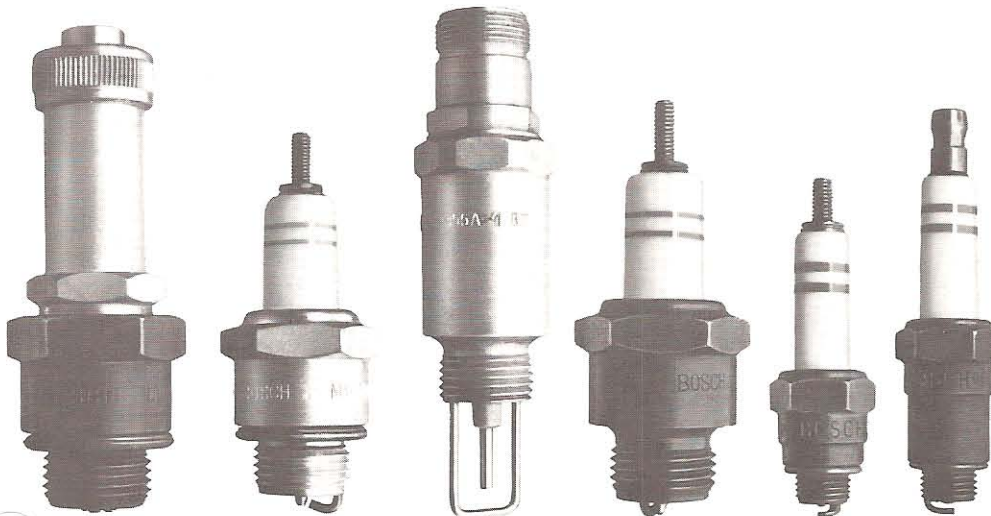
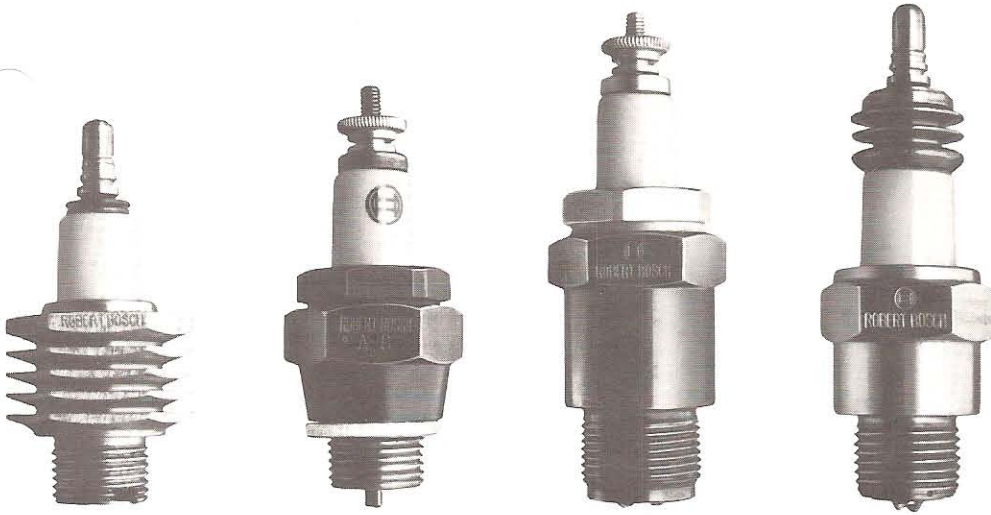
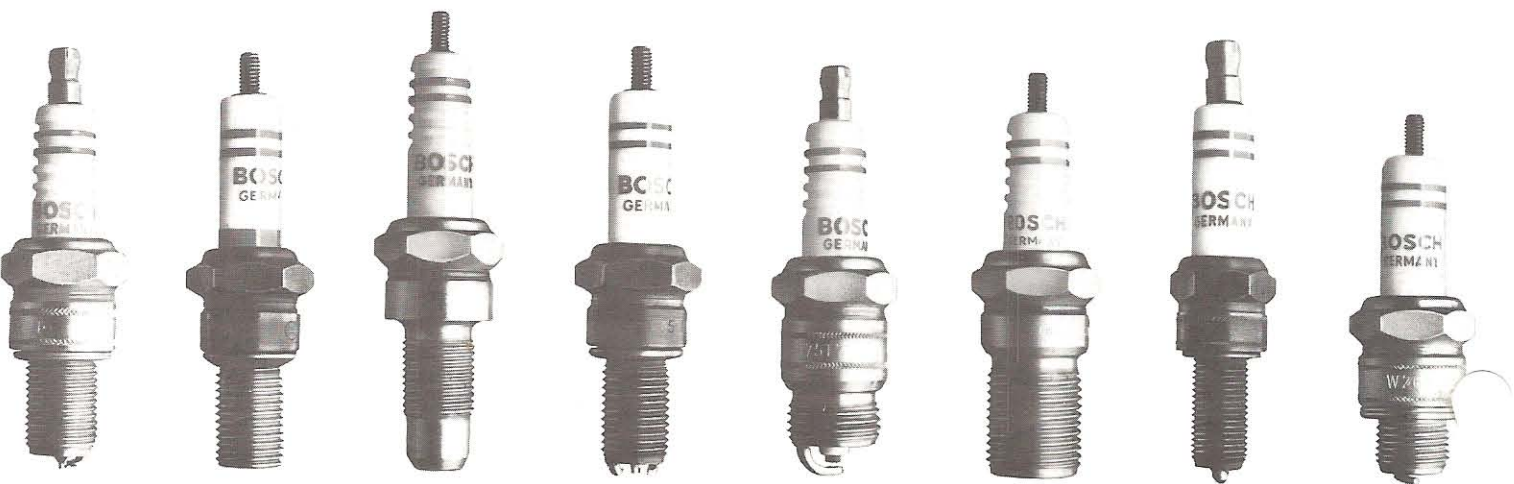
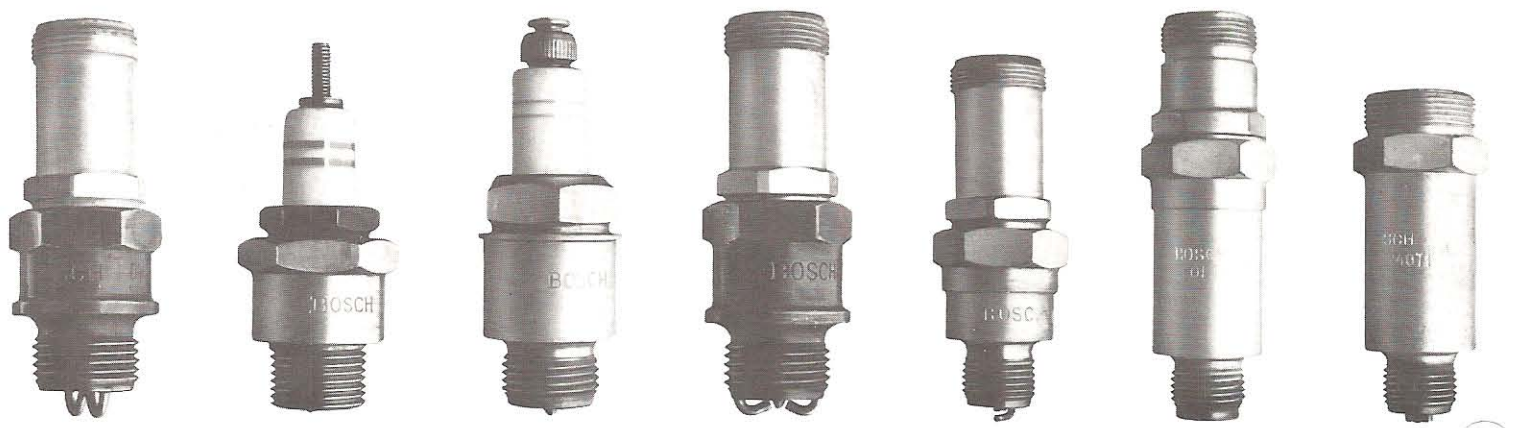
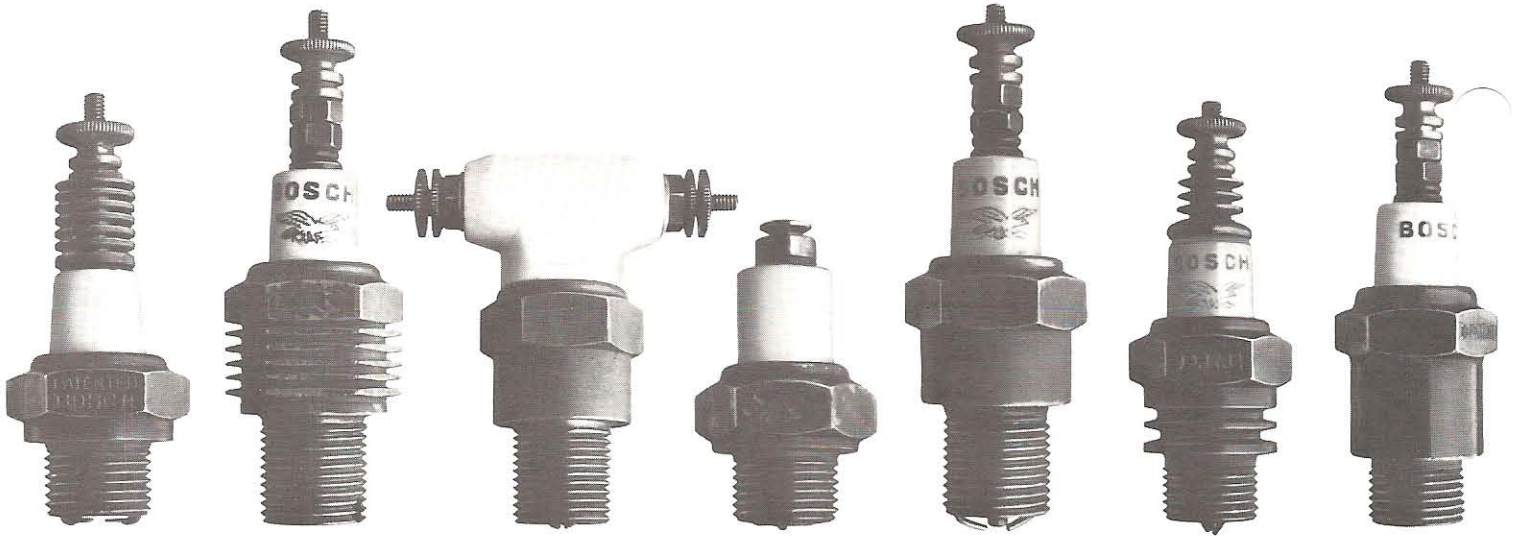


L'histoire de la bougie d'allumage

En 1902, on tirait d'un litre de cylindrée 6,2 ch. La première bougie d'allumage Bosch devait produire une étincelle 15 à 25 fois par seconde. La limite supérieure de température était de 600°C, la tension d'allumage de 10 000 volts. Tous les 1000 kilomètres, il fallait avoir recours à la clé à bougie.

Aujourd'hui, on obtient avec un litre de cylindrée 50 kW (65 ch), et même jusqu'à 220 kW (300 ch) pour les moteurs de course. Une bougie d'allumage doit aujourd'hui produire une étincelle jusqu'à 125 fois par seconde, pour une limite supérieure de température d'environ 1000°C. La tension d'allumage peut atteindre 30 000 volts. Une durée de service de 15 000 kilomètres est aujourd'hui normale. Comment on est parvenu à réaliser une bougie d'allumage répondant aux exigences actuelles, c'est ce que vous explique cette notice.





Moteur à explosion et allumage commandé

Dans le moteur à explosion, la combustion du mélange air-carburant admis et comprimé est amorcée par un allumage commandé dans le temps.

L'allumage du moteur à explosion se fait électriquement. L'énergie électrique est prélevée à la batterie. Le système d'allumage, commandé par le moteur, génère périodiquement une haute tension. Cette haute tension provoque le jaillissement d'une étincelle entre deux électrodes dans la chambre de combustion. L'énergie contenue dans cette étincelle enflamme le mélange air-carburant comprimé.

Accumulation de l'énergie et production de la haute tension

Pour assurer la production périodique de la haute tension, l'énergie prélevée à la batterie doit être mise en réserve temporairement. Comme accumulateurs intermédiaires, on utilise des inductances (bobines) ou, dans certains cas particuliers de fonctionnement du moteur, des capacités (condensateurs). A partir de cette énergie emmagasinée, le système d'allumage commandé par le moteur, génère au moment voulu la haute tension.

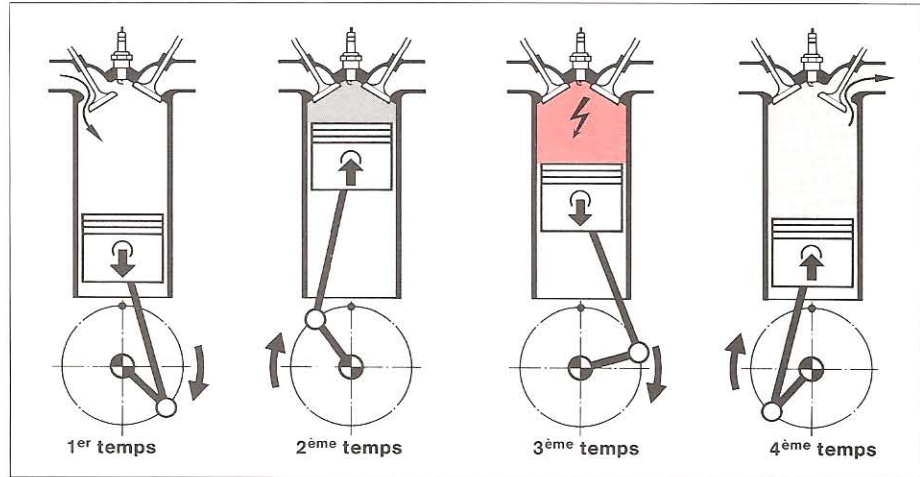
La production de la haute tension s'effectue d'après le principe du transformateur dans la bobine d'allumage ou dans le transformateur d'allumage. Pour les systèmes d'allumage à bobine dotés d'un accumulateur inductif, l'accumulation et la production de la haute tension s'effectuent dans une bobine, la bobine d'allumage. Pour les systèmes d'allumage à condensateur dotés d'un accumulateur capacitif, l'accumulation s'effectue dans le condensateur et la production de la haute tension, elle, dans le transformateur d'allumage.

La réserve de haute tension et d'énergie d'allumage est dimensionnée de manière à couvrir une augmentation de la tension d'allumage nécessaire par suite de l'usure, lorsque le système d'allumage est maintenu en parfait état par un entretien régulier.

Génération de l'étincelle d'allumage

L'étincelle jaillit en présence d'une haute tension suffisante entre les deux électrodes de la bougie.

Au point d'allumage, la tension aux bornes des électrodes de la bougie, préalablement nulle, augmente brusquement jusqu'à atteindre la tension d'éclatement (tension d'allumage). Dès que l'étincelle jaillit, la tension aux bornes de la bougie revient à la valeur de la combustion. Durant la combustion de l'étincelle (durée de l'étincelle), le mélange air-carburant est enflammé. Après rupture de l'étincelle, la tension s'annule sous forme d'oscillations amorties.



▲ 1

▼ 2

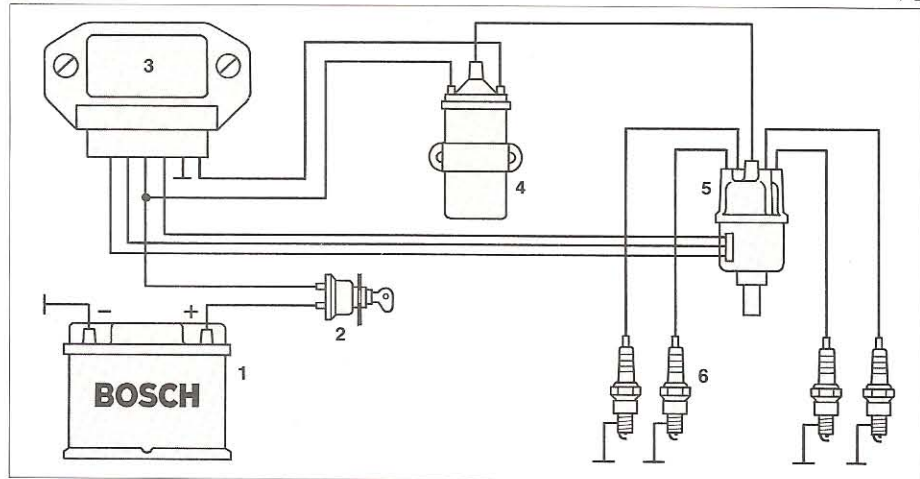


Fig. 1 Principe de fonctionnement du moteur à explosion à 4 temps.

1^{er} temps: admission, 2^{ème} temps: compression, 3^{ème} temps: combustion, 4^{ème} temps: échappement.

Fig. 2 Système d'allumage transistorisé.

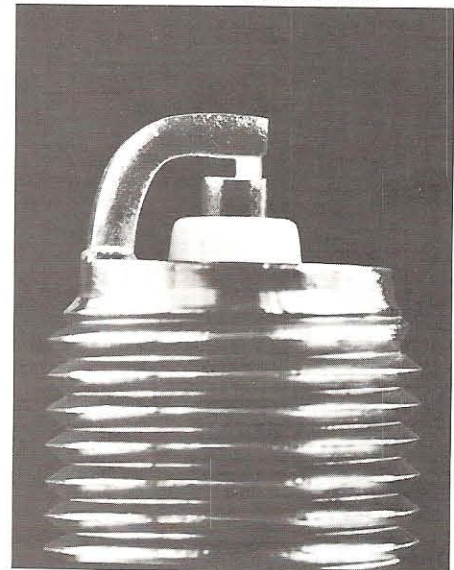
1 batterie, 2 commutateur d'allumage et de démarrage, 3 appareil de commande, 4 bobine d'allumage, 5 allumeur, 6 bougies d'allumage.

Fonction de la bougie d'allumage

La bougie a pour fonction d'amener l'énergie d'allumage dans la chambre de combustion et d'amorcer la combustion du mélange air-carburant grâce à l'étincelle électrique jaillissant entre les électrodes.

La bougie d'allumage conditionne de manière décisive le fonctionnement du moteur à explosion avec le concours des autres organes du moteur, tels que systèmes d'allumage et de carburation. Elle doit permettre un démarrage à froid en toutes circonstances, assurer un fonctionnement sans ratés lors des accélérations et résister à plusieurs heures de fonctionnement du moteur à pleine puissance. Ces exigences doivent être satisfaites pendant toute la durée de vie de la bougie.

Fig. 3 L'étincelle d'allumage jaillissant entre les électrodes amorce la combustion.



Action de la bougie d'allumage

L'énergie libérée par le jaillissement de l'étincelle entre les électrodes enflamme le mélange air-carburant.

La bougie d'allumage est disposée dans la chambre de combustion du moteur à l'emplacement qui, compte tenu de la forme de cette chambre, convient le mieux à l'inflammation du mélange air-carburant comprimé. L'étincelle d'allumage jaillissant entre les électrodes ionise (ioniser: l'expulsion d'électrons libres au niveau de la pointe de l'électrode rend conducteur l'espace situé entre les électrodes) lors de son premier éclatement la distance comprise entre les électrodes et y déclenche une décharge. L'énergie alors libérée enflamme la partie du mélange air-carburant se trouvant entre les électrodes. A partir de ce foyer d'inflammation, un front de flamme se propage dans le cas idéal dans la chambre de combustion jusqu'à combustion complète du mélange air-carburant.

Tension d'allumage nécessaire

La tension d'allumage nécessaire à la bougie est la haute tension nécessaire au jaillissement d'une étincelle.

La tension d'allumage de la bougie est la tension permettant le jaillissement de l'étincelle entre les électrodes lorsque la haute tension générée par le système d'allumage parvient à la bougie. Cette «haute tension disponible» fournie par le système d'allumage peut atteindre environ 30 000 volts. La bougie n'en consomme qu'une partie, c'est-à-dire la tension d'allumage nécessaire au jaillissement de l'étincelle. La différence entre la haute tension disponible et la tension d'allumage est appelée réserve de tension. Il faut cette réserve de tension pour couvrir l'augmentation de tension d'allumage nécessaire en raison de l'écartement croissant des électrodes au cours de la durée de vie de la bougie. L'étincelle d'allumage allume enfin le mélange air-carburant comprimé. Si la bougie exige une tension d'allumage élevée, il ne reste plus beaucoup d'énergie pour l'étincelle, et celle-ci s'éteint au bout d'un temps plus court que dans le cas d'une bougie nécessitant une faible tension d'allumage. La tension d'allumage nécessaire dépend surtout de l'écartement des électrodes de la bougie.

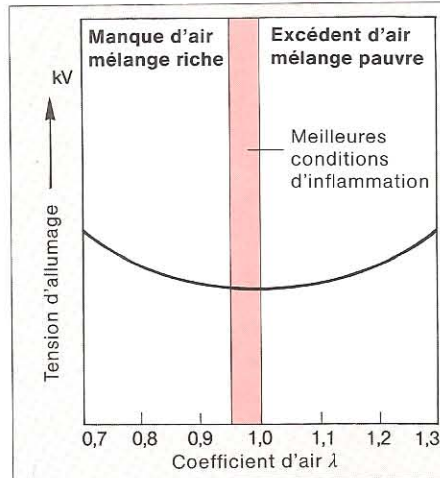


Fig. 4 Tension d'allumage nécessaire à la bougie en fonction du rapport air-carburant. Dans le cas d'une composition stoechiométrique du mélange ($\lambda = 1,0$), les conditions d'inflammation sont idéales.

Influences du moteur sur la tension d'allumage nécessaire

Outre la bougie, des influences liées au moteur conditionnent également la tension d'allumage nécessaire.

Parmi les influences liées au moteur, ce sont surtout la compression ainsi que la composition et la turbulence du mélange qui déterminent la tension d'allumage nécessaire.

Compression

Les moteurs à compression élevée nécessitent une tension d'allumage plus importante. On choisit généralement pour ces moteurs un écartement relativement faible des électrodes.

Composition du mélange

Le mélange air-carburant s'enflamme dans les meilleures conditions pour un rapport donné entre air et carburant. Dans le cas d'un mélange plus riche ou plus pauvre, l'inflammation est plus lente. Ce qui est important pour une bonne inflammation du mélange, c'est que l'étincelle ait une durée suffisante.

Turbulence du mélange

La turbulence du mélange est nécessaire pour obtenir un mélange homogène aux propriétés d'inflammation favorables. D'un autre côté, une turbulence trop violente peut entraver l'inflammation. C'est pourquoi, la bougie d'allumage est disposée dans la chambre de combustion à un emplacement où règnent des conditions d'écoulement favorables à l'inflammation.

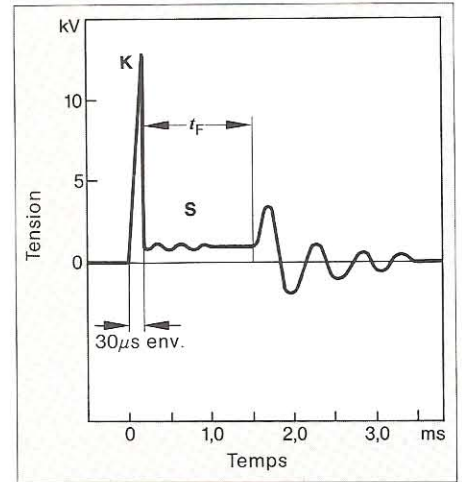


Fig. 5 Evolution de la tension aux bornes des électrodes de la bougie d'allumage. K tête de l'étincelle, S queue de l'étincelle, t_F durée de l'étincelle.

Durée de l'étincelle

Après le premier jaillissement entre les électrodes, l'étincelle d'allumage doit «brûler» un certain temps.

La «durée d'incandescence» de l'arc électrique apparaissant entre les électrodes après le premier jaillissement est appelée «durée de l'étincelle». La durée de l'étincelle doit être suffisante pour assurer l'inflammation du mélange air-carburant se trouvant entre les électrodes.

En plus des facteurs essentiels que sont la forme et l'écartement des électrodes, la tension d'allumage nécessaire dépend de la composition et de la compression du mélange air-carburant, des conditions d'écoulement dans la chambre de combustion ainsi que du matériau et de la polarité des électrodes.

Exigences imposées à la bougie d'allumage

Les exigences imposées à la bougie d'allumage sont considérables : elle est à la fois exposée aux phénomènes périodiques se déroulant dans la chambre de combustion et aux conditions climatiques régnant à l'extérieur du moteur.

Exigences électriques

Lorsque la bougie est utilisée avec des systèmes d'allumage électroniques, il peut apparaître des tensions atteignant 30 000 volts. Les résidus produits durant le processus de combustion, telles que suies, calamines, cendres provenant du carburant et des additifs de l'huile, sont conducteurs de l'électricité dans certaines conditions thermiques. Or, dans ces conditions, même en présence de haute tension, il ne faut pas que des éclatements ou décharges disruptives se produisent au niveau de l'isolant. La résistance électrique de l'isolant doit être suffisamment grande jusqu'à 1000 °C et ne pas varier beaucoup pendant la durée de vie de la bougie.

Exigences mécaniques

La bougie d'allumage doit résister aux pressions apparaissant périodiquement dans la chambre de combustion (jusqu'à environ 50 bar), sans perdre de son étanchéité aux gaz. Une bonne résistance aux vibrations est nécessaire au même titre qu'une grande rigidité du corps de la bougie, qui, sans subir de déformations, doit transmettre le couple de serrage prescrit du six pans au filetage.

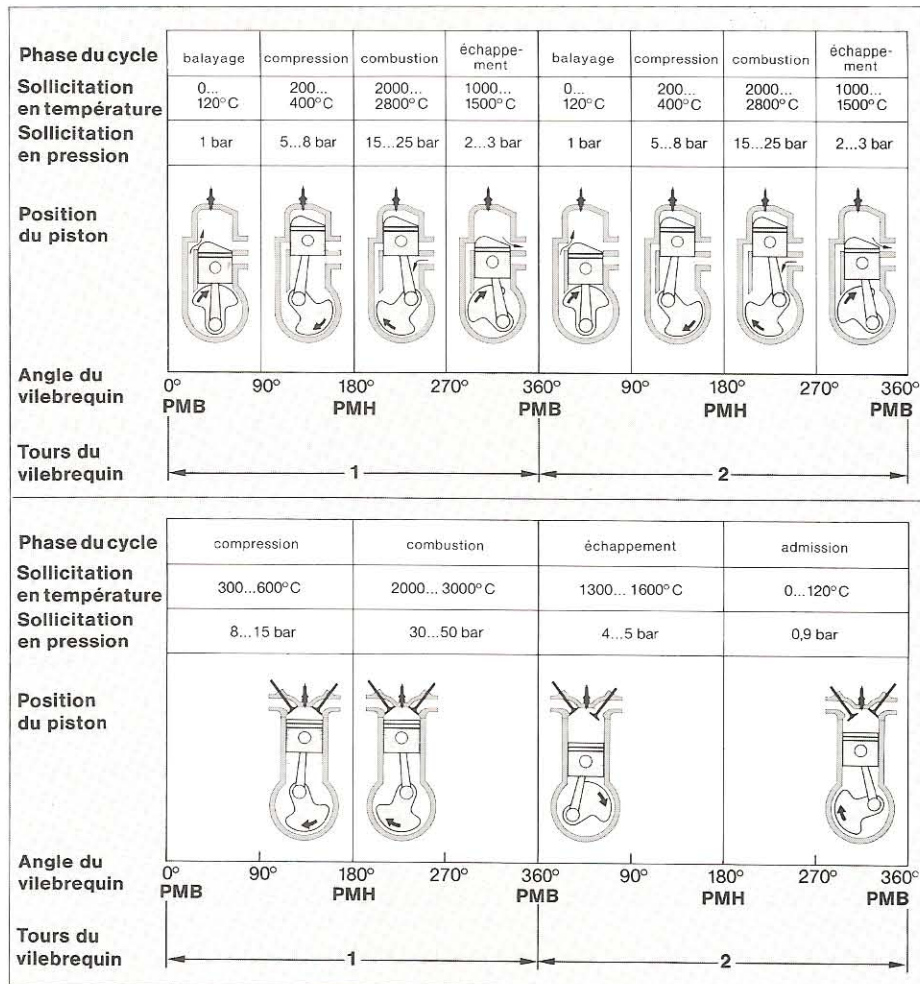
Exigences chimiques

La partie de la bougie d'allumage pénétrant dans la chambre de combustion est exposée aux phénomènes chimiques qui s'y déroulent à haute température. Les constituants du carburant se déposent sous forme de résidus agressifs sur la bougie et peuvent en modifier les propriétés.

Exigences thermiques

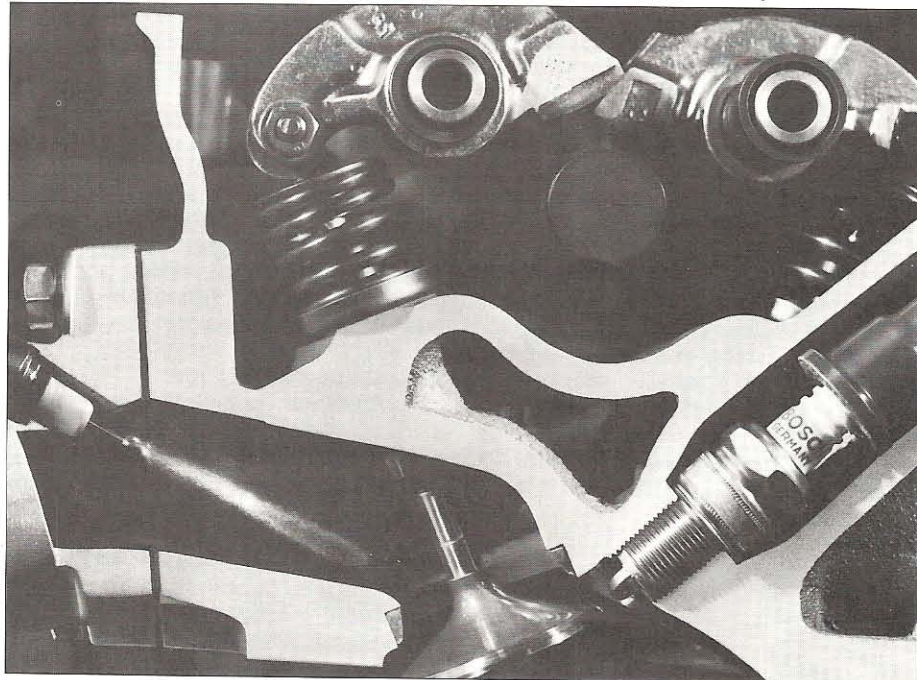
En cours de fonctionnement, la bougie d'allumage est exposée à cadence rapide à la chaleur des gaz de combustion brûlants et, peu après, au mélange air-carburant encore froid au moment de l'admission. La résistance aux chocs thermiques de la céramique de l'isolant doit donc répondre à de sévères exigences.

Du même, la bougie doit évacuer le mieux possible par la culasse du moteur la chaleur absorbée dans la chambre de combustion, le côté connexion de la bougie devant s'échauffer le moins possible.



▲ Fig. 6 Pression et température de la bougie d'allumage dans le moteur à deux temps (en haut) et dans le moteur à quatre temps (en bas).

▼ Fig. 7 La bougie doit résister à des influences extrêmes dans le moteur : Influences thermiques, chimiques et hautes pressions.



Construction de la bougie d'allumage

La bougie d'allumage est constituée de métal et de céramique. Ces matériaux ont des propriétés différentes. Leurs qualités respectives sont pleinement mises en valeur grâce à une conception de la bougie tenant compte des propriétés de chacun d'eux.

La tige de connexion, l'isolant, le culot et les électrodes constituent les éléments les plus importants d'une bougie d'allumage.

Tige de connexion

La tige de connexion en acier est noyée dans l'isolant à l'aide d'un ciment conducteur à base de verre étanche aux gaz, qui établit aussi la liaison conductrice avec l'électrode centrale. A l'extrémité sortant de l'isolant, la tige de connexion présente un filetage dans lequel s'enclenche le connecteur (embout de la bougie) du câble d'allumage. Pour les connecteurs confor-

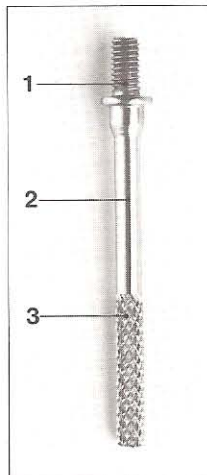


Fig. 8
Tige de connexion.
1 filetage
2 fût,
3 surface quadrillée assurant une meilleure adhérence et un meilleur contact dans le ciment conducteur à base de verre.

mes à la norme ISO/DIN, un écrou appelé écrou de connexion ISO/DIN est vissé sur le filetage de la tige de connexion.

Isolant

L'isolant est constituée d'une céramique spéciale et a pour fonction d'isoler du culot l'électrode centrale et la tige de connexion. La structure dense de cette couche de céramique spéciale permet d'obtenir une grande résistance aux claquages électriques. La surface du côté connexion de l'isolant est vitrifiée. Sur cette surface lisse vitrifiée, l'humidité et la saleté adhèrent moins bien, ce qui empêche dans une large mesure les courants de fuite. Pour assurer une protection supplémentaire contre les courants de fuite, l'isolant des bougies d'allumage

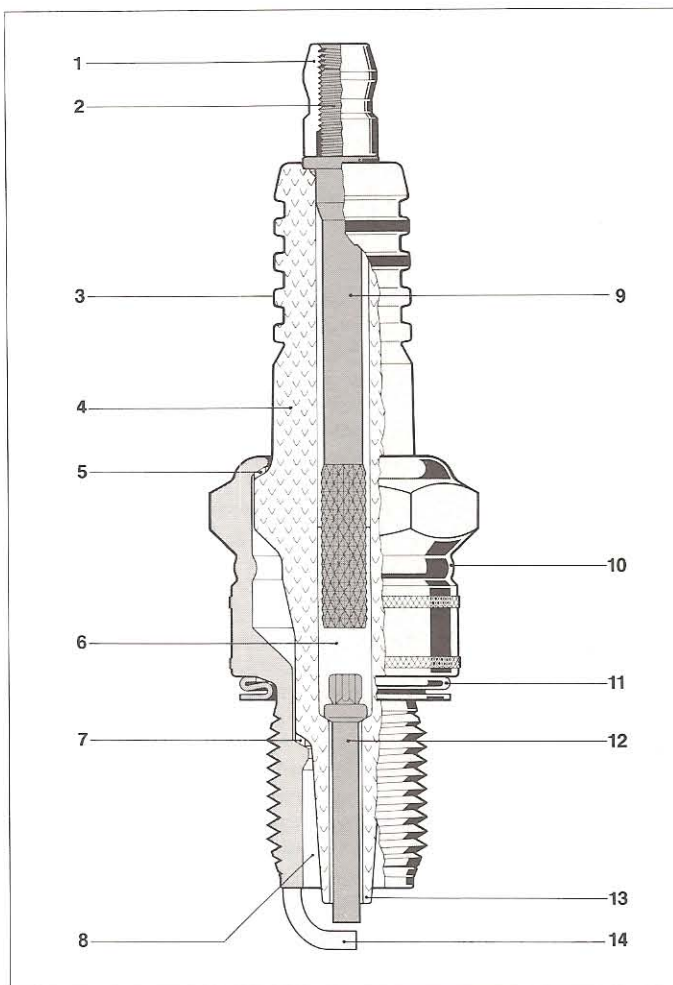


Fig. 9
Construction de la bougie d'allumage.
1 écrou de connexion,
2 filetage de connexion,
3 barrière de fuitant de fuite,
4 isolant (Al_2O_3),
5 anneau de sertissage,
6 ciment à base de verre conducteur de l'électricité,
7 joint intérieur,
8 cavité de respiration,
9 tige de connexion,
10 zone de sertissage et de rétraction à chaud,
11 joint extérieur prisonnier,
12 électrode centrale
13 pointe du bec de l'isolant,
14 électrode de masse

Bosch est doté d'une barrière de fuitant de fuite à cinq cannelures. Le chemin de fuite est allongé de manière à ce que, même dans des conditions de fonctionnement extrêmes, des courants de fuite ne puissent plus apparaître. L'isolant abrite en même temps l'électrode centrale et la tige de connexion.

Les exigences de bonne conductibilité thermique et en même temps le pouvoir isolant électrique élevé sont tout à fait en contradiction avec les propriétés de la plupart des isolants. Le matériau utilisé par Bosch pour l'isolant est constitué d'oxyde d'aluminium auquel sont additionnés en faibles quantités d'autres éléments. Cette céramique spéciale répond, après passage au four et vitrification, aux exigences de haut pouvoir isolant, de bonne conductibilité thermique et de résistance mécanique imposées à l'isolant des bougies d'allumage.

Culot

Le culot est en acier et sert à la fixation de la bougie dans la culasse. Il possède, à sa partie supérieure, un six pans servant de prise à la clé à bougie et, à sa partie inférieure, un filetage. La surface du culot est revêtue d'une couche de nickel déposée par électrolyse pour empêcher la corrosion, maintenir le filetage glissant et pour éviter un grippage.

L'isolant se monte dans le culot avec un joint et un anneau de sertissage, et est serti et rétracté sous haute pression suivant un procédé spécial.

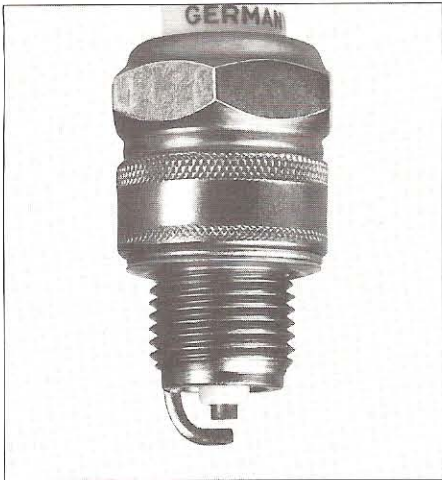


Fig. 10 Siège plat avec joint.

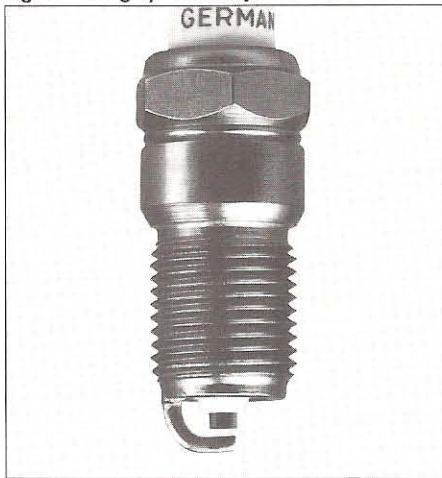


Fig. 11 Siège conique sans joint.

Siège d'étanchéité

Suivant le type de moteur, l'étanchéité entre la bougie d'allumage et la culasse est assurée par l'intermédiaire d'un siège plat ou d'un siège conique.

Dans le cas du siège plat, un joint est utilisé comme élément d'étanchéité. Ce joint est monté prisonnier au niveau du culot de la bougie. Il possède une forme spéciale et assure, lorsque le montage est correctement effectué, une étanchéité parfaite grâce à son élasticité permanente.

Dans le cas du siège conique, une portée conique du culot de la bougie assure l'étanchéité par application directe sur une portée correspondante de la culasse, sans utilisation d'aucun joint. Ce type de siège, de plus en plus utilisé, permet d'obtenir des culots de bougie d'encombrement plus faible, mais exige une observation particulièrement précise des prescriptions de montage.

Electrodes

La forme et le matériau des électrodes dépend des conditions de fonctionnement de la bougie.

L'usure des électrodes est provoquée par érosion (usure due aux étincelles d'allumage) et par corrosion (attaques chimico-thermiques). L'usure se traduit par une augmentation de la tension d'allumage nécessaire. D'autre part, on exige des électrodes une bonne capacité de dissipation thermique. Ces exigences peuvent suivant les conditions de fonctionnement et les cas d'application nécessiter différents matériaux et formes d'électrodes.

Electrode de masse

L'électrode de masse est fixée au culot et a généralement une section rectangulaire. Selon le type de disposition, on distingue l'électrode frontale et l'électrode latérale. Outre la conductibilité thermique, le rapport entre la surface exposée à la chaleur est un facteur déterminant pour l'endurance. Des dimensions aussi faibles que possible de l'électrode de masse, des formes particulières de cette électrode, un recouvrement seulement partiel de l'électrode centrale ainsi que les surfaces et contours des faces opposées à l'électrode centrale peuvent favorablement influencer le jaillissement de l'étincelle.

Electrode centrale

L'électrode centrale est noyée dans l'isolant au moyen d'un ciment à base de verre conducteur de l'électricité et étanche aux gaz. L'électrode a un diamètre un peu plus faible que l'alésage du bec de l'isolant. Ceci est nécessaire pour tenir compte de la différence de dilatation thermique entre le matériau de l'électrode et la céramique de l'isolant.

Sur tous les types de bougies, l'électrode centrale présente une saillie cy-

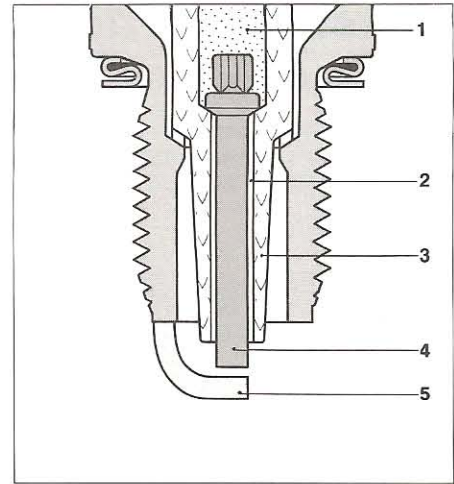
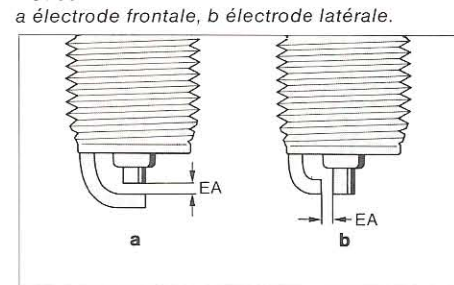


Fig. 12 Electrodes d'une bougie d'allumage. 1 ciment à base de verre conducteur de l'électricité, 2 entrefer entre électrode centrale et bec d'isolant en raison de la différence de dilatation thermique (représenté grossi), 3 bec d'isolant, 4 électrode centrale, 5 électrode de masse.

Fig. 13 Disposition et écartement des électrodes.

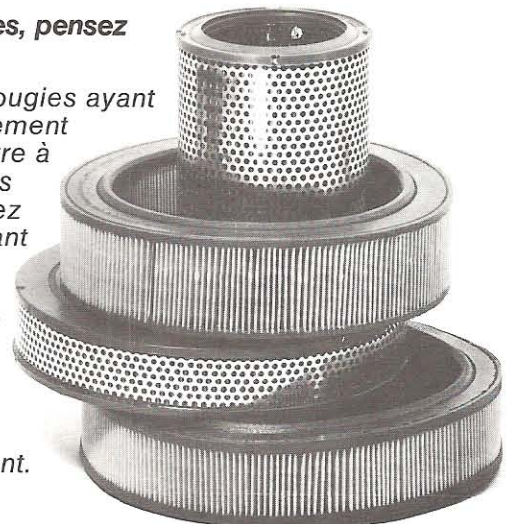


lindrique à la sortie du bec de la bougie. Les électrodes centrales en métaux précieux ont un diamètre plus petit que les électrodes en alliage de nickel ou les électrodes composites. On obtient ainsi sur la partie de l'électrode centrale faisant saillie par rapport à l'isolant des conditions d'éclatement avantageuses pour la tension d'allumage (effet de pointe), ainsi qu'une meilleure accessibilité du mélange.

Economies d'essence...

... en changeant les bougies, pensez aussi au filtre à air:

Lorsqu'on remplace des bougies ayant fait leur temps, il faut également penser au filtre à air. Un filtre à air encrassé ne permet plus au moteur de recevoir assez d'air. Le rapport air-carburant devient défavorable – et la consommation d'essence augmente. Un filtre à air en parfait état favorise une bonne combustion du carburant et par le fait même une teneur correcte en CO dans les gaz d'échappement.



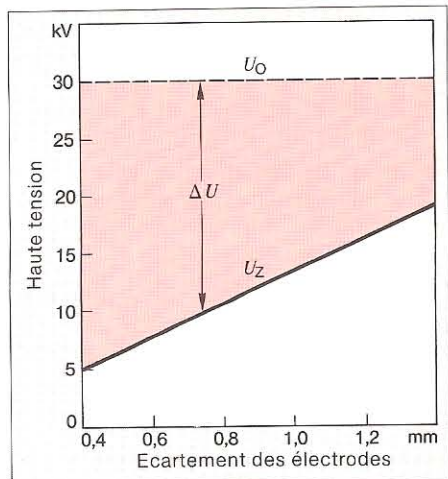


Fig. 14 Relation entre écartement des électrodes et tension d'allumage nécessaire. U_0 tension d'allumage disponible, U_z tension d'allumage nécessaire, ΔU réserve de tension d'allumage.

Ecartement des électrodes

L'écartement des électrodes conditionne beaucoup la tension d'allumage nécessaire. Le bon écartement des électrodes est prescrit par le constructeur du moteur.

L'écartement des électrodes est la distance la plus courte entre l'électrode centrale et l'électrode de masse et détermine ainsi la longueur de l'étincelle d'allumage.

Plus l'écartement des électrodes est faible, plus la tension d'allumage nécessaire est réduite. Dans le cas d'un écartement trop faible des électrodes, la réserve de tension est grande, mais des ratés d'inflammation peuvent apparaître, car le mélange risque de mal parvenir à l'éclateur.

Un écartement trop grand des électrodes exige une tension d'allumage éle-

vée. Autrement dit, il ne reste plus qu'une faible réserve de tension; l'accès du mélange à l'éclateur se fait bien, mais le risque de ratés d'allumage est d'autant plus grand.

Les écartements des électrodes sont généralement de l'ordre de 0,7 mm. Les valeurs précises, convenant de manière optimale aux moteurs considérés, sont prescrites par les constructeurs de ces moteurs et sont indiquées soit dans les instructions de service soit dans la documentation de vente des bougies d'allumage Bosch. Dans le cas de systèmes d'allumage électroniques plus performants que le système classique, l'écartement des électrodes peut être plus important.

Formes d'électrodes

La forme des électrodes a une influence sur leur capacité de dissipation thermique, sur l'accessibilité du mélange, sur la réserve d'usure et sur la tension d'allumage nécessaire. La forme des électrodes dépend du type d'éclateur et de sa position. Différentes formes d'électrodes sont adoptées suivant l'utilisation à laquelle est destinée la bougie d'allumage.

Distance d'éclatement ou éclateur

La disposition relative des électrodes conditionne le type de distance d'éclatement.

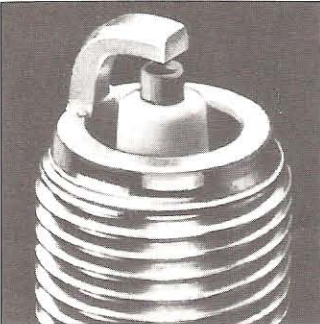
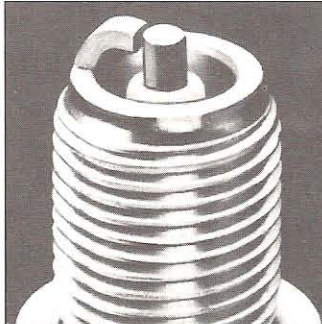
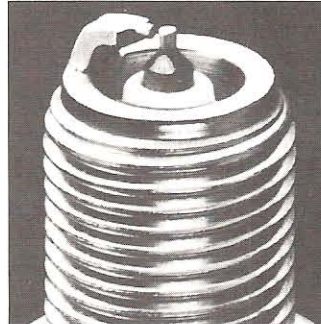
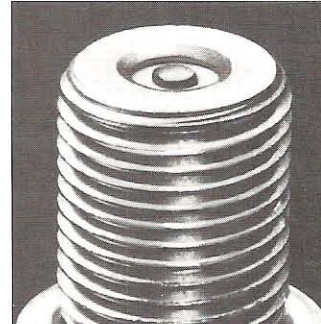
Distance d'éclatement dans l'air

L'étincelle d'allumage ne traverse, lors de son passage entre l'électrode centrale et l'électrode de masse, que de l'air ou le mélange air-carburant se trouvant entre les électrodes. L'éclateur «ouvert» permet un très bon accès du mélange aux électrodes.

Distance d'éclatement de glissement

L'électrode de masse entoure sous forme d'anneau l'électrode centrale. L'extrémité libre de l'électrode centrale ne sort que très peu de la pointe du bec de l'isolant. Les étincelles d'allumage jaillissent ainsi en glissant sur l'isolant. Les distances d'éclatement de glissement présentent la propriété suivante: au cas où des résidus de produits de combustion se déposent sur le bec de l'isolant, les étincelles de glissement les font disparaître immédiatement par combustion; des dérivations électriques ne peuvent ainsi jamais se former sur le bec de l'isolant. L'étincelle d'allumage pour distances d'éclatement de glissement doit renfermer beaucoup d'énergie pour que, malgré le refroidissement intervenant sur la surface de glissement, il y ait encore suffisamment d'énergie d'allumage pour assurer l'inflammation du mélange, ce qui exige de faire appel à des systèmes d'allumage électroniques.

Fig. 15 Formes d'électrodes, distances d'éclatement et leurs propriétés.

			
Electrode frontale	Electrode latérale	Electrode latérale en platine	Distance d'éclatement de glissement
Bougie d'allumage la plus courante	Ancienne version n'est pratiquement plus utilisée	Résistance parfaite à la corrosion par les gaz brûlants	Pour systèmes d'allumage de haute tension à décharge de condensateur (HKZ, MHKZ)
Bonne accessibilité du mélange	Bonne accessibilité du mélange	Très bonne accessibilité du mélange	Assez bonne accessibilité du mélange
Faible tension d'allumage nécessaire	Faible tension d'allumage nécessaire	Très faible tension d'allumage nécessaire	Tension d'allumage nécessaire normale
Bonne résistance à l'usure	Moins bonne résistance à l'usure	Très bonne résistance à l'usure	Très bonne résistance à l'usure

Position de l'éclateur

On entend par position de l'éclateur l'emplacement où jaillissent les étincelles d'allumage dans la chambre de combustion. Les étincelles électriques doivent jaillir là où les conditions d'écoulement sont particulièrement favorables. Suivant la disposition des électrodes et de l'isolant, l'étincelle électrique enflamme le mélange air-carburant à partir d'une position plus ou moins en saillie. On distingue différentes positions de l'éclateur par rapport à l'extrémité du filetage de la bougie d'allumage.

Position de l'éclateur légèrement en saillie

La position de l'éclateur légèrement en saillie a donné de bons résultats sur les types de moteurs plus anciens. Le mélange a encore une bonne accessibilité à l'éclateur, l'électrode centrale est bien protégée contre les surchauffes.

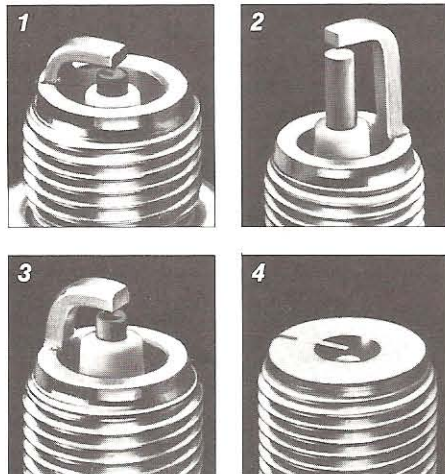


Fig. 16 Position de l'éclateur.

1 légèrement en saillie, 2 très en saillie, 3 en saillie normale, 4 en retrait

Position de l'éclateur en saillie normale

La position de l'éclateur en saillie normale est de règle pour les moteurs modernes. L'éclateur pénètre en général environ deux fois plus loin dans la chambre de combustion par rapport à la position de l'éclateur légèrement en saillie. Le mélange s'enflamme toujours parfaitement, même dans des conditions défavorables. La température de l'électrode centrale est parfaitement contrôlée par un choix approprié du matériau et de la forme du bec de l'isolant.

Position de l'éclateur en retrait

Les bougies dont la position de l'éclateur est en retrait sont utilisées dans les moteurs de course et moteurs spéciaux. Le bec de l'isolant est très court et l'absorption de la chaleur provenant de la chambre de combustion assez limitée. Cette solution présente l'avantage de ne pas surchauffer les

bougies en course; elles s'encrassent par contre facilement si le moteur tourne longtemps sans charge.

Matériau des électrodes

Dans le cas de bougies d'allumage très sollicitées, on utilise pour les électrodes des matériaux à haute conductibilité thermique.

L'électrode centrale et l'électrode de masse constituent l'éclateur dans la chambre de combustion; elles sont exposées – comme la pointe de l'isolant – à toutes les influences chimiques et thermiques. Des matériaux appropriés ou des alliages à base de nickel et de chrome réduisent les influences corrosives et augmentent ainsi la durée d'utilisation de la bougie. Les électrodes ont, en cours de fonctionnement, des températures qui dépendent de la charge thermique et de leur matériau, et qui peuvent donc être plus ou moins élevées. L'évacuation de la chaleur de l'isolant vers les zones

me). L'électrode de masse, qui doit être pliable pour le réglage de l'écartement des électrodes, est également constituée d'un alliage de nickel et de chrome.

Electrode composite

D'une manière générale, les métaux purs conduisent mieux la chaleur que les alliages. D'autre part, les métaux purs, par exemple le nickel, sont plus exposés à l'attaque chimique par des gaz de combustion et résidus solides de combustion que les alliages additionnés de chrome. Une construction composite permet de satisfaire à ces deux exigences: une électrode centrale en alliage de nickel et de chrome réfractaire à l'extérieur et une âme en cuivre à l'intérieur. Une telle construction à base de deux matériaux est appelée «électrode composite». Elle réunit deux propriétés importantes: grande résistance à la corrosion et bonne conductibilité thermique.

Electrode en argent

Les électrodes centrales en argent dur ont une très grande résistance chimi-

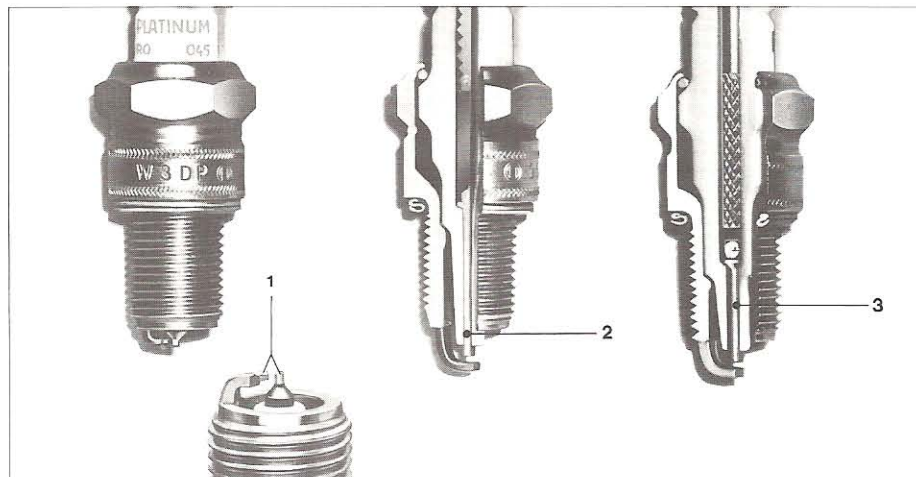


Fig. 17 Forme de l'électrode centrale.

1 électrode en platine, 2 électrode en argent, 3 électrode CrNi.

arrières plus froides se fait en majeure partie par l'électrode centrale et peut par conséquent être favorisée par la haute conductibilité thermique du matériau de cette électrode.

Electrode en alliage de nickel

L'électrode centrale est surtout constituée de nickel allié à du chrome, du manganèse et du silicium, chacun des additifs de cet alliage ayant une fonction particulière à remplir. Le nickel pur a une conductibilité thermique plus élevée qu'un alliage de nickel et de chrome, mais une plus faible résistance chimique aux gaz de combustion. Des additions de manganèse et de silicium augmentent la résistance chimique, surtout vis-à-vis de l'anhydride sulfureux très agressif (le soufre provenant à la fois du carburant et de l'huile). Des additions de chrome dans le nickel rendent les électrodes résistantes à l'usure. Ceci a conduit à la mise au point des électrodes Cr (Cr = chro-

que, si le carburant utilisé ne contient pas de plomb. Parmi les métaux, l'argent est celui qui a la meilleure conductibilité thermique et est donc meilleur que le cuivre. Par contre, l'argent est plus cher que les matériaux courants des électrodes. L'électrode centrale en argent est réalisée à un diamètre plus petit, d'où une meilleure accessibilité du mélange à l'éclateur. Malgré ce diamètre plus petit, l'électrode centrale en argent évacue plus de chaleur que les bougies d'allumage standard comparables.

Electrode en platine

Pour répondre aux exigences de durée de vie maximale et de haute sécurité d'allumage, même dans des conditions défavorables, on utilise des bougies à électrodes en platine. Le platine résiste parfaitement à la corrosion et à la chaleur. Ces propriétés permettent de choisir pour les électrodes en platine (comme pour celles en argent) des formes plus minces alliant une bonne accessibilité du mélange et une formation parfaite des étincelles d'allumage.

Degré thermique de la bougie d'allumage

Les éléments de la bougie d'allumage se trouvant dans la chambre de combustion ne doivent pas dépasser une certaine plage de température.

Température de fonctionnement de la bougie d'allumage

Durant la combustion dans le cylindre du moteur, des constituants du carburant et de l'huile sont libérés sous forme de suie. Ces résidus quittent en grande partie le moteur avec les gaz d'échappement, mais, avec le temps, une partie se dépose dans la chambre de combustion et donc sur la bougie d'allumage. Ces résidus peuvent encrasser le bec de l'isolant et établir ainsi une liaison plus ou moins conductrice entre l'électrode centrale et le culot. Ce «shunt» dérive une partie de l'énergie d'allumage sous forme de

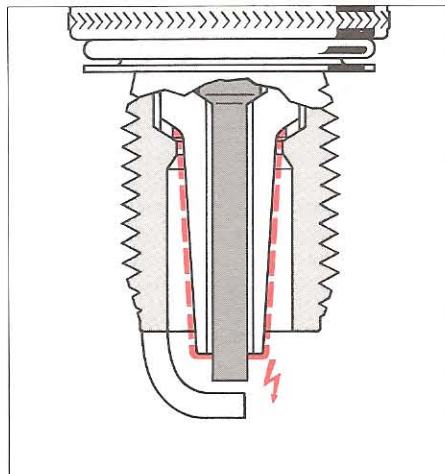


Fig. 18 Dérivation provoquant dans le cas de bec d'isolant encrassé une haute tension disponible trop faible.

— — — courant de dérivation.

«courant de dérivation» et affaiblit ainsi l'étincelle d'allumage. Si l'encrassement augmente, il est possible que toute l'énergie disponible soit neutralisée par la dérivation et qu'ainsi aucune étincelle d'allumage ne puisse plus jaillir. Le dépôt de résidus de combustion sur le bec de l'isolant dépend beaucoup de la température de ce dernier et se produit surtout au-dessous de 400°C environ. A température plus élevée, les résidus de combustion se consument sur le bec de l'isolant sans risque d'apparition de dérivations, la bougie se «nettoie» donc elle-même. C'est pourquoi, on cherche à obtenir, au bec de l'isolant, une température d'environ 400°C au-dessus de la température d'autonettoyage. La température d'autonettoyage doit être atteinte le plus rapidement possible après le démarrage. La tempéra-

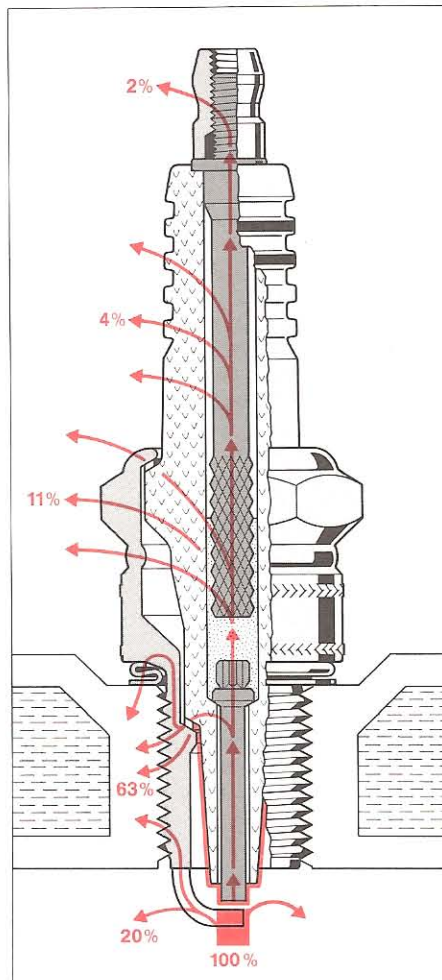


Fig. 19 Absorption et évacuation de la chaleur.

Absorption de la chaleur de la chambre de combustion 100%. Les passages conducteurs de la chaleur évacuent 80% de la chaleur absorbée. 20% sont évacués dans l'écoulement du mélange.

ture limite supérieure à respecter est d'environ 1000°C, car, au-delà de cette température, le mélange air-carburant peut s'enflammer prématurément au contact des parties incandescentes de la bougie (auto-allumage). Des allumages incontrôlés de ce type éprouvent beaucoup le moteur et peuvent le détériorer très rapidement. C'est pourquoi, que la température de fonctionnement de la bougie ne doit pas dépasser les limites indiquées.

Charge thermique limite de la bougie d'allumage

La température de fonctionnement résulte de la différence entre l'absorption et l'évacuation de chaleur.

La bougie d'allumage s'échauffe sous l'effet de la chaleur apparaissant en

cours de fonctionnement dans la chambre de combustion du moteur. Le culot de la bougie est à peu près à même température que celle de la culasse, les températures atteintes par l'isolant étant beaucoup plus élevées. Une partie de la chaleur absorbée par la bougie d'allumage est évacuée par l'arrivée de gaz frais pendant le temps d'admission, la plus grande partie étant transmise au culot par l'intermédiaire de l'électrode centrale et de l'isolant, et de là évacuée dans la culasse. L'apport de chaleur à la bougie d'allumage est fonction du moteur. Les moteurs à puissance spécifique élevée ont en général des températures plus élevées dans leur chambre de combustion que les moteurs tournant lentement et ayant une faible puissance spécifique. La bougie d'allumage doit donc avoir une capacité d'absorption thermique adaptée au type de moteur considéré. La charge thermique limite de la bougie d'allumage conditionne son domaine d'utilisation. La charge thermique limite se caractérise par le **degré thermique**.

Le degré thermique est un indicateur de la charge thermique limite de la bougie d'allumage. Il doit être adapté aux caractéristiques du moteur.

Degré thermique et moteur

Les propriétés différentes des moteurs de véhicules automobiles en matière de charge de fonctionnement, de mode de fonctionnement, de compression, de vitesse de rotation, de refroidissement, de réglage du carburateur et de carburant ne permettent pas d'utiliser une bougie d'un type unique pour tous les moteurs. Une seule et même bougie s'échaufferait beaucoup dans un moteur, et aurait par contre dans un autre moteur une température moyenne relativement faible. Dans le premier cas, le mélange air-carburant s'enflammerait au contact des parties incandescentes de la bougie d'allumage pénétrant dans la chambre de combustion (auto-allumage), dans l'autre cas, la pointe du bec de l'isolant serait très rapidement si encrassée que des ratés d'allumage apparaîtraient par suite de dérivations. Une seule et même bougie ne convient donc pas à tous les moteurs. Pour empêcher que la bougie d'allumage ne reste ni trop chaude ni trop froide dans un certain moteur, des bougies présentant différentes charges limites ont été conçues. Ces différentes char-

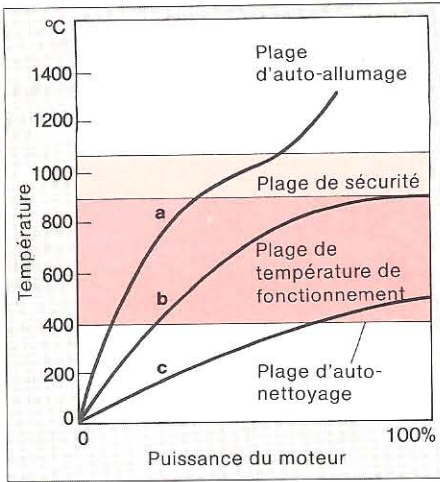


Fig. 20 Comportement en température des bougies d'allumage à indice de degré thermique différent dans le même moteur à pleine charge.

a bougie d'allumage à indice de degré thermique élevé (bougie chaude), b bougie à indice de degré thermique moyen, c bougie à indice de degré thermique faible (bougie froide).

ges limite sont caractérisées par la notion de «degré thermique» affectée à chaque bougie. Le degré thermique est ainsi une grandeur caractéristique à considérer pour bien choisir la bougie d'allumage.

Degré thermique et bougie d'allumage

Comme on l'a déjà vu, la température de la bougie d'allumage ne doit pas dépasser une certaine limite inférieure ni supérieure. Autrement dit, dans le cas d'un moteur «chaud», la bougie d'allumage doit mieux évacuer la chaleur à laquelle elle est exposée pour rester dans les limites de sa température de fonctionnement, alors que dans le cas d'un moteur «froid», elle doit absorber plus de chaleur pour atteindre sa température de fonctionnement. Un rapport d'équilibre entre la chaleur absorbée et évacuée est donc nécessaire. Pour adapter la bougie d'allumage aux différents types de moteurs, ce rap-

port d'équilibre et par conséquent le degré thermique de la bougie peuvent être influencés par deux mesures déterminantes: par la forme du bec de l'isolant et par le matériau des électrodes.

Influence de la forme du bec de l'isolant

La capacité d'absorption thermique de la bougie est fonction de la forme du bec de l'isolant.

L'absorption thermique de l'isolant est fonction de la surface du bec de l'isolant exposée aux gaz de combustion. Si une grande surface est exposée aux gaz de combustion – ce que l'on obtient avec un bec d'isolant long –, l'isolant s'échauffe beaucoup. Inversement, avec un bec d'isolant court, la surface est petite, ce qui conduit à un faible échauffement.

La chaleur dissipée par le bec de l'isolant est évacuée vers le culot par l'électrode centrale et par l'intermédiaire du joint intérieur. Le passage de la chaleur formé par le joint est plus éloigné du point le plus chaud du bec de l'isolant pour le bec d'isolant long que pour le bec d'isolant court. Il s'ensuit que les bougies d'allumage à bec d'isolant long peuvent absorber plus de chaleur et en évacuer moins (et sont donc plus «chaudes») que les bougies à bec d'isolant court (bougie «froide»). Différentes longueurs de bec d'isolant permettent donc d'obtenir une caractéristique différente ainsi qu'un degré thermique différent.

Un faible degré thermique caractérise une «bougie froide» à faible absorption de chaleur par le bec d'isolant court.

Un indice de degré thermique élevé caractérise une «bougie chaude» à absorption de chaleur élevée par un bec d'isolant long.

Influence du matériau des électrodes

La capacité d'évacuation thermique de la bougie d'allumage peut être influencée par le matériau et la forme des électrodes.

Dans les cas de fonctionnement courants, la conductibilité thermique de l'électrode centrale en alliage de nickel et de chrome suffit à maintenir la bougie d'allumage dans sa plage de température de fonctionnement. Mais des sollicitations thermiques très élevées peuvent conduire, malgré un bec d'isolant court, à une absorption de chaleur trop importante. Pour réduire la sensibilité aux dérivations, on s'efforce d'utiliser un bec d'isolant long. En pareils cas, il faut utiliser pour les électrodes un matériau pouvant évacuer une quantité de chaleur suffisante pour rétablir à nouveau l'état d'équilibre. Des électrodes à conductibilité thermique plus élevée sont les électrodes composites et en argent (voir également la rubrique «Matériau des électrodes»).

Influence de la forme des électrodes

Une autre possibilité pour maintenir une faible capacité d'absorption thermique et pour améliorer la capacité d'évacuation thermique est de choisir en conséquence la forme des électrodes. Des distances d'éclatement de glissement et des positions d'éclateur en retrait sont des formes typiques d'électrodes pour les bougies «très froides», telles que celles utilisées dans les moteurs de course très chargés. En les utilisant, il faut cependant tenir compte du fait que le mélange atteint moins bien les électrodes (voir aussi rubrique «Formes des électrodes»).

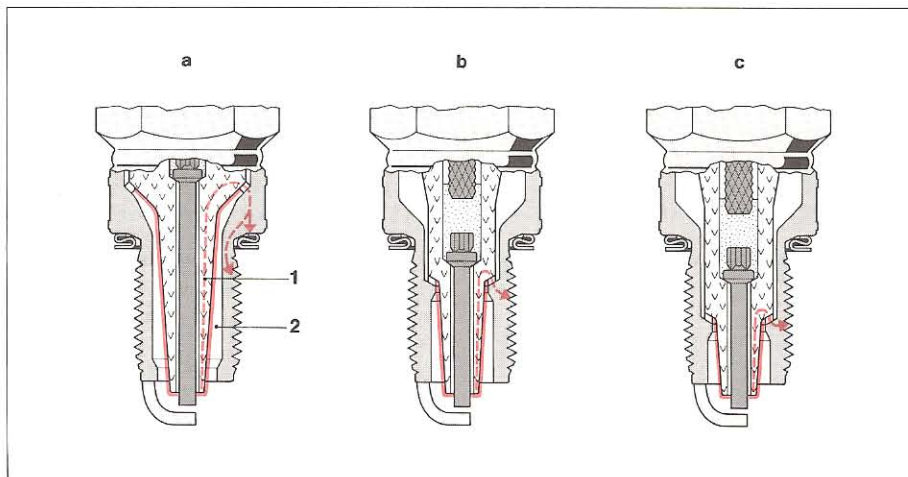


Fig. 21 Forme de construction et indice de degré thermique.

1 bec d'isolant, 2 cavité de respiration.

— surface absorbant la chaleur,
- - - chemin de conduction de la chaleur.

a Bougie d'allumage à indice de degré thermique élevé («bougie chaude»).

Grande surface du bec d'isolant absorbant beaucoup de chaleur, faible évacuation de chaleur.

b Bougie d'allumage à indice de degré thermique moyen.

Surface du bec d'isolant plus petite que pour la «bougie chaude». Absorption thermique plus faible, meilleure évacuation thermique.

c Bougie d'allumage à indice de degré thermique faible («bougie froide»).

Très bonne évacuation thermique par un chemin de conduction court.

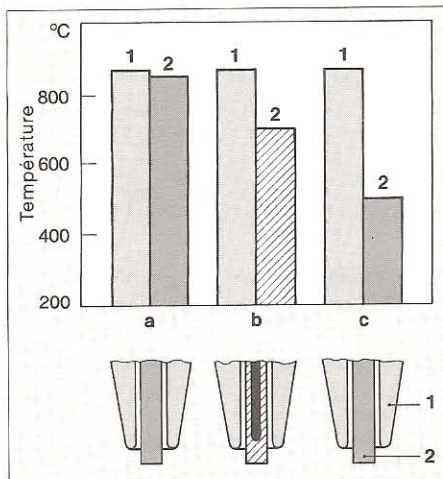


Fig. 22 Température de l'électrode centrale et de la pointe du bec d'isolant pour différents matériaux des électrodes, pour le même indice de degré thermique et à pleine charge. a alliage de nickel et de chrome, b électrode composite, c électrode en argent; 1 pointe du bec d'isolant, 2 électrode centrale.

Plage de fonctionnement thermique

Dans le cas d'un fonctionnement régulier du moteur, la bougie d'allumage, correctement choisie, prend une température de fonctionnement qui se situe dans une plage limitée.

Durant le fonctionnement, il apparaît toutefois des conditions provoquant une variation considérable de la température dans la chambre de combustion du moteur.

La bougie d'allumage a ainsi besoin, par exemple après le démarrage, d'un certain temps pour que les parties pénétrant dans la chambre de combustion atteignent la température d'auto-nettoyage. C'est pourquoi, la forme de l'électrode (diamètre de l'électrode centrale) et la forme du bec de l'isolant sont adaptées de telle manière que la température d'auto-nettoyage soit déjà atteinte à faible charge, mais qu'une surchauffe soit évitée à pleine charge.

Degré thermique et indice du degré thermique

Le degré thermique d'une bougie d'allumage est caractérisé par un indice de degré thermique.

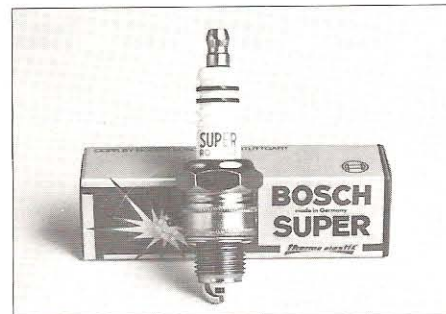
Afin de pouvoir distinguer facilement les bougies d'allumage de différents degrés thermiques et de les affecter aux moteurs correspondants, on a établi pour les désigner des indices de degré thermique. Ils constituent une partie de la formule de type de la bougie. Des indices faibles (p. ex. 2... 4) caractérisent des bougies «froides». Des indices élevés (p. ex. 7... 10) caractérisent des bougies «chaudes». Ces indices de degré thermique sont courts et faciles à retenir contrairement aux indices utilisés par le passé.

Bougie d'allumage à plage de fonctionnement élargie SUPER THERMO-ELASTIQUE

La bougie d'allumage Super thermo-élastique de Bosch convient particulièrement aux conditions de fonctionnement variables.

Les moteurs à haute puissance spécifique nécessitent à pleine charge des bougies d'allumage à faible indice de degré thermique. Ces bougies présentent donc une petite surface d'évacuation de la chaleur au niveau de l'isolant ainsi qu'une bonne évacuation de la chaleur par l'intermédiaire de l'isolant et du culot, et restent par conséquent relativement froides dans la plage de charge partielle et de ralenti, si bien que la température d'auto-nettoyage n'est pas atteinte au niveau de l'isolant et que de la suie et de l'huile risquent de se déposer sur la bougie. Cette plage, qui est surtout caractéristique de la circulation en ville marquée par l'alternance d'arrêts et de redémarrages, exige une bougie d'allumage à indice de degré thermique élevé atteignant dès le ralenti sa température d'auto-nettoyage, mais ne s'échauffant cependant pas à pleine charge.

Cette super-bougie d'allumage Bosch correspond de par sa forme et ses dimensions à la bougie d'allumage standard, mais en diffère par sa construction interne. La «super-bougie» a un bec d'isolant long qui peut absorber beaucoup de chaleur. La température d'auto-nettoyage de l'isolant est ainsi atteinte très rapidement. Ceci est particulièrement important pour le démarrage à froid et pour un fonctionnement comprenant de fréquentes phases de ralenti (circulation en ville et en file). Pour éviter une surchauffe du bec de l'isolant lorsque le moteur tourne à puissance élevée, la «super-bougie» dispose d'une électrode centrale composite. Elle se compose d'un alliage de nickel et d'un noyau en cuivre. Le noyau en cuivre évacue la chaleur ab-



▲ 23 ▼ 24

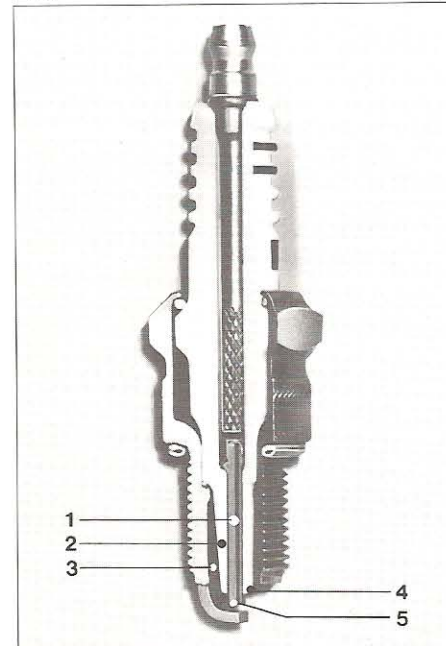


Fig. 23 Bougie Super thermo-élastique Bosch: La bougie à plage de fonctionnement élargie.

Fig. 24 Bougie Super thermo-élastique Bosch. Caractéristiques: 1 noyau en cuivre, 2 bec d'isolant long, 3 grande cavité de respiration, 4 position d'éclateur en saillie, 5 enveloppe nickel-chrome.

sorbée par le bec d'isolant long et empêche toute surchauffe de la bougie. L'enveloppe en alliage de nickel empêche la corrosion. Grâce à la combinaison d'un bec d'isolant long et d'une électrode composite, on évite donc un encrassement de la bougie à faible charge et une surchauffe à pleine charge.

Fig. 25 La bougie Super (1) couvre une plage de fonctionnement plus large que la bougie normale (2).

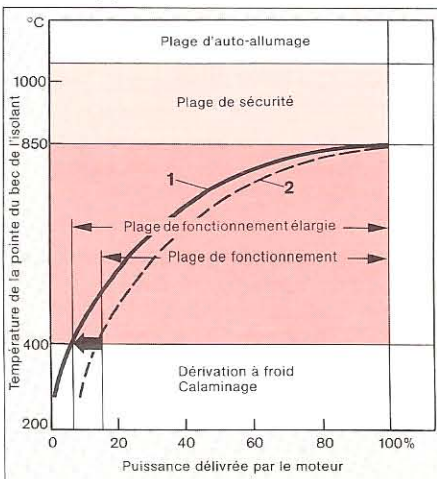


Fig. 26 Comparaison des plages de fonctionnement des bougies standard et des bougies Super.

Plages de fonctionnement									SUPER	STANDARD
3	4	5	6	7	8	9	Nouvel indice			
280	250	230	200	175	150	125				
275	240	225					Ancien indice			
260		215								
plus froide ← Bougie → plus chaude										

Comportement de la bougie d'allumage en service

En service, la bougie d'allumage subit une usure et doit donc être régulièrement changée.

Au cours de la durée de service, des modifications augmentant la tension d'allumage nécessaire apparaissent au niveau de la bougie d'allumage. Lorsque la tension d'allumage nécessaire atteint une valeur qui ne peut plus être compensée par la réserve de haute tension, il faut s'attendre à des ratés d'allumage. De plus, le fonctionnement de la bougie d'allumage peut être affecté par des modifications du moteur dues au vieillissement ou par un mauvais réglage du moteur.

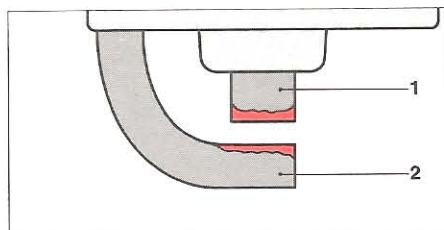


Fig. 27 Effets de l'usure des électrodes.
1 électrode de masse, 2 électrode centrale.
— état neuf,
— forme obtenue par érosion par les étincelles.

n'entre pas en contact avec les gaz de combustion grâce à son enveloppe résistante.

Usure des électrodes

On entend par usure des électrodes l'enlèvement de matière provoqué par des étincelles d'allumage électriques et la corrosion dans la chambre de combustion. Un signe évident de l'usure des électrodes est l'augmentation de l'écartement des électrodes avec la durée de service. Un choix approprié des électrodes (matériau, forme, dimensions) permet de retarder le plus possible leur usure, car celle-ci conditionne la durée de vie de la bougie d'allumage. Deux phénomènes participent à l'usure des électrodes: l'érosion par les étincelles et la corrosion.

Erosion par les étincelles

Le jaillissement d'étincelles électriques enlève de la matière au niveau des deux électrodes. Cet enlèvement de matière arrondit les arêtes des électrodes et accroît leur écartement. Ces deux phénomènes se traduisent par une augmentation de la tension d'allumage nécessaire.

Corrosion

La corrosion au niveau des électrodes de la bougie d'allumage est un phénomène chimique. L'ampleur de cette corrosion dépend du matériau des électrodes, de leur température et de la composition chimique des gaz de combustion. Plus la température des électrodes est élevée, plus la corrosion progresse rapidement.

Les matériaux utilisés pour les électrodes présentent vis-à-vis de la corrosion un comportement différent.

Le platine p. ex. est le plus précieux de tous les métaux, et résiste de ce fait parfaitement à la corrosion jusqu'à des températures extrêmement élevées, de l'ordre de 1000°C. L'électrode en argent, par contre, atteint tout au plus une température de 600°C et reste donc relativement froide, si bien que la corrosion est limitée et que la durée de vie s'en trouve moins affectée. Le cuivre de l'électrode centrale composite

Influences dues au moteur

Le moteur vieillissant, il peut apparaître des défauts d'étanchéité entraînant une plus haute quantité d'huile dans la chambre de combustion. Ceci conduit à des dépôts plus importants de suie et de calamine sur la bougie et peut provoquer des dériviages; il se produit alors des ratés d'allumage. En cas de modification de la composition du mélange air-carburant, des ratés d'inflammation peuvent se produire. Si le mélange est trop riche, il y a un manque d'air, et donc manque d'oxygène; le

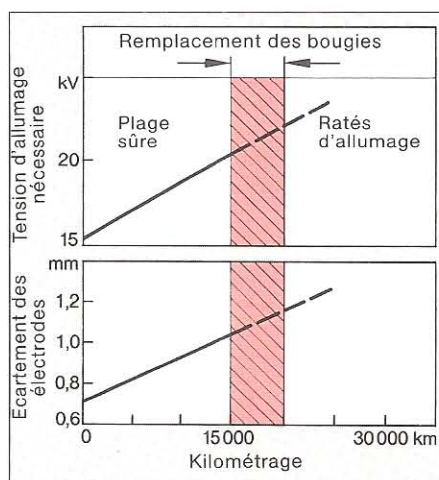


Fig. 28 Influence de l'usure des électrodes sur la tension d'allumage nécessaire.

carburant, malgré la présence d'une étincelle d'allumage, ne peut pas s'enflammer ni continuer de brûler par manque d'oxygène. Si le mélange est trop pauvre, il y a certes un excédent d'air et ainsi un surplus d'oxygène, mais trop peu de carburant dans le mélange, si bien qu'une inflammation ou une combustion continue n'est pas possible.

Anomalies de fonctionnement

Des anomalies de fonctionnement peuvent détériorer le moteur et la bougie. Ces anomalies peuvent être causées par un système d'allumage mal réglé, par l'utilisation de bougies d'allumage dont le degré thermique n'est pas adapté au moteur ou par l'emploi d'un mauvais carburant ainsi que par un mauvais réglage du mélange. Les anomalies de fonctionnement les plus fréquentes sont l'auto-allumage, le cliquetis et l'auto-allumage après l'arrêt.

Auto-allumage

Dans le cas de l'auto-allumage, le mélange air-carburant s'enflamme en balayant les surfaces incandescentes dans la chambre de combustion, avant que l'étincelle d'allumage ne jaillisse. L'incandescence des surfaces est due à une surchauffe locale à pleine charge, de préférence à la pointe du bec de l'isolant de la bougie d'allumage, au niveau de la soupape d'échappement, des joints de culasse en saillie et d'autres arêtes vives; mais la présence de résidus incandescents dans la chambre de combustion peut également provoquer un auto-allumage. L'auto-allumage est un phénomène d'inflammation incontrôlé au cours duquel les températures dans la chambre de combustion peuvent augmenter au point de gravement endommager le moteur et la bougie. (L'auto-allumage ne doit pas être confondu avec le cognement du moteur ou «l'auto-allumage après l'arrêt».) La pression et la température s'accroissent mutuellement, ce qui peut gravement endommager le moteur et les bougies d'allumage.

Cliquetis

Le cliquetis d'un moteur à explosion est influencé par le carburant (indice d'octane), par le taux de compression du moteur et par le point d'allumage. On entend par cliquetis une combustion par à-coups dans les parties du mélange qui ne sont pas encore touchées par le front de flamme déclenché par l'étincelle d'allumage et en cours d'extinction. Cette combustion par à-coups se déroule environ dix fois plus rapidement que la combustion «douce» normale; le front de flamme avançant par à-coups se propage à grande vitesse et engendre des oscillations de pression qui se superposent à la courbe de pression normale.

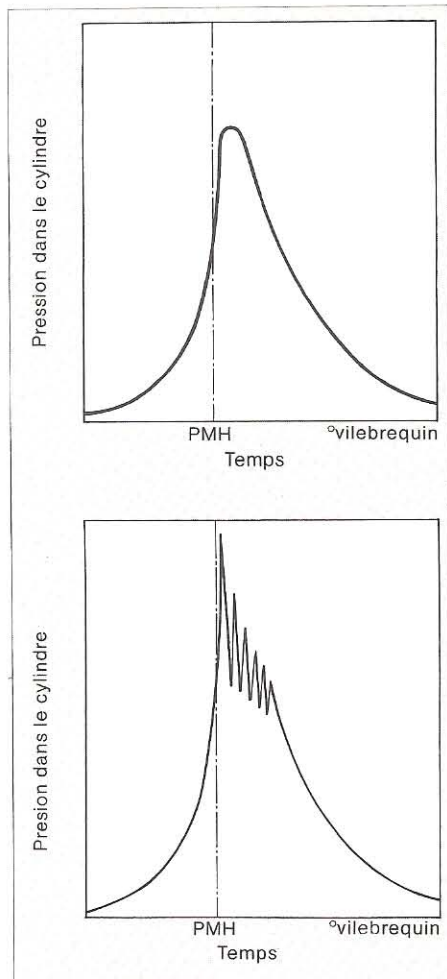


Fig. 29 Courbe de pression dans le cylindre en cas de combustion normale (en haut), en cas de combustion avec cliquetis (en bas).

Les oscillations de cliquetis doivent être absorbées par la culasse, y compris par les bougies d'allumage et les soupapes, ainsi que par l'attelage mobile du moteur. Si le cliquetis n'est pas remarqué ou s'il est négligé, un grave endommagement du moteur est inévitable.

L'augmentation de la température dans la chambre de combustion provoquée par cliquetis du moteur peut déclencher des auto-allumages.

Auto-allumage après l'arrêt

L'auto-allumage après l'arrêt (effet Diesel) est un fonctionnement irrégulier du moteur au ralenti après coupure de l'allumage. Il est causé par la poursuite de la combustion de restes de mélange dans la chambre de combustion. Ce phénomène est indépendant de la bougie d'allumage.

Bougies d'allumage



Une documentation didactique pour tous ceux qui doivent ou veulent en savoir plus sur les bougies d'allumage. Par exemple: comment et pourquoi des bougies d'allumage diffèrent les unes des autres. Comment elles sont construites. Tout ce qu'il faut savoir sur la bonne température de fonctionnement. Ce que révèlent les aspects de la bougie d'allumage. Les avantages

de la bougie Super Bosch. Les bougies d'allumage spéciales pour des cas très spéciaux.

L'audiovision Bosch informe sur tout cela et sur bien d'autres choses encore sous forme claire et parfaitement compréhensible. Cette information étant à la fois visuelle et acoustique, l'effet didactique est particulièrement efficace. L'audiovision Bosch sur les bougies d'allumage existe en deux présentations.

Document audiovisuel Bougies d'allumage

Ce document audiovisuel Bosch convient tout particulièrement aux présentations s'adressant à des groupes importants. Pour cette présentation, vous avez besoin d'un projecteur à chargeur ainsi que d'un magnétocassette. 77 diapositives couleur numérotées et cassette sonore de 35 minutes en album pratique en vinyl insalissable.

Référence
VDT-SU 1/1 Fr

Microvision Bosch Bougies d'allumage

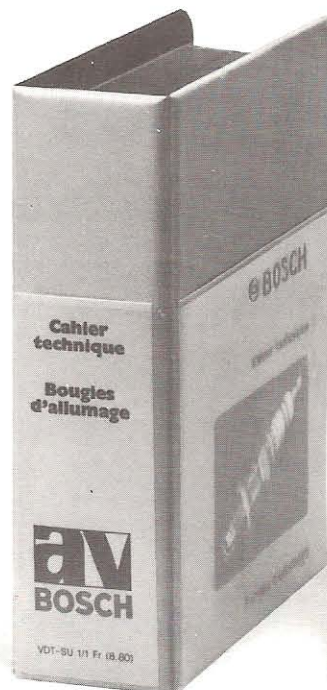
La microvision Bosch convient particulièrement à une présentation s'adressant à de petits groupes et à une seule personne.

Pour cette présentation, vous avez besoin d'un lecteur agrandissant environ 40 fois les microfiches de format DIN A 6 et d'un magnétocassette.

Tout sur une seule microfiche avec 77 vues en couleurs. Plus une cassette sonore de 35 minutes. Le tout en coffret microvision maniable.

Référence
VDT-MU 1/1 Fr

La microvision et l'audiovision Bosch «Bougies d'allumage» sont également disponibles en anglais, français, espagnol et italien.



Types de bougies d'allumage

Aux différents types de moteur et conditions de fonctionnement exigés correspondent des bougies d'allumage présentant différentes constructions et propriétés.

La construction interne de la bougie d'allumage, la forme et le matériau des électrodes ainsi que le degré thermique dépendent de la chambre de combustion et du type de fonctionnement du moteur. Pour satisfaire à des exigences particulières, des bougies spéciales sont utilisées.

Bougies d'allumage spéciales

Bougies d'allumage pour le sport automobile

Les moteurs de voitures de sport sont en raison du fonctionnement permanent à pleine charge exposés à des sollicitations thermiques élevées. Les bougies d'allumage destinées à ces conditions de fonctionnement ont généralement des électrodes en métal précieux (argent, platine) et un bec d'isolant court. L'absorption de chaleur par ces bougies est très faible en raison d'une longueur très courte du bec d'isolant, et l'évacuation de chaleur très importante en raison des électrodes en métal précieux.

Les bougies d'allumage à électrodes en argent se reconnaissent au «S», et les bougies à électrodes en platine au «P» indiqué derrière la formule de type.

Bougies d'allumage antiparasitées

Le système d'allumage est la principale source de parasites pour la réception de la radio dans le véhicule. Des mesures d'antiparasitage permettent de limiter l'émission de parasites. L'antiparasitage est traité dans le Cahier Technique Bosch «Antiparasitage» VDT-U 1/2 Fr.

Dans le cas d'un antiparasitage exigeant, des bougies spéciales sont utilisées.

Bougie d'allumage à résistance
En montant une résistance dans le

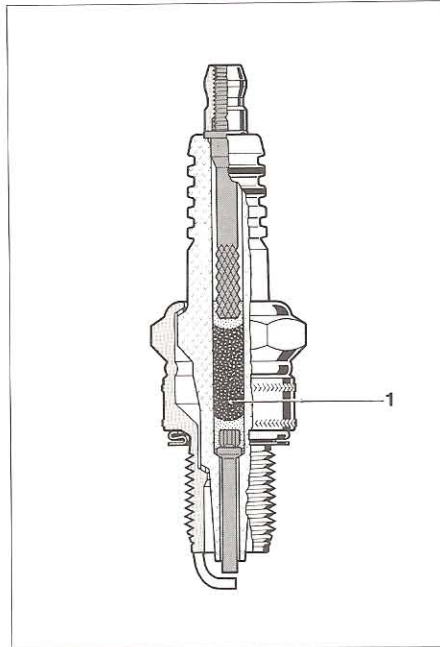


Fig. 30 **Bougies d'allumage antiparasitées.**
1 ciment spécial à base de verre servant de résistance d'antiparasitage.

conducteur d'alimentation de l'éclateur de la bougie il est possible de réduire la transmission des impulsions parasites aux câbles d'allumage et donc l'émission de parasites. L'érosion des électrodes est en même temps diminuée. Cette résistance est constituée de ciment spécial à base de verre situé entre l'électrode centrale et la tige de connexion. La résistance nécessaire du ciment à base de verre est obtenue par des additifs appropriés. Les bougies à résistance ont la lettre «R» dans la formule de type.

Bougie totalement blindée

Pour un antiparasitage très exigeant (émetteurs-récepteurs, radio-téléphone), un blindage de la bougie peut être nécessaire.

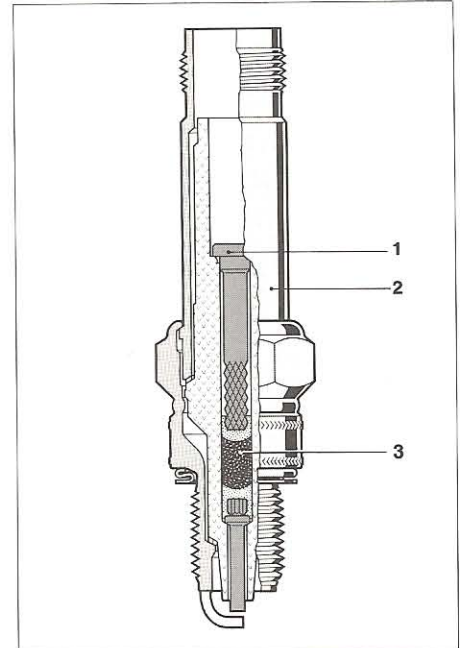


Fig. 31 **Bougie d'allumage totalement blindée.**
1 connexion du câble d'allumage, 2 manchon de blindage, 3 ciment conducteur à base de verre servant de résistance.

Sur les bougies totalement blindées, l'isolant est entouré d'un manchon métallique. La connexion se trouve à l'intérieur de l'isolant. Le câble d'allumage blindé est fixé au manchon à l'aide d'un écrou-raccord. Les bougies totalement blindées sont étanches à l'eau. Elles comportent la lettre «B» ou «C» en deuxième position dans la formule de type.

Fig. 32 Types de bougies d'allumage.

a bougie d'allumage spéciale à électrode centrale en argent pour le sport automobile, b bougie d'allumage spéciale à pointe d'électrode en platine pour le sport automobile, c version normale, siège plat, d version normale, siège conique, e bougie d'allumage à siège plat et faible surplat, f bougie d'allumage à siège conique et filetage M18x1,5, g version courte, siège plat, h bougie d'allumage totalement blindée, siège plat.



Formule de type

La désignation des types de bougies d'allumage est fixée par une formule de type. La formule de type comprend toutes les caractéristiques des bougies d'allumage à l'exception de l'écartement des électrodes. Celui-ci est indiqué en plus sur l'emballage. La bougie convenant au moteur considéré est prescrite ou recommandée par le constructeur du moteur et par Bosch.

Pour des conditions de fonctionnement changeant continuellement, la bougie d'allumage.
 ● Bosch SUPER THERMO-ELASTIQUE a donné des résultats particulièrement satisfaisants.



Fig. 33 Indication de l'indice de degré thermique et de l'écartement des électrodes sur l'emballage.

Code de la formule de type pour les bougies d'allumage Bosch Cotes en mm

Forme de siège et filetage	Version	Indice de degré thermique	Long. du filetage Pos. de l'éclateur	Version	Version
W	B R	7	D	C	X

D	SW 21 M 18 x 1,5	<p>Nouveau Ancien</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>13</td><td>25</td></tr> <tr><td>12</td><td>50</td></tr> <tr><td>11</td><td>75</td></tr> <tr><td>10</td><td>100</td></tr> <tr><td>9</td><td>125</td></tr> <tr><td>8</td><td>150</td></tr> <tr><td>7</td><td>175</td></tr> <tr><td>6</td><td>200</td></tr> <tr><td>5</td><td>225</td></tr> <tr><td>4</td><td>250</td></tr> <tr><td>3</td><td>275</td></tr> <tr><td>2</td><td>300</td></tr> <tr><td>09</td><td>325</td></tr> <tr><td>08</td><td>350</td></tr> <tr><td>07</td><td>375</td></tr> <tr><td>06</td><td>400</td></tr> </table> <p></p>	13	25	12	50	11	75	10	100	9	125	8	150	7	175	6	200	5	225	4	250	3	275	2	300	09	325	08	350	07	375	06	400	A	 12,7 11,1	C	C	BOSCH SUPER
13	25																																						
12	50																																						
11	75																																						
10	100																																						
9	125																																						
8	150																																						
7	175																																						
6	200																																						
5	225																																						
4	250																																						
3	275																																						
2	300																																						
09	325																																						
08	350																																						
07	375																																						
06	400																																						
F	SW 16 M 14 x 1,25	B	 12,7 11,1	C	P	PLATINE																																	
H	SW 16 M 14 x 1,25	C	 19	D	S	ARGENT																																	
M	SW 26 M 18 x 1,5	D	 19 17,5	E	X	 1,1																																	
W	SW 21 M 14 x 1,25	E	 9,5	F	Y	 1,5																																	
W	SW 21 M 14 x 1,25	F	 9,5	H																																			
		H	 19																																				

B Blindée, étanche, pour câble d'allumage de Ø 7 mm avec résistance	0 Variations par rapport à la version de base
C Blindée, étanche, pour câble d'allumage de Ø 5 mm avec résistance	1 3 Variation du degré thermique vers «froid», plus tolérances mécaniques
E Bougie d'allumage à étincelle glissante	5 7 Variation du degré thermique vers «chaud», plus tolérances mécaniques
S Bougie de scie	
R Avec résistance	

SW = surplats

Pratique

Bien choisie et bien montée, la bougie d'allumage est un composant fiable du système d'allumage.

Montage de la bougie d'allumage

Dépose

Pour la dépose de la bougie, on dévisse tout d'abord quelques filets. Le logement de la bougie est ensuite nettoyé à l'aide d'air comprimé ou d'un pinceau pour empêcher la pénétration de particules dans le filetage de la culasse ou dans la chambre de combustion. Ce n'est qu'après cette opération que la bougie d'allumage est complètement dévissée.

● Si la bougie est vissée à fond, on ne la dévisse que légèrement pour éviter d'endommager le filetage de la culasse; on laisse tomber quelques gouttes de pétrole, de dégrippant ou d'huile sur les filets, on revisse la bougie et ce n'est qu'après quelques minutes que l'on essaie de la dévisser complètement.

Pose

Pour la pose de la bougie dans le moteur, il convient de respecter les consignes suivantes:

● La surface d'application au niveau de la bougie et du moteur doit être propre.

● Les bougies d'allumage Bosch ne nécessitent sur le filetage ni graphite ni produit de graissage graphiteux. Elles sont traitées avec une huile anticorrosion. Un grippage n'est pas possible, car les filets sont nickelés.

● Les bougies d'allumage doivent si possible être vissées à l'aide d'une clé dynamométrique en respectant le couple de serrage indiqué dans le tableau. Lors du serrage de la bougie, le couple de serrage est transmis du six pans au siège d'étanchéité et au filetage.

Si le culot est déformé par un couple de serrage trop élevé ou par un mauvais ajustage de la clé à bougie, l'isolant peut se desserrer. Le couple de serrage ne doit donc pas dépasser une certaine valeur.

Les couples de serrage s'appliquent aux bougies d'allumage à l'état neuf, c'est-à-dire à des bougies légèrement huilées, mais sans autres produits de graissage. Dans le cas d'un graissage, le couple de serrage doit être réduit d'un tiers.

Dans la pratique, on travaille souvent sans clé dynamométrique; de ce fait, les bougies sont la plupart du temps beaucoup trop serrées. C'est pourquoi, Bosch conseille de procéder d'après les règles empiriques suivantes:

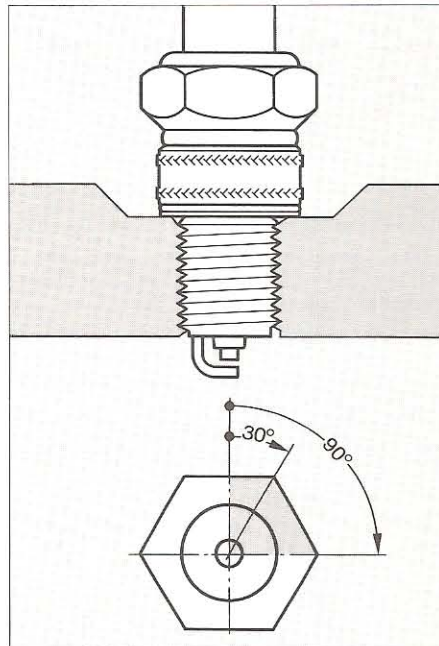


Fig. 34 Montage d'une bougie d'allumage à siège plat, bougie neuve 90°, usagée 30°.

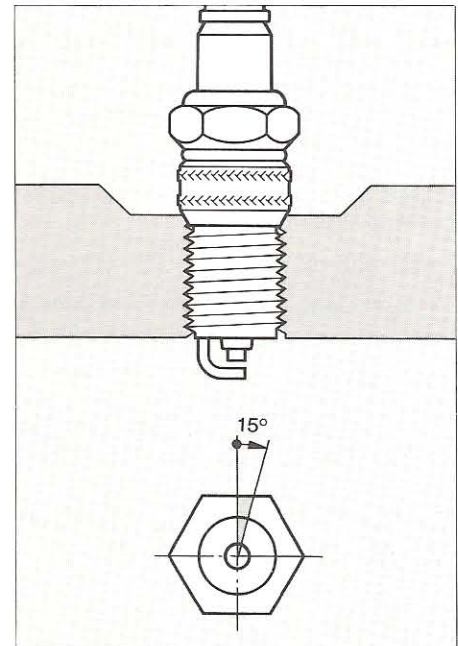


Fig. 35 Montage d'une bougie d'allumage à siège conique à l'aide d'une clé à bougie.

● Visser la bougie d'allumage à la main dans le filetage préalablement nettoyé jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de l'enfoncer à la main, et poser alors la clé à bougie.

Bougies d'allumage à siège plat:

Bougie neuve

Après la première résistance, serrer d'environ 90°.

Bougie usagée

Continuer de serrer d'un angle équivalent à un déplacement d'environ 5 minutes des aiguilles d'une montre.

Bougies d'allumage à siège conique:

Continuer de serrer d'un angle équivalent à un déplacement de 2 à 3 minutes des aiguilles d'une montre ou environ à 15°.

● Les clés à douille ne doivent pas être tenues en biais lors du serrage ou du desserrage de la bougie; l'isolant serait sinon écrasé ou pressé sur le côté, et la bougie d'allumage serait inutilisable.

● Dans le cas de clés à douille à broche amovible, le trou destiné au passage de la broche doit se trouver au-dessus de la bougie pour pouvoir complètement enfoncer la broche dans la clé. Dans le cas d'un trou trop bas et d'une broche mal enfoncée, la bougie serait endommagée.

Couples de serrage		
Matériau de la culasse	Acier	Aluminium
Couple de serrage	N · m	N · m
Bougies d'allumage à siège plat	M 14 x 1,25	20 ... 40
	M 18 x 1,5	30 ... 45
Bougies d'allumage à siège conique	M 14 x 1,25	15 ... 25
	M 18 x 1,5	20 ... 30

10 N · m ≈ 1 mkgf

Erreurs et conséquences

Pour un type de moteur donné, il convient toujours de n'utiliser que les bougies d'allumage homologuées par le constructeur du moteur ou recommandées par Bosch. L'utilisation d'autres types de bougies peut gravement endommager le moteur.

Mauvais indice de degré thermique

Des auto-allumages ou des ratés d'allumage peuvent être les conséquences de l'utilisation de bougies ayant un autre indice de degré thermique que celui prescrit pour le moteur.

Mauvaise longueur du filetage

Le filetage de la bougie doit correspondre au taraudage de la culasse. Si le filetage est trop long, la bougie pénètre trop dans la chambre de combustion.

Conséquences: endommagement possible du piston; l'encalaminage des filets de la bougie peut rendre son dévissage impossible; bougie surchauffée.

Si le filetage est trop court, la bougie ne pénètre pas suffisamment dans la chambre de combustion.

Conséquences: moins bonne inflammation du mélange; la bougie n'atteint pas sa température d'auto-nettoyage; les filets inférieurs de la culasse se calament.

Manipulations au niveau du siège d'étanchéité

Dans le cas de bougies à siège conique, on ne doit utiliser ni rondelle ni joint. Dans le cas de bougies à siège plat, on ne doit utiliser que le joint prisonnier monté sur la bougie. Il ne doit être ni enlevé ni remplacé par une rondelle. Sans joint, la bougie pénètre trop dans la chambre de combustion. Le passage de la chaleur du culot à la culasse est perturbé, et le siège de la bougie n'est pas étanche.

Si l'on utilise un joint supplémentaire, la bougie n'est pas suffisamment enfoncée dans le taraudage, et le passage de la chaleur du culot à la culasse est également perturbé.

Réglage de l'écartement des électrodes

En l'absence de bougies d'allumage présentant un écartement correct des électrodes, on peut prendre des bougies présentant un autre écartement des électrodes, mais il convient alors de le régler à la valeur prescrite.

Ceci suppose naturellement que la bougie d'allumage ait une formule qui corresponde à celle de la bougie prescrite.

Seule l'électrode de masse est réglée et réajustée. Durant cette opération, ni l'électrode centrale ni l'isolant ne doivent être endommagés. C'est pourquoi, pour mesurer les écartements des électrodes et les réajuster, on ne

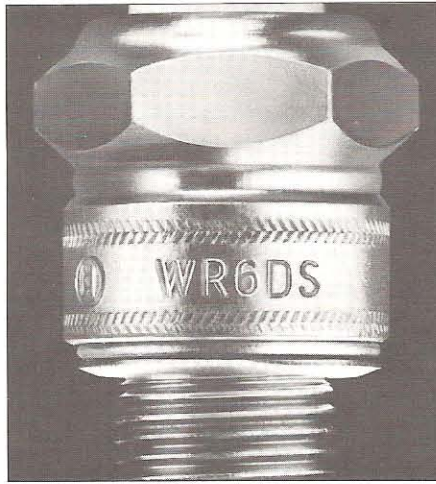


Fig. 36 Indication de l'indice de degré thermique dans la formule de type sur le culot de la bougie d'allumage. L'indice de degré thermique doit absolument correspondre aux instructions du constructeur du véhicule ou aux recommandations de Bosch.

Fig. 37 Erreurs de montage.

a filetage trop long, b filetage trop court, c joint enlevé, d deux joints.

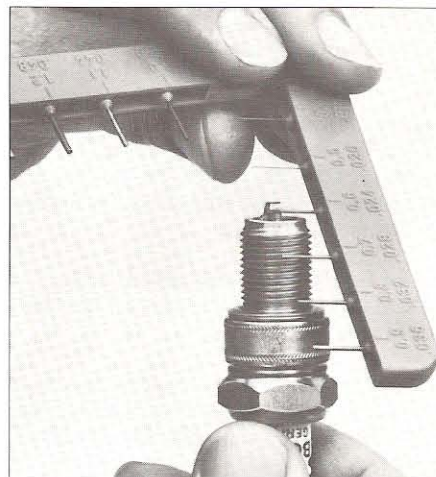
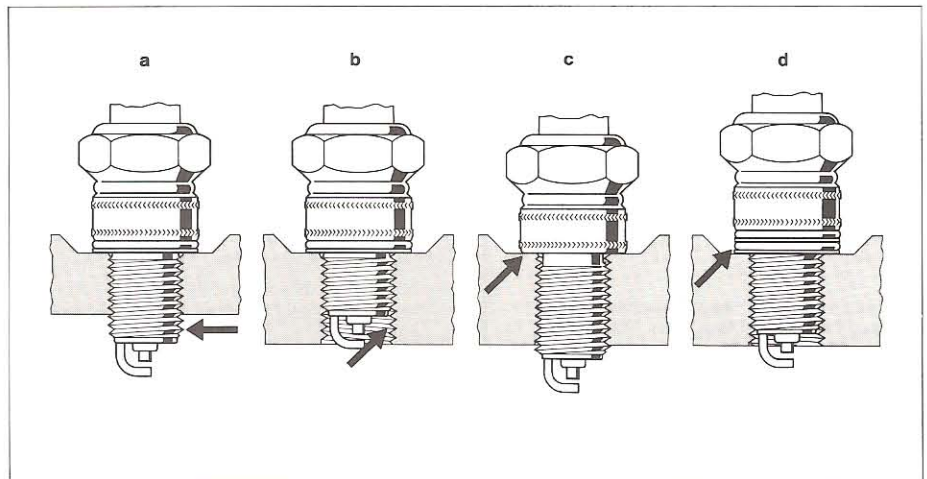


Fig. 38 Mesure de l'écartement des électrodes à l'aide de la jauge pour bougie d'allumage Bosch.

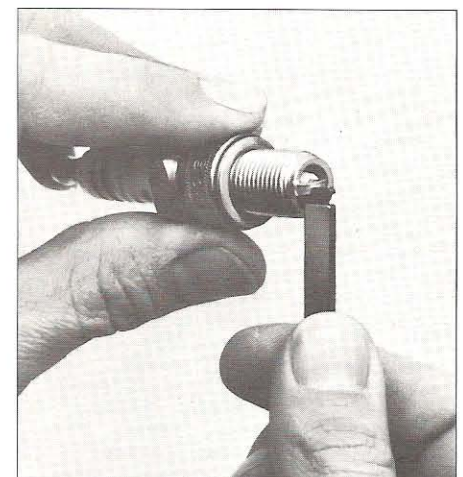


Fig. 39 Réajustage de l'écartement des électrodes à l'aide de la jauge pour bougie d'allumage Bosch.

doit utiliser que la jauge pour bougie d'allumage Bosch. L'écartement des électrodes est bien réglé lorsque le fil choisi de la jauge peut être passé entre les électrodes sans pratiquement opposer de résistance sensible.

Le réajustage d'électrode de la bougie présentant déjà une usure visible est à déconseiller, car le bon fonctionnement de la bougie serait alors gêné par des résidus de combustion. Il s'ensuivrait donc des ratés d'allumage et par conséquent une baisse de puissance accompagnée d'une augmentation de la consommation de carburant. Une

solution plus économique est de changer régulièrement les bougies.



Celui qui cherche rapidement des informations ayant trait à la technique automobile peut se fier à ce guide. Concis mais précis, il donne des indications adaptées aux derniers développements de la technique. Le technicien y trouvera des réponses clairement présentées à des questions spéciales. – Mais les informations techniques y sont également mises à la portée du non-spécialiste. – Celui qui doit s'intéresser à la littérature anglaise consacrée à la technique automobile trouvera une bonne initiation dans l'édition anglaise, le «Automotive Handbook».

Table des matières:

223 sujets. Dont: tables de conversion, statistique technique, optique, machines électriques, semi-conducteurs, propriétés des matériaux, résistance au cognement, consommation de carburant, injection d'essence, sonde de lambda, pompe d'injection distributrice Diesel, équipement de freinage, schémas électriques, allumage transistorisé, bougies d'allumage, correction de la portée d'éclairage, code de la route.

Présentation:

Format A 6, relié sous solide couverture plastique.

Edition allemande:

ISBN 3-18-41003-4

Edition anglaise:

ISBN 3-18-418004-2

En République Fédérale d'Allemagne, ces ouvrages peuvent être commandés auprès de

VDI-Verlag GmbH
Graf-Recke-Straße 84
Postfach 1139
D-4000 Düsseldorf

...ou chez votre libraire spécialisé.

Aspects de la bougie d'allumage

Les aspects de la bougie d'allumage renseignent sur le comportement du moteur et de la bougie en service.

Vous trouverez des illustrations des aspects de la bougie sur la dernière page de la couverture.

L'aspect extérieur des électrodes et de l'isolant de la bougie, ou tout simplement «l'aspect de la bougie», renseigne sur le comportement de la bougie en service ainsi que sur la composition du mélange et sur le phénomène de combustion dans le moteur. L'appréciation de l'aspect des bougies est ainsi un élément essentiel pour le diagnostic du moteur. L'obtention d'indications fiables est cependant liée à la condition importante suivante: avant d'apprécier l'aspect de la bougie, le véhicule doit avoir roulé. Une longue marche préalable au ralenti, en particulier à la suite d'un démarrage à froid du moteur, peut provoquer un dépôt de suie et masquer ainsi le «véritable aspect de la bougie». Le véhicule doit avoir parcouru une distance d'environ 10 km, le moteur ayant tourné à régime variable et à puissance moyenne. Une longue marche au ralenti avant l'arrêt du moteur est à éviter.

Sur la dernière page de la couverture, vous trouverez des illustrations des aspects de bougie. Ces aspects des bougies d'un moteur à 4 temps présentent des effets typiques de différentes influences perturbatrices sur les bougies d'allumage.

Aspect normal

Bec d'isolant variant du blanc gris ou jaune gris au brun roux. Le moteur est en bon état. La bougie a le bon indice de degré thermique.

Usure importante des électrodes

Cause possible: les bougies n'ont pas été changées à temps.

Conséquences: ratés d'allumage surtout lors des accélérations. L'écartement des électrodes étant trop grand, la tension d'allumage nécessaire est trop élevée. Mauvais comportement du moteur au démarrage.

Remède: bougies neuves.

Bougie encrassée par de la suie

Bec d'isolant, électrodes et culot recouverts de suie noirâtre et d'aspect velouté.

Causes possibles: mauvais réglage du mélange (carburateur, injection): mélange trop riche, filtre à air très encrassé, starter automatique en mauvais état ou starter (choke) tiré trop longtemps, fréquents parcours sur courtes distances. D'autre part, l'indice de degré thermique peut avoir été choisi trop faible (bougie trop «froide»).

Conséquences: ratés d'allumage, mauvais comportement du moteur au démarrage à froid.

Remèdes: bien régler le mélange et le dispositif de démarrage, contrôler le filtre à air, utiliser une bougie à indice de degré thermique correct.

Bougie encrassée par de l'huile

Bec d'isolant, électrodes et culot recouverts de suie huileuse ou de calamine.

Causes possibles: excès d'huile dans la chambre de combustion, segments de piston, cylindre et guides de soupapes très usés; dans le cas du moteur à deux temps, excès d'huile dans le mélange.

Conséquences: ratés d'allumage, mauvais comportement du moteur au démarrage.

Remèdes: révision du moteur, mélange huile-carburant bien dosé (pour les moteurs à deux temps), bougies neuves

Électrodes fondues

Les électrodes ont l'aspect d'un chou-fleur. Dépôt éventuel de matériaux étrangers à la bougie.

Cause possible: surcharge thermique due à l'auto-allumage, provoquée p. ex. par une trop grande avance à l'allumage, par des résidus dans la chambre de combustion, par des soupapes en mauvais état, par un allumeur défectueux ou par une mauvaise qualité du carburant.

Conséquence: avant la panne définitive, perte de puissance (détérioration du moteur).

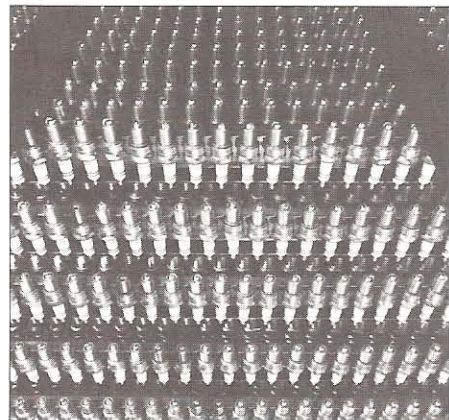
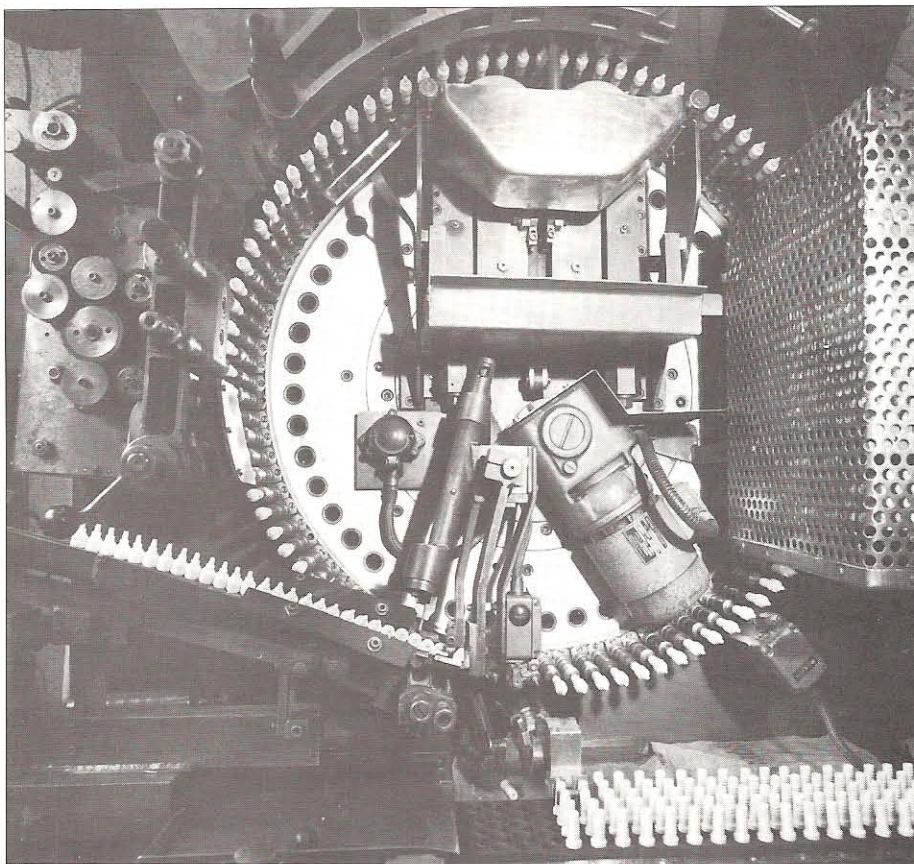
Remèdes: vérification du moteur, de l'allumage et de la carburation du mélange. Bougies neuves.

Fabrication des bougies d'allumage

Même si une bougie d'allumage peut de par son aspect et son fonctionnement paraître simple, elle n'est en aucun cas un produit technologique simple, pas même sous l'angle de la technique de fabrication. Les photos montrent quelques étapes de la fabrication de la bougie d'allumage. Elles donnent une idée de la fabrication en grande série, du contrôle de la qualité et de la mise au point. L'apparition d'une contraction d'environ 20% lors de la cuisson de la céramique de la bougie suffit à prouver combien le processus de production est difficile. Une haute précision est néanmoins attendue en fin de fabrication pour l'isolant.

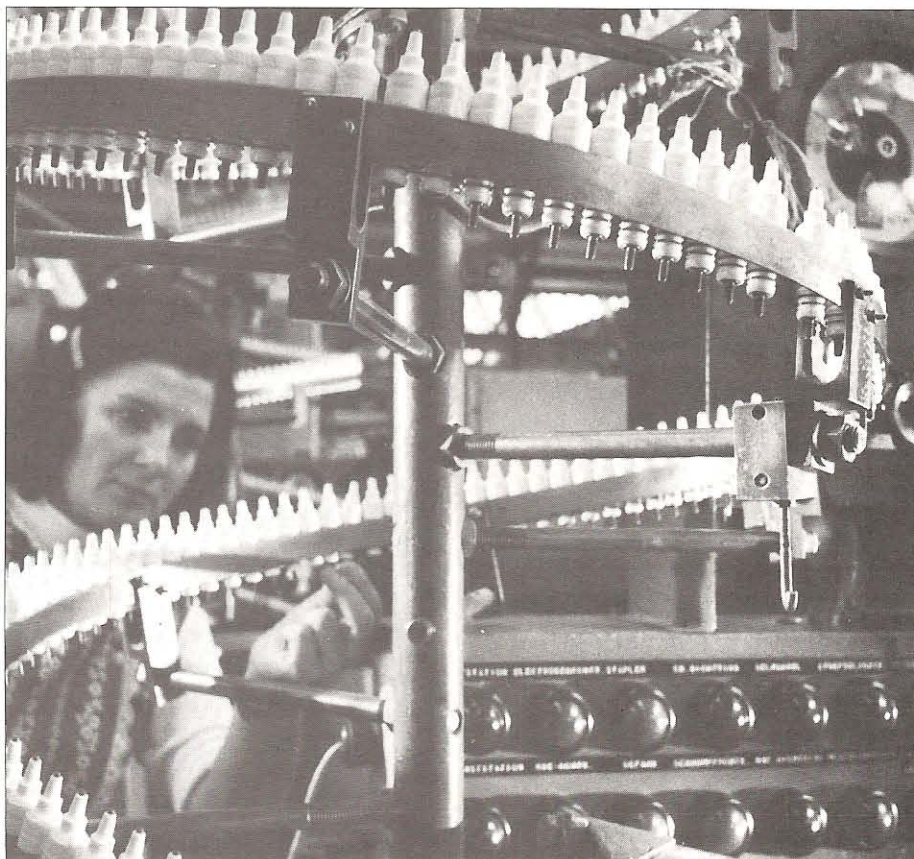
Machine automatique de marquage et de vitrification

La marque **BOSCH** et les deux anneaux verts sont appliqués sur la partie supérieure de l'isolant. Ensuite, on procède à la vitrification. ▶



Toboggan de transport pour le montage du culot

Une fois que l'électrode centrale et la tige de connexion ont été ancrées, de manière absolument étanche, dans un ciment conducteur à base de verre à l'intérieur de l'isolant, l'isolant parvient, par l'intermédiaire d'un toboggan de transport, au poste de montage du culot où il est serti dans le culot sous haute pression avec un joint et un anneau de sertissage, suivant un procédé spécial. ▶

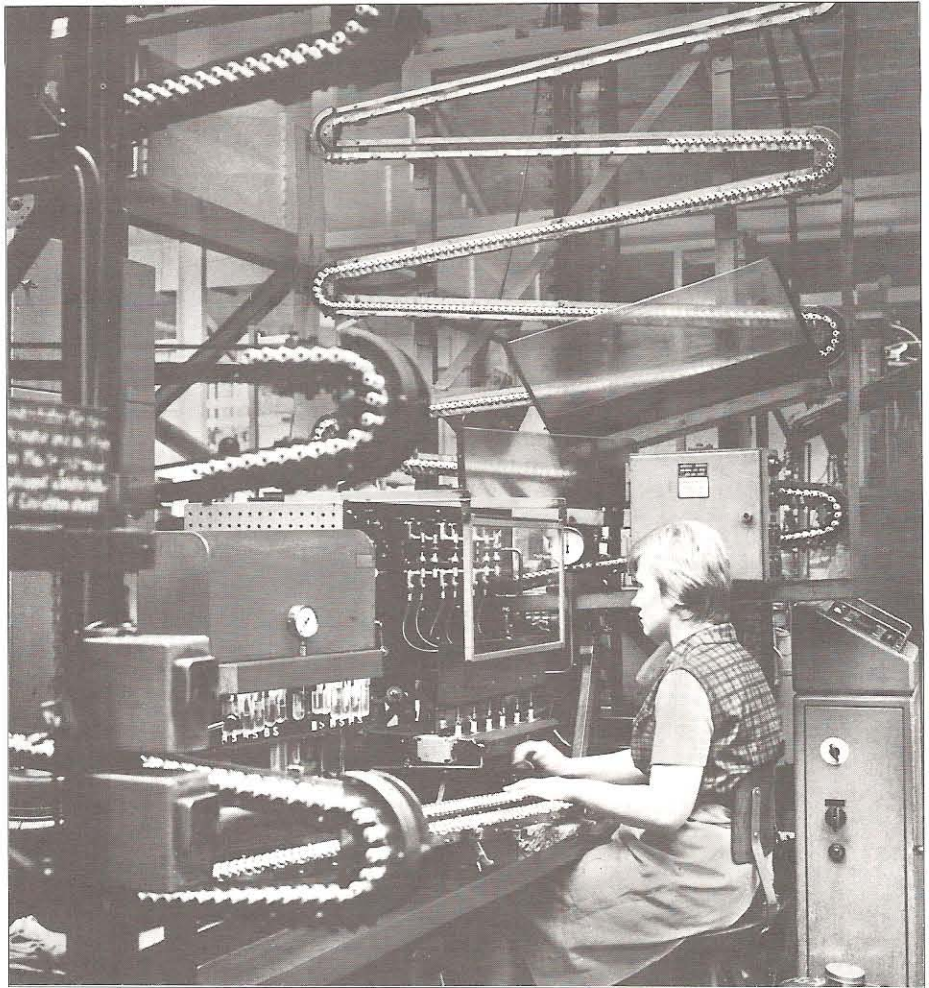
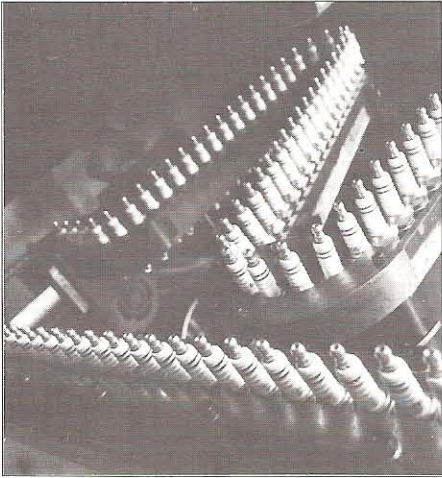


Poste de contrôle

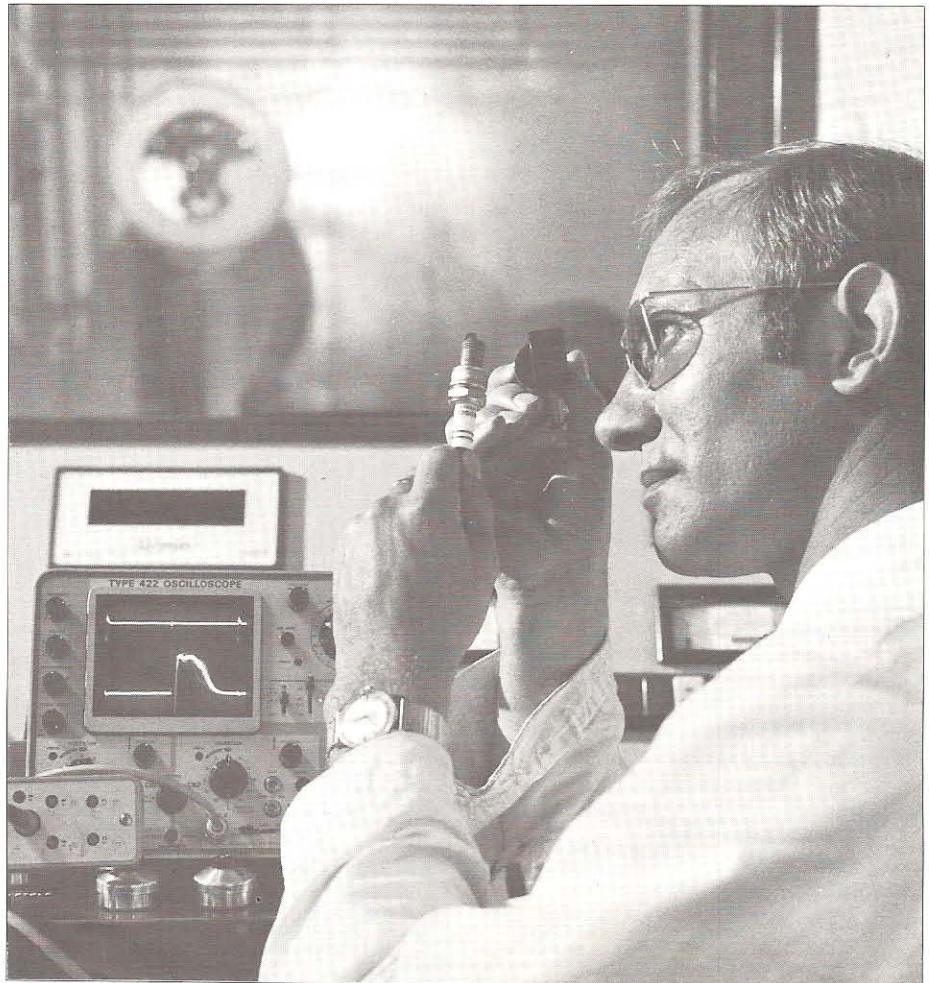
Le contrôle sous haute surpression montre si la bougie d'allumage est absolument étanche.

Lors du contrôle électrique, on vérifie la rigidité électrique de l'isolant sous haute tension.

La grande régularité de la fabrication en grande série permet de ne pratiquer qu'un contrôle par échantillonnage.

**Mise au point des bougies d'allumage**

La mise au point de nouvelles bougies d'allumage Bosch et l'amélioration permanente des bougies existantes garantissent une adaptation constante au moteur, aux conditions de fonctionnement et au climat du pays considéré.



Résumé

La fonction de la bougie d'allumage consiste à amener l'énergie d'allumage dans la chambre de combustion et à amorcer la combustion du mélange air-carburant par l'intermédiaire de l'étincelle électrique jaillissant entre les électrodes.

L'énergie libérée par le jaillissement de l'étincelle entre les électrodes enflamme le mélange air-carburant.

La tension d'allumage nécessaire à la bougie est la haute tension nécessaire au jaillissement de l'étincelle.

Plus l'écartement des électrodes est réduit, plus la tension d'allumage nécessaire est faible.

Outre la bougie, d'autres influences liées au moteur conditionnent la tension d'allumage nécessaire.

Plus l'écartement des électrodes est faible, plus l'accessibilité du mélange, c'est-à-dire l'inflammabilité, est mauvaise.

Après son premier jaillissement, l'étincelle d'allumage doit «brûler» quelque temps entre les électrodes.

Pour assurer un bon fonctionnement, la température des parties se trouvant dans la chambre de combustion ne doit pas dépasser la limite inférieure ou supérieure d'une certaine plage de fonctionnement.

La température de fonctionnement résulte de la différence entre l'absorption et l'évacuation de chaleur.

Les parties de la bougie d'allumage pénétrant dans la chambre de combustion doivent atteindre le plus rapidement possible la température d'auto-nettoyage d'environ 400°C, mais rester au-dessous de la plage d'auto-allumage.

Le degré thermique d'une bougie d'allumage peut être influencé par la forme du bec d'isolant et le matériau de l'électrode centrale.

Le degré thermique de la bougie d'allumage doit être adapté à la caractéristique du moteur.

«Les moteurs chauds nécessitent des bougies froides»

«Les moteurs froids nécessitent des bougies chaudes».

Un indice de degré thermique faible caractérise une «bougie froide» à faible absorption de chaleur par un bec d'isolant court.

Un indice de degré thermique élevé caractérise une «bougie chaude» à haute absorption de chaleur par un bec d'isolant long.

Il existe des bougies d'allumage de différentes exécutions et propriétés correspondant aux différents types de moteurs et conditions de service.

La bougie d'allumage Bosch Super thermo-élastique s'adapte à des conditions de fonctionnement variables du moteur. Elle dispose d'une plage de fonctionnement élargie.

La désignation des types de bougies est fixée par une formule de type. La formule de type comprend toutes les caractéristiques de la bougie d'allumage.

La bougie d'allumage subit en service une usure et doit donc être régulièrement remplacée.

Les aspects de la bougie d'allumage renseignent sur le comportement du moteur et de la bougie en service.

Bien choisie et bien montée, la bougie d'allumage est un composant fiable du système d'allumage.

Le prix des ratés d'allumage: 160 millions de litres de carburant par an.

Les bougies d'allumage usées ou encrassées sont l'une des principales causes des ratés d'allumage. Les ratés d'allumage, quant à eux, sont, indépendamment du style personnel de conduite, particulièrement responsables d'une consommation excessive de carburant. Au centre de développement Bosch de Schwieberdingen près de Stuttgart, des essais concluants ont été entrepris à ce sujet. À l'aide d'un simulateur spécial, des ratés d'allumage ont été provoqués artificiellement pour déterminer ainsi la surconsommation.

Examinons ce qu'il en est pour un taux de ratés d'allumage de 5% «seulement»: Après plusieurs centaines de kilomètres au simulateur, les ingénieurs Bosch avaient trouvé pour les 5% de ratés d'allumage indiqués une surconsommation de 5% de carburant. Pour 15 000 km par an et une consommation

moyenne de 12 litres aux 100 km, cela représente: une surconsommation de 90 litres par an.

Cette quantité de carburant suffit à faire l'aller-retour Francfort-Bâle. 750 km de perdus! Mais continuons le calcul: supposons qu'un automobiliste sur 10 (et c'est à peine exagéré) atteigne par suite de bougies d'allumage encrassées et usées cette surconsommation de 90 litres par an. L'Allemagne, à elle seule, totaliserait alors ni plus ni moins de 162 millions de litres. 162 millions de litres de ce produit rare qu'est l'essence par le seul fait de ratés d'allumage! Tout autre commentaire est superflu.

Une autre raison pour changer régulièrement les bougies d'allumage: L'essence non brûlée évacuée avec les gaz d'échappement pollue en outre l'environnement.



Contrôle des connaissances

A Comment enflammer le mélange air-carburant?

- a par l'étincelle
- b par l'énergie libérée au cours du jaillissement de l'étincelle entre les électrodes
- c par auto-allumage

B Quelle température peut atteindre une bougie d'allumage?

- a pas plus de 400°C
- b entre 400 et 1000°C
- c au moins 900°C

C Qu'entend-on par température d'autonettoyage?

- a la température à laquelle s'enflamme le mélange au contact des électrodes chaudes
- b la température maximale admissible de la bougie
- c la température à laquelle les impuretés brûlent sur le bec d'isolant

D Quel est le matériau d'électrodes conduisant le mieux la chaleur?

- a le nickel
- b l'argent
- c le cuivre

E Qu'obtient-on avec un bec d'isolant long?

- a une grande absorption de chaleur
- b une grande évacuation de chaleur
- c une atteinte rapide de la température d'autonettoyage

F Le degré thermique est un indicateur de

- a la température maximale admissible de la bougie
- b la charge thermique limite de la bougie

G Quels moteurs nécessitent des bougies d'allumage à faible indice de degré thermique?

- a les moteurs courants de faible puissance
- b les moteurs de haute puissance

H A quoi peut-on reconnaître le degré thermique d'une bougie d'allumage?

- a aux dimensions de la bougie
- b à la désignation du type
- c à la longueur du bec d'isolant
- d au type de position de l'éclateur

I La tension nécessaire au jaillissement de l'étincelle entre les électrodes est appelée

- a haute tension
- b réserve de tension d'allumage
- c tension d'allumage

K La tension d'allumage nécessaire à la bougie dépend

- a de la position de l'éclateur
- b de l'écartement des électrodes
- c du degré thermique

L Pour assurer l'inflammation du mélange air-carburant, il faut que

- a la tension d'allumage nécessaire soit la plus élevée possible
- b la durée de l'étincelle soit la plus courte possible
- c la durée de l'étincelle soit la plus longue possible

M Quelle est la bougie qui a une plage de fonctionnement élargie?

- a la bougie à étincelle glissante
- b la bougie Super thermo-élastique
- c la bougie à électrodes en platine

N Quelle est la bougie qui a une électrode de composite?

- a la bougie thermo-élastique
- b la bougie Super thermo-élastique

O Où se trouve le désignation du type de la bougie?

- a sur l'isolant
- b sur le culot
- c sur l'emballage

P Lors du montage des bougies d'allumage, il faut

- a graisser le filetage
- b huiler le filetage
- c ni huiler ni graisser le filetage

Q Comment visse-t-on une bougie d'allumage?

- a le plus à fond possible
- b au couple de serrage prescrit

R Sur quoi renseignent les aspects de la bougie?

- a sur le comportement du moteur en service
- b sur le comportement de la bougie d'allumage en service
- c sur le comportement du moteur et de la bougie d'allumage en service

S Quand doit-on examiner l'aspect de la bougie?

- a après une longue marche au ralenti du moteur
- b après une longue marche à pleine charge
- c après une longue marche normale

Vous trouverez les solutions à ces questions aux pages indiquées ci-dessous:

A: page 5

B: page 11

C: page 11

D: pages 10, 12

E: page 12

F: page 11

G: pages 11, 12

H: pages 12, 13

I: page 5

K: pages 5, 10

L: page 5

M: page 13

N: page 13

O: pages 17, 19

P: page 18

Q: page 18

R: page 20

S: page 20

Aspects des bougies d'allumage

Explications page 20

- 1 Normal
- 2 Forte usure des électrodes
- 3 Dépôt de suie (calamine)
- 4 Dépôt d'huile
- 5 Electrodes fondues

