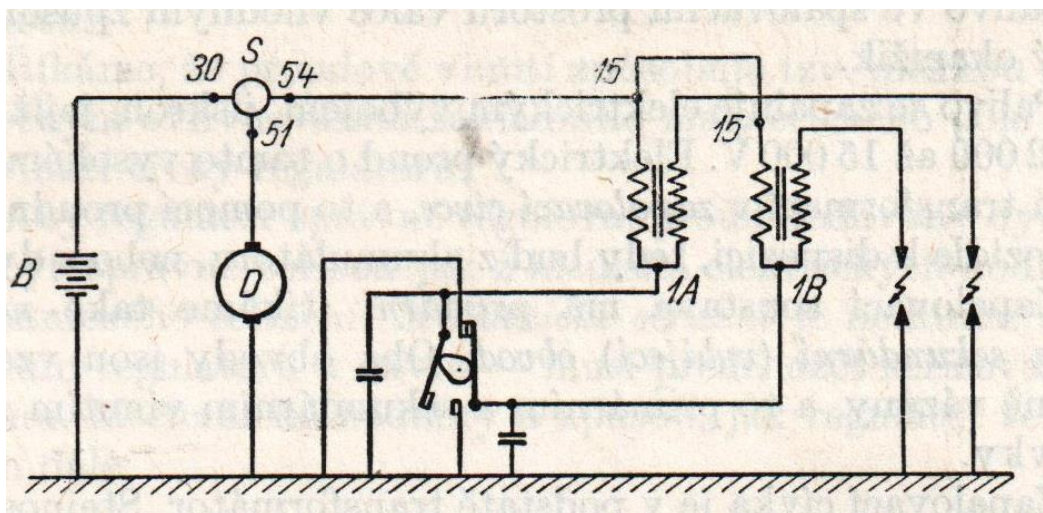
2 Zapalovací soustava

Zapalování je nezbytné pro funkci zážehového motoru a v podobě jiskry na zapalovací svíčke přináší energii podněcující vznik hoření připravené směsi.

Základní požadavek je ten, aby jiskra přeskočila ve správný okamžik a aby jiskra měla potřebnou energii pro zažehnutí směsi. Okamžik zážehu je nutný pro správnou funkci motoru. Doba hoření směsi je nenulová, čili směs je nutno zapálit s jistým předstihem před horní úvratí pístu, aby maximální tlak na píst byl těsně za HÚ při pohybu pístu k dolní úvratí, čímž vykonává užitečnou práci.

Při malém předstihu (pozdní zapálení) není tlak využit efektivně a značně klesá výkon motoru. Na druhou stranu předčasný zážeh (velký předstih) se projevuje detonačně – snižuje výkon a značně roste opotřebení. Palivo se zapaluje elektrickým výbojem, jiskrou, jejíž napětí je asi 12 000 až 15 000 V. Elektrický proud o tomto vysokém napětí se získá transformací v zapalovací cívce, a to pomocí proudu, který je ve vozidle k dispozici.

Zde je použito klasické (konvenční) bateriové zapalování.



Obrázek 11 - Schéma zapalování dvoudobého dvouválcového motoru (JAWA 350)

2.1 Funkce zapalování

Při sepnutí kontaktů přerušovače prochází proud za akumulátoru (dynama) primárním vinutím indukční cívky. Proud vytváří magnetický tok a předává tak energii do magnetického obvodu cívky. Při rozpojení kontaktů (vačka najede na pohyblivý kontakt) se proud v primárním obvodu rychle zmenšuje a se změnou magnetického toku se indukují napětí v primárním i sekundárním vinutí. Velikost indukovaného napětí je závislá na rychlosti změny magnetického toku.

Kontakty přerušovače jsou přemostěny kondenzátorem. Úkolem kondenzátoru je co nejvíce omezit vznik elektrického výboje mezi kontakty přerušovače při přerušování proudu.

Při rozpojování kontaktů se obvod ihned nepřerušuje, protože jím protéká nabíjecí proud. Až je kondenzátor nabit, obvod se přerušuje, to jsou však již kontakty dostatečně vzdáleny a výboj mezi nimi nevznikne. Při rozpojení kontaktů přerušovače se nabíjí nejen kondenzátor, ale i další tzv. parazitní kapacity tvořené kapacitou sekundárního vinutí, vysokonapěťových kabelů a zapalovacích svíček.

Po dosažení potřebného průrazného napětí vznikne mezi elektrodami svíčky výboj a energie z kapacit i zbytková energie magnetického pole přechází do výboje.

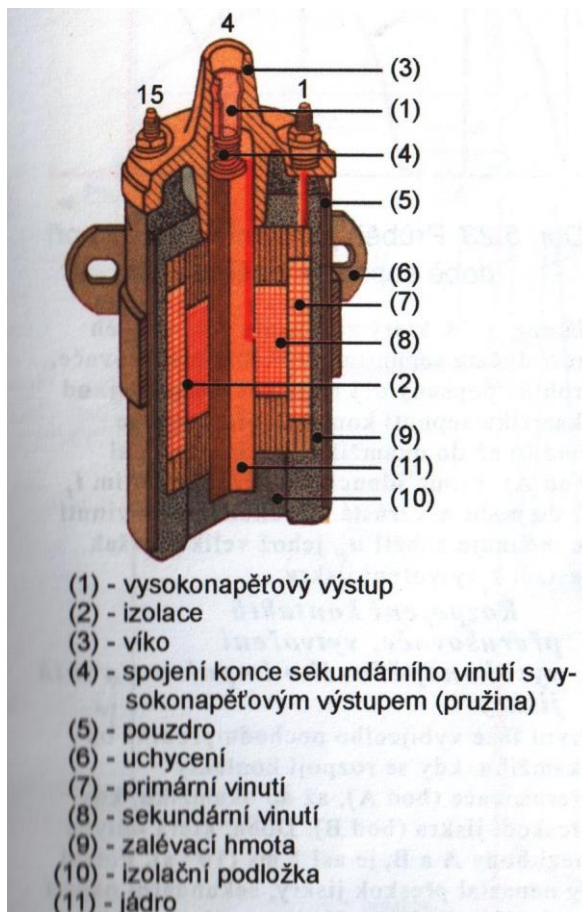
2.2 Hlavní části zapalovací soustavy

Hlavní části zapalovací soustavy jsou:

- a) Indukční (zapalovací) cívka
- b) Přerušovač
- c) Zapalovací svíčky

2.2.1 Indukční cívka

Indukční cívka musí akumulovat energii do vlastního magnetického pole pomocí obvodu s nízkým napětím a předat ji s co nejmenšími ztrátami do obvodu s napětím vysokým. Jedná se v podstatě o transformátor, který má však značný magnetický odpor. Toho se dosáhne přerušením magnetického obvodu velkou vzduchovou mezerou.



Obrázek 12 - Řez indukční cívkou

Parametry vinutí:

Primární vinutí

měděný smaltovaný vodič o průměru

0,5 mm až 2 mm

počet závitů 120 až 400

činný odpor 0,2 Ω až 4 Ω

Sekundární vinutí

měděný smaltovaný vodič o průměru

0,05mm až 0,2 mm

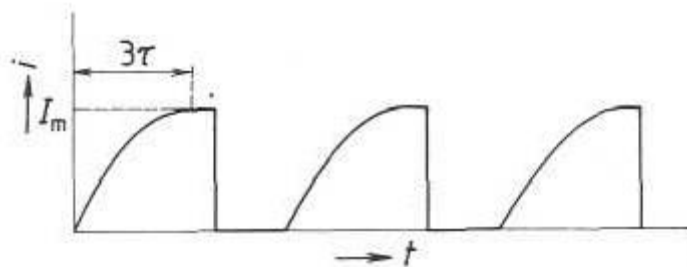
počet závitů 4 000 až 25 000

činný odpor 2 000 Ω až 15 000 Ω

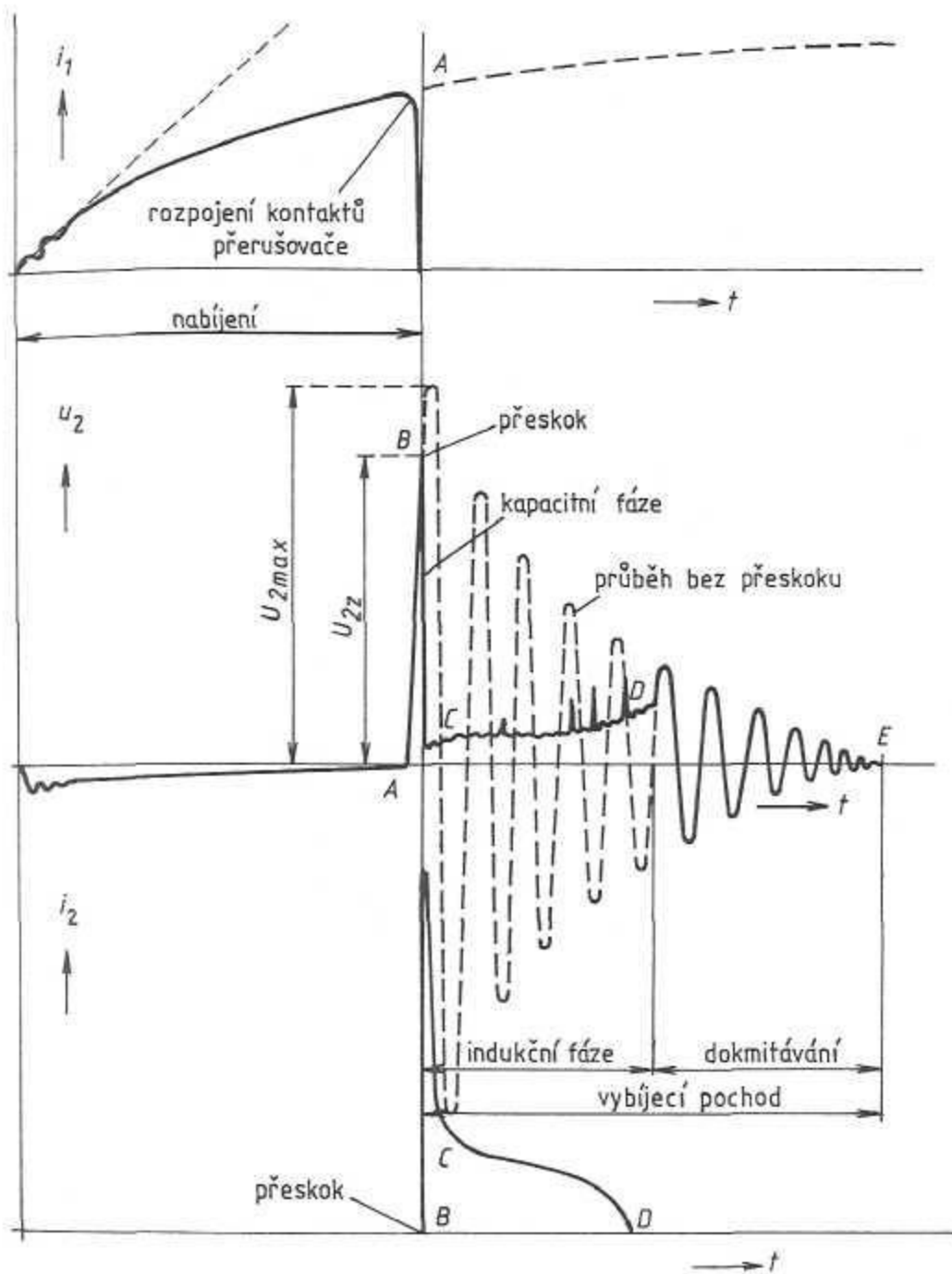
Jádro (11) má obvykle kruhový průřez a je složen z odizolovaných plechů, aby se omezil vznik vířivých proudů. Na jádru je navinuto sekundární vinutí (8) a na něm primární vinutí (7). Jednotlivé vrstvy sekundárního vinutí jsou vzájemně izolovány prokladovým papírem (2), který vinutí na obě strany přesahuje. Odizolováno je i primární vinutí od sekundárního. Ve víku z izolačního materiálu (3) jsou svorky 1, 4 a 15. Primární a sekundární vinutí jsou spojeny do série a společný bod obou vinutí je spojen se svorkou 1. Na svorku 15 je připojen začátek primárního vinutí. Konec sekundárního vinutí je spojen s jádrem a vodivé spojení se svorkou vysokého napětí 4 je provedeno pomocí silné pružiny (4).



Obrázek 13 - Motocyklová indukční cívka



Obrázek 14 - Průběh primárního proudu zapalovací cívkou



Obrázek 15 - Průběh primárního proudu, sekundárního napětí a proudu při sepnutí a rozpojení kontaktů

2.2.2 Přerušovač

Spínáním a rozpínáním kontaktů určuje přerušovač dobu, kterou je primáru obvod spojen. Přerušovač se skládá z pevného nastavitelného kontaktu a z pohyblivého kontaktu ovládaného vačkou, jejíž tvar určuje počet jisker v jedné otáčce a podmínky pohybu přerušovače.

Přerušovač je pracovní i konstrukčně velmi náročná část, protože je značně namáhán mechanicky i elektricky. Musí zajišťovat spolehlivý kontakt bez velkého úbytku napětí, rozpojovat obvod s indukčností v přesném čase a s velkým počtem přerušení za sekundu a na spolehlivosti jeho činnosti závisí práce motoru.

Opotřebení kontaktů v provozu je mechanické a elektrické. Za běžných pracovních podmínek je mechanické opotřebení poměrně malé. Elektrické zatěžování způsobuje, jednak opal kontaktů, jednak přenos materiálu z jednoho kontaktu na druhý, projevující se tím, že se na prvním kontaktu vytváří kráter a na druhém kontaktu špička.



Obrázek 16 - Základová deska s kontakty přerušovače



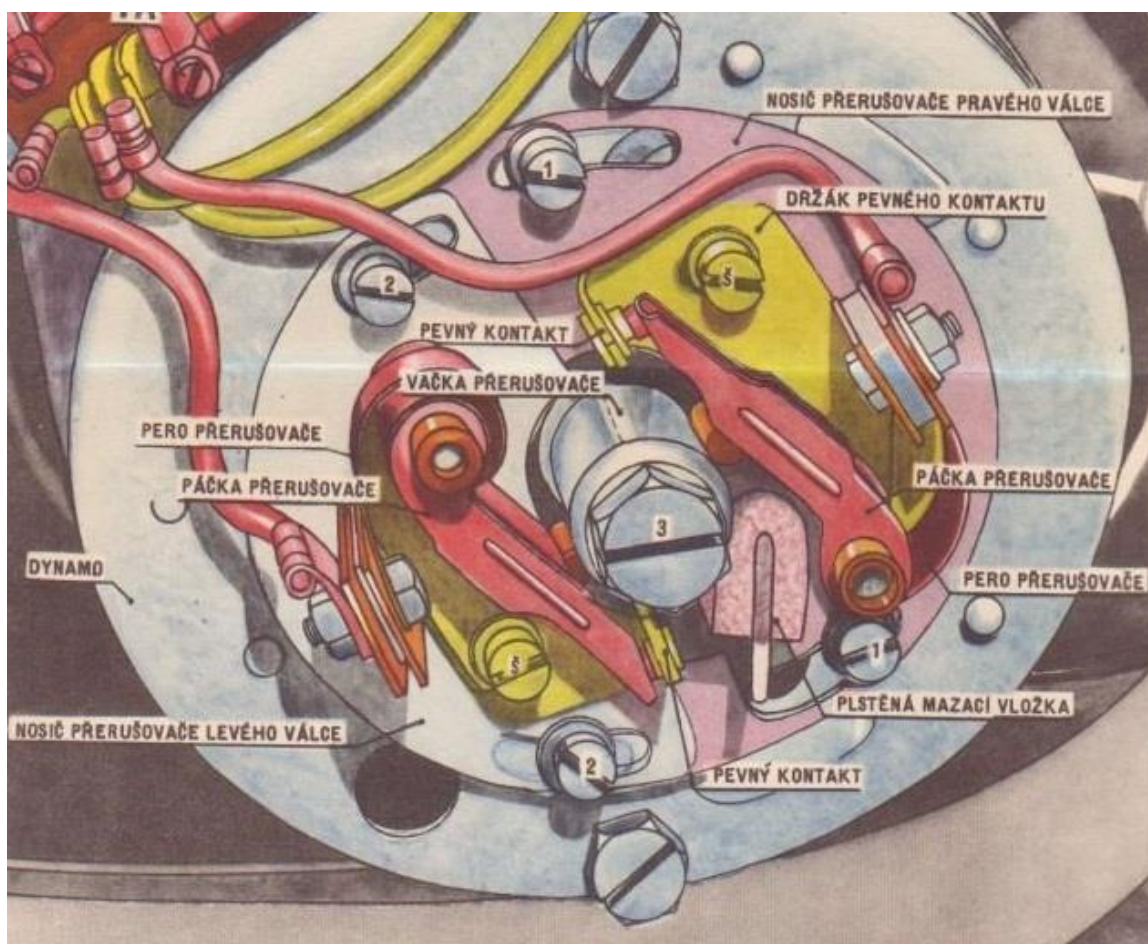
Obrázek 17 - Pevný a pohyblivý kontakt

U tohoto zapalování má čelní strana statoru tři segmentové prolisy, obrobené na vnitřní straně na přesný rozměr. Segmenty vedou základovou kruhovou desku přerušovače. Na dvou místech obvodu desky jsou segmentové otvory, jimiž procházejí upevňovací šrouby s válcovou hlavou a drážkou. Uvolní-li se tyto šrouby, lze deskou v určitých mezích – pokud její segmentové otvory dovolí – natáčet vpravo či vlevo. Tím se nastavuje a seřizuje předstih. Vyšroubováním obou upevňovacích šroubů lze základovou desku z čelní strany úplně sejmout.

Každý válec má samostatný zapalovací obvod – proto dva přerušovače a kondenzátory. Základová deska přerušovače nese dvě půlkruhové desky 1A a 1B.

Na základové desce přerušovače 1A je umístěn přerušovač zapalovacího obvodu pravého válce, na půlkruhové desce 1B je přerušovač zapalování levého válce. Každý přerušovač se skládá z přerušovacího raménka, držáku kontaktu a přípojovací svorky.

Vačka přerušovače najíždí na pertinaxové kluzáky ramének; tím se raménka nadzvednou a kontakty přerušovače se rozpojí. Aby se kluzáky a vačka netřely vzájemně na sucho, je na základové desce upevněna na úhelníku ocelová planžeta s plstěným polštářkem, nasyceným tukem. Polštářek doléhá trvale na vačku a maže ji. Proto je nutné dodržet, aby byl polštářek stále nasycen tukem, jinak dochází k nadměrnému opotřebení pertinaxových kluzáku ramének. Tím se zmenšuje odtrh tak dlouho, až se kontakty nerozepnou vůbec, zapalování přestane fungovat.



Obrázek 18 - Základová deska

2.2.2.1 Seřízení předstihu

Předstihem rozumíme určitý okamžik těsně před dokončením kompresního zdvihu pístu, v němž se zapaluje čerstvé palivo ve spalovacím prostoru válce elektrickou jiskrou.

Když se totiž palivo zapálí určitou chvíli před dosažením horní úvratě, začne hořet již na konci komprese, takže při začátku pracovního zdvihu je již ve stavu pokročilejšího hoření. Tlaku hořícího paliva se tak využije v maximální míře.

Palivo se však nesmí zapálit o mnoho dříve. Tlak hořících plynů by naopak působil proti pohybu pístu při kompresním zdvihu, motor by pracoval tvrdě a s malým výkonem.

Ani příliš pozdní zapálení by nebylo prospěšné. Palivo by se zažehlo až v době, kdy píst už dosáhl nebo překročil horní úvratě, a zvláště při větším počtu otáček by k hoření paliva nebylo dostatek času. Výkon motoru by byl opět malý.

Proto má každý motor stanovenou určitou hodnotu předstihu, určenou výrobcem podle měření ve zkušebně.

Při seřizování předstihu se nastavují dvě hodnoty:

- a) Odtrh přerušovače
- b) Okamžik zážehu paliva

K přesnému seřízení předstihu potřebujeme tyto pomůcky:

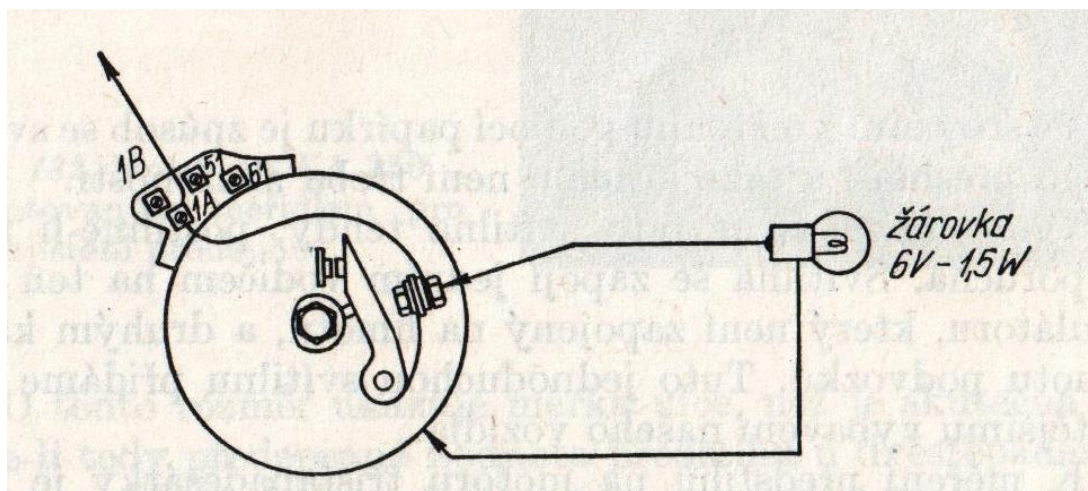


Obrázek 19 - Nástroj pro měření předstihu

- a) **Speciální měřidlo**, které našroubujeme do závitu místo zapalovací svíčky a jímž měříme vzdálenost dna pístu od horní úvratě v okamžiku rozpojení doteku přerušovače.
- b) **Spárové měřky**

Předstih každého válce seřizujeme samostatně, levého válce dolním přerušovačem, pravého válce horním přerušovačem.

- Krok 1. Vyšroubujeme svíčky obou válců a do jednoho otvoru zašroubujeme místo svíčky měřidlo.
- Krok 2. Otáčením klikového hřídele doprava nastavíme píst do horní úvratě.
- Krok 3. V této poloze seřídíme seřizovacím šroubkem vzdálenost mezi doteky přerušovače, kterou kontrolujeme měrkou dodávanou s náradím (0,35 mm – 0,4 mm)
- Krok 4. Pootočením klikového hřídele doleva posuneme píst do nižší polohy (před horní úvratí) o míru předepsanou továrnou.
- Krok 5. Kontakty se musí rozevírat (vůle 0,05 mm) – Můžeme použít zkušební svítilnu (žárovka nesmí svítit)
- Krok 6. Je-li vůle mezi doteky přerušovače menší nebo větší než předepsaná, seřídíme ji natočením nosníku přerušovače na předepsanou.

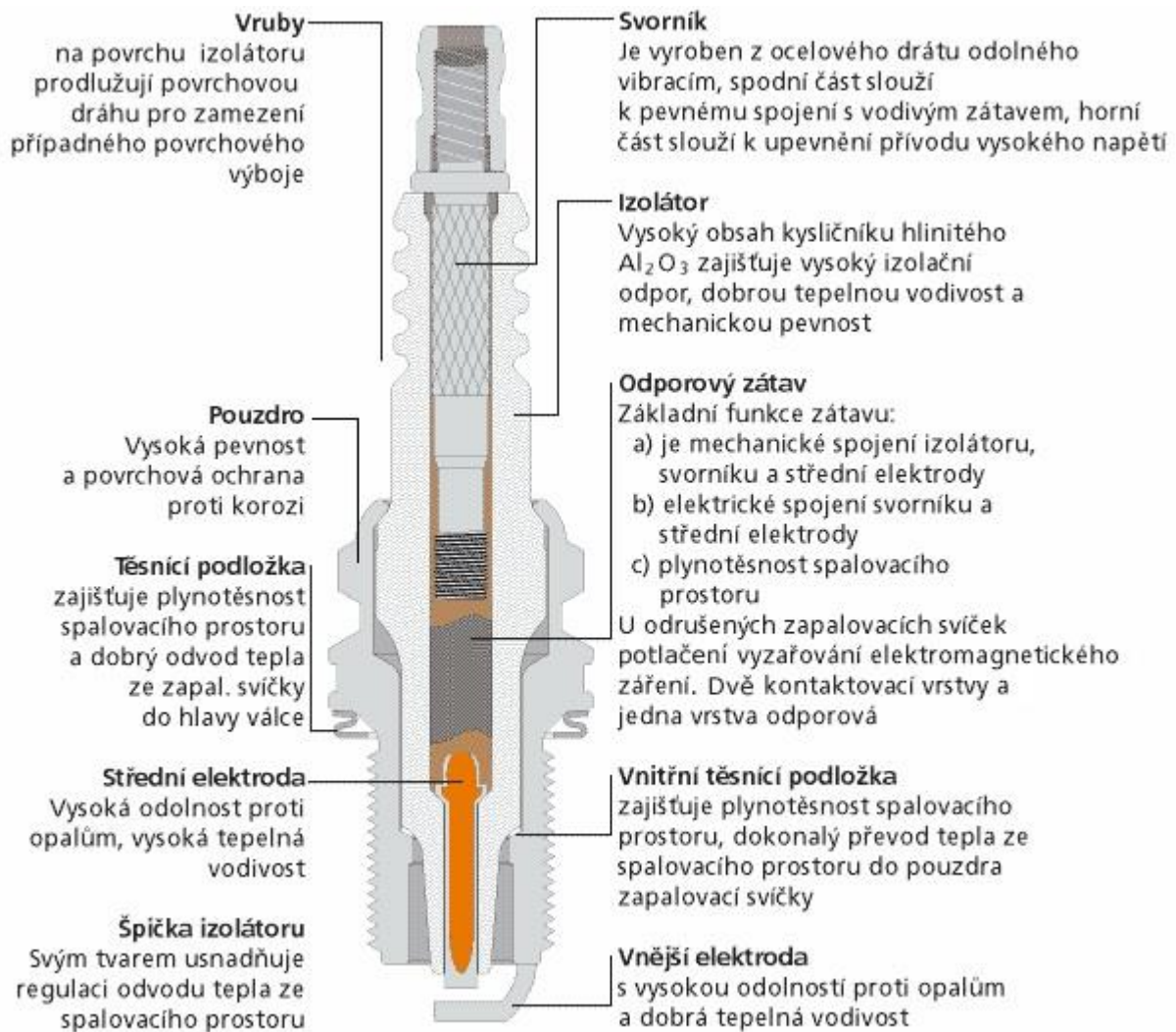


Obrázek 20 - Schéma zapojení obvodu pro kontrolu předstihu

2.2.3 Zapalovací svíčky

Svíčka je náročnou součástí, protože zasahuje do spalovacího prostoru, kde pracuje v těžkých podmínkách, v nichž se v rychlém sledu střídají teploty 2 000 až 2 500 °C a tlaky až 6 MPa při hoření, s teplotami okolo 60 °C a s podtlakem při sání motoru. Materiály svíčky musí

snášet velké teplotní spády, odolávat chemicky velmi agresivnímu prostředí a izolátor svíčky musí bez poškození a bez velkých energetických ztrát snášet napěťové rázy až 25 kV.



Obrázek 21 - Řez zapalovací svíčkou

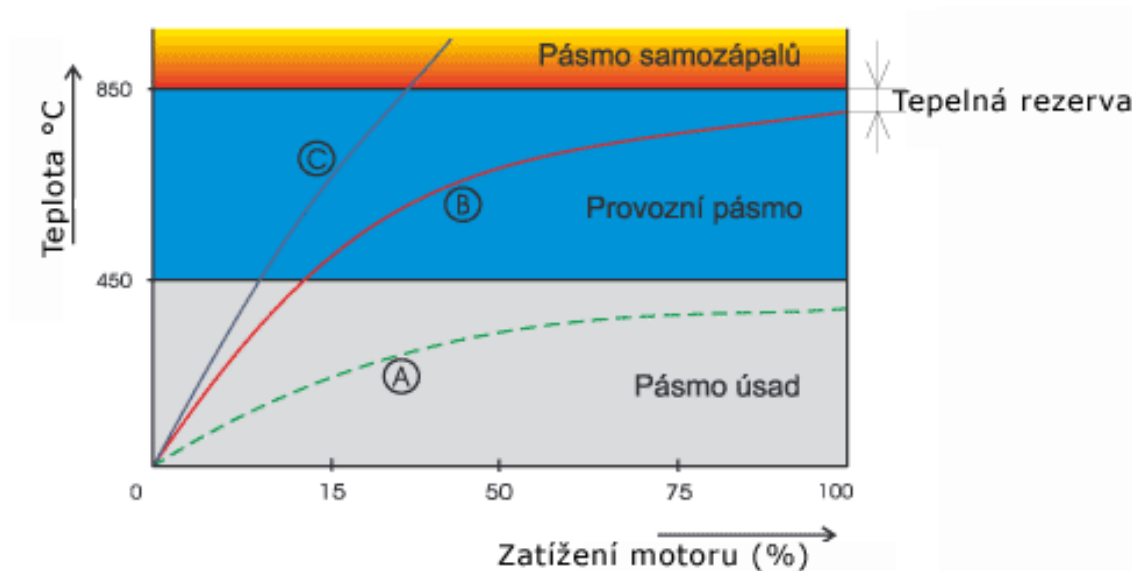
Zapalovací svíčka, (obr. 18), se skládá ze střední elektrody, keramického izolačního tělesa a z kovového pouzdra nesoucího elektrodu, šroubení, kterým se svíčka zašroubuje do hlavy válce tak, aby svým spodním koncem zasahovala do spalovacího prostoru. Do koncovky ústí kabel vysokého napětí, přiváděného z rozdělovače. Zápalná směs se zapálí, přeskochí-li jiskra mezi elektrodami. Pro velmi namáhavý provoz se na konce elektrod navářejí slitiny wolframu, platiny nebo iridia. Střední elektroda je někdy i stříbrná. Střední elektroda bývá nejčastěji v izolátoru uchycena polovodivým křemíkovým zátavem. Toto řešení je technicky výhodné. Při vysoké teplotě zátav slíne s materiálem izolátoru, takže zajišťuje dokonalé

utěsnění. Střední elektroda je v zátavu lépe mechanicky uchycena, což zajišťuje její polohu vůči izolátoru, která je důležitá pro správnou činnost svíčky.

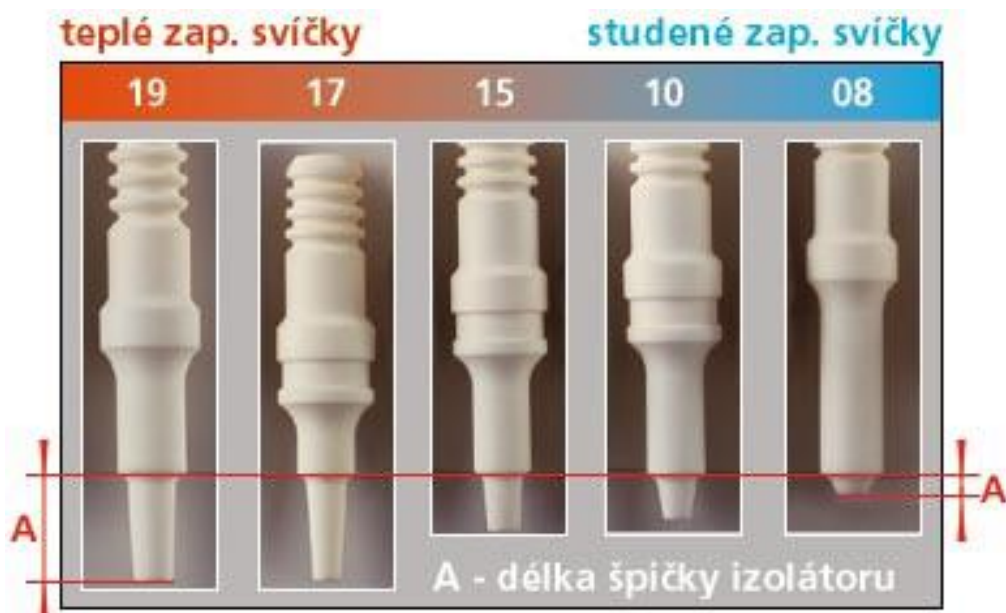
Podle nároků na materiál i na zpracování je izolátor nejdůležitější částí svíčky. Nyní se používají převážně materiály, jejichž hlavní složkou je velmi čistý kysličník hlinitý, jako minerál známý pod názvem korund, s různými přísadami. Hlavní význam má tepelná vodivost materiálu a její závislost na teplotě. Na části izolátoru ve spalovacím prostoru se mohou usazovat pohonné látky a zplodiny hoření, které je někdy přechodně velmi nedokonalé, a z izolátoru se musí při provozu tyto úsady samočinně odstraňovat. Provozní teplota špičky izolátoru má být proto v rozmezí 500 až 800 °C. Hranice 500 °C je spodní mez tzv. samočisticí teploty, při níž shoří na izolátoru úsady, které by zvětšovaly elektrickou vodivost povrchu.

Teplota 800 °C je spodní mez teplot, při nichž se již vznítí palivová směs, přijde-li do styku s teplým povrchem. Pro obvyklá paliva je tato hodnota v rozmezí 820 až 1 000 °C. Se svíčkou, která má teplotu nižší, než je samočisticí teplota, může motor přechodně pracovat, je-li v dobrém stavu a jestliže se úsady na svíčke nevytvářejí příliš rychle. Teplota 800 °C se nemá překračovat, protože samozápalý mohou způsobit přehřátí motoru a zmenšují jeho výkon.

Schopnost svíčky snášet bez samozápalu určité tepelné zatížení se udává jako její tepelná hodnota. Svíčka s vyšší tepelnou hodnotou, v běžném názvosloví označována jako studenější, je bezpečnější proti samozápalům, ale náchylnější k úsadám na izolátoru. Vyznačuje se tím, že přístup tepla je omezován a odvod zlepšen, špička izolátoru je krátká a zpravidla více zakryta pouzdem. Svíčka s nižší tepelnou hodnotou má naopak plochu vystavenou působení tepla větší a odvod tepla je ztížen, špička izolátoru je delší a někdy vyčnívá až do spalovacího prostoru. Čím je svíčka teplejší, s menší tepelnou hodnotou, tím je méně odolná proti samozápalům, ale méně citlivá na úsady.



Obrázek 22 - Tepelné pracovní podmínky



Obrázek 23 - Provedení izolátoru pro různé tepelné hodnoty

Vzhled zapalovací svíčky v provozu:



Normální vzhled

bílošedé zbarvení izolátoru, minimum úsad – správná tepelná hodnota svíčky



Usazeniny způsobené nejčastěji mechanickým poškozením motoru



Natavení elektrod způsobené velkým předstihem nebo nízkou tepelnou hodnotou svíčky



Zanesení karbonem způsobeno příliš studenou svíčkou

Obrázek 24 - Zapalovací svíčky v provozu

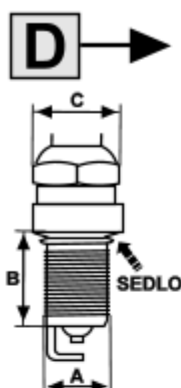


Obrázek 25 - Motocyklová svíčka značky BRISK

SYSTEM ZNAČENÍ

příklad:

DOR15YC-1

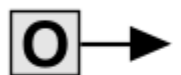


ROZMĚRY POUZDRA

A B C D E F G H J K L M N NA P Q R S T U 3V

TYP	A	B	C	KUŽELOVÉ SEDLA	PODLOŽKA
A	M10x1,00	19mm	16mm		●
B	M12x1,25	19mm	16mm		●
C	M10x1,00	26,5mm	14mm		●
D	M14x1,25	19mm	16mm		●
E	M14x1,25	26,5mm	16mm		●
F	M18x1,50	11,2mm	21mm	●	
G	M14x1,25	17,5mm	16mm	●	
H	M14x1,25	11,2mm	16mm	●	
J	M14x1,25	9,5mm	21mm		●
K	M14x1,25	9,5mm	21mm		●
L	M14x1,25	19mm	21mm		●

TYP	A	B	C	KUŽELOVÉ SEDLA	PODLOŽKA
M	M12x1,25	26,5mm	14mm		●
N	M14x1,25	12,7mm	21mm		●
NA	M10x1,00	12,7mm	16mm		●
P	M14x1,25	9mm	19mm		●
Q	M12x1,25	26,5mm	16mm		●
R	M14x1,25	25mm	16mm	●	
S	M10x1,00	9,5mm	16mm		●
T	M10x1,00	12,7mm	16mm		●
U	M14x1,25	7,8mm	16mm	●	
3V	M16x1,50	20,5mm	14,2mm	●	



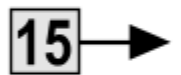
VYSUNUTÍ POUZDRA DO SPALOVACÍHO PROSTORU

- Odpovídá příslušné normě ISO
- Neodpovídá příslušné normě ISO



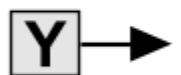
ODRUŠENÍ

- Bez odrušovacího odporu
- S odrušovacím odporem
- S odrušovacím odporem pro snížení opalů elektrod



TEPELNÁ HODNOTA

19 18 17 16 15 14 12 11 10 09 08
 Teplá ← → Studená



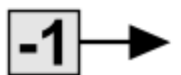
KONSTRUKCE JISKŘIŠTĚ

- Nevysunutá špička izolátoru
- Vysunutá špička izolátoru
- Extrémně vysunutá špička izolátoru
- Vysunutá špička izolátoru a dvě vnější elektrody
- Vysunutá špička izolátoru a tři vnější elektrody
- Nevysunutá špička izolátoru a kruhové jiskřiště
- Extrémně vysunutá špička izolátoru a kruhové jiskřiště
- Dvě pomocné elektrody na špičce izolátoru a kruhové jiskřiště
- Jedna pomocná elektroda na špičce izolátoru a tři vnější elektrody
- Extrémně vysunutá špička izolátoru a tři vnější elektrody



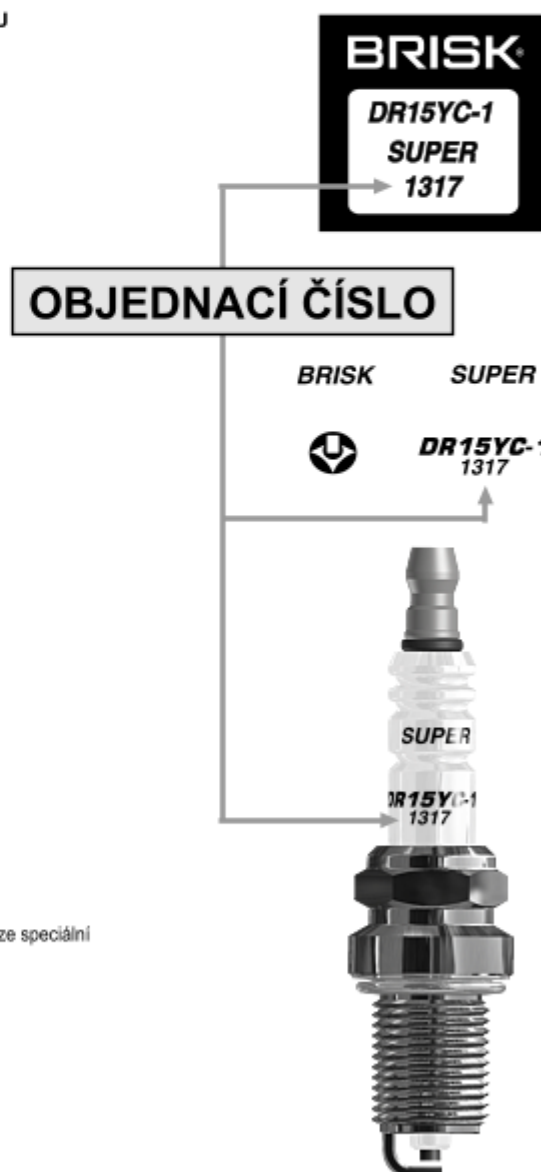
MATERIÁL ELEKTROD

- Střední elektroda ze slitiny niklu
- Střední elektroda s měděným jádrem nebo elektroda vyrobená ze speciální slitiny legované ytrem
- Střední a vnější elektroda legovaná ytrem s měděným jádrem
- Stříbrná střední elektroda
- Střední elektroda s platinovým kontaktem
- Irídiový kontakt na střední elektrodě



ELEKTRODOVÁ VZDÁLENOST

- 0,4-0,9 mm
- 9 0,9 mm - Speciální provedení
- 1 1,0-1,1 mm
- T Speciální provedení
- 3 1,3 mm



Obrázek 26 - System značení svíček BRISK

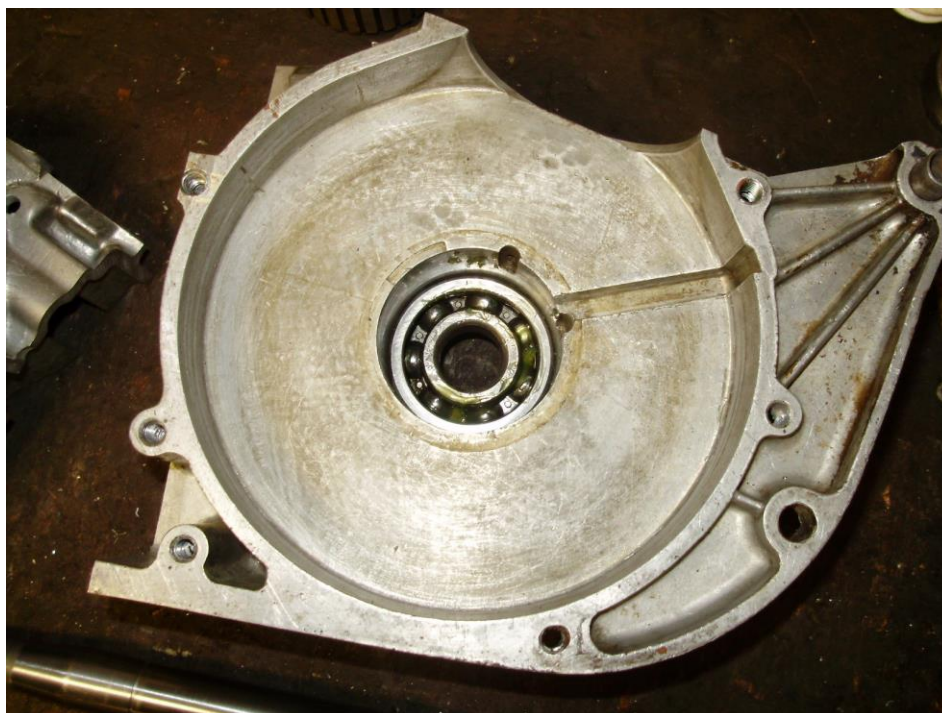
3 Výroba modelu

Výroba tohoto modelu mi trvala asi 3 měsíce. Hodně času zabralo shánění součástí, návrh dílů a výroba jednotlivých součástí.

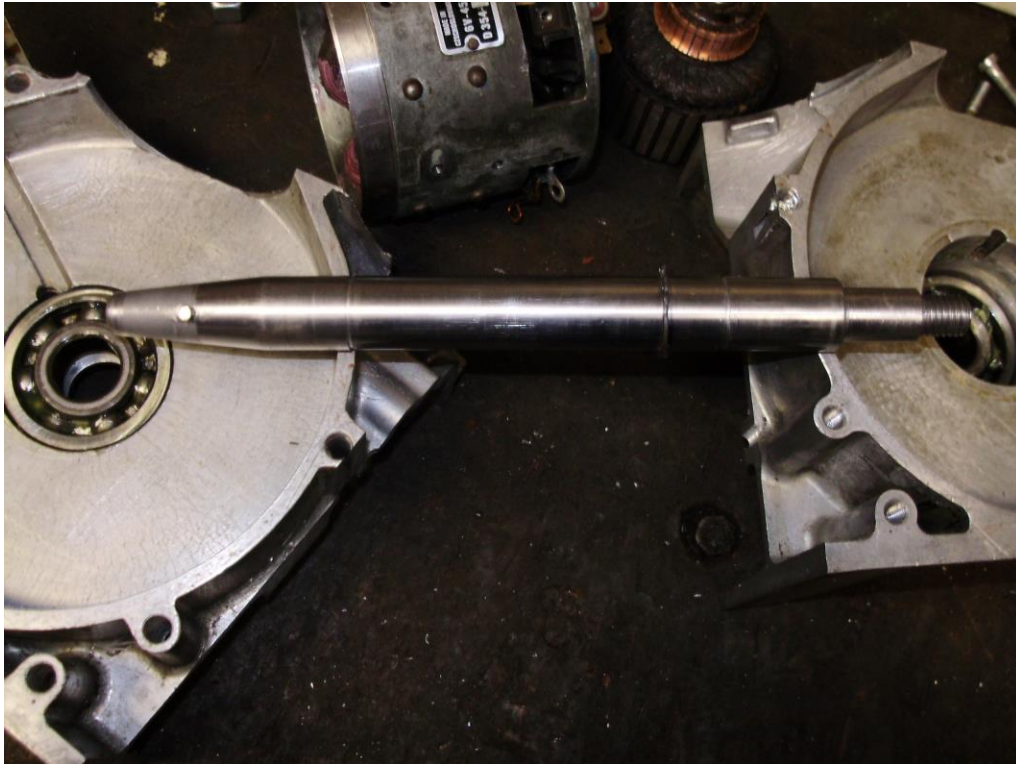
Foto z výroby:



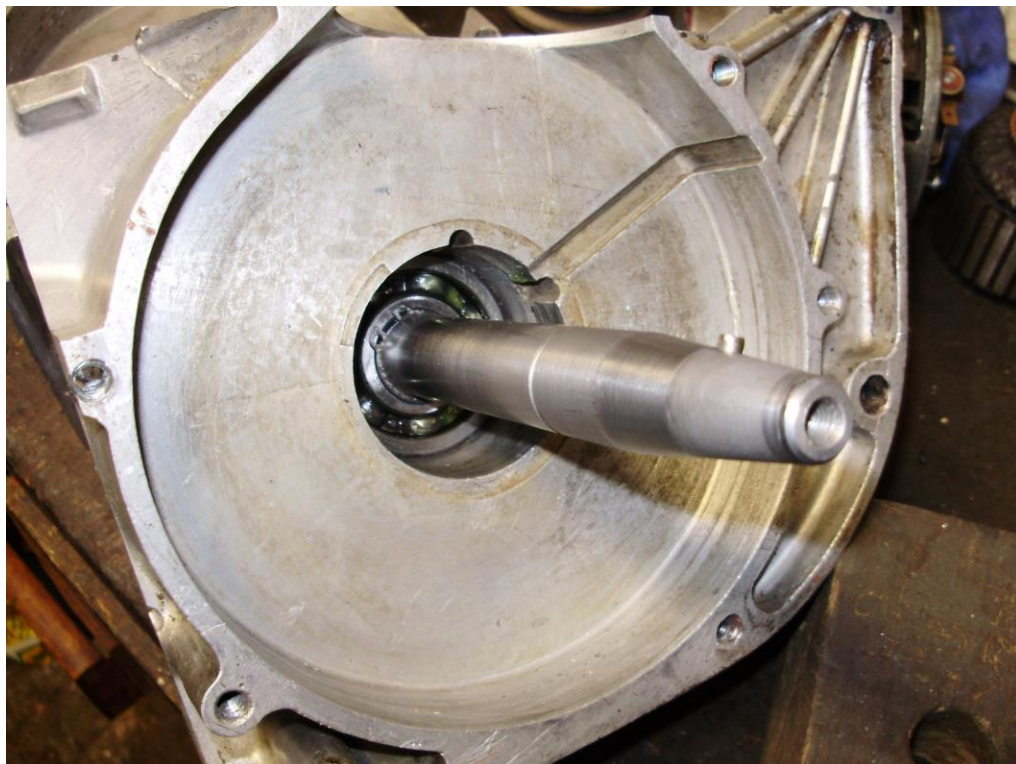
Obrázek 27 - Blok motoru s hřídelí



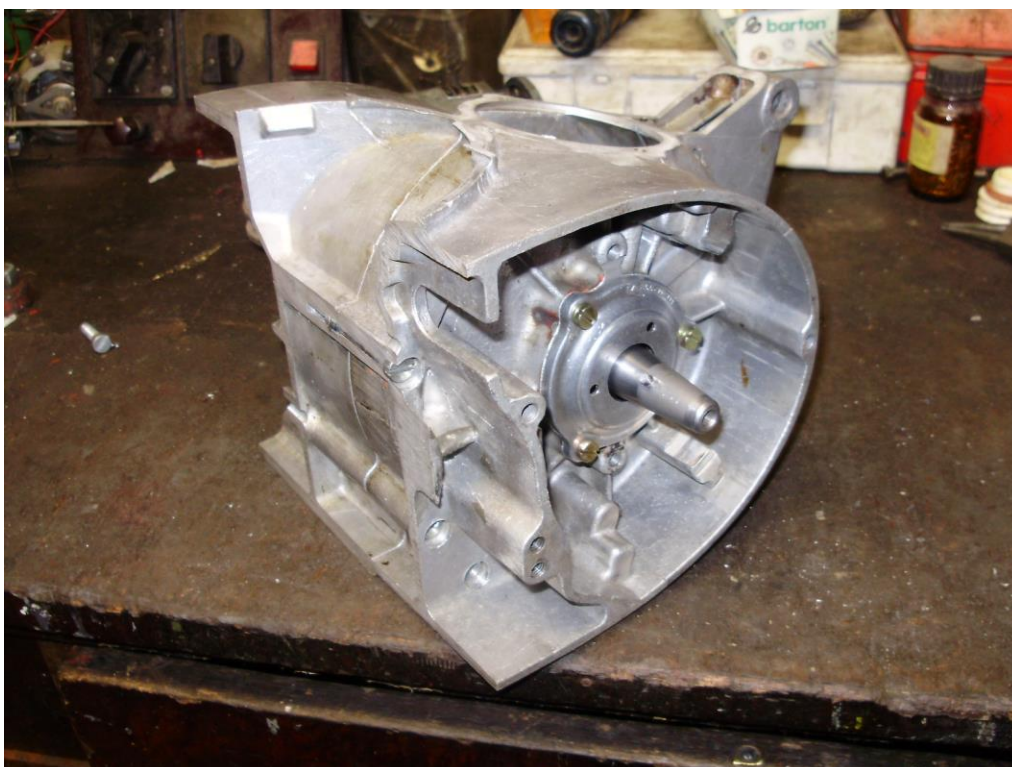
Obrázek 28 - Nalisované ložisko v bloku motoru



Obrázek 29 - Vyrobená hřídel nahrazující klikový hřídel



Obrázek 30 - Nalisovaná hřídel v ložisku



Obrázek 31 - Složený motor



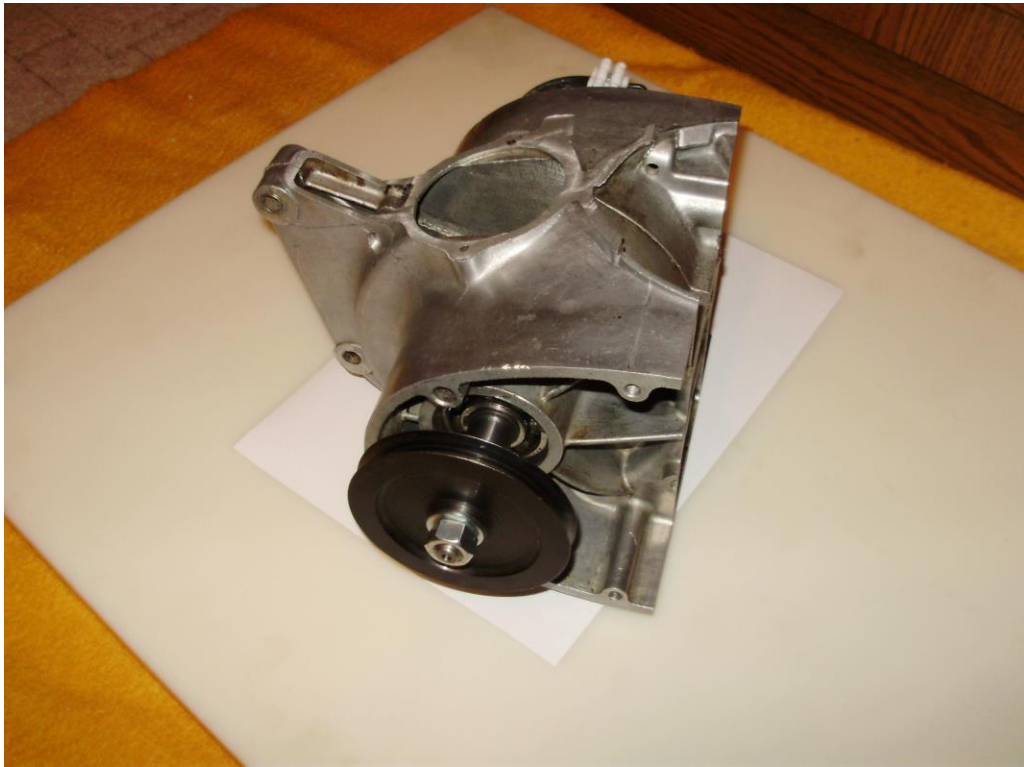
Obrázek 32 - Složený motor



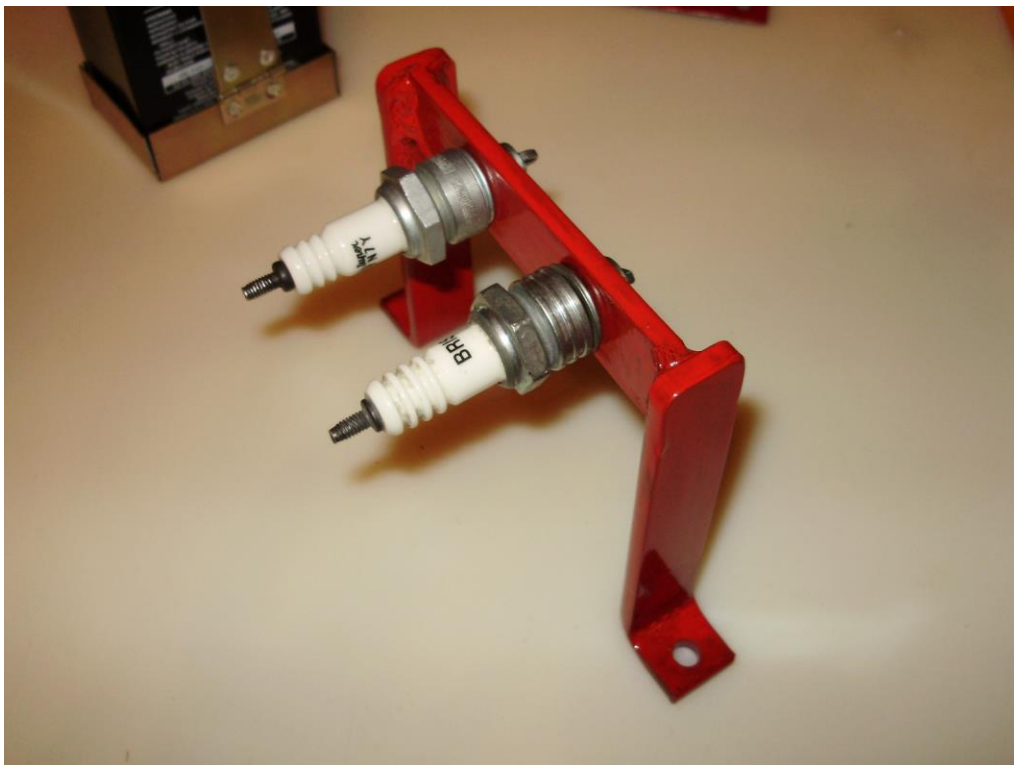
Obrázek 33 - Namontovaný rotor dynama



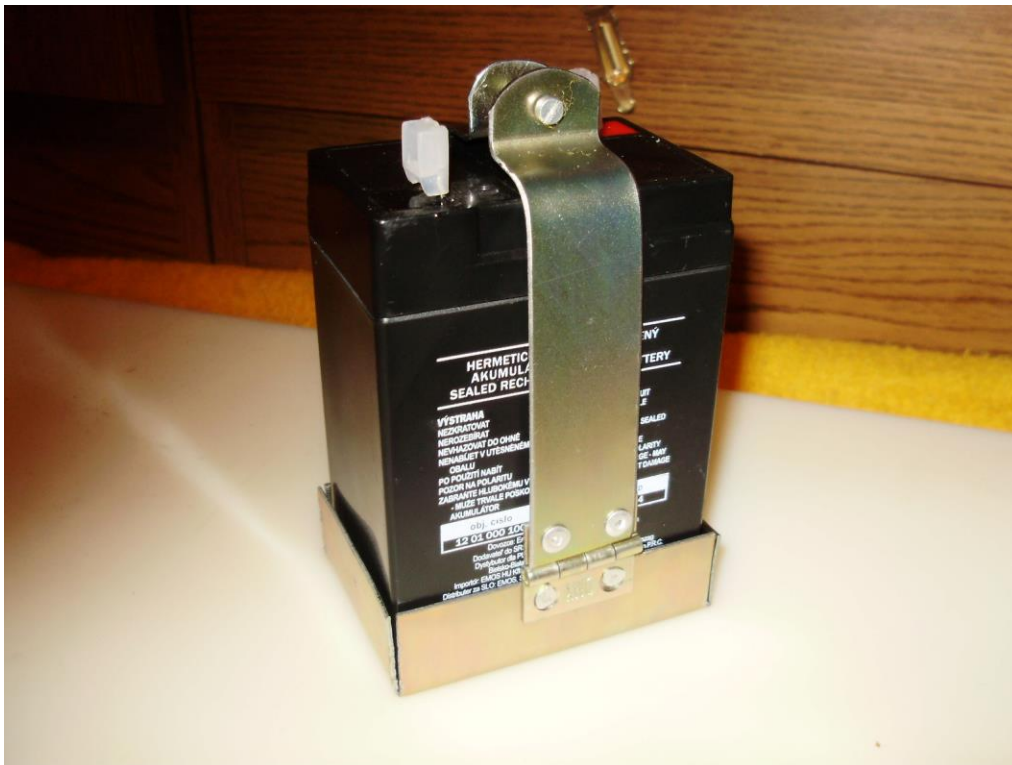
Obrázek 34 - Namontovaný stator dynama



Obrázek 35 - Namontovaná řemenice



Obrázek 36 - Vyrobený držák svíček



Obrázek 37 - Vyrobený držák akumulátoru



Obrázek 38 - Rozmístění a namontování dílů na základovou desku



Obrázek 39 - Zapojení elektromotoru



Obrázek 40 - Napojení elektroinstalace a namontování rohových lišt



Obrázek 41 - Kompletně hotový model

Závěr

Dynama jsou v dnešní době nahrazovány spolehlivějšími a výkonnějšími alternátory.

Také kontaktní zapalování je nahrazeno elektronickým zapalováním, ale princip zůstal zachován.

Tento typ dobíjení a zapalování byl základem, který se používal zhruba 50 let a od kterého se později vyvíjely další systémy.

U nás v České republice se toto dynamo a zapalování používalo zhruba do konce 80. let.

Seznam použitých zdrojů

- **Elektrotechnika motorových vozidel 1** (Autor: Ing. Jan Zdeněk; Ing. Ždánský Bronislav; PaedDr. Kubát Jindřich.)
- **Autoelektrika a autoelektronika** (Autor : J. Šťastný; B. Remek)
- **Seřizování a opravy motocyklů JAWA** (Autor: Jiří Dočkal)

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Pohled na vnitřní stranu statoru	8
Obrázek 2 - Zapojení vinutí statoru a rotoru.....	9
Obrázek 3 - Rotor dynama	9
Obrázek 4 - Zapojení regulátoru do obvodu	10
Obrázek 5 - Dvoucívkové regulační relé.....	11
Obrázek 6 - Dvoucívkové regulační relé.....	11
Obrázek 7 – Zapojení reguláru	11
Obrázek 8 - Seřízení regulátoru	14
Obrázek 9 - Seřízení spínače	14
Obrázek 10 - Klasický olověný akumulátor určený pro motocykly	16
Obrázek 11 - Schéma zapalování dvoudobého dvouválcového motoru (JAWA 350)	18
Obrázek 12 - Řez indukční cívkou.....	20
Obrázek 13 - Motocyklová indukční cívka	20
Obrázek 14 - Průběh primárního proudu zapalovací cívkou.....	21
Obrázek 15 - Průběh primárního proudu, sekundárního napětí a proudu při sepnutí a rozpojení kontaktů.....	21
Obrázek 16 - Základová deska s kontakty přerušovače	22
Obrázek 17 - Pevný a pohyblivý kontakt.....	22
Obrázek 18 - Základová deska	23
Obrázek 19 - Nástroj pro měření předstihu.....	24
Obrázek 20 - Schéma zapojení obvodu pro kontrolu předstihu	25
Obrázek 21 - Řez zapalovací svíčkou	26
Obrázek 22 - Tepelné pracovní podmínky.....	28
Obrázek 23 - Provedení izolátoru pro různé tepelné hodnoty.....	28
Obrázek 24 - Zapalovací svíčky v provozu.....	29
Obrázek 25 - Motocyklová svíčka značky BRISK	30
Obrázek 26 - Systém značení svíček BRISK	31
Obrázek 27 - Blok motoru s hřídelí.....	32
Obrázek 28 - Nalisované ložisko v bloku motoru.....	32
Obrázek 29 - Vyrobena hřídel nahrazující klikový hřídel.....	33
Obrázek 30 - Nalisovaná hřídel v ložisku	33

Obrázek 31 - Složený motor.....	34
Obrázek 32 - Složený motor.....	34
Obrázek 33 - Namontovaný rotor dynama.....	35
Obrázek 34 - Namontovaný stator dynama.....	35
Obrázek 35 - Namontovaná řemenice.....	36
Obrázek 36 - Vyrobený držák svíček.....	36
Obrázek 37 - Vyrobený držák akumulátoru.....	37
Obrázek 38 - Rozmístění a namontování dílů na základovou desku.....	37
Obrázek 39 - Zapojení elektromotoru.....	38
Obrázek 40 - Napojení elektroinstalace a namontování rohových lišt.....	38
Obrázek 41 - Kompletně hotový model.....	39