

CARATTERISTICHE DI UNA CANDELA GLOW PLUG

CENNI STORICI

Nell'anno 1946, l'ingegnere americano **Ray Arden**, un vero pioniere della progettazione dei micromotori ed indiscusso genio in materia, ideò e perfezionò l'impiego della candela con la spiralina Glow Plug per l'accensione del carburante nei micromotori a scoppio, rivoluzionando in modo conclusivo tutti i concetti sino a quel momento impiegati nella costruzione dei micromotori per modellismo.

Nato nel 1890, Ray Arden costruì il suo primo motore nel 1907: era un quattro tempi, ma aveva una accensione insoddisfacente.

Arden decise allora di generare un nuovo tipo d'accensione impiegando una spiralina al posto della candela; il sistema per un certo verso funzionava, ma presentava dei grossi problemi: in pratica, il motore non riusciva a raggiungere gli alti regimi.

Proseguì le sue ricerche per molti anni, costruì bellissimi micromotori (vedi fig 1), tuttora ricercati dai collezionisti, sino al 1946 quando **Ed Chamberlin** preparò un potentissimo carburante per micromotori che chiamò *Liquid Dynamit* (dinamite liquida).

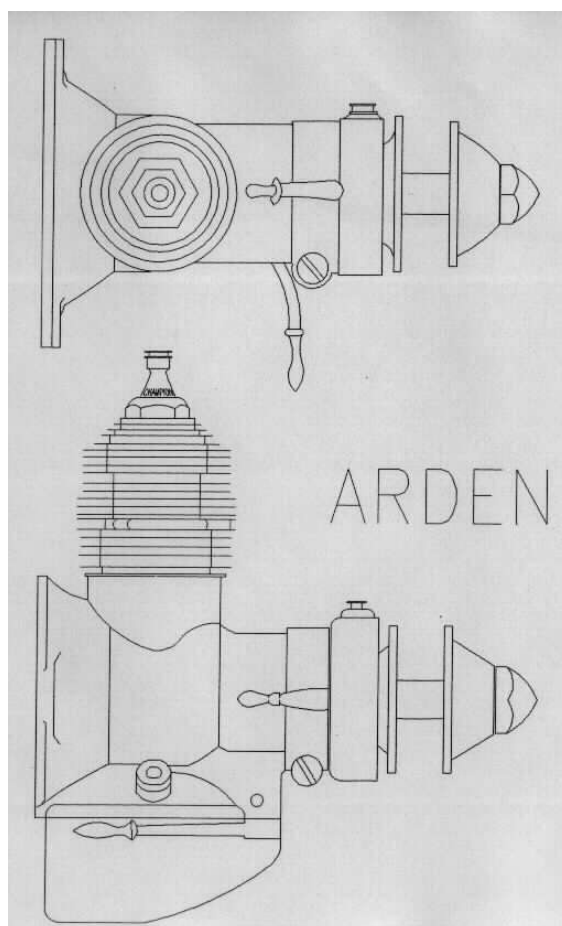


fig. 1

Il nuovo carburante venne testato, insieme a **Ben Shereshaw** (vedi fig. 2), su un micromotore *Bantam .19 ci* : durante le prove di questo carburante successe che, togliendo il

contatto elettrico alla candela (come si doveva fare normalmente per fermare il motore), con loro meraviglia notarono che il micromotore non si fermava e continuava a funzionare regolarmente.



fig. 2

Ben Shereshaw

Tolsero immediatamente la candela e si resero conto che il calore prodotto nella camera di scoppio da questo tipo di carburante aveva reso incandescente l'elettrodo centrale della candela, ed intuirono che era sufficiente questo punto caldo a far sì che avvenisse l'accensione della miscela.

Provarono allora a costruire candele con l'elettrodo centrale fatto con un filo di Nichel Cromo ed altri materiali simili, ma gli esperimenti non ebbero successo perché i fili impiegati, sottoposto alle alte temperature, bruciavano molto rapidamente.

Ed Chamberlin era informato che già da molto tempo l'Ing. Ray Arden stava sperimentando sui suoi motori *Atom .067 ci* e l'*Arden .19 ci*, un nuovo tipo di accensione, sostituendo i due elettrodi della candela con una spiralina d'acciaio; Chamberlin mise Arden al corrente di quanto aveva scoperto durante le sue prove, gli inviò il suo carburante specificandogli che quell'intruglio, composto d'additivi vari, non si sapeva bene cosa, conteneva una percentuale d'alcool metilico; ricordiamo che in quel periodo il carburante impiegato era composto solo da benzina ed olio.

A seguito di queste notizie, Ray Arden iniziò a fare degli esperimenti variando i tipi di carburante, mantenendo sempre come base l'alcool metilico; egli intuì che doveva applicare il fenomeno chimico della catalisi, impiegando come materiale per la costruzione della spiralina il platino in lega con l'iridio, che risulta il miglior catalizzatore per il metanolo; il platino, infatti, alla presenza del metanolo rimane incandescente in modo spontaneo, inoltre il platino è il metallo più pesante che si conosca, mentre il suo punto di fusione è a 1769°C. Concentrò le sue ricerche su questi due principi ed inserì all'interno della candela una spiralina con un filo composto da una lega di platino legato con una percentuale d'iridio: il risultato fu che il micromotore funzionava perfettamente, senza l'ausilio della corrente elettrica, mentre la spiralina rimaneva intatta.

Arden scoprì anche che la lega da lui utilizzata per la spiralina era il catalizzatore perfetto per far bruciare il metanolo senza l'ausilio d'additivi speciali.

Dalla conoscenza tecnica e dalla tenacia nella ricerca, nacque dunque ufficialmente il micromotore con l'accensione pilotata dalla candela Glow Plug, vedi fig. 3.



fig. 3

La notizia si divulgò rapidamente e da quel momento, gradatamente, fu abbandonata in modo definitivo la costruzione dei motori dotati della candela con accensione elettrica.

Poco o niente è cambiato da quando, nel lontano 1946, Ray Arden inventò la candela Glow Plug, la cui forma e dimensioni sono rimaste immutate. Un enorme miglioramento è stato fatto nell'impiego delle leghe per la costruzione della spirulina, ma solo per variane il grado termico.

CARATTERISTICHE TECNICHE

La candela, vedi fig. 4, è il particolare più semplice da controllare ed è anche lo specchio dello stato di salute del motore stesso.

Scopo della candela è quello di innescare la combustione della miscela. Mentre nei normali motori a scoppio (a ciclo Otto) l'accensione della miscela avviene generalmente grazie ad una scintilla che scocca tra i due elettrodi, nel momento opportuno, nei motori usati sugli automodelli l'accensione avviene quando la miscela di aria e carburante, compressa dal pistone, arriva a contatto della spirale incandescente (vedi fig. 14) della candela.

La spirale è incandescente, in fase d'avviamento, grazie alla corrente elettrica che la attraversa, ed incandescente rimane, anche in mancanza di corrente, grazie all'elevata temperatura che si viene a sviluppare nella camera di scoppio per effetto della combustione della miscela.



fig. 4
Candela glow-plug Normale

Il filamento, mostrato dalle frecce blu in fig. 5, è di color argento ma la sua composizione è una lega ben più pregiata formata da Platino, Rodio, Nichel e Cromo.

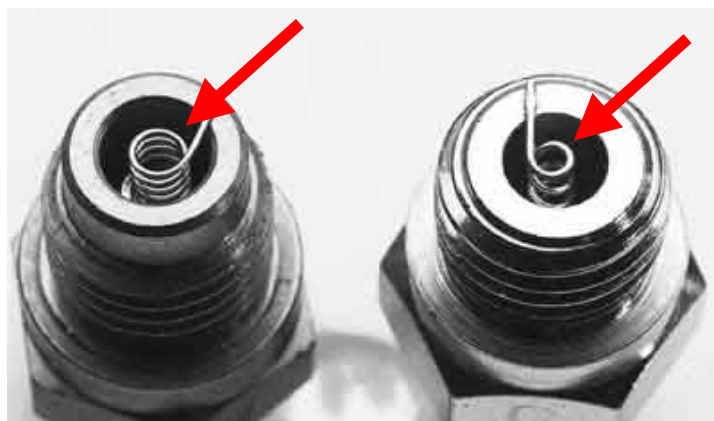


fig. 5

Diversi filamenti di candela, distinti per le loro dimensioni

Controllare spesso l'aspetto di questo particolare può essere d'aiuto a percepire i sintomi della carburazione.

Spesso la conseguenza di una scelta errata della candela o semplicemente una candela troppo vecchia può causare spegnimenti o prestazioni non eccellenti provocando così un cattivo funzionamento del motore.

Normalmente in inverno si usano delle candele "*calde*" (trattengono di più il calore) mentre in estate si usano quelle "*fredde*" (trattenendo meno il calore, si raffredda la camera di combustione); le candele "*medie*", invece, vanno bene in tutte le condizioni.

Osservando una candela, vedi fig. 6 e fig. 7, vediamo che è costituita da un corpo in ferro (indicato con A nella fig. 6) con la caratteristica forma a bullone esagonale e la sottostante parte cilindrica, che si avvita nella camera di scoppio, con una filettatura tipo americana. La forma esagonale, con diametro di 8 mm consente di avvitare o svitare la stessa con una normale chiave a tubo. Nella parte superiore è collocato l'elettrodo (indicato dalla freccia blu in fig. 6), isolato dal corpo della candela mediante una rondella di mica (indicata dalla freccia rossa di fig. 7) che, oltre ad essere un eccellente isolante elettrico, presenta una elevata resistenza al calore.

All'interno del corpo, che è cavo, troviamo la spiralina (indicata con B della fig. 6), che si scalda fino a raggiungere temperature comprese tra gli 830° - 1320°C.

E' questo enorme calore, concentrato in pochi millimetri cubici, che garantisce la perfetta combustione della miscela.

Il diametro della spiralina determina la categoria di appartenenza della candela stessa, ossia se essa è fredda o calda. Uno spessore maggiore farà sì che la spiralina si riscaldi meno (candela fredda), mentre uno spessore minore renderà incandescente di più la spiralina (candela calda).



fig. 6

A = corpo candela; B = spiralina

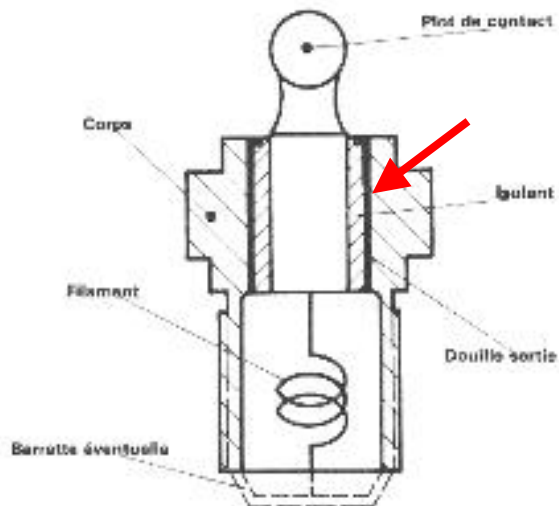


fig. 7

Sezione longitudinale di una candela glow-plug Normale

Gli aggettivi calda e fredda potrebbero far cadere in errore colui che deve scegliere. Infatti, la candela si adotta in base alle condizioni ideali d'esercizio: temperatura esterna, percentuale di Nitrometano presente nella miscela e cilindrata (più aumenta la cilindrata e più la vostra scelta deve ricadere su candele più fredde). Inoltre, ai consigli forniti dal produttore del motore.

Con l'aumentare della percentuale di Nitrometano nella miscela aumenta anche la temperatura dello scoppio interno, quindi con più Nitrometano sceglieremo candele più fredde.

Inoltre, le candele, indipendentemente dalle marche, sono distinte con una numerazione che va da 1 a 8, in fig. 8 la candela riporta il numero 5 indicato dalla freccia rossa. A numeri più bassi corrispondono candele più calde e a numeri più alti corrispondono candele più fredde (la 1 e la 8 sono gli estremi e sono rispettivamente la candela più calda e la più fredda).

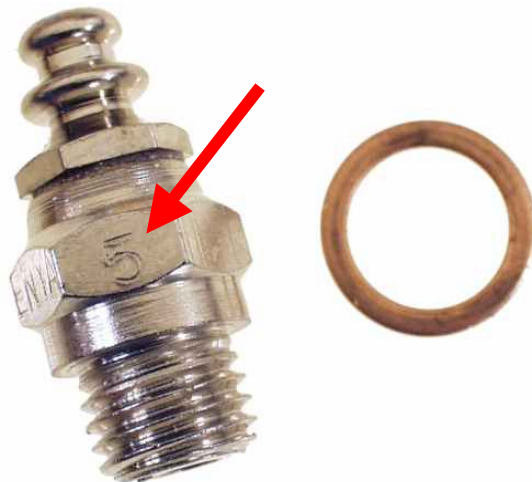


fig. 8

Gradazione di una candela glow-plug Normale

Mentre per quanto riguarda la tipologia degli elettrodi, vedi fig. 9, abbiamo candele con elettrodi a uno (indicato dalla freccia blu) o due collari (indicati dalle frecce rosse) oppure elettrodi a testa piana (indicati dalle frecce verdi) o svasata (indicata con la freccia marrone). La differenza stà principalmente in un migliore calettamento dell'accendi candela e nello smaltimento del calore a cui essa è soggetta.

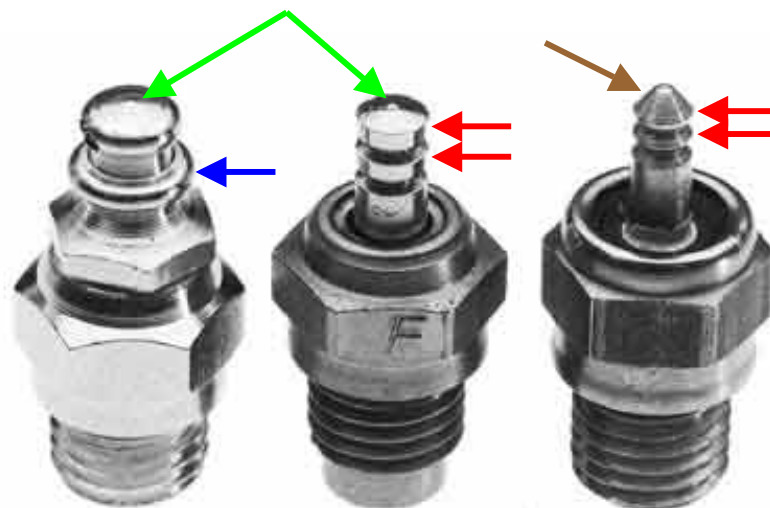


fig. 9

Tipologia degli elettrodi su candele glow-plug

Infine, le candele (soprattutto quelle Normali: vedi più sotto) si differenziano dal tipo di calettamento presente nel foro della testa di raffreddamento e dalla lunghezza del cilindro filettato, vedi fig. 10.



fig. 10

Tipi diversi di calettamento filettato per candele glow-plug

La differenza tra candela Normale (o tradizionale) e quella Turbo sta solo nel tipo di bloccaggio e sono così distinte:

- **Candela Normale** (figg. 4 e 8): quando il bloccaggio e la tenuta ermetica sulla testa di raffreddamento è garantito da una rondella di materiale tenero (Rame o Alluminio cotto). In questo caso il "fuoco" (termine per indicare la combustione) può essere modificato dallo spessore della rondella e dal tipo di materiale di cui è fatta, che si può schiacciare più o meno.
- **Candela Turbo** (fig. 13): quando il bloccaggio e la tenuta ermetica avvengono tramite il serraggio del cono sul sottotesta, vedi figg. 11 e 12. Ovvero in corrispondenza della parte terminale del cilindro della candela (dopo la filettatura) si ha un piccolo profilo conico di 60°. Tale profilo garantisce la tenuta ermetica tra la testa di raffreddamento e il sottotesta ed

il filamento cade esattamente nel "fuoco" della camera di combustione. Un difetto di queste candele è che ogni volta che si montano bisogna controllare che non ci siano depositi fra la superficie conica del sottotesta e la superficie conica della candela. Pena, riduzione della compressione. Esse vengono montate solo ed esclusivamente se il motore è provvisto di sottotesta.

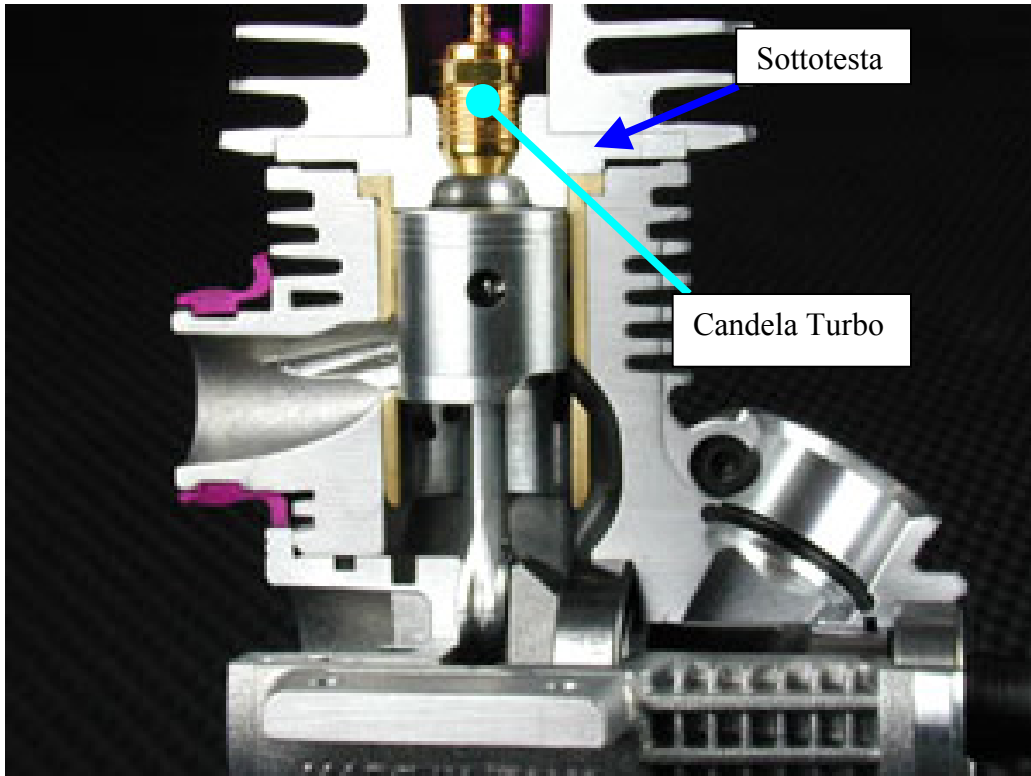


fig. 11

Sezione longitudinale di un motore glow-plug con evidenza il tipo di candela Turbo

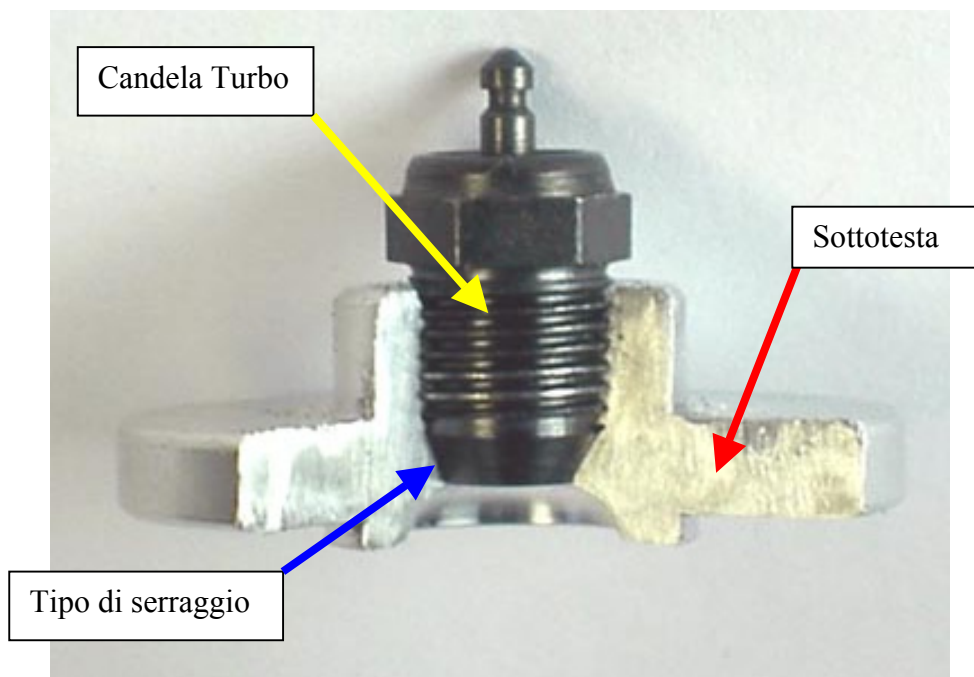


Figura 12

Sezione parziale dove si mette in evidenza la chiusura ermetica fra una candela Turbo ed il sottotesta.

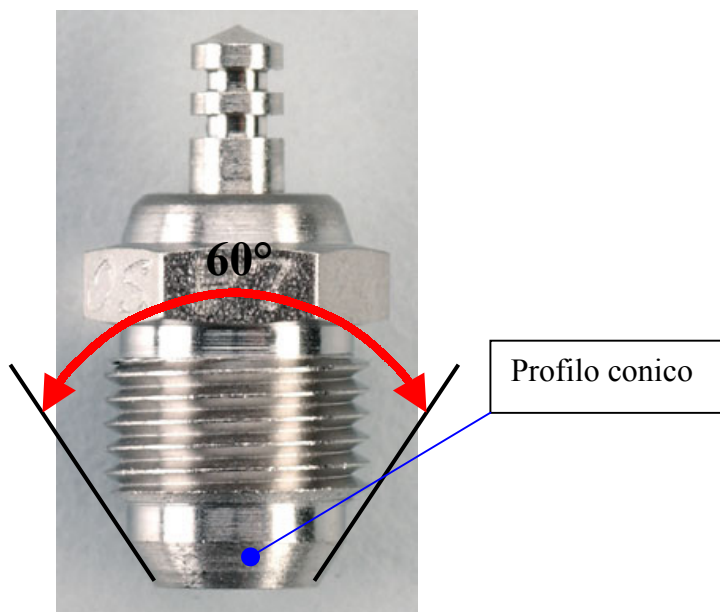


fig. 13

Geometria di una candela Turbo

Per quanto riguarda il passo della filettatura, secondo la recente normativa DIN, la candela Turbo ha un passo diverso dalla candela Normale (quest'ultima adotta $\frac{1}{4} \times 32$ filetti per pollice: detta filettatura Withword). Ciò è dovuto al fatto che la filettatura nella candela Normale si trova, a differenza di quella Turbo, più vicina alla camera di combustione (specialmente i primi filetti). E pertanto, per ridurre la dilatazione termica volumetrica si è operata questa soluzione (in realtà anche il materiale è diverso). Inoltre, le candele normali si differenziano dalla lunghezza del cilindro terminale.

ANALISI (a volte può essere utile confrontarla con una nuova)

1. Se la spirale è un po' schiacciata verso l'interno, vedi fig. 14, vuol dire che il motore è troppo compresso. Se la percentuale di Nitrometano è alta e se ci si trova a livello del mare, questi fattori possono essere la ragione. La soluzione è quella di controllare quanti rasamenti ci sono nel sottotesta e provare ad aggiungere un rasamento da 0,1 mm per verificare se tale problema è ancora presente oppure non. Altrimenti si riduca, di un 5% alla volta, le percentuale di Nitrometano, presente nella miscela. Infine, sostituire la candela.



fig. 13

- Se il filamento è opaco o molto chiaro (sabbaiato) vuol dire che la carburazione è troppo magra (povera di carburante e quindi di lubrificazione) e, a lungo andare, potrebbe danneggiare il motore. Il filamento rovinato potrebbe rompersi e cadere sul cielo del pistone rovinando anche il cilindro (freccia blu), vedi fig. 15. La soluzione è quella di ingrassare leggermente la carburazione, dopo aver sostituito la candela..

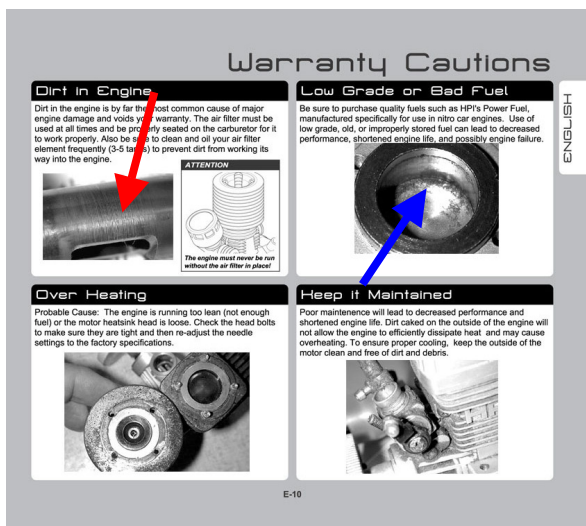


fig. 15

Alcuni tipi di problemi che insorgono a seguito della rottura della spirulina della candela

- Se il colore del filamento è scuro (o fuliginoso) e la candela sembra umida, la carburazione è grassa per cui il rendimento del motore non è del 100%. Bisogna "smagrire" la carburazione avvitando lo spillo del massimo a piccoli passi (1/8 di giro alla volta).
- Quando il filamento si presenta lucido come quello di una candela nuova e la spirale non ha imperfezioni tutto lavora bene e la carburazione è okay. Inoltre, il filamento risulta totalmente (e non parzialmente) incandescente durante la fase di combustione, vedi fig. 16.



fig. 16

Filamento di una candela incandescente.

In fig. 17 è mostrato l'andamento termico di alcune candele in condizioni standard (convenzione DIN). Ovvero, tramite un piezometro, si può determinare il tempo che impiega il filamento, di ugual dimensione per tutte, a diventare totalmente incandescente, quando si trova a contatto con i prodotti della combustione.

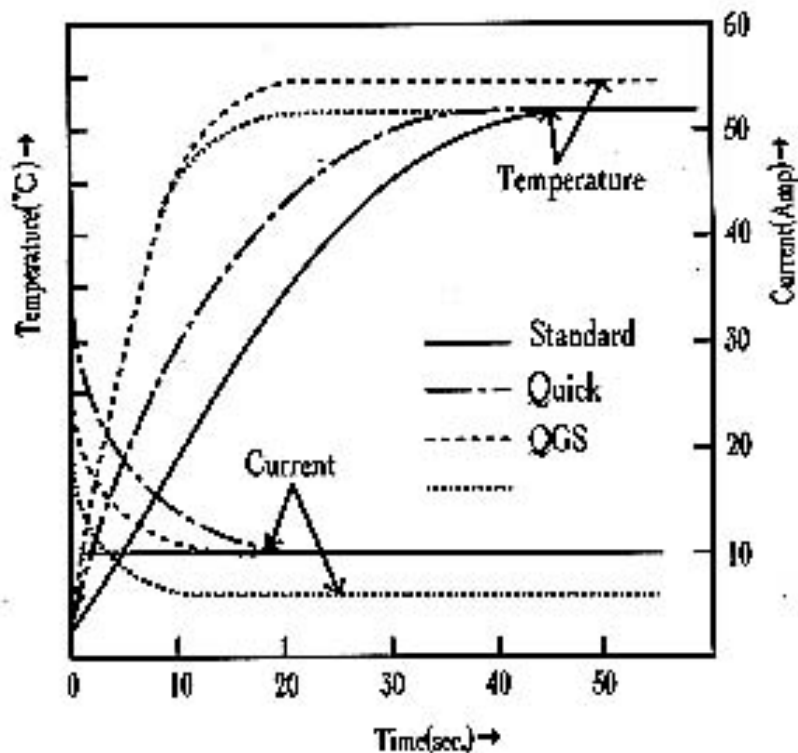


fig. 16

Andamento termico di alcune candele glow-plug

SOSTITUZIONE

Solitamente le candele devono essere sostituite ogni 6 - 10 ore poiché il filamento della stessa, venendo aggredito dai prodotti della combustione (il processo di ossidoriduzione risulta dannoso per alcuni materiali alle alte temperature), si riduce in diametro.

Tale riduzione, a lungo andare, può far superare il punto termico di fusione del filamento e al distacco dello stesso dal corpo candela, andando così a finire nel cilindro con la conseguenza di grippare l'accoppiamento. Inoltre, la riduzione del diametro (dell'ordine di qualche centesimo di millimetro) riduce sensibilmente il grado termico della candela portando il motore ad assumere una carburazione errata.

SCELTA

Qui di seguito verrà esposto un criterio semplicistico per determinare il grado termico della candela in funzione della percentuale di Nitrometano, presente nella miscela, e della temperatura ambiente.

		TEMPERATURA AMBIENTE (°C)						
		0° - 5°	5° - 10°	10° - 15°	15° - 20°	20° - 25°	25° - 30°	30° - 35°
PERCENTUALE DI NITROMETANO PRESENTE NELLA MISCELA	0% - 10%	2	2	3	3	4	4	5
	10% - 15%	3	3	3	4	4	5	5
	15% - 20%	3	3	4	4	5	5	6
	20% - 25%	4	4	5	5	6	6	7
	25% - 30%	4	4	5	6	6	7	8

Una scelta oculata della candela comporta un rendimento elevato del motore. Nonché un aumento di prestazioni. Mentre una scelta poco accurata della candela si manifesta in continue spente e in una cattiva risposta del motore.

Questi fattori (candela, Nitrometano, marmitta, rasamenti, filtro aria, manicotto di scarico, ecc) sotto opportune condizioni, possono considerarsi indipendenti. Tuttavia, per non esasperare al massimo ciascuno di questi fattori si cerca di migliorare le prestazioni del motore eseguendo una combinazione degli stessi. Il miglior compromesso sarà ottenuto in base alla vostra esperienza e esigenza.

Questo in linea di massima sono i parametri (e non sono pochi) che solitamente un modellista si affida per ottimizzare al massimo le prestazioni del motore in base alle esigenze locali. Tuttavia, se tali requisiti non sono soddisfacenti si opta su altri parametri che sono: rapporto di trasmissione finale meccanico, durezza delle gomme, tipo di marmitta, ecc.