



GUIDE DELL'ORTO

NB : Ces instructions sont données à titre purement indicatif et ne sauraient engager la responsabilité de l'auteur dans le cas d'une mauvaise interprétation, d'un défaut d'étude de l'état réel du véhicule et/ou de sa non-conformité, d'une pratique inadaptée de la mécanique ou de l'utilisation d'outillage inapproprié.

Il s'agit d'une traduction française du manuel Dell'Orto original, le traducteur ne peut être tenu pour responsable des éventuelles erreurs de traduction. Pour une application de ce guide, se fier à la version originale.

Les moteurs utilisés pour les motos à deux et quatre temps sont alimentés par un carburant (essence normale, essences spéciales pour la compétition ou, parfois, alcool méthylique et/ou éthylique). Ce carburant est suffisamment volatil et possède des propriétés d'allumage qui lui permettent d'être prémélangé à l'air de combustion avant l'allumage par la bougie. En revanche, dans les moteurs à cycle Diesel, le carburant est moins volatil et possède des propriétés d'allumage qui nécessitent son mélange à l'air uniquement dans la chambre de combustion, où les conditions de pression et de température favorisent l'allumage naturel. De ce fait, la puissance délivrée par les moteurs diesel peut être ajustée par le seul débit de carburant, sans qu'il soit nécessaire de contrôler le débit d'air. Lorsque le carburant est prémélangé à l'air, il est nécessaire de contrôler le débit d'air et, par conséquent, indirectement, le débit de carburant. Dans les moteurs automobiles, la plupart des modèles sont équipés de systèmes d'injection contrôlés par une unité centrale qui ajuste la durée d'ouverture des injecteurs pour injecter le carburant dans le flux d'air. Comme chacun sait, des systèmes analogues ont été adoptés sur certains moteurs de motos haut de gamme. Cependant, dans la plupart des cas, les carburateurs sont largement utilisés, où le carburant est introduit en fonction de la dépression générée par différents systèmes de gicleurs. Le carburateur est donc conçu pour remplir trois fonctions :

1- Le moteur ajuste le débit d'air admis en fonction des besoins du conducteur.

2. Doser le débit de carburant dans le flux d'air admis, tout en maintenant le rapport air/carburant optimal sur toute la plage de fonctionnement du moteur.

3. Homogénéiser le mélange air/carburant afin d'assurer le bon déroulement de l'allumage et de la combustion.

Le rapport de mélange (AFR)

Le rapport air/carburant (AFR) est le rapport entre la masse d'air et la masse de carburant admises par le moteur. Il est défini comme suit :

$$\text{AFR} = \frac{\text{Masse d'air}}{\text{Masse carburant}}$$

D'un point de vue chimique, la valeur du rapport AFR stœchiométrique est celle qui permet une combustion complète, sans laisser d'excès d'air (mélanges pauvres) ni de carburant imbrûlé (mélanges riches).

L'AFR stœchiométrique

Le rapport RA stœchiométrique dépend du type de carburant. Pour l'essence commerciale, cela varie d'environ 14,5 à 14,8, ce qui signifie que 14,5

A 14,8 grammes d'air sont nécessaires pour la combustion complète d'un gramme de carburant. Pour les moteurs alimentés à l'alcool méthylique, ce rapport descend à 6,5, tandis qu'il est de 9 pour l'alcool éthylique.

Rapport air/carburant produit par le carburateur

Le mélange délivré par le carburateur pendant le fonctionnement du moteur ne correspond pas nécessairement à une valeur stœchiométrique.

Selon la conception du moteur et ses conditions de fonctionnement (régime et charge), une partie du carburant délivré peut ne pas être brûlée, car elle n'atteint pas la chambre de combustion ou parce que la combustion elle-même n'est pas parfaite.

Une certaine dilution de charge peut également se produire en raison des gaz d'échappement résiduels restant dans le cylindre, ainsi qu'une perte de charge à l'échappement.

Ces effets sont particulièrement sensibles sur les moteurs deux temps. Si l'on considère que le rapport A/F approprié doit être celui de la charge participant à la combustion, on peut affirmer que le mélange délivré par le carburateur doit être plus riche ($\text{AFR} < \text{stœchiométrique}$) pour compenser le phénomène ci-dessus.

Le rapport air/carburant doit varier dans certaines limites, en fonction des conditions de fonctionnement du moteur. En général, on peut s'attendre à ce que le mélange air/carburant soit plus riche (rapport air/carburant plus faible) au ralenti, en accélération et à pleine puissance. À l'inverse, à charge constante, le mélange peut être pauvre, ce

qui signifie que le rapport air/carburant peut augmenter par rapport aux conditions précédentes. Dans les moteurs à deux temps, les termes « riche » et « pauvre » ont une valeur relative selon les conditions de fonctionnement spécifiques du moteur. Le mélange stœchiométrique est rarement mentionné, car dans ces moteurs, les mélanges sont toujours plus riches que stœchiométriques. Cela peut également être partiellement vrai pour de nombreux moteurs à quatre temps, mais en général, ces moteurs utilisent des mélanges plus pauvres que les moteurs à deux temps.

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DU CARBURATEUR DE BASE : LES CIRCUITS D'ALIMENTATION EN CARBURANT

Le carburant liquide est acheminé vers le gicleur du venturi du carburateur et s'écoule sous l'effet de la dépression générée par l'air passant devant le venturi et des pulsations du flux d'air générées par le mouvement du piston. Les gicleurs calibrés placés en amont du gicleur contrôlent le débit de carburant qui y parvient.

Les carburateurs de moto sont presque toujours à aiguille et présentent une architecture structurelle telle que celle illustrée dans les illustrations ci-jointes.

Le carburant provenant du réservoir est maintenu dans une chambre à flotteur à niveau constant. La pression de liquide exercée sur les différents gicleurs est relativement constante. La différence entre le niveau de carburant dans la chambre à flotteur et le niveau auquel le carburant doit être porté par la dépression induite reste constante. Le niveau de la cuve est maintenu constant grâce à une soupape d'admission de carburant, actionnée par un flotteur qui suit la surface libre du liquide dans la cuve. Lorsque le niveau baisse en raison de la consommation de carburant, le flotteur s'abaisse et ouvre la soupape, permettant ainsi l'écoulement d'un surplus de carburant du réservoir. Le niveau de carburant et le flotteur augmentent ensuite, puis, à un certain moment, la soupape se ferme jusqu'à ce que la séquence se répète. Le niveau de la cuve est donc un élément de calibrage du carburateur, car le débit de carburant dosé varie avec le niveau du flotteur et affecte donc le rapport de mélange. Un niveau de flotteur élevé permet de distribuer une plus grande quantité de carburant qu'avec un niveau de flotteur bas, quelles que soient les conditions de fonctionnement et les circuits du carburateur. Le réglage du niveau de la cuve est influencé par deux éléments : le poids du ou des flotteurs et la configuration du bras de levier reliant le flotteur à la soupape. En installant un flotteur plus lourd, la surface libre du liquide de la cuve doit s'élever avant que la force de flottabilité du flotteur n'équilibre le poids accru qui provoque la remontée du flotteur. Il en résultera un niveau de cuve plus élevé et un mélange délivré plus riche dans les mêmes conditions. À l'inverse, si nous installons un flotteur plus léger, un niveau de liquide plus bas entraînera une force de flottabilité suffisante pour actionner la soupape, ce qui entraînera un appauvrissement du carburateur. C'est pourquoi les flotteurs sont classés selon leur poids (indiqué sur eux) et des normes de calibrage pour leur position dans la cuve sont prescrites afin de

garantir un bon fonctionnement. Pour modifier le niveau de la cuve, si nécessaire et lorsqu'il est impossible de le faire, Il est possible de modifier l'angle du levier actionnant le pointeau.

De cette façon, le flotteur ferme le pointeau plus tôt (pour un niveau inférieur) ou plus tard (pour un niveau supérieur), à poids égal.

Le corps du carburateur forme le robinet d'essence. L'aiguille est équipée d'un élément en caoutchouc synthétique à son extrémité.

Il est important de noter, cependant, qu'un niveau trop bas dans la cuve du flotteur peut entraîner une pression de liquide insuffisante sur les gicleurs et donc un risque d'appauvrissement dangereux du mélange délivré.

Ceci peut se produire lorsque le carburant se déplace dans la cuve du flotteur sous l'effet des accélérations du véhicule.

Dans ces cas (principalement sur les motos tout-terrain ou sur circuit, dans les virages ou lors de freinages brusques), si le niveau est trop bas, l'un des gicleurs alimentant les circuits du carburateur peut être temporairement exposé à l'air au lieu du liquide.

Sur certaines versions, des déflecteurs spéciaux sont installés près des gicleurs.

Appelés pièges de fond de cuve, ils servent à maintenir une quantité maximale de liquide autour des gicleurs, quelles que soient les conditions. Un pointeau se ferme sur un siège, inséré ou vissé dans le carburateur.

Ce matériau est parfaitement compatible avec l'essence commerciale standard, mais avec des carburants spéciaux, tels que ceux contenant de l'alcool, il est nécessaire de vérifier la compatibilité du carburant et des joints afin de ne pas compromettre le fonctionnement du carburateur.

Différentes versions d'aiguilles sont équipées d'une pointe à ressort en liaison avec le flotteur, afin de réduire les vibrations de l'aiguille induites par le mouvement du liquide dans la cuve et par les mouvements de la moto.

Le diamètre du pointeau est un élément de calibrage, car il détermine le débit maximal de carburant.

Si le diamètre est trop petit pour accueillir la quantité de carburant requise par le moteur dans certaines conditions (généralement à pleine charge), la cuve se vide plus vite qu'elle ne peut être remplie par le pointeau ! Si cette situation persiste, le moteur souffrira d'un débit de carburant réduit en raison d'une baisse du niveau dans la cuve à flotteur, ce qui entraîne une carburation trop pauvre.

LE VENTURI ET LE CONTRÔLE DU DÉBIT D'AIR

Expliquons en détail le fonctionnement d'un carburateur de moto, en examinant les relations entre les éléments qui régulent l'alimentation en carburant.

Les carburateurs de moto sont principalement à aiguille, le débit d'air étant réglé par un tiroir coulissant qui, selon les versions, peut avoir un profil cylindrique ou plat.

Même dans les carburateurs à dépression, également appelés à régime constant, on trouve un tel tiroir qui coopère avec le papillon des gaz actionné par le conducteur. Nous reviendrons sur ces carburateurs plus tard en raison de leurs caractéristiques de fonctionnement particulières.

LE VENTURI

Le venturi est l'un des éléments qui définissent le carburateur. Sa dimension de base est son diamètre, généralement exprimé en mm. Le choix du diamètre est étroitement lié aux exigences du moteur.

Pour les moteurs de moto, un carburateur séparé alimente chaque cylindre. Ainsi, le problème de répartition du débit d'un carburateur unique vers différents cylindres est évité.

D'un point de vue numérique, les dimensions critiques sont sélectionnées selon les pratiques constructives et l'expérience acquise sur une large gamme de motos et de types de moteurs.

La détermination du diamètre est ensuite effectuée par des essais sur le moteur.

Par exemple, pour les petits moteurs à deux temps, les carburateurs sont équipés d'un venturi de diamètre compris entre 12 et 14 mm. Sur les moteurs deux temps de 125 cm³ de cylindrée utilisés en compétition, nous utilisons des venturis dont le diamètre peut varier de 36 à 40 mm et plus, comme c'est souvent le cas sur les puissants moteurs à disques rotatifs utilisés en compétition.

Lorsque la performance est le critère principal, le diamètre du venturi détermine la résistance que le système d'aspiration (le venturi du carburateur en fait partie) oppose au flux aspiré.

Les venturis de grand diamètre présentent évidemment une résistance plus faible que les venturis de plus petit diamètre. Par conséquent, afin d'améliorer l'efficacité de ce composant, des inserts sont utilisés à l'intérieur du venturi, ce qui élimine les irrégularités et les variations de forme, tout en conservant la valeur du diamètre.

À l'inverse, un venturi de diamètre réduit produit une vitesse d'air plus élevée à débit d'air égal et le moteur est soumis à une pression de dépression plus élevée, ce qui entraîne un signal de dépression plus élevé au niveau des injecteurs qui distribuent le carburant. Dans certaines conditions, et pour les moteurs fonctionnant sur une large plage de régimes, cette caractéristique peut devenir très importante, au détriment de la

nécessité d'une résistance plus faible. À ce propos, on peut affirmer que la perte de puissance induite par le carburateur dépend, outre du diamètre de son venturi, de son profil dans le sens du flux d'air. Au-delà de la configuration de la zone du papillon des gaz, les connexions avec l'admission d'air et la zone en aval du venturi, où le carburateur se connecte au canal d'aspiration, sont très importantes.

LA FORME DE LA SECTION DU VENTURI

Une fois la section déterminée, en fonction des besoins d'alimentation du moteur, des choix de conception doivent être effectués concernant la forme de la section du venturi.

Pour les moteurs de compétition ou les moteurs devant offrir des performances élevées sans se soucier des autres modes de fonctionnement, la section la plus favorable en termes de perte de puissance est la section ronde qui est celle qui présente le périmètre minimal (à surfaces égales) pour résister au flux aspiré.

Pour les moteurs devant assurer une modulation de puissance douce, on utilise généralement des carburateurs à venturi de forme allongée, dite « ovale », voire plus complexe, comme celle que les ingénieurs de Dell'Orto ont appelée « insigne » (bouclier) ; ce qui représente une évolution du concept de venturi ovale. Comme nous l'avons vu, un venturi de petit diamètre améliore la réactivité du moteur, car il maintient une vitesse d'écoulement élevée. Un venturi ovale présente une section plus petite, car son diamètre est réduit lorsque le papillon des gaz est légèrement levé.

Le boisseau des carburateurs à aiguille présente un bord chanfreiné (mesuré en dixièmes de mm : par exemple, 0,30) qui influence la carburation à faible ouverture des gaz. Un boisseau à faible chanfrein enrichit le mélange jusqu'à 1/4 de papillon, tandis que si la carburation est trop riche, on peut utiliser une soupape à chanfrein plus important.

L'influence de cet élément de calibrage se fait principalement en fonctionnement transitoire à faible ouverture du papillon, et même des variations limitées (par exemple de 0,30 à 0,40) peuvent fortement influencer le mélange délivré.

À faible ouverture, le carburateur se comporte donc comme s'il avait un diamètre réduit.

Cela offre une bonne solution au fonctionnement transitoire et à une large plage de puissance, et assure un bon rapport de proportionnalité entre l'action du pilote et la réponse du débit du carburateur. Lorsque l'ouverture du papillon augmente, la forme de la section Venturi récupère la surface nécessaire à l'aspiration du débit sans introduire de résistance fluide élevée. Le venturi (bouclier) présente une forme triangulaire aux petites ouvertures de papillon. Par conséquent, dans cette zone, la zone d'ouverture est très réduite afin d'améliorer la réactivité nécessaire sur certains moteurs à transmission automatique.

BOISSEAU

Dans les carburateurs traditionnels sans dépression, il s'agit de l'élément de réglage relié à l'accélérateur par un câble flexible.

Ce clapet coulisse transversalement au venturi, déterminant ainsi la section effective du passage d'écoulement.

Dans différents modèles de carburateurs (tels que la série Dell'Orto PH, où P signifie « Piston » et H « Horizontal » en référence à l'orientation du canal), le boisseau est un élément cylindrique qui coulisse avec un jeu minimal dans un siège usiné dans le corps du carburateur.

Dans d'autres versions (série Dell'Orto VH, où V signifie « soupape »), le boisseau est plat, avec des ailettes d'entraînement ou des bords arrondis conçus pour réduire les fuites d'air, comme par exemple sur la série Dell'Orto VHSD.

Pour les carburateurs utilisés dans les moteurs 4 temps, la dépression à l'aspiration, en position fermée, peut atteindre des valeurs extrêmement élevées et maintenir la soupape appuyée contre son siège.

Afin d'éliminer l'usure (et donc les fuites) et le grippage, ces composants subissent des traitements de surface qui améliorent la dureté du matériau et la fluidité de fonctionnement, à l'instar des boisseaux en laiton chromé.

Des ressorts de rappel légèrement rigides sont utilisés afin d'assurer un retour positif à la position fermée de la soupape. Cependant, la rigidité du ressort déterminant l'effort d'ouverture du conducteur, il est conseillé de choisir des boisseaux à coulissement plus fluide avant d'augmenter la force du ressort de rappel. Les boisseaux plats réduisent les turbulences affectant le flux d'air passant sous la soupape, car cette conception offre un obstacle plus court à la direction du flux. Même pour ce type de boisseau, il est essentiel de bien comprendre les problèmes d'étanchéité en position fermée, en chromant les surfaces afin de réduire l'usure. Les avantages en termes de déviation du flux d'air avec une soupape de largeur réduite sont toutefois contrebalancés par la nécessité de résoudre le problème de l'emplacement des trous de progression. Ces trous sont nécessaires à l'alimentation en carburant lorsque l'ouverture du papillon change, lors de la transition progressive du circuit de ralenti au circuit principal et inversement. Ces trous sont usinés en aval de l'atomiseur principal, mais pour fonctionner, comme nous le verrons plus loin, ils doivent se trouver sous le bord du papillon des gaz. Si le boisseau est très serré, ces trous seront évidemment très proches de l'atomiseur principal (également situé sous le papillon), ce qui complexifie la conception. Une fois ce problème résolu, cette conception assurera une fonctionnalité optimale.

LES CIRCUIT DE RALENTI ET DE PROGRESSIVITE

Nous avons vu comment, dans un carburateur « de base » (simplifié), le carburant est aspiré dans le venturi depuis la cuve à flotteur.

Ceci est dû à la dépression créée par le flux d'air traversant le venturi, aspiré par le moteur lui-même.

En réalité, un carburateur moderne est bien plus qu'un simple système d'alimentation en carburant, car l'utilisation du seul circuit principal ne permet pas d'obtenir une alimentation correcte en carburant (et donc un rapport de mélange correct) dans toutes les conditions de fonctionnement possibles lors de l'utilisation pratique d'un moteur.

Le fonctionnement de chacun des systèmes auxiliaires repose sur le même principe physique : le carburant réagit à un signal de dépression généré par l'induction du moteur.

Les systèmes auxiliaires sont cependant séparés les uns des autres, car les gicleurs d'alimentation sont situés à des emplacements spécialement conçus dans le venturi du carburateur.

LE CIRCUIT DE RALENTI

Lorsque le papillon des gaz est fermé ou presque, le débit d'air aspiré par le gicleur principal est très faible et n'est donc pas suffisant pour aspirer le carburant de la cuve. C'est pourquoi le carburateur est équipé d'un second circuit d'alimentation qui entre en jeu dans ces circonstances (au ralenti, précisément), permettant au moteur de fonctionner normalement. Sans ce circuit de ralenti, le moteur s'arrêterait, même en phase de transition lorsque le conducteur ouvre les gaz.

Le circuit de ralenti est équipé d'un orifice d'alimentation situé immédiatement en aval du papillon des gaz, à un endroit où, une fois fermé, le papillon est soumis à une forte dépression et est donc dans les meilleures conditions pour alimenter en carburant depuis la cuve.

Le conduit qui mène à cet orifice est relié à un gicleur approprié (ralenti) qui permet de calibrer le débit de carburant au ralenti.

Lors du calibrage, le choix du gicleur de ralenti est crucial, non seulement pour le fonctionnement dans ces conditions, mais aussi pour la réponse du moteur lors des transitions, car même la phase de progression est affectée par le gicleur de ralenti, en plus des autres éléments de calibrage tels que le chanfrein du papillon des gaz ou l'ajustement de l'aiguille, et, le cas échéant, le petit fraisage réalisé sur le bord en aval du papillon, ou encore la saillie (appelée « pointeau » par les ingénieurs) qui se projette dans cette même zone.

SÉLECTION CORRECTE DU GICLEUR DE RALENTI

En général, si le gicleur de ralenti sélectionné est trop grand, le moteur a tendance à caler et répond lentement à l'accélérateur avec un son sourd et faible, généralement atténué par une coupure temporaire des gaz.

Si, au contraire, le gicleur est trop petit, le moteur répond mieux à l'accélérateur (sauf en cas de calage lorsque le gicleur est beaucoup trop petit). Cependant, lorsque l'accélérateur est coupé, le régime moteur (tr/min) ne diminue pas immédiatement et reste élevé pendant quelques secondes avant de se stabiliser au ralenti.

L'installation d'un gicleur de ralenti trop petit sur un moteur deux temps peut être dangereuse, car le moteur risque de se gripper lors de la coupure des gaz, surtout si le moteur a tourné à pleins gaz pendant une longue période. Dans ces conditions, lorsque le papillon se ferme, le moteur continue de tourner à haut régime. Par conséquent, si le circuit de ralenti produit un mélange trop pauvre, la charge thermique due à cette combustion excessive présente un risque d'endommagement du moteur par surchauffe et grippage.

LE CIRCUIT D'AIR À ÉMULSION

Le carburant fourni par le circuit de ralenti est mélangé à une petite quantité d'air (grâce à un diffuseur spécialement placé à cet effet) qui s'écoule dans le conduit de carburant (liquide) depuis le conduit d'air de ralenti. De là, le conduit mène à la progression.

Conduit de progressivité

Ce conduit est placé en amont du bord arrière du boisseau, juste avant le conduit de ralenti (par rapport au sens du flux d'air dans le diffuseur).

Lorsque le circuit de ralenti fonctionne, une petite quantité d'air est aspirée par ce port, contourne le boisseau (presque complètement fermée) et se mélange au carburant fourni par le gicleur. Lorsque la soupape se lève, la contribution de cet élément diminue pour le circuit de ralenti, tandis qu'elle devient importante pour le circuit de progression.

L'autre flux d'air provient directement de l'embouchure du carburateur, où il est préalablement contrôlé par un passage calibré qui, sur certains modèles, peut être amovible et prendre la forme d'un véritable gicleur, parfois appelé « coupe-air de ralenti ».

VIS DE RÉGLAGE DE L'AIR DE RALENTI ET DU MÉLANGE

Le réglage fin, lors du réglage, s'effectue au moyen de la vis d'air de ralenti à embout conique qui module le passage dans le canal d'air de ralenti.

Certains modèles de carburateurs sont, au contraire, équipés d'une vis de réglage du mélange qui agit sur le flux d'air et de carburant déjà émulsionné et dirigé vers l'orifice de refoulement.

Comme la vis d'air de ralenti ne règle que l'air, tandis que la vis de réglage du mélange agit sur le débit de carburant, il faut les actionner de manière inverse, selon le carburateur.

Pour enrichir, il faut fermer la vis d'air (en fermant le flux d'air) ou ouvrir la vis de mélange.

Pour appauvrir le mélange, il faut ouvrir la vis d'air ou fermer la vis de mélange.

Les éléments sont facilement reconnaissables sur le carburateur : la vis de réglage d'air est placée près du bouchon avant, qui se connecte au filtre, tandis que la vis de mélange est placée sur le côté, côté moteur.

CIRCUIT DE TRANSITION

Lorsque le conducteur ouvre l'accélérateur, le papillon des gaz se lève et diminue ainsi la dépression qui, en position fermée, active le circuit de ralenti.

Le débit de carburant du circuit de ralenti est réduit, ce qui nécessite l'introduction d'un autre système capable de gérer la transition des fonctions du circuit de ralenti vers le circuit principal.

Nous avons décrit précédemment le système de progression concernant l'apport d'air de ralenti.

Lorsque la soupape est légèrement levée (jusqu'à environ 1/4 de papillon), la dépression générée par le flux d'air aspiré devient constante et cesse d'aspirer le carburant du gicleur de ralenti.

Dans ces conditions, la dépression est toutefois suffisante pour aspirer le carburant de l'orifice de progression, toujours alimenté par le gicleur de ralenti placé dans la cuve.

On comprend donc clairement comment l'orifice de progression est d'abord traversé par l'air qui se dirige vers le circuit de ralenti, puis, lorsque le papillon est partiellement ouvert, traversé en sens inverse par un flux de carburant (ou mieux, une émulsion air/carburant provenant du circuit de ralenti). Ceci explique l'importance du gicleur de ralenti, même dans les premières phases d'ouverture du papillon.

La position de l'orifice de progression, entre les gicleurs principal et de ralenti, est essentielle au bon fonctionnement du carburateur et fait l'objet d'une étude minutieuse.

LE CIRCUIT PRINCIPAL

Schéma de fonctionnement et consignes de réglage du système d'alimentation principal du carburateur

Les carburateurs modernes utilisés sur les moteurs de motos sont dits « à aiguille » en raison de la configuration mécanique de leur système d'alimentation principal. L'aiguille

rouge assure le dosage correct du carburant pour toutes les conditions de fonctionnement du moteur, de l'ouverture de l'accélérateur à la pleine ouverture.

L'AIGUILLE

Comme d'habitude, le carburant est aspiré dans le venturi par la dépression générée par le flux d'air induit, mais dès la fermeture du papillon des gaz, cette dépression varie dans de très larges limites. Pour les petites ouvertures du papillon, la dépression du moteur est généralement plus élevée que lorsque le papillon est partiellement ou totalement ouvert ; le débit de carburant provenant du gicleur du circuit principal varie alors proportionnellement.

En répondant uniquement au signal de dépression, un circuit principal composé uniquement de l'injecteur délivrerait une grande quantité de carburant à des ouvertures de papillon faibles et intermédiaires, maintenant ainsi un mélange riche. À des ouvertures de papillon importantes, le débit diminuerait au pire moment, risquant d'endommager le moteur.

C'est pourquoi le système à aiguille conique a été adopté, dont la configuration est bien connue. L'aiguille se trouve à l'intérieur de la section de dosage de l'atomiseur et, lorsque la soupape est légèrement levée, le passage disponible pour le carburant est réduit. Par conséquent, malgré la dépression élevée, le débit est faible et, par conséquent, le rapport de mélange est généralement correct. À grande ouverture des gaz, la partie conique de plus petit diamètre de l'aiguille atteint l'atomiseur et augmente ainsi la section de passage. Certes, la dépression diminue dans certaines limites, mais l'augmentation de la section disponible du passage de dosage maintient le rapport de mélange à une valeur optimale et permet ainsi au moteur de fonctionner correctement à toutes les ouvertures des gaz. Une fois le principe de fonctionnement clairement défini, il devient simple de comprendre le réglage du système à aiguille conique, qui comprend deux éléments de réglage : L'aiguille elle-même et la section calibrée de l'atomiseur.

Dans les carburateurs Dell'Orto, l'aiguille est fixée au moyen d'un clip à ressort qui s'engage dans l'une des encoches de la tige. Traditionnellement, les encoches sont numérotées en partant du haut.

En fixant le clip dans les encoches supérieures, l'aiguille (par rapport à l'atomiseur) est plus basse ; pour atteindre la zone conique, il faut donc lever davantage la valve. Inversement, si l'on souhaite introduire l'arrivée de la zone conique plus tôt dans la course de la poignée des gaz, il faut lever l'aiguille et fixer le clip aux encoches inférieures (deuxième, troisième, etc.). En pratique, si, à ouverture égale de l'accélérateur, il est nécessaire d'appauvrir le mélange, il faut abaisser l'aiguille en déplaçant le clip vers le haut. En revanche, si le moteur présente une carburation trop riche (lenteur à atteindre le bon régime et bruit sourd et grave), il faut abaisser l'aiguille en plaçant le clip dans les crans supérieurs.

Les variables liées à la forme de l'aiguille (c'est-à-dire sa conicité et la longueur de sa section conique) sont absolument essentielles pour le calibrage de la carburation, car elles influencent fortement la réponse générale du moteur.

Cependant, il est souvent impossible de régler correctement le carburateur en modifiant uniquement la position de l'aiguille et il est donc nécessaire de la remplacer par une autre pièce aux caractéristiques différentes.

Pour chaque famille de carburateurs, Dell'Orto propose une large gamme d'aiguilles coniques de différentes tailles. En fonction des besoins lors du réglage, nous sélectionnons les aiguilles nécessaires et procédons aux essais. Si, par exemple, nous ne parvenons pas à obtenir un enrichissement suffisant dans une zone donnée en relevant l'aiguille au maximum, il est évident que nous devons en installer une avec la même conicité (il est toujours préférable d'introduire une seule variable à la fois), mais avec la partie conique commençant plus haut sur la tige. Différentes aiguilles sont installées avec une zone conique et des conicités différentes afin de mieux s'adapter aux besoins des différents moteurs.

L'AIGUILLE ET L'ATOMISEUR

L'extrémité de l'atomiseur la plus proche du venturi contient le diamètre calibré.

Ce composant est disponible en plusieurs dimensions.

En augmentant le diamètre de l'atomiseur, le mélange est enrichi, tandis que l'inverse se produit en diminuant le diamètre. Évidemment, on peut obtenir le même effet en modifiant le diamètre calibré de l'aiguille conique, au détriment d'autres caractéristiques.

Parfois, il est beaucoup plus facile, une fois le besoin établi, de remplacer l'atomiseur, même si les carburateurs Dell'Orto sont fournis avec des réglages déjà optimisés en fonction de la catégorie du moteur où ils seront utilisés. Le réglage consistera probablement à ajuster les gicleurs, la position et, éventuellement, le type d'aiguille conique, tandis que, généralement, l'atomiseur et le chanfrein de soupape ne nécessitent aucune modification, même si des pièces de rechange sont disponibles pour la plupart des modèles.

L'ATOMISEUR ET SES ORIFICES D'ÉMULSION

L'atomiseur, dans sa forme la plus simple, est un tube reliant le gicleur principal au venturi.

Il existe deux configurations possibles pour cet élément, que les ingénieurs appellent traditionnellement « deux temps » ou « quatre temps ». Certains modèles présentent une série de trous répartis sur toute leur surface et en communication avec le canal du circuit principal (type quatre temps).

CONCEPTION D'ATOMISEUR POUR MOTEURS DEUX TEMPS

L'atomiseur est vissé dans l'embout de refoulement monté dans le corps du carburateur.

Comme le montre l'illustration, le bord du tube fait saillie à l'intérieur d'une chambre annulaire ouverte sur le venturi et communiquant simultanément avec l'admission d'air par le canal principal.

Grâce au vide dans le venturi, le carburant liquide est aspiré du tube d'atomiseur, dosé par le gicleur principal et l'aiguille conique, tandis qu'un certain débit d'air est délivré par le canal et pénètre dans la chambre annulaire.

Dans cette zone, l'air et le carburant se mélangent pour former un jet finement atomisé aspiré par le moteur.

Outre le diamètre du trou de l'atomiseur, les variables sont donc le diamètre du canal d'air (en l'augmentant, le mélange s'appauvrit), la hauteur du côté de l'atomiseur qui fait saillie dans la chambre et le « dénivelé » de la buse de refoulement qui fait saillie dans le venturi.

Commençons par l'atomiseur.

Dans les mêmes conditions, si le bord est court, le carburant doit parcourir une distance plus courte depuis la cuvette et le refoulement sera donc plus immédiat. L'atomiseur « bas » est d'ailleurs une caractéristique typique des carburateurs de motos de compétition.

Si, à l'inverse, l'atomiseur est haut, le mélange sera plus pauvre à l'accélération.

Il en va de même pour le dénivelé du venturi. Cela crée un obstacle au flux d'air aspiré par le moteur, créant ainsi, en aval, une forte dépression qui active le refoulement du circuit. En augmentant le pas, cette dépression augmente et enrichit le mélange. En utilisant un carburateur à pas plus bas, on obtient des débits plus pauvres.

CONCEPTION D'ATOMISEUR POUR MOTEURS À QUATRE TEMPS

Ce système est actuellement largement utilisé dans les moteurs à deux temps, car il permet d'obtenir des mélanges plus pauvres et mieux contrôlés en toutes conditions.

Le tube d'atomisation est percé d'une série de trous et la chambre annulaire qui l'entoure est toujours en communication avec la zone principale, mais pas directement avec le venturi.

L'air est ensuite mélangé au carburant liquide et l'émulsion se produit à l'intérieur du tube, avant que le mélange n'atteigne la buse du venturi, qui, de ce fait, ne présente pas de pas.

La disposition des trous et leur diamètre influencent le débit. Les trous usinés dans la partie inférieure de l'atomiseur baignent dans le carburant de la chambre à flotteur, tandis que les trous de la partie supérieure sont exposés à l'air. Par la suite, en jouant sur les variables du perçage, on peut optimiser le rapport de mélange dans toutes les conditions. En choisissant le perçage supérieur, le mélange est plus pauvre, tandis qu'en augmentant le nombre et/ou le diamètre des trous inférieurs, le débit de carburant augmente et s'émulsionne avec l'air. Le perçage influence même la transition d'accélération : en plaçant les trous à une hauteur différente, la chambre annulaire se remplit de carburant au début de la transition et se vide lorsque la vitesse augmente, grâce au liquide aspiré par ces mêmes trous. Ainsi, le débit commence avec un mélange très riche, puis s'appauvrit.

LE GICLEUR PRINCIPAL

L'élément de base du réglage du carburateur, à pleine puissance et à grande ouverture des gaz, est le gicleur principal. Il contrôle le calibrage du carburant délivré par le système principal.

Le gicleur principal est monté dans la partie la plus basse de la cuve afin de garantir une étanchéité constante, même lors de manœuvres excessives.

Dans de nombreux cas, pour garantir la présence de carburant liquide, un déflecteur perforé est installé afin de maintenir une quantité adéquate de carburant liquide autour du gicleur.

Le choix du gicleur principal a une forte influence sur les performances du moteur et est effectué expérimentalement.

Il est donc préférable de commencer par monter un gicleur plus grand par rapport aux exigences du moteur pour un fonctionnement en toute sécurité.

Une carburation riche ne produit pas les meilleures performances, mais au moins, elle évite tout risque d'endommager le moteur en effectuant des essais avec une carburation trop pauvre (grippage ou perçage du piston).

Nous procédons par essais, en effectuant des essais au banc et/ou des tests d'accélération.

Après un essai à plein régime et à plein régime, l'aspect de la bougie peut aider à déterminer le meilleur choix de calibrage. L'isolant de l'électrode centrale doit être marron clair.

S'il est plus foncé, le jet est trop gros ; s'il est clair, il est plutôt blanc ; le jet est trop petit. Pour « lire » l'isolant central, la bougie doit avoir fonctionné longtemps. En examinant l'électrode de masse, il est possible d'utiliser une bougie neuve. La base de l'électrode, en direction du logement de la bougie, doit être au moins à moitié noire, près du coude de l'électrode ; le reste doit être d'une couleur métallique naturelle.

Si l'électrode de masse est entièrement noire et encrassée, la carburation est riche ; à l'inverse, si elle est parfaitement propre, le jet principal est trop petit, ce qui risque d'endommager gravement le moteur.

Après avoir choisi le gicleur approprié, si vous n'utilisez pas une moto de compétition, il est préférable d'augmenter la taille du gicleur de deux ou trois fois par précaution et pour vous protéger en cas de dérive de calibrage induite, par exemple, par des variations de température.

Lorsque vous utilisez des gicleurs de très grande taille, il est préférable de vérifier par un simple calcul que la surface de passage des gicleurs ne soit pas inférieure à celle (de l'anneau) créée par la pointe de l'aiguille conique à l'intérieur de l'atomiseur.

La relation suivante doit être respectée pour que le gicleur principal contrôle toujours l'alimentation en carburant. Il faut cependant garder à l'esprit que ce gicleur joue un rôle important lors de l'accélération, lorsque le pilote ouvre brusquement les gaz et que le circuit principal (aiguille et puits de l'atomiseur) doit se mettre en marche rapidement.

Le carburant qui alimente le système est en effet calibré par le gicleur principal.

À ce moment, se produit ce que l'on appelle le « pic de carburation pauvre », ce qui signifie qu'au premier instant de l'ouverture du papillon, la carburation s'appauvrit pour revenir peu après à la valeur optimale (riche) nécessaire au fonctionnement du moteur.

LES SYSTÈMES COMPLÉMENTAIRES

Comme indiqué dans l'article précédent, un carburateur pourrait fonctionner parfaitement s'il ne disposait que des circuits de ralenti, de progression et principal, car le débit d'essence serait alors parfaitement proportionné aux besoins du moteur. Ce qui manque à ces caractéristiques, en revanche, c'est la phase de démarrage à froid, lorsque les conditions thermiques nécessitent un mélange plus riche que le mélange habituel, délivré par un circuit approprié appelé circuit de démarrage ou dispositif de démarrage.

Tous les carburateurs en sont équipés, à l'exception de certains modèles spécifiques utilisés sur les motos de compétition, où la procédure de démarrage est spécifique.

De plus, des systèmes d'alimentation spécifiques ont été développés pour d'autres besoins, afin de répondre correctement aux caractéristiques particulières de certains types de moteurs : nous disposons ainsi de pompes d'accélération pour certains moteurs 4 temps et d'un gicleur pour certains moteurs 2 temps.

LE DISPOSITIF DE DÉMARRAGE.

Lorsque le moteur est froid et que la température extérieure est plutôt basse, une partie du mélange air/carburant délivré par les gicleurs du carburateur n'atteint pas le groupe thermique (chambre de combustion), car une partie se condense et se dépose sur les parois froides du canal d'aspiration. De ce fait, le mélange alimentant le moteur est souvent trop pauvre, ce qui peut entraîner des problèmes de combustion, entraînant des difficultés de démarrage (le moteur ne démarre pas) ou, dans le meilleur des cas, des irrégularités de fonctionnement, jusqu'à ce que le moteur atteigne sa température de fonctionnement normale.

Les carburateurs sont équipés d'un circuit de démarrage, totalement séparé des autres circuits d'alimentation, et conçu pour enrichir correctement le mélange.

Ce système permet, même si une partie du carburant provenant des autres circuits n'atteint pas le moteur, d'ajouter du carburant provenant du circuit de démarrage pour le démarrage et le maintien d'un fonctionnement régulier pendant les premières minutes de fonctionnement.

Le système le plus simple est le contrôle manuel du mélange riche, parfois appelé « primer » ou « mixer », et actuellement utilisé occasionnellement car des configurations plus sophistiquées sont disponibles.

Le mixeur est constitué d'un interrupteur, ou levier, qui permet au conducteur d'abaisser manuellement le flotteur dans la cuve, augmentant ainsi le niveau de carburant. Par conséquent, la carburation est enrichie en toutes circonstances et peut être ramenée à sa position normale après le démarrage du moteur.

Comme ce système nécessite que l'opérateur contrôle le mélangeur, son efficacité dépend de l'expérience du conducteur et, de plus, le carburateur doit être physiquement accessible sur la moto.

Il existe des circuits de démarrage plus perfectionnés et fonctionnels, équipés de leur propre canal, avec un gicleur et avec un dispositif de régulation de débit. Il peut s'agir d'une petite soupape à piston actionnée manuellement par le conducteur (directement ou par un câble flexible) ou être commandée automatiquement par un actionneur électrique au moyen d'un élément thermosensible. Ces actionneurs sont appelés « moteurs à cire » en raison du chauffage de la cire produit par un circuit électrique.

La cire se dilate lorsqu'elle est chauffée, déplaçant la soupape du circuit de démarrage.

La dilatation thermique étant fonction de la température initiale, il est clair que le réglage de ces circuits est entièrement automatique et s'adapte à la température de démarrage du moteur et à sa vitesse de chauffe une fois en marche.

Que la soupape soit ouverte ou fermée, elle est contrôlée par un système automatique.

Système automatique ou non, le fonctionnement du système est analogue, avec un gicleur spécifique adapté pour calibrer le niveau du mélange d'enrichissement. Selon l'état du siège du gicleur, le fonctionnement peut alors être décrit en deux étapes.

Lorsque le moteur est à l'arrêt, le tube d'émulsion entourant le gicleur est rempli de carburant et se trouve au niveau de la cuve.

Au démarrage du moteur, la faible dépression générée par les premières rotations de l'arbre suffit à aspirer une quantité considérable de carburant, car il n'y a qu'une faible différence de niveau de liquide carburant à surmonter.

Le mélange, dans ce cas particulier, est donc très riche et permet au moteur de démarrer facilement.

Dans un deuxième temps, le réservoir se vide progressivement car le gicleur de démarrage ne permet pas un remplissage complet : le mélange fourni par le circuit s'appauvrit progressivement, mais reste suffisamment riche pour assurer le fonctionnement du moteur froid jusqu'à sa température de fonctionnement.

À ce moment, le conducteur (ou l'actionneur électrique) désactive le système de démarrage.

Une autre configuration du circuit de démarrage automatique comprend un clapet anti-retour équipé d'un pointeau conique qui ferme le gicleur proportionnellement à la température du moteur.

POMPE DE REPRISE

Également appelée pompe d'accélération, elle compense l'appauvrissement soudain du mélange, que subissent certains moteurs 4 temps lorsque l'accélérateur s'ouvre très rapidement par le papillon des gaz lui-même.

Dans ces conditions, en effet, la dépression dans les circuits d'alimentation diminue brusquement, car la longueur de passage du carburant augmente très rapidement.

Il en résulte une hésitation marquée dans la réponse du moteur.

Pour contourner cet inconvénient, le carburateur est équipé d'une pompe qui injecte une quantité de carburant bien calibrée directement dans le venturi à chaque ouverture brusque des gaz.

Les pompes d'accélération peuvent être à piston ou à membrane, et sont actionnées par un système de levier relié à la commande du papillon des gaz, ou directement. Dans ce cas (carburateurs Dell'Orto PHF et PHM), la pompe à membrane est actionnée par un levier qui se déplace sur une surface inclinée située sur le corps du papillon des gaz.

Lorsque le papillon monte, la surface inclinée déplace le levier et comprime ainsi la membrane de la pompe.

En choisissant soigneusement la forme de la surface inclinée du papillon des gaz, on peut modifier à la fois le début de la pente du papillon, où commence l'alimentation, et la durée de l'alimentation elle-même, grâce à une rampe plus ou moins inclinée.

La quantité de carburant fournie à chaque pompage, quant à elle, est ajustée en agissant sur le registre de butée de la membrane : en la vissant, la course de la membrane est réduite, ce qui entraîne une quantité réduite de liquide vers le pulvérisateur, et inversement.

À conditions de réglage de la pompe égales, la durée de pulvérisation peut être ajustée en agissant sur le gicleur placé juste en aval du pulvérisateur.

Un gicleur important produira une pulvérisation courte, et inversement, afin d'adapter l'alimentation de la pompe aux besoins du moteur.

Le moteur peut nécessiter un enrichissement important uniquement lors des premières phases d'accélération ou un enrichissement plus long.

POWER JET

Dans les carburateurs de certains moteurs 2 temps, le mélange est assez pauvre pour les ouvertures de papillon faibles et moyennes, lorsqu'une réponse rapide du moteur est nécessaire.

Comme nous l'avons vu précédemment, à ouvertures de papillon moyennes, bien que l'atomiseur et le système d'aiguille conique influencent le mélange, le gicleur principal a l'influence la plus forte. Si nous utilisons un gicleur principal de taille réduite pour répondre aux exigences des ouvertures de papillon faibles et moyennes,

à l'inverse, l'assemblage d'un gicleur de grande taille entraînerait un enrichissement excessif dans les phases intermédiaires, ce qui nuirait à la réponse du moteur. Le gicleur de puissance permet, dans de nombreux cas, de surmonter ce problème, car le circuit est en mesure d'alimenter directement le venturi uniquement lorsque le débit d'air aspiré est élevé (pleine charge) et grand ouvert, ou lorsque le papillon des gaz est considérablement relevé.

Le mélange peut devenir inadapté à des ouvertures de papillon importantes.

Le gicleur est placé, comme tous les autres, dans la cuve à flotteur, lorsque le pulvérisateur est placé en amont du papillon des gaz et ne fournit le liquide que lorsque le signal de dépression est suffisamment élevé. Cela signifie qu'il fonctionne lorsqu'il est exposé au bord du papillon. Si ce gicleur est ensuite usiné sur le dessus du venturi, il ne délivrera du carburant qu'à pleins gaz et enrichira ainsi le mélange, compensant ainsi la taille réduite du gicleur principal. En présence du gicleur de puissance, le réglage de la carburation à pleins gaz nécessite d'agir à la fois sur le gicleur concerné et sur le gicleur de puissance, car la quantité de carburant est alors répartie sur deux circuits et non sur un seul.