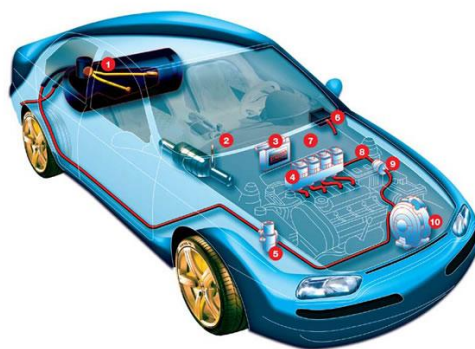




ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ



ΠΤΤΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Με θέμα:

ΟΧΗΜΑΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ LPG

Σπουδαστής: Μαρίνος Ανδρέου

Επιβλέπων Καθηγητής: Ματζινος Παναγιωτης

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - LPG (LIQUEFIED PETROLEUM GAS).....	5
2.1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ LPG.....	6
2.2 Χαρακτηριστικά του LPG.....	7
2.3 Πυκνότητα του LPG.....	8
2.4 Θερμαντική ικανότητα.....	8
2.5 Το μέλλον των μεταφορών με LPG.....	9
2.6 Υγροποιημένο αέριο αργού πετρελαίου LPG.....	9
2.7 Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των αερίων CNG (Compressed Natural Gas) και LNG (Liquefied Natural Gas).....	10
2.8 Υποχρεωτικά εξαρτήματα εγκατάστασης LPG βάσει της οδηγίας ECE R67.....	12
2.9 Εγκατάσταση συστήματος υγραεριοκίνησης για χρήση LPG (διπλό καύσιμο).....	15
3. ΟΧΗΜΑΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ LPG – BENZINΗΣ.....	27
3.1 Τεχνολογία εγκαταστάσεων και οχημάτων αερίου.....	27
Τύποι συστημάτων LPG.....	29
3.2 Γενιές συστημάτων LPG.....	30
3.3 Συστήματα εγκατάστασης LPG.....	35
3.4 Συστήματα με καρμπυρατέρ (Ventouri).....	36
3.5 Συστήματα ψεκασμού μονού σημείου (με τριοδικό καταλύτη).....	38
3.6 Συστήματα παράλληλου/τανυτόχρονου ψεκασμού πολλαπλών σημείων (multipoint).....	42
3.7 Συστήματα σειριακού ψεκασμού πολλαπλών σημείων.....	43
3.8 Υγρός ψεκασμός LPG.....	43
3.9 Συστήματα έμμεσου υγρού ψεκασμού.....	46
ΣΥΣΤΗΜΑ LPG της VIALLE.....	46
3.10 Συστήματα άμεσου υγρού ψεκασμού (Direct Injection - DI).....	47
4. ΟΧΗΜΑΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ (LPG) ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....	48
4.1 Σύντομη ιστορία για τον εμπλουτισμό του πετρελαίου με LPG.....	48
4.2 Το LPG ως συμπλήρωμα του πετρελαίου.....	50
4.3 Συστήματα Ανάμιξης Πετρελαιοκινητήρων με LPG.....	53
5. ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ.....	54
5.1 Υβριδικά οχήματα διπλού καυσίμου LPG – CNG.....	54

5.2 Κιτ LPG για μοτοσικλέτες.....	55
6. ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	56
6.1 Μέτρα ασφάλειας κατά τη διάρκεια εργασιών αερίων καυσίμων	56
7. ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	58
7.1 Κατασκευαστές αυτοκινήτων και LPG.....	58
7.2 Τρόπος υπολογισμού κόστους LPG.....	59
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	61
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή εργασία ΟΧΗΜΑΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ LPG έχει σαν σκοπό την ενημέρωση για τα οχήματα με εναλλακτικό καύσιμο το υγραέριο. Βασικός στόχος αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η γενική περιγραφή των οχημάτων υγραερίου.

Οι βασικές ενότητες που περιλαμβάνει η πτυχιακή εργασία είναι:

1. Υγραέριο
2. Υγραέριο και οχήματα
3. Ασφάλεια χρήσης του υγραερίου ως καύσιμο στο όχημα
4. Χρήση του υγραερίου σε κινητήρες
5. Εγκατάσταση συστήματος υγραερίου

Στην πρώτη ενότητα περιγράφετε γενικά το υγραέριο. Δηλαδή οι ιδιότητες του υγραερίου, η χημική σύσταση του, οι χρήσεις του στον βιομηχανικό τομέα, τα είδη υγραερίου η εξαγωγή και η μεταφορά του.

Σε μια από τις πιο σημαντικές ενότητες που αφορά τα οχήματα υγραερίου είναι η εγκατάσταση του συστήματος. Σε αυτή την ενότητα γίνετε μια αναφορά στα εξαρτήματα που περιλαμβάνει το σύστημα, η αρχή λειτουργίας τους σε κάποια από αυτά και ο τρόπος εγκατάστασης τους.

Περιγράφεται ο λόγος για τον οποίο το υγραέριο θεωρείται οικολογικό καύσιμο. Επίσης γίνεται σκιαγράφηση των τύπων οχημάτων υγραερίου, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης υγραερίου LPG στα οχήματα και οι διάφορες εκπομπές των οχημάτων υγραερίου σε σύγκριση με άλλα καύσιμα.

Περιγράφονται οι λόγοι για τους οποίους το υγραέριο θεωρείται «ασφαλές» καύσιμο. Στην συνέχεια γίνονται κάποιες συστάσεις προς τους οδηγούς σε περίπτωση τροχαίου ατυχήματος. Επίσης γίνεται περιγραφή της λειτουργίας των κινητήρων με καύσιμο υγραέριο.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - LPG (LIQUEFIED PETROLEUM GAS)

Το υγροποιημένο αέριο πετρελαίου, γνωστό και με τον αντίστοιχο διεθνή όρο **LPG**, σύντμηση του **Liquefied Petroleum Gas**, αποτελείται από ελαφρά κλάσματα αργού πετρελαίου, τα οποία είναι αέρια όταν βρίσκονται σε συνήθεις ατμοσφαιρικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

Τα αέρια αυτά, κλάσματα υδρογονανθράκων, διαχωρίζονται από τα υγρά κλάσματα κατά τη διύλιση που γίνεται στο αργό πετρέλαιο και οδεύουν προς δεξαμενές αποθήκευσης για άλλες χρήσεις, ενώ τα υγρά κλάσματα χρησιμοποιούνται για την παρασκευή υγρών καυσίμων (ντίζελ, βενζίνη κ.ά)

Επίσης ο όρος LPG αναφέρεται στα κλάσματα που αφαιρούνται από το φυσικό αέριο προτού αυτό οδεύσει προς κατανάλωση. Τα κλάσματα αυτά είναι υγρά όταν είναι υπό υψηλή πίεση. Ουσιαστικά δηλαδή το LPG είναι μίγμα προπανίου και βουτανίου το οποίο είτε προέρχεται από αργό πετρέλαιο, είτε προέρχεται από την ξήρανση του φυσικού αερίου. Με τη διπλή προέλευσή του, (φυσικό αέριο που αντλείται απευθείας από τη γη, και διύλιση αργού πετρελαίου) ήδη ανταποκρίνεται στις ενεργειακές απαιτήσεις περισσότερων από 120 εκατομμυρίων πολιτών της Ε.Ε.

Ο όρος γκάζι χρησιμοποιείται συχνά σαν γενικότερος όρος αναφορικά με όλα τα αέρια καύσιμα μίγματα που περιέχουν από μεθάνιο ως και πεντάνιο, και ακόμα πιο γενική ήταν η παλιότερη χρήση του όρου γκάζι για όλα τα αέρια και υγρά ορυκτά καύσιμα.

Το LPG που χρησιμοποιείται στην κίνηση οχημάτων είναι ένα μίγμα από αέρια προπανίου και βουτανίου, τα χημικά χαρακτηριστικά των οποίων δίνουν στα αυτοκίνητα καλές επιδόσεις σε όρους ισχύος, ελαστικότητας και λειτουργίας του κινητήρα.

Η υγραεριοκίνηση (AUTO GAS) στην Ευρώπη είναι πολύ δημοφιλής, όλο και περισσότερα άτομα στρέφονται προς τη χρήση υγραερίου ως καύσιμο κινητήρων διάφορων τύπων οχημάτων (Ι.Χ., επιβατηγά, ταξί, κλαρκ, επαγγελματικά, λεωφορεία

κ.ά.) όχι μόνο γιατί τα υγραέριο είναι το οικονομικότερο καύσιμο για την αυτοκίνηση, αλλά και για περιβαλλοντικούς λόγους. Η ατμοσφαιρική ρύπανση των μεγαλουπόλεων και οι βλαβερές επιπτώσεις που έχουν στην υγεία οι υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων, που προέρχονται κυρίως από την καύση πετρελαίου (diesel στα οχήματα), έχουν ήδη ανησυχήσει, όχι μόνο τις ελληνικές αλλά και τις αρμόδιες υπηρεσίες σε πολλές χώρες και φυσικά στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η υγραεριοκίνηση προβάλλει ως μία διέξοδος στα παραπάνω προβλήματα η οποία είναι απλή, εφικτή διότι υπάρχει η απαραίτητη υποδομή και ταυτόχρονα ιδιαίτερα αποτελεσματική για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Το LPG υγροποιείται σε κανονικές θερμοκρασίες κάτω από μέτρια πίεση (μικρότερη των 20 bar) και αποθηκεύεται σε κατάλληλες δεξαμενές και φιάλες.

Η υγροποίηση είναι απαραίτητη για να μειωθεί ο όγκος και επί πλέον να αυξηθεί η πυκνότητα ενέργειας σε αποδεκτά επίπεδα.

2.1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ LPG

Το γεγονός ότι μπορεί να υγροποιηθεί εύκολα καθιστά το υγραέριο (Liquefied Petroleum Gas - LPG) ως μια πολυμορφική εναλλακτική λύση ενέργειας και χάρη στην ευρεία ποικιλία συσκευασιών και επιλογών αποθήκευσης, το LPG έχει πολυάριθμες εφαρμογές:

Το LPG μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

- Θέρμανση χώρου και νερού
- Οικιακή χρήση
- Φωτισμό
- Παραγωγή ισχύος
- Βιομηχανική επεξεργασία και θέρμανση
- Τροφοδοσία αυτοκινήτων



Η κύρια χρήση είναι στη θέρμανση. Αποτελεί επίσης σημαντική πρώτη ύλη της πετροχημικής βιομηχανίας.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο επιβατικών οχημάτων, λεωφορείων και φορτηγών. Δεν ενδείκνυται όμως για χρήση σε οχήματα άνω των 3.5 t καθώς δεν έχει την απαιτούμενη απόδοση.

Για διάφορους λόγους, ένας εκ των οποίων είναι η ύπαρξη άλλων εναλλακτικών καυσίμων, το LPG είναι πιο κατάλληλο για ελαφρά βενζινοκίνητα οχήματα όπως επιβατικά και ελαφρά φορτηγά.

2.2 Χαρακτηριστικά του LPG

Υπό τον όρο υγραέριο περιλαμβάνεται οποιοδήποτε προϊόν αποτελείται κατά βάση από μίγμα κάποιων υδρογονανθράκων: προπάνιο, βουτάνιο και αιθάνιο.

Οι υδρογονάνθρακες αυτοί είναι (σε συνήθεις ατμοσφαιρικές συνθήκες) αέρια, τα οποία συνήθως υγροποιούνται υπό πίεση για τη μεταφορά και αποθήκευση.

Το LPG, το υγροποιημένο βουτάνιο που περιέχεται στις γνωστές φιάλες camping gaz και το φωταέριο το οποίο αποτελείται από υγροποιημένα αέρια, προερχόμενα από απόσταξη λιθάνθρακα είναι γνωστοί τύποι υγραερίων.

Έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Είναι αέριο σε ατμοσφαιρικές συνθήκες
- Το σημείο βρασμού Προπανίου είναι: 42°C / Βουτανίου: 0.5°C
- Η αλλαγή αερίου LPG προκαλείται από την μείωση της θερμοκρασίας ή την αύξηση της πίεσης
- Έχει διαφορετική σύνθεση ανάλογα με τον καιρό (καλοκαιρινά/χειμερινά μείγματα).
- Ο όγκος αυξάνεται έως και 250 φορές κατά την εξάτμιση.
- Είναι άοσμο (προστίθεται άρωμα Μερκαπτάνης σε μικρή αναλογία για να είναι εύκολη η ανίχνευση σε τυχόν διαρροές).

- Το υγραέριο LPG είναι 2 φορές βαρύτερο από τον αέρα.
- Δεν περιέχει μόλυβδο και συνεπώς δεν βλάπτει τα εσωτερικά μέρη του κινητήρα

2.3 Πυκνότητα του LPG

Η πυκνότητα εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την σύνθεση.

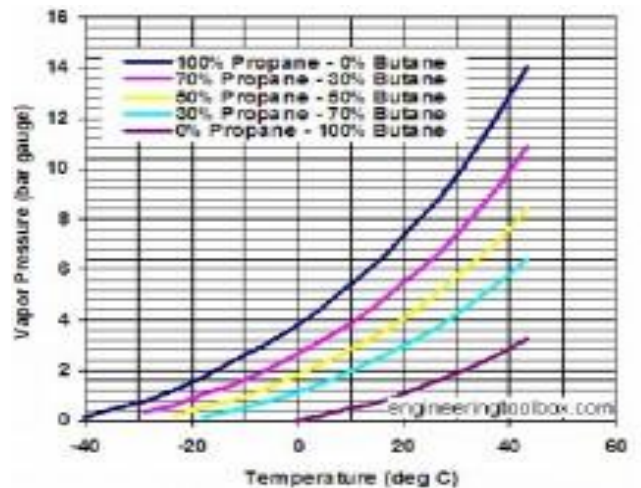
Με μία αύξηση της θερμοκρασίας η ίδια ποσότητα διαστέλλεται για να πληρώσει ένα μεγαλύτερο όγκο (η πυκνότητα μειώνεται)! 80%!

Το Βουτάνιο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το Προπάνιο.

Το μεγάλο πλεονέκτημα του LPG για χρήση του στα οχήματα, είναι ότι με μικρή σχετικά πίεση

μπορεί να αποθηκευτεί σε υγρή μορφή σε ειδική δεξαμενή καυσίμου στο αυτοκίνητο και να χρησιμοποιηθεί κατόπιν με καύση του στο θάλαμο καύσης βενζινοκινητήρων όπως ακριβώς και η βενζίνη.

Από άποψη απόδοσης, για να διανύσουμε μία απόσταση με τον ίδιο κινητήρα θα χρειαστούμε περίπου 15% περισσότερο LPG απ'ότι βενζίνη, όμως η διαφορά της τιμής του LPG που είναι πιο φθηνό από την εκάστοτε τιμή της βενζίνης το κάνει ανταγωνιστικό.



2.4 Θερμαντική ικανότητα

Μέσα στον θάλαμο καύσης, όσο πιο ομοιογενές είναι το καύσιμο μίγμα (μίγμα αέρα – καυσίμου) τόσο καλύτερο και πιο πλήρης καύση γίνεται στον κινητήρα.

Είναι προφανές ότι δυο αέρια (LPG και αέρα) αναμειγνύονται πολύ πιο εύκολα με διάχυση του ενός μέσα στο άλλο, παρά όταν έχουμε καύσιμο μίγμα (βενζίνης –αέρα) γιατί τότε πρέπει πρώτα να εξαερωθεί η βενζίνη και μετά οι ατμοί της να αναμιχτούν με τον αέρα για να γίνει το καύσιμο μίγμα το οποίο σε κάθε περίπτωση δεν θα είναι τόσο ομογενές όσο με το LPG.

Πάντα θα υπάρχουν ελάχιστα σταγονίδια βενζίνης που δεν θα έχουν προλάβει να εξαερωθούν, κάτι που δεν συμβαίνει με το LPG.

2.5 Το μέλλον των μεταφορών με LPG

Το LPG αυτοκινητιστικής χρήσης κινεί ήδη 7 εκατομμύρια επιβατικά αυτοκίνητα σε όλη την Ευρώπη και με τις σωστές πολιτικές μπορεί να βοηθήσει την Ε.Ε. να επιτύχει τους στόχους της για τις οδικές μεταφορές. Εν μέσω των αυξανόμενων ανησυχιών για την κλιματική αλλαγή το περιβάλλον και τις τιμές της ενέργειας τα καύσιμα των αυτοκινήτων βρίσκονται στο επίκεντρο της προσοχής όσο ποτέ άλλοτε. Είναι αποκαλυπτικό ότι το LPG, το οποίο προς το παρόν κινεί το 2.7% του στόλου επιβατικών αυτοκινήτων, είναι το πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενο εναλλακτικό καύσιμο στην Ευρώπη.

Οι Ευρωπαίοι, οι εθνικοί και τοπικοί πολιτικοί ηγέτες σκοπεύοντας να διευθετήσουν τους διπλούς στόχους της προστασίας της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος, μπορούν και πρέπει να εκμεταλλευτούν τα άμεσα διαθέσιμα οφέλη του Autogas (κίνηση με LPG - CNG) στη μεγαλύτερη δυνατή έκταση.

2.6 Υγροποιημένο αέριο αργού πετρελαίου LPG

Το υγροποιημένο αέριο πετρελαίου, γνωστό και με τον αντίστοιχο διεθνή όρο LPG, σύντμηση του «Liquefied Petroleum Gas», αποτελείται από ελαφρά κλάσματα αργού

πετρελαίου, τα οποία είναι αέρια όταν βρίσκονται σε συνήθεις ατμοσφαιρικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Τα αέρια αυτά κλάσματα υδρογονανθράκων διαχωρίζονται από τα υγρά κλάσματα κατά τη διύλιση που γίνεται στο αργό πετρέλαιο και αποθηκεύονται σε δεξαμενές σε υγρή φάση. Ποσοτικά αποτελούν (συνήθως) περίπου το 2% των συνολικών προϊόντων διύλισης. Επίσης ο όρος LPG αναφέρεται στα κλάσματα που αφαιρούνται από το φυσικό αέριο, προτού αυτό δρομολογηθεί προς κατανάλωση.

Οι τρόποι που αποκτάται το LPG είναι οι εξής:

- κατά την εξόρυξη του φυσικού αερίου (60%)
- κατά την εξόρυξη του αερίου του αργού πετρελαίου της πετρελαιοπηγής
- από τη διαδικασία διύλισης του αργού πετρελαίου
- κατά την πυρόλυση των βαρέων στοιχείων του αργού πετρελαίου

Το υγραέριο LPG είναι προϊόν των διωλιστηρίων και είναι μίγμα δύο υδρογονανθράκων, **του προπανίου C₃H₈ και του βουτανίου C₄H₁₀ σε αναλογία 50%.**

Τα κλάσματα αυτά είναι υγρά όταν είναι υπό υψηλή πίεση. Δηλαδή, το LPG είναι μίγμα προπανίου και βουτανίου το οποίο είτε προέρχεται από αργό πετρέλαιο, είτε προέρχεται από την ξήρανση του φυσικού αερίου. Με τη διπλή προέλευσή του, ήδη ανταποκρίνεται στις ενεργειακές απαιτήσεις περισσότερων από 120 εκατομμυρίων πολιτών της Ε.Ε. Το γεγονός ότι μπορεί να υγροποιηθεί εύκολα (*περίπου στις 2 atm ή δύο bar) καθιστά το υγραέριο ως μια πολυχρηστική εναλλακτική λύση ενέργειας και χάρη στην ευρεία ποικιλία επιλογών αποθήκευσης, το LPG έχει πολυάριθμες εφαρμογές όπως:

2.7 Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των αερίων CNG (Compressed Natural Gas) και LNG (Liquefied Natural Gas)

Τα υγραέριο αποτελείται από υδρογονάνθρακες με 3 ή 4 άτομα άνθρακα. Σε ατμοσφαιρικές συνθήκες είναι αέριο, βαρύτερο του αέρα. Υγροποιείται με εφαρμογή υψηλών πιέσεων και αποθηκεύεται και διακινείται σε υγρή μορφή. Σε καθαρή μορφή, τα συστατικά του υγραερίου είναι άοσμα, αλλά στα διωλιστήρια παραγωγής του προστίθενται σε χαμηλή συγκέντρωση οσμητικά πρόσθετα (αιθυλομερκαπτάνη), ώστε να

είναι εύκολα αντιληπτή τυχόν διαρροή του. Επομένως τα υγραέρια τυπικά αποτελούν παρασκευάσματα.

Στον Πίνακα 2.1.1. παρουσιάζονται οι αριθμοί CAS για τα διάφορα είδη υγραερίων, οι οποίοι αφορούν στα κύρια συστατικά τους, πλην του ιχνηθέτη τους. Η τάση ατμών των συστατικών του υγραερίου σε 20 °C είναι για προπάνιο 8,2 bar, ενώ για το βουτάνιο η αντίστοιχη τιμή είναι 2,0 bar. Οι παραπάνω τιμές είναι δυνατό να είναι διαφέρουν λίγο στα εμπορικά προϊόντα, καθώς το εμπορικό προπάνιο περιέχει έως 5% βουτάνιο και βαρύτερα, ενώ το εμπορικό βουτάνιο είναι δυνατό να περιέχει έως 20% προπάνιο.

Η πυκνότητα του υγραερίου στους 20 °C είναι 0,5 kgr/lit για προπάνιο, 0,58 kgr/lit για βουτάνιο, ενώ για το μίγμα η τιμή είναι 0,56 kgr/lit.

Το υγραέριο αποτελείται από σταθερές ενώσεις με πολύ μικρή χημική δραστηριότητα.

Αντιδρά βίαια με αλογόνα ενώ είναι ασύμβατο με ισχυρά οξειδωτικά. Είναι αδιάλυτο σε νερό (<0,1%), διαλύεται σε αιθέρα, χλωροφόρμιο, αιθάνιο. Είναι άριστος διαλύτης των προϊόντων του πετρελαίου και του καουτσούκ.

Τα όρια αναφλεξιμότητας στον αέρα των συστατικών των υγραερίων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 2.2.1. Όριο αναφλεξιμότητας κύριων συστατικών υγραερίων (% κ.ο.)

	Κατώτερο (LFL)	Ανώτερο (UFL)
Προπάνιο	2,1	9,5
Βουτάνιο	1,8	8,4

2.8 Υποχρεωτικά εξαρτήματα εγκατάστασης LPG βάσει της οδηγίας ECE R67

Τα υποχρεωτικά από την οδηγία **ECE R67** εξαρτήματα για την εγκατάσταση χρήσης LPG ως καυσίμου στα οχήματα είναι τα παρακάτω:

- Η δεξαμενή καυσίμου (ή φιάλη),
- Ο εξοπλισμός που προσαρτάται στη φιάλη,
- Ο υποβιβαστής πίεσης (πνεύμονας),
- Η αυτόματη βαλβίδα,
- Η χειροκίνητη βαλβίδα,
- Η διάταξη παροχής αερίου,
- Ο ρυθμιστής ροής αερίου,
- Η εύκαμπτη γραμμή σωληνώσεων καυσίμου.
- Η άκαμπτη γραμμή σωληνώσεων καυσίμου,
- Η μονάδα ή υποδοχή πλήρωσης,
- Η βαλβίδα ελέγχου ή βαλβίδα αντεπιστροφής,
- Η βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης (ανακουφιστική βαλβίδα),
- Η διάταξη εκτόνωσης της πίεσης (ενεργοποιούμενη από χη θερμοκρασία),
- Το φίλτρο,
- Ο αισθητήρας / δείκτης πίεσης ή θερμοκρασίας,
- Η βαλβίδα υπερχείλισης,
- Η βαλβίδα υπηρεσίας,
- Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου,
- Το αεροστεγές περίβλημα,
- Οι σύνδεσμοι,
- Ο ελαστικός σωλήνας εξαερισμού.

Πολλά από τα παραπάνω εξαρτήματα μπορεί να συνδυάζονται ή να συναρμολογούνται ως «εξάρτημα πολλαπλής λειτουργίας πολυβαλβίδα».

Τα απαραίτητα εξαρτήματα της υγραεριοκίνησης τα οποία τοποθετούνται στο αυτοκίνητο για να λειτουργεί με υγραέριο είναι τα εξής:

ΒΑΛΒΙΔΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ

Υπάρχουν δύο τύποι βαλβίδας πλήρωσης:

- α) Εξωτερικό που τοποθετείται στον προφυλακτήρα.
- β) Εσωτερικό που τοποθετείται μέσα στον ήδη υπάρχοντα χώρο ανεφοδιασμού του οχήματος

ΒΑΛΒΙΔΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ



ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Είναι ειδικά δοχεία υψηλών πιέσεων κατασκευασμένες από κράμα χάλυβα και σιδήρου. Διακρίνονται σε δεξαμενές τύπου ρεζέρβας και δεξαμενές κυλινδρικές.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΥΠΟΥ ΡΕΖΕΡΒΑΣ



ΠΟΛΥΒΑΛΒΙΔΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

Αποτελείται από το φλοτέρ που μας δείχνει την ένδειξη στάθμης της δεξαμενής και από την βαλβίδα διακοπής καυσίμου που σε περίπτωση βλάβης μας προσφέρει ασφάλεια.

ΠΝΕΥΜΟΝΑΣ – ΜΕΙΩΤΗΣ



Ο πνεύμονας (Μειωτής) μας εξασφαλίζει την μετατροπή του υγραερίου από υγρή φάση σε αέρια. Αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια του κυκλώματος ψύξεως του αυτοκινήτου.

ECU - ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Η κεντρική μονάδα ελέγχου υγραερίου (ECU) συνεργάζεται με τον εργοστασιακό εγκέφαλο του αυτοκινήτου έτσι ώστε όταν λειτουργεί με υγραέριο να παρέχει σωστή ποσότητα υγραερίου σε όλο το φάσμα των στροφών του κινητήρα.



ΜΠΕΚ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Οδηγούμενα από την κεντρική μονάδα ελέγχου υγραερίου παρέχουν την σωστή ποσότητα υγραερίου σε κάθε κύλινδρο του αυτοκινήτου ξεχωριστά έτσι ώστε να έχουμε πάντα σωστή αναλογία καυσίμου-αέρα στους κυλίνδρους.



ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΓΙΑ ΕΝΑΛΛΑΓΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ



2.9 Εγκατάσταση συστήματος υγραεριοκίνησης για χρήση LPG (διπλό καύσιμο)

Κατά την εγκατάσταση ενός συστήματος LPG στο αυτοκίνητο θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- Καταρχήν το σετ των εξαρτημάτων LPG που θα εγκατασταθεί σε όχημα που θα χρησιμοποιεί διπλό καύσιμο (βενζίνη και LPG) θα εγκατασταθεί σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή που προβλέπονται από τον κανονισμό R67.
- Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στο σύστημα υγραεριοκίνησης θα πρέπει να είναι κατάλληλα για χρήση LPG και τα επί μέρους εξαρτήματα του συστήματος να είναι στερεωμένα με κατάλληλο τρόπο.
- Το σύστημα υγραεριοκίνησης δεν πρέπει να παρουσιάζει διαρροές. Αυτό ελέγχεται όταν το σύστημα είναι σε λειτουργία ώστε να κυκλοφορεί το LPG, με τη βοήθεια κατάλληλου ανιχνευτή διαρροών υγραερίου.
- Κανένα εξάρτημα από αυτά που αποτελούν το σύστημα υγραεριοκίνησης δεν πρέπει να προεξέχει από το περίγραμμα του οχήματος, εκτός της μονάδας πλήρωσης με LPG που και αυτή δεν μπορεί να προεξέχει πέραν των 10 χιλιοστών 3πό το σημείο σύνδεσης της.
- Κανένα στοιχείο του συστήματος υγραεριοκίνησης δεν πρέπει να βρίσκεται σε υπόσταση μικρότερη των 10 εκατοστών από την εξάτμιση ή άλλη πηγή θερμότητας, εφόσον αυτές δεν είναι επαρκώς μονωμένες. Στη περίπτωση αυτή η απόσταση

μπορεί να μειωθεί στα 5 εκατοστά.

- Η δεξαμενή LPG πρέπει να είναι σταθερά στερεωμένη στο χώρο του πορτμπαγκ κάζ. Απαγορεύεται η εγκατάστασή της στο χώρο του κινητήρα και στο μπροστινό τμήμα του οχήματος. Ο τρόπος στερέωσης της πρέπει να μην επιτρέπει επαφή μετάλλου με μέταλλο, εκτός από τα μόνιμα σημεία στερέωσης της. Η δεξαμενή πρέπει να έχει μόνιμα σημεία στερέωσης. Επιτρέπεται να στερεώνεται σε ειδικό πλαίσιο και αυτό εν συνεχεία να στερεώνεται στο όχημα. Η ασφάλιση της δεξαμενής από μετακινήσεις γίνεται με τη βοήθεια ειδικών ιμάντων οι οποίοι στερεώνονται απευθείας στο όχημα ή στο πλαίσιο της δεξαμενής.

- Η δεξαμενή LPG μπορεί να στερεωθεί και κάτω από το πορτμπαγκκάζ χωρίς όμως το χαμηλότερο σημείο της να απέχει λιγότερο από τα 20 εκατοστά από το έδαφος. Η απόσταση αυτή μπορεί να είναι μειωμένη εάν η δεξαμενή προστατεύεται επαρκώς στο εμπρόσθιο και στα πλευρικά τμήματά της και κανένα τμήμα της δεν βρίσκεται χαμηλότερα από τα προστατευτικά της καλύμματα.

Η στήριξη της δεξαμενής γίνεται με δύο τουλάχιστον μεταλλικούς ιμάντες όταν αυτή στερεώνεται απευθείας στο πλαίσιο του οχήματος . Εάν οι ιμάντες φορτίζονται και με το βάρος της δεξαμενής πρέπει να είναι τουλάχιστον τρεις, πάχους τουλάχιστον 3 χιλιοστών ο καθένας. Οι ιμάντες πρέπει να εξασφαλίζουν ότι η δεξαμενή δε θα περιστρέφεται, ούτε θα ολισθαίνει, ούτε θα εκτοπίζεται. Μεταξύ της δεξαμενής και του πλαισίου του οχήματος , των ιμάντων και του πλαισίου στήριξης της δεξαμενής, πρέπει να παρεμβάλλεται προστατευτικό υλικό, όπως, τσόχα, δέρμα ή πλαστικό.

Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής που φέρει και τη βαλβίδα υπερροής πρέπει να εγκαθίσταται επί της δεξαμενής ή επί της πολλαπλής βαλβίδας της δεξαμενής. Η βαλβίδα αυτή πρέπει να κλείνει αυτόματα όταν διακόπτεται η λειτουργία του κινητήρα, άσχετα από τη θέση του κλειδιού εκκίνησης και να παραμένει κλειστή όσο ο κινητήρας δεν λειτουργεί. Εάν υπάρχει σωλήνας επιστροφής του LPG στην δεξαμενή αυτός πρέπει να διαθέτει βαλβίδα αντεπιστροφής. Η ανακουφιστική βαλβίδα εκτόνωσης της εσωτερικής

πίεσης της δεξαμενής, πρέπει να εκτονώνεται είτε απευθείας στο περιβάλλον, είτε στο αεροστεγές περικάλυμμα των βαλβίδων της δεξαμενής που επικοινωνεί με το περιβάλλον.



Εξαρτήματα Εγκατάστασης κιτ - LPG

- ✓ Η βαλβίδα παροχής του LPG προς τη δεξαμενή, πρέπει να εξασφαλίζει ότι η δεξαμενή δεν μπορεί να πληρωθεί με υγρό LPG πέραν του 80% της χωρητικότητας της.
- ✓ Ο δείκτης στάθμης του υγρού LPG που βρίσκεται μέσα στη δεξαμενή μπορεί να βρίσκεται επί της δεξαμενής ή στο ταμπλό του οδηγού.
- ✓ Οι βαλβίδες της δεξαμενής καλύπτονται από αεροστεγές περικάλυμμα το οποίο μέσω ελαστικού σωλήνα μεγάλης διαμέτρου επικοινωνεί με το περιβάλλον. Η έξοδος του σωλήνα αυτού πρέπει να σκοπεύει προς το έδαφος, να μην βρίσκεται στους θόλους των τροχών και να μην οδηγεί τις τυχόν αναθυμιάσεις του LPG προς θερμές επιφάνειες του οχήματος. Ο σωλήνας πρέπει να είναι κατασκευασμένος από υλικό ανθεκτικό στο υγραέριο και να έχει ελάχιστη διατομή εξόδου των αναθυμιάσεων, 500 τετραγωνικά χιλιοστά. Το αεροστεγές περικάλυμμα μπορεί να συνδέεται και με περισσότερους του ενός σωλήνες με το περιβάλλον, οπότε η διατομή εξόδου λογίζεται ως το άθροισμα των διατομών των σωλήνων.
- ✓ Το αεροστεγές περικάλυμμα πρέπει να αντέχει σε εσωτερική πίεση 10 Kpm, χωρίς να παραμορφώνεται και οι συνδέσεις του σωλήνα ή των σωλήνων με αυτό να γίνονται με

κατάλληλου σφικτήρες ώστε να επιτυγχάνεται αεροστεγής σύνδεση.

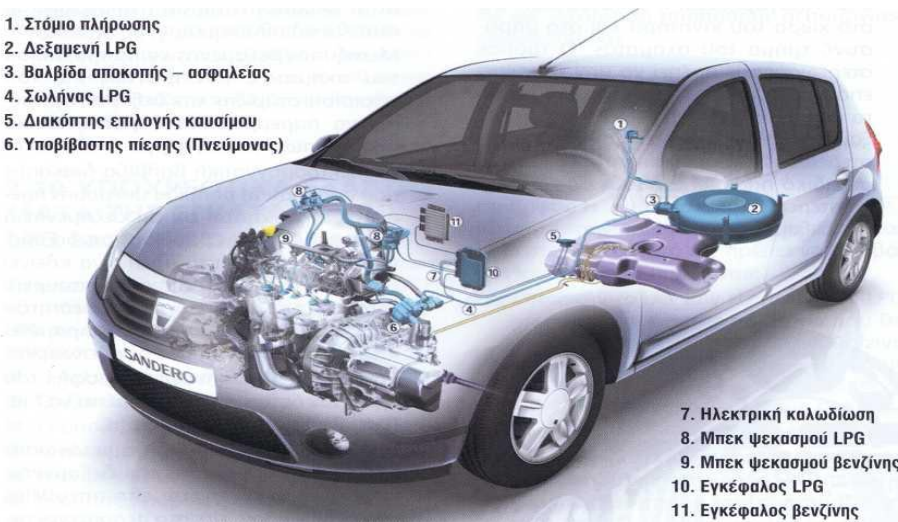
- ✓ Οι άκαμπτοι σωλήνες κατασκευάζονται από χάλυβα ή χαλκό ειδικών προδιαγραφών. Εάν είναι χάλκινοι προστατεύονται με ελαστικό ή πλαστικό μανδύα. Η εξωτερική τους διάμετρος δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη των 12 χιλιοστών και το πάχος τους πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,8 χιλιοστών. Οι μεταλλικοί σωλήνες πρέπει να στερεώνονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μη καταπονούνται και να είναι προστατευμένοι από προσκρούσεις. Αυτοί δεν πρέπει να διέρχονται από σημεία στα οποία στερεώνεται ο γρύλλος του οχήματος και όταν περνούν από μεταλλικές επιφάνειες πρέπει να περιβάλλονται από προστατευτικό υλικό, ακόμη και όταν έχουν προστατευτικό μανδύα. Δεν επιτρέπεται σύνδεση των μεταλλικών σωλήνων με κασσιτεροκόλληση, οξυγονοκόλληση ή συμπίεση. Η σύνδεσή τους γίνεται μόνο με συνδέσμους κατασκευασμένοι από υλικό ανθεκτικό σε διάβρωση.
- ✓ Ο αριθμός των συνδέσεων πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο και οι συνδέσεις πρέπει να βρίσκονται σε σημεία εύκολα για επιθεώρηση.

Προσοχή: Οι συνδέσεις των σωλήνων απαγορεύεται να βρίσκονται εντός του χώρου των επιβατών ή σε κλειστό χώρο των αποσκευών. Σε αυτούς τους χώρους το μήκος των σωλήνων πρέπει να είναι το ελάχιστο δυνατό.

- ✓ Οι εύκαμπτοι σωλήνες πρέπει να συνδέονται με τα διάφορα εξαρτήματα έτσι ώστε να μη δέχονται καταπόνηση και να είναι προστατευμένοι από προσκρούσεις. Οι εύκαμπτοι σωλήνες πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με προστατευτικό υλικό στα σημεία στερέωσης, εάν ο σωλήνας δεν προστατεύεται.
- ✓ Σε τυχόν περάσματα από οπές λαμαρίνας, οι σωλήνες θα πρέπει να περιβάλλονται από προστατευτικό υλικό. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στη καταπόνησή τους από τις δονήσεις του κινητήρα ώστε να μην καταπονούνται υπερβολικά οι συνδέσεις τους.
- ✓ Οι σωληνώσεις καυσίμου επιτρέπεται να κατασκευάζονται από πλαστικό ή ελαστικό

υλικό, με τους παραπάνω περιορισμούς. Συνήθως η γραμμή του υγρού LPG από τη δεξαμενή μέχρι τον πνεύμονα κατασκευάζεται από χαλύβδινους ή χάλκινοι σωλήνες και από τον πνεύμονα μέχρι το κινητήρα από ελαστικούς σωλήνες με συρμάτινο προστατευτικό μανδύα.

- ✓ Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής πρέπει να διακόπτει τη παροχή του LPG όταν ο κινητήρας τίθεται εκτός λειτουργίας ή όταν επιλεγεί από τον οδηγό η χρήση βενζίνης ως καυσίμου.



Στο σχήμα φαίνονται τα υποχρεωτικά από την οδηγία ECE R67 εξαρτήματα για την εγκατάσταση χρήσης LPG στα οχήματα διπλού καυσίμου (υγραέριο-βενζίνη)

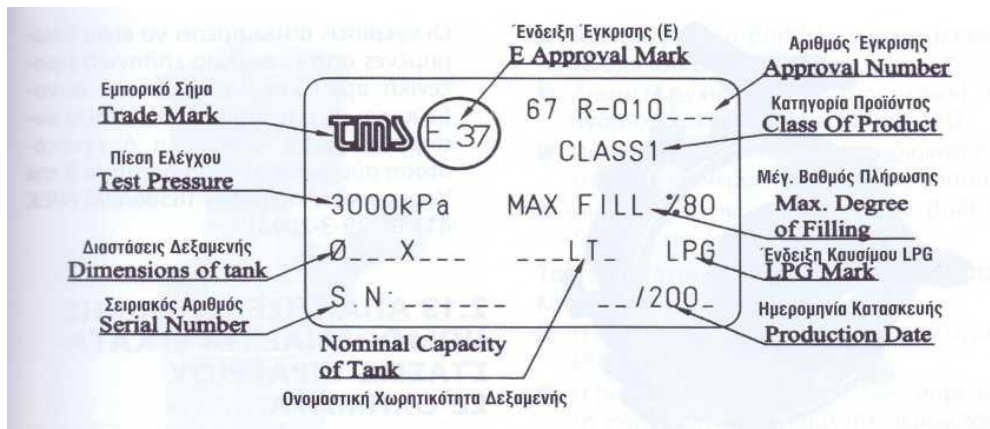
- ✓ Η μονάδα πλήρωσης με LPG πρέπει να τοποθετείται σε προσιτή θέση, ώστε να γίνεται εύκολα η πλήρωση της δεξαμενής με LPG. Πρέπει να προστατεύεται από τη σκόνη και τα νερά, και να βρίσκεται στο χώρο των επιβατών ή σε χώρο που επικοινωνεί με το χώρο των επιβατών.
- ✓ Το ηλεκτρικό κύκλωμα των στοιχείων της εγκατάστασης υγραεριοκίνησης πρέπει να προστατεύεται από υπερφορτίσει και να διαθέτει μία τουλάχιστον ασφάλεια στο καλώδιο τροφοδοσίας του. Όλα τα στοιχεία του συστήματος υγραεριοκίνησης από τα οποία διέρχεται LPG με πίεση μεγαλύτερη των 20 kpa πρέπει να είναι γειωμένα.

- ✓ Η δεξαμενή καυσίμου αντικαθίσταται υποχρεωτικά μετά την πάροδο 10 ετών από την ημερομηνία κατασκευής της και δεν επαναχρησιμοποιείται.
- ✓ Πρέπει να αποφεύγονται οξείες γωνίες στη διαδρομή των άκαμπτων ή εύκαμπτων σωληνώσεων και όπου υπάρχει καμπύλη να διατηρείται η διατομή τους.
- ✓ Οι δεξαμενές που τοποθετούνται εξωτερικά του οχήματος μπορούν να βρίσκονται:
 - α) κάτω από το δάπεδο του αμαξώματος, συνδεδεμένες με το πλαίσιο, αρκεί να μην προεξέχουν του πλευρικού περιγράμματος του οχήματος και να τηρείται η απόσταση των 20 εκατοστών από το έδαφος.
 - β) Ακόμη μπορούν να τοποθετηθούν επάνω στο αμάξωμα ή την οροφή του οχήματος , αρκεί να μην προεξέχουν του πλευρικού περιγράμματος του οχήματος και να είναι προστατευμένες από τις ακτίνες του ηλίου.
- ✓ Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής της παροχής LPG που βρίσκεται στο χώρο του κινητήρα πρέπει να τοποθετείται όσο το δυνατό μακρύτερα από το μπροστινό τμήμα του οχήματος για την αποφυγή καταστροφής της σε περίπτωση πρόσκρουσης του οχήματος .
- ✓ Κατά τη πλήρωση της δεξαμενής με υγραέριο από το πρατήριο, ο κινητήρας του οχήματος δεν πρέπει να λειτουργεί. Εάν απαιτηθεί αποσυναρμολόγηση των στοιχείων της εγκατάστασης υγραεριοκίνησης, προηγούμενου πρέπει να καταναλωθεί όλη η ποσότητα **LPG** που υπάρχει στις σωληνώσεις. Πρέπει να απομονωθεί το περιεχόμενο **LPG** που υπάρχει στη δεξαμενή, με τη βοήθεια της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας διακοπής ή του χειροκίνητου κρουνού.

2.12 Απαιτήσεις για έγκριση του εξοπλισμού της εγκατάστασης υγραεριοκίνησης βάσει της οδηγίας ECE R67

Κάθε δεξαμενή που χρησιμοποιείται για αποθήκευση **LPG** στο όχημα πρέπει να έχει συγκολλημένη πινακίδα που θα αναγράφει με ευανάγνωστα και ανεξίτηλα γράμματα τα εξής:

- Χωρητικότητα της δεξαμενής σε λίτρα
- Σήμανση LPG
- Πίεση δοκιμής σε bar
- Έτος και μήνας κατασκευής
- Σήμα έγκρισης ή σήμανση "CE"
- Σήμανση "PUMP INSINDE" που σημαίνει "αντλία εντός" και τοποθετείται όταν εντός της δεξαμενής υπάρχει ειδική αντλία "LPG".



Χαρακτηριστικά πινακίδας έγκρισης τύπου δεξαμενής LPG

✓ Τα εξαρτήματα της εγκατάστασης υγραεριοκίνησης που πρέπει να φέρουν σήμα αναγνώρισης είναι:

1. Η δεξαμενή LPG
2. Η πολλαπλή βαλβίδα, δηλαδή το σύνολο των βαλβίδων που βρίσκονται επί της δεξαμενής (πολυβαλβίδα). Αυτή περιλαμβάνει

α) τη βαλβίδα πλήρωσης της δεξαμενής που περιλαμβάνει τη διάταξη διακοπής της παροχής όταν η δεξαμενή φτάσει στο 80% της χωρητικότητας της.



Πολυβαλβίδα Κυλινδρικής δεξαμενής LPG

β) τη βαλβίδα παροχής του LPG προς το υπόλοιπο κύκλωμα, που περιλαμβάνει και τη βαλβίδα υπερροής και το χειροκίνητο κρουνό διακοπής της παροχής.

3. Το αεροστεγές περικάλυμμα των βαλβίδων της δεξαμενής
 4. Ο πνεύμονας
 5. Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής της παροχής LPG
 6. Η μονάδα πλήρωσης της δεξαμενής που περιλαμβάνει και την αντεπίστροφης βαλβίδα.
- ✓ Εάν τα παραπάνω εξαρτήματα δεν φέρουν τη σήμανση CE τότε πρέπει να έχουν σήμανση σύμφωνα με το κανονισμό R67.
 - ✓ Επίσης κάθε ένα από τα παραπάνω εξαρτήματα πρέπει να φέρει ειδικό σήμα αναγνώρισης αποτελούμενο από το γράμμα **E** ακολουθούμενο από το διακριτικό αριθμό της χώρας που εξέδωσε την έγκριση, καθώς και τον αριθμό του κανονισμού 67 ακολουθούμενο από το γράμμα **R** και τον αριθμό έγκρισης.
 - ✓ Σε κάθε περίπτωση οι ενδιαφερόμενοι αντιπρόσωποι ή εισαγωγείς ή εγκαταστάτες του συστήματος υγραεριοκίνησης **υποχρεούνται να υποβάλλουν στην αρμόδια Διεύθυνση Τεχνολογίας Οχημάτων του Υπουργείου Μεταφορών, εγκρίσεις καταλληλότητας των εξαρτημάτων της εγκατάστασης, από κρατικό φορέα της χώρας κατασκευής ή προέλευσης αυτών ή κράτους της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή τον κοινοποιημένο φορέα αναγνώρισης του.**

Οι εγκρίσεις αυτές πρέπει να είναι θεωρημένες από την οικεία ελληνική προξενική αρχή και θα πρέπει να συνοδεύονται με υπεύθυνη δήλωση του αντιπροσώπου ή εισαγωγέα ή

εγκατάσταση σύμφωνα με το παράρτημα 3 της Υπουργικής Απόφασης 18586/698 (ΦΕΚ 411 Β', 2932000).

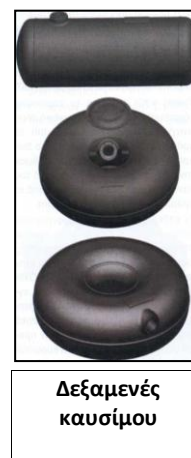


Πολυβαλβίδα και πινακίδα έγκρισης

2.13 Απαιτήσεις εθνικής νομοθεσίας για εγκαταστάσεις υγραερίου σε οχήματα

Τα υποχρεωτικά εξαρτήματα βάσει της οδηγίας ECE R67 για την εγκατάσταση χρήσης LPG ως καυσίμου στα οχήματα είναι τα παρακάτω:

- ✓ Δεξαμενή (έξ) καυσίμου
- ✓ Βαλβίδα διακοπής 80% της χωρητικότητας της δεξαμενής κατά την πλήρωση
- ✓ Δείκτης στάθμης καυσίμου
- ✓ Κρουνός ή χειροκίνητη βαλβίδα επί της δεξαμενής
- ✓ Βαλβίδα υπερροής (υπερβολικής ροής από τη δεξαμενή προς το υπόλοιπο κύκλωμα)



- ✓ Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής της παροχής πλησίον ή επί του πνεύμονα
- ✓ Μονάδα πλήρωσης εξωτερικά του οχήματος με βαλβίδα αντεπιστροφής
- ✓ Ρυθμιστής πίεσης και υποβιβαστής πίεσης (πνεύμονας)
- ✓ Άκαμπτοι μεταλλικοί και εύκαμπτοι ελαστικοί σωλήνες
- ✓ Σύνδεσμοι συνδέσεων των σωλήνων με τα διάφορα εξαρτήματα



Πνεύμονας -
υποβιβαστής
πίεσης LPG

της υγραεριοκίνησης

- ✓ Ανακουφιστική βαλβίδα πίεσης (εκτόνωσης του LPG)
- ✓ Διάταξη έγχυσης (εγχυτήρες μπεκ) ή ανάμιξης (μείκτης ή αναμείκτης) LPG
- ✓ Ηλεκτρονικός ή ηλεκτρικός διακόπτης επιλογής καυσίμου με μονάδα ασφαλείας
- ✓ Αεροστεγές περικάλυμμα των βαλβίδων επί της δεξαμενής LPG.



Αεροστεγές περικάλυμμα
πολυβαλβίδας



Πολυβαλβίδα και
περικάλυμμα Δεξαμενής LPG

Τα παραπάνω υποχρεωτικά εξαρτήματα έχουν τους εξής σκοπούς:

- ✓ Η δεξαμενή LPG να αποθηκεύει το υγρό LPG στο όχημα
- ✓ Η βαλβίδα διακοπής 80% δεν επιτρέπει τη πλήρωση της δεξαμενής πέραν του 80% της χωρητικότητας της, ώστε να υπάρχει πάντοτε διαχωριστική επιφάνεια υγραερίου

LPG για την εναλλαγή των φάσεων (υγραερίου), ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

- ✓ Ο δείκτης στάθμης μπορεί να βρίσκεται είτε επί της δεξαμενής είτε στο ταμπλό του οδηγού, για να του υπενθυμίζει το υπόλοιπο του περιεχομένου στη δεξαμενή καυσίμου.
- ✓ Ο κρουνός ή η χειροκίνητη βαλβίδα επί της δεξαμενής προορίζεται να διακόπτει την παροχή LPG προς το υπόλοιπο κύκλωμα, όταν το όχημα για μεγάλο χρονικό διάστημα κυκλοφορεί αποκλειστικά με βενζίνη ή όταν το όχημα συντηρείται.
- ✓ Η βαλβίδα υπερροής κλείνει αυτόματα όταν για κάποια αιτία π.χ. σπάσιμο σωλήνα, υπάρξει υπερβολική παροχή LPG προς το περιβάλλον ώστε να αποφευχθεί κίνδυνος πυρκαγιάς ή έκρηξης.
- ✓ Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής της παροχής LPG είναι κανονικά κλειστή όταν δεν χρησιμοποιείται το LPG και ανοίγει με τη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος από τον διακόπτη επιλογής καυσίμου. Αυτή μπορεί να βρίσκεται πλησίον ή επί του πνεύμονα.

Η μονάδα πλήρωσης LPG βρίσκεται εξωτερικά του οχήματος, συνδέεται με χαλύβδινη σωλήνα με τη δεξαμενή, έχει κάλυμμα (τάπα) και βαλβίδα αντεπιστροφής, για να μην έρχεται σε αντίθετη ροή το LPG από τη δεξαμενή προς το περιβάλλον. Η υποδοχή της μονάδας πλήρωσης είναι τυποποιημένη ώστε να εφαρμόζει σε αυτή το πιστόλι (μάνικα) πλήρωσης του πρατηρίου, κατά την πλήρωση της δεξαμενής με υγραέριο.

Ο ρυθμιστής πίεσης ή πνεύμονας έχει σκοπό να υποβιβάζει την ασταθή πίεση του LPG που επικρατεί εντός τη δεξαμενής σε μία σταθερή πίεση μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής, αλλά και να αλλάζει την κατάσταση του LPG από υγρή σε αέρια. Για το λόγο αυτό διαθέτει υδροχιτώνια στα οποία κυκλοφορεί ψυκτικό υγρό από το κύκλωμα ψύξης του κινητήρα, ώστε να παρέχεται η απαιτούμενη λανθάνουσα θερμότητα στο LPG για να αλλάζει φυσική κατάσταση (υγρό σε αέριο).

Οι άκαμπτοι μεταλλικοί σωλήνες (χαλύβδινοι ή χάλκινοι) χρησιμοποιούνται στο κύκλωμα υγραεριοκίνησης που υπάρχει υγρό LPG σε μεγάλη πίεση. Οι ελαστικοί, εύκαμπτοι σωλήνες χρησιμοποιούνται όπου υπάρχει αέριο LPG σε χαμηλή πίεση. Δηλαδή οι μεταλλικοί σωλήνες είναι από τη δεξαμενή έως τον πνεύμονα και οι ελαστικοί από τον πνεύμονα μέχρι τον κινητήρα του οχήματος .

Οι σύνδεσμοι σύνδεσης των σωλήνων, για τους μεταλλικούς σωλήνες είναι με κωνικά σπειρώματα (ρακόρ σύνδεσης), και για τους ελαστικούς σωλήνες με κολιέδες σύσφιξης.

- ✓ Η ανακουφιστική βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης βρίσκεται επί της δεξαμενής LPG και χρησιμεύει στην εκτόνωση της εσωτερικής πίεσης του LPG που επικρατεί εντός της δεξαμενής σε περιπτώσεις πυρκαγιάς, ώστε να μην υπάρξει έκρηξη ή διάρρηξη αυτής από υπερβολική εσωτερική πίεση.
- ✓ Η διάταξη ψεκασμού με έναν ή περισσότερους εγχυτήρες αερίου (μπεκ) LPG χρησιμοποιείται για τον ψεκασμό του LPG εντός της πολλαπλής εισαγωγής σε κινητήρες ψεκασμού (injection). Όταν ο κινητήρας είναι παλαιότερης τεχνολογίας με εξαερωτή (καρμπυρατέρ) χρησιμοποιείται μείκτης ή αναμείκτης LPG με τον ατμοσφαιρικό αέρα, για τη δημιουργία του καυσίμου μίγματος.
- ✓ Ο διακόπτης επιλογής καυσίμου βρίσκεται στο ταμπλό του οδηγού και επιτρέπει στον οδηγό να επιλέξει το καύσιμο που θα χρησιμοποιήσει, βενζίνη ή υγραέριο.

Το αεροστεγές επικάλυμμα που μπορεί να είναι μεταλλικό ή πλαστικό, καλύπτει στεγανά όλες τις βαλβίδες που βρίσκονται επί της δεξαμενής και σε περιπτώσεις αναθυμιάσεων με τη βοήθεια εύκαμπτου σωλήνα μεγάλης διατομής οδηγεί τις αναθυμιάσει στο περιβάλλον, εκτός του πορτμπακάζ.

2.14 Πρόσθετα εξαρτήματα της εγκατάστασης υγραεριοκίνησης βάσει της οδηγίας ECE R67

Τα πρόσθετα εξαρτήματα της εγκατάστασης υγραεριοκίνησης του LPG στο

αυτοκίνητο βάσει της οδηγίας ECE R67, είναι τα παρακάτω:

1. Βαλβίδα ελέγχου της παροχής LPG.
2. Ρυθμιστής ροής του LPG.
3. Μονάδα φίλτρου του υγρού LPG.
4. Αισθητήρας πίεσης και θερμοκρασίας του αερίου LPG.
5. Αντλία υγρού LPG.
6. Μονωτικός σωλήνας προστασίας των καλωδίων ηλεκτρικού ρεύματος.
7. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου της λειτουργίας του κινητήρα με LPG.
8. Βαλβίδα αντεπιστροφής στις περιπτώσεις επιστροφής LPG από τους εγχυτήρες (μπεκ) προς το κύκλωμα αερίου LPG. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής της παροχής επί της δεξαμενής, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει και βαλβίδα επιρροής

3. ΟΧΗΜΑΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ LPG – BENZINΗΣ

3.1 Τεχνολογία εγκαταστάσεων και οχημάτων αερίου

Η εκ των υστέρων εγκατάσταση ενός συστήματος αερίου καυσίμου LPG ή CNG σημαίνει τη δημιουργία ενός δεύτερου συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου στο αυτοκίνητο. Όλα τα εξαρτήματα, οι μηχανισμοί, οι σύνδεσμοι και οι σωληνώσεις θα πρέπει αφενός να πληρούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές αφετέρου να εγκαθίστανται από έμπειρους τεχνίτες.

Ένα σύστημα υγραερίου αποτελείται συνοπτικά από τα εξής κύρια μέρη:

- ✓ τη δεξαμενή υγραερίου, στην οποία αποθηκεύεται με πίεση το υγραέριο,
- ✓ τις σωληνώσεις παροχής του υγραερίου σε υγρή και αέρια κατάσταση,
- ✓ την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα υγραερίου, που ελέγχει την παροχή υγραερίου,

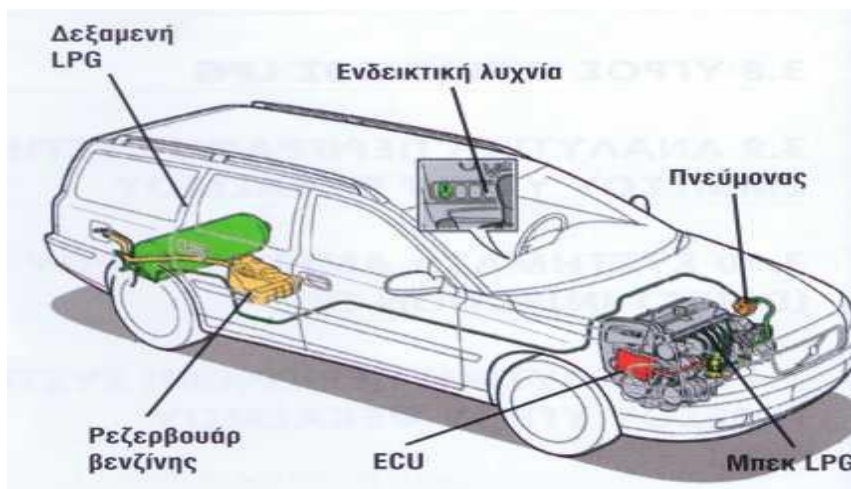
- ✓ την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα βενζίνης, που ελέγχει την παροχή βενζίνης,
- ✓ την συσκευή αεριοποίησης υγραερίου (πνεύμονας) που εξαερώνει και ρυθμίζει την παροχή του υγραερίου ανάλογα με το φορτίο του κινητήρα,
- ✓ τα μπεκ ακροφύσια ψεκασμού.

Αυτά τα εξαρτήματα και οι μηχανισμοί θα πρέπει να συνδεθούν και να αποτελούν ένα λειτουργικό σύνολο.

Οι εργασίες εγκατάστασης αφορούν:

- ✓ Την προετοιμασία του αυτοκινήτου.
- ✓ Την τοποθέτηση του συστήματος.
- ✓ Τον έλεγχο στεγανότητας του συστήματος.
- ✓ Την ρύθμιση του συστήματος.
- ✓ Την δοκιμή του οχήματος στο δρόμο.

Οι εργασίες αυτές θα πρέπει να γίνονται αφενός σύμφωνα με τις τεχνικές οδηγίες και προδιαγραφές του κατασκευαστή και αφετέρου σύμφωνα με τη διεθνή και εθνική νομοθεσία.



Εγκατάσταση
συστήματος
αερίου
καυσίμου-LPG

Τύποι συστημάτων LPG

Τα διάφορα συστήματα ψεκασμού αερίου γενικά χρησιμοποιούν τον ίδιο τύπο πλήρωσης δοχείων αποθήκευσης, αγωγών και συνδέσεων, αλλά χρησιμοποιούν διαφορετικά εξαρτήματα στο χώρο του κινητήρα.

Τα συστήματα ψεκασμού υγρού LPG χρησιμοποιούν ειδικές δεξαμενές αποθήκευσή με αντλίες κυκλοφορίας και αγωγούς επιστροφής που είναι ανάλογες με τα συστήματα ψεκασμού βενζίνης. Υπάρχουν **τρεις βασικοί τύποι** συστημάτων LPG. Το παλαιότερο αυτών είναι το συμβατικό σύστημα μετατροπέα και μείκτη, που υπάρχει από το 1940 και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως ακόμη και σήμερα. Οι άλλοι δύο τύποι είναι γνωστοί ως σύστημα ψεκασμού LPG, αλλά υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

1. Συμβατικά συστήματα Venturi ή ενός σημείου

Ένα σύστημα μετατροπέα μείκτη χρησιμοποιεί έναν μετατροπέα πνεύμονα για να μετατρέψει το υγρό καύσιμο από το δοχείο αποθήκευσης σε αέριο LPG, μετά τροφοδοτεί το αέριο στο μείκτη, όπου αναμειγνύεται με τον αέρα της εισαγωγής. Αυτό είναι επίσης γνωστό ως σύστημα Venturi ή συστημα ενός σημείου.

2. Συστήματα ψεκασμού αέριας φάσης LPG

Τα συστήματα τα ψεκασμού αέριας φάσης LPG χρησιμοποιούν επίσης έναν μετατροπέα, αλλά σε αντίθεση με το σύστημα μείκτη, το αέριο εξέρχεται από τον μετατροπέα υπό μια ρυθμιζόμενη πίεση. Το αέριο στη συνέχεια ψεκάζεται στην πολλαπλή εισαγωγής αέρα μέσω μιας σειράς ηλεκτρικά ελεγχόμενων μπεκ. Οι χρόνοι ανοίγματος των μπεκ ελέγχονται από την μονάδα ελέγχου του (εγκέφαλου) συστήματος LPG. Αυτή η μονάδα λειτουργεί κατά τον ίδιο τρόπο με τη μονάδα ελέγχου ψεκασμού της βενζίνης. Αυτό επιτρέπει την περισσότερο ακριβή δοσολογία του καυσίμου στον κινητήρα, που είναι δυνατή σε σχέση με τους μείκτες, βελτιώνοντας την οικονομία ή και την ισχύ, ενώ ταυτόχρονα μειώνονται οι εκπομπές καυσαερίων.

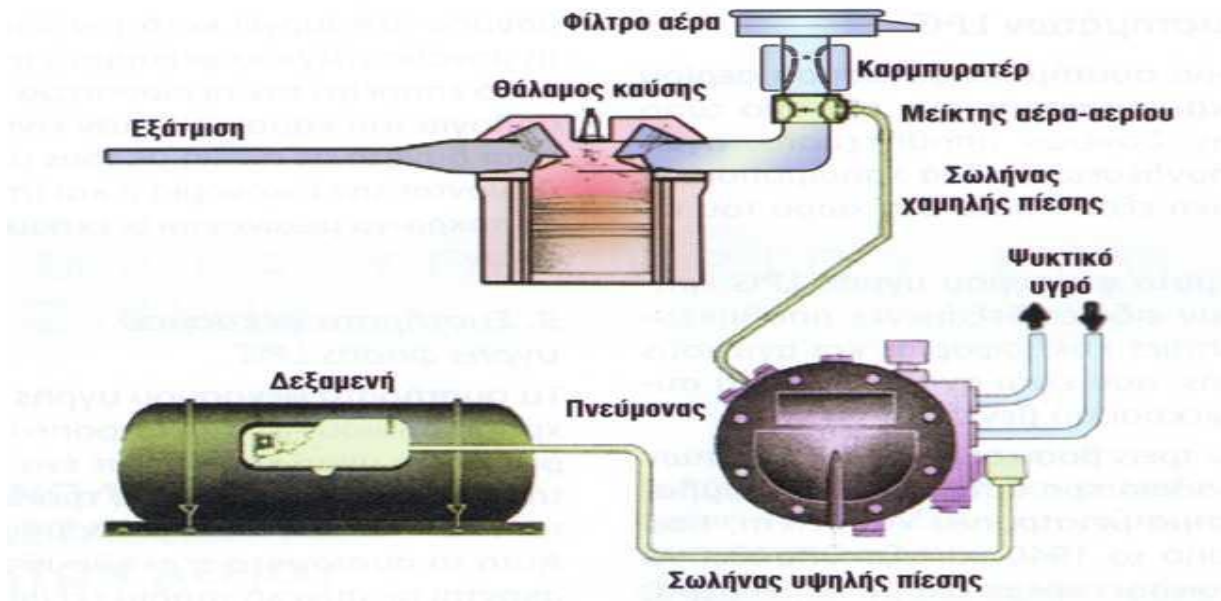
3. Συστήματα ψεκασμού υγρής φάσης LPG

Τα συστήματα ψεκασμού υγρής φάσης **δεν** χρησιμοποιούν ένα μετατροπέα, αλλά παρέχουν το υγρό καύσιμο σε ένα διακλαδωτήρα καυσίμου με τον ίδιο τρόπο που γίνεται από ένα σύστημα ψεκασμού βενζίνης. Αυτά τα συστήματα εξακολουθούν να βρίσκονται σε συνεχή στάδια εξέλιξης.

Επειδή το καύσιμο εξατμίζεται στην εισαγωγή, ο αέρας γύρω από αυτό ψύχεται **σημαντικά**. Έτσι αυξάνεται η πυκνότητα του εισερχόμενου αέρα και αυτό το γεγονός μπορεί εν δυνάμει να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση της ισχύος του κινητήρα. Σε περίπτωση βλάβης των εξαρτημάτων του συστήματος LPG, για να αποτραπεί ζημιά σε άλλα εξαρτήματα του κινητήρα διακόπτεται η λειτουργία του συστήματος. Ο ψεκασμός υγρής φάσης έχει τη δυνατότητα να επιτύχει καλύτερη οικονομία και ισχύ και χαμηλότερα επίπεδα εκπομπής καυσαερίων σε σχέση με αυτά που είναι δυνατά με τη χρήση μεικτών ή μπεκ αέριας φάσης.

3.2 Γενιές συστημάτων LPG

Τα **συστήματα LPG** έχουν γενικά σχεδιαστεί να λειτουργούν σε βενζινοκινητήρες και έχουν διάφορα στάδια εξέλιξης ανάλογα με την κατασκευή, τη χρήση τους και την αντιρρυπαντική τους κατάταξη. Αναλυτικότερα τα **συστήματα** υγραεριοκίνησης κατατάσσονται σε "Γενιές" όπως παρακάτω:



Σύστημα LPG ανοικτού ελέγχου 1ης γενιάς

Venturi, συστήματα ανοικτού ελέγχου χωρίς ηλεκτρονικούς ελέγχους (χωρίς έλεγχο λάμδα). Ψεκασμός μονού σημείου (ανοικτός έλεγχος).

Το σύστημα αυτό είναι κατάλληλο μόνο για κινητήρες με καρμπυρατέρ και αυτοκίνητα με αρχικά συστήματα ψεκασμού καυσίμου.

Αυτό είναι το απλούστερο σύστημα στην τοποθέτησή του, το πλέον βασικό και εύκολα ρυθμιζόμενο.

Είναι ένα πρώιμο σύστημα αερίου **LPG** που χρησιμοποιείται σε αυτοκίνητα που δεν έχουν καταλυτικό μετατροπέα ή αισθητήρα οξυγόνου (λάμδα) στο σύστημα της εξάτμισης.

Σύστημα ανοικτού ελέγχου σημαίνει ότι δεν υπάρχει ηλεκτρονικός έλεγχος. Οι μόνες ηλεκτρικές συνδέσεις που απαιτούνται είναι ο διακόπτης εναλλαγής βενζίνης / **LPG** και η καλωδίωση των ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων.

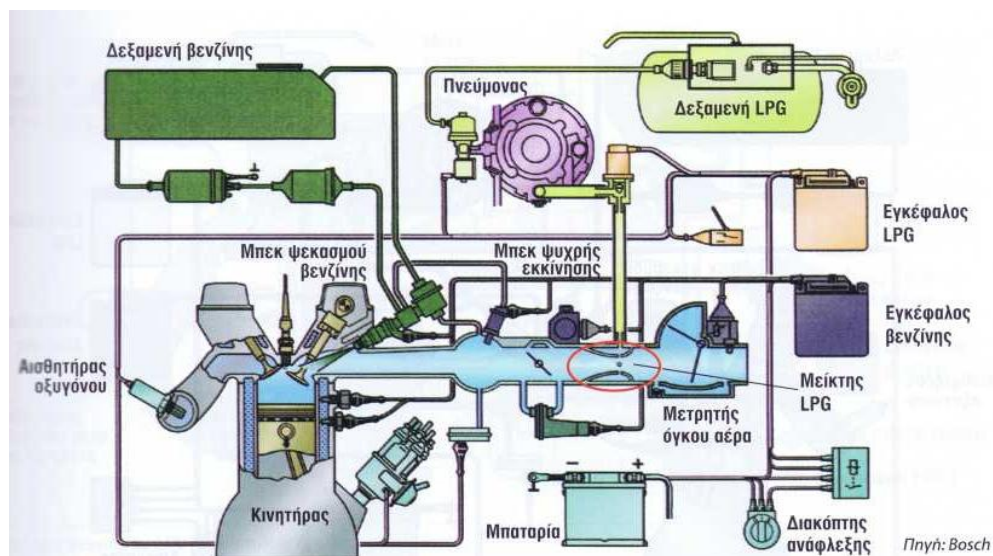
Το σύστημα αυτό είναι κατάλληλο μόνο για καρμπυρατέρ και αυτοκίνητα με αρχικά συστήματα ψεκασμού καυσίμου. Στα μειονεκτήματα περιλαμβάνονται η απώλεια ισχύος έως 15% και ο κίνδυνος επιστροφής φλογών στο σύστημα εισαγωγής αέρα που μπορεί να προκαλέσει ζημιά και στις πολλαπλές εισαγωγής αέρα και στο κέλυφος του φίλτρου αέρα.

Είναι ένα σύστημα πλήρως μηχανικά ρυθμιζόμενο από τον εγκαταστάτη.

2η Γενιά

Ψεκασμός μονού σημείου (σύστημα κλειστού ελέγχου) αναλογικά ρυθμιζόμενα συστήματα με αισθητήρα λάμδα, που χρησιμοποιούνται σε αυτοκίνητα με τριοδικό καταλύτη.

Το σύστημα αυτό είναι βασικά το ίδιο με το παραπάνω αλλά ελέγχεται από ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου με ECU (Ηλεκτρονική Μονάδα Ελέγχου Εγκέφαλος). Ο εγκέφαλος λαμβάνει μετρήσει από τον αισθητήρα οξυγόνου στην εξάτμιση, τον αισθητήρα TPS (Αισθητήρα θέσης Πεταλούδας Γκαζιού) και τον αισθητήρα RPM (Στροφών Κινητήρα).



Σύστημα LPG κλειστού ελέγχου 2^{ης} γενιάς

3η Γενιά

Ψεκασμός πολλαπλών σημείων, ελεγχόμενος από ηλεκτρονική μονάδα με σύστημα κλειστού ελέγχου, συστήματα που ικανοποιούν τα όρια εκπομπής καυσαερίων.

Σε αυτό το σύστημα αυξάνεται η πολυπλοκότητα της ηλεκτρονικής μονάδας, ανάλογα με το επίπεδο της εξέλιξης, ενώ η ρύθμιση από τον χρήστη είναι μηδενική στην πράξη.

Οι απλούστερες ηλεκτρονικές μονάδες "κοροϊδεύουν" το σύστημα διαχείρισης του κινητήρα και οι περισσότερο πολύπλοκες ενοποιούνται με το σύστημα διαχείρισης του κινητήρα και χρησιμοποιούν τα παρεχόμενα δεδομένα για τον έλεγχο των μπεκ ψεκασμού του LPG.

Μπεκ Ψεκασμού LPG



Αυτός ο τύπος συστήματος είναι κατάλληλος για την πλειοψηφία των συστημάτων, προσφέρει καλύτερη απόδοση και αξιοπιστία, σε συνδυασμό με την απουσία των μειονεκτημάτων συστημάτων ψεκασμού μονού σημείου.

4η Γενιά

Σύστημα σειριακού αερίου ψεκασμού καυσίμου πολλαπλών σημείων ελεγχόμενο από μικροεπεξεργαστή με κλειστό σύστημα ελέγχου που ικανοποιεί τα όρια εκπομπών καυσαερίων και σύστημα EOBD.

Αυτό το σύστημα ψεκασμού εξασφαλίζει ότι οι τιμές των εκπομπών καυσαερίων θα διατηρηθούν στο επίπεδο EURO 3 και EURO 4 των αυτοκινήτων. Περιλαμβάνει τη διατήρηση όλων των διαγνωστικών λειτουργιών, όπως ο ψεκασμός αερίου **LPG** που στην πράξη πραγματοποιεί ένα αυτοκίνητο και αποθηκεύει όλα τα χαρακτηριστικά και ορισμένες από τις ρυθμίσεις του κινητήρα.

5η Γενιά

Σύστημα Σειριακού Ψεκασμού υγρού LPG πολλαπλών σημείων, ελεγχόμενο από μικροεπεξεργαστή και με κλειστό σύστημα ελέγχου που ικανοποιεί το επίπεδο ορίων εκπομπής καυσαερίων EURO 3, EURO 4 και σύστημα EOBD.

Το σύστημα είναι ηλεκτρονικά ελεγχόμενο με αυτοεκμάθηση των παραμέτρων της παροχής **LPG**.

Το υγρό σε κυκλοφορία **LPG** που αντλείται από τη δεξαμενή δεν έχει την ανάγκη μετάδοσης θερμότητας.

Αυτό το σύστημα έχει μειονεκτήματα που εστιάζονται κυρίως στο γεγονός ότι λειτουργεί μόνο με LPG καλής ποιότητας (καθαρό), καθώς και την υψηλή τιμή κτήσης του συστήματος.

6η Γενιά ή 2η Γενιά υγρού ψεκασμού

Διάφοροι κατασκευαστές συστημάτων υγρού ψεκασμού LPG παρέχουν συστήματα για κινητήρες με άμεσο ψεκασμό βενζίνης. Τα συστήματα αυτά τα κατατάσσουν άλλοι στην 6η γενιά και άλλη στη 2η γενιά υγρού ψεκασμού.

Έτσι ταξινομούνται στην 6η γενιά, αφού χρησιμοποιούν αντλία και μπεκ της ίδιας της εγκατάστασης του αυτοκινήτου, ή στη 2η γενιά υγρού ψεκασμού (Άμεσος ψεκασμός **LPG** για αυτοκίνητα με άμεσο ψεκασμό βενζίνης). Το υγρό **LPG** ψεκάζεται απ' ευθείας μέσα στον κύλινδρο κάτω από υψηλή πίεση μεταξύ 40 – 150 bar . Ο άμεσος ψεκασμός εξασφαλίζει χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου και καθαρότερες εκπομπές.

Το σύστημα LDI (Liquid Direct Injection Άμεσος Υγρός Ψεκασμός) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με πολλές διαφορετικές μάρκες κινητήρων άμεσου ψεκασμού.

3.3 Συστήματα εγκατάστασης LPG

Ανάλογα με την τεχνολογία του οχήματος υπάρχουν οι παρακάτω κατηγορίες συστημάτων εγκατάστασης **LPG** σε σχέση με το σύστημα τροφοδοσίας ή ψεκασμού καυσίμου:

- ✓ **Συστήματα με καρμπυρατέρ (Venturi),**
- ✓ **Συστήματα Ψεκασμού Μονού Σημείου,**
- ✓ **Συστήματα Παράλληλου/Ταυτόχρονου Ψεκασμού Πολλαπλών Σημείων (multipoint batched injection),**
- ✓ **Συστήματα Σειριακού/Διαδοχικού Ψεκασμού Πολλαπλών Σημείων (multipoint sequential injection) και**
- ✓ **Συστήματα Υγρού (Εμμέσου και Άμεσου) Ψεκασμού.**

Ανεξάρτητα με ποιο σύστημα τροφοδοσίας ή ψεκασμού χρησιμοποιείται, θα πρέπει να έχετε υπόψη τα ακόλουθα:

Το καύσιμο όταν αλλάζει κατάσταση από υγρό σε αέριο έχει θερμοκρασία περίπου 45°C και για αυτό το λόγο σε συνθήκες κρύου κινητήρα πρέπει να ξεκινά η λειτουργία με βενζίνη, έως ότου η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού να φτάσει στους 40 °C, για να αποφευχθεί η δημιουργία πάγου στον υποβιβαστή πίεσης (πνεύμονα) ή στους ψεκαστήρες (μπεκ).

Το αέριο LPG δεν έχει καμία λιπαντική ικανότητα και ειδικά στους παλαιότερους κινητήρες φθείρονται οι έδρες των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής. Για την πρόληψη της φθοράς τους πρέπει να τοποθετηθεί **πρόσθετο σύστημα λίπανσης των βαλβίδων** με ειδικό λιπαντικό.

Ανάλογα με τα συστήματα **LPG** έχουμε τις ακόλουθες κατηγορίες:

- ✓ **Συστήματα αέριου ψεκασμού με υποβιβαστή πίεσης (πνεύμονας) και**

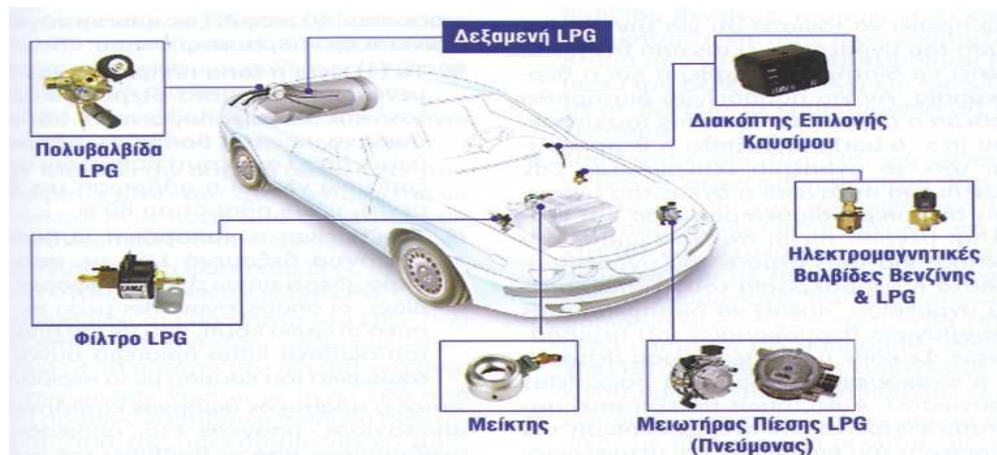
- ✓ Συστήματα υγρού ψεκασμού με ρυθμιστή πίεσης ή όχι

Ανάλογα με το κυρίως καύσιμο έχουμε τις ακόλουθες κατηγορίες:

- ✓ Συστήματα για βενζινοκινητήρα και
- ✓ Συστήματα για πετρελαιοκινητήρες.

3.4 Συστήματα με καρμπυρατέρ (Ventouri)

Στα οχήματα με καρμπυρατέρ (σταθερού ή μεταβλητού Venturi) τοποθετούνται τα συστήματα 1ης γενιάς τα οποία αποτελούνται από τα εξαρτήματα όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σύστημα LPG για οχήματα με καρμπυρατέρ Venturi

Σύστημα LPG για οχήματα με καρμπυρατέρ (Venturi)

Τα κυριότερα εξαρτήματα μίας εγκατάστασης συστήματος LPG πέραν των σωληνώσεων για την μεταφορά του, είναι τα εξής:

- ✓ Δεξαμενή LPG,
- ✓ Διακόπτη Επιλογής Καυσίμου (Βενζίνης/ LPG),
- ✓ Ηλεκτροβαλβίδα Βενζίνης για τη λειτουργία σε βενζίνη (διακοπής παροχής),

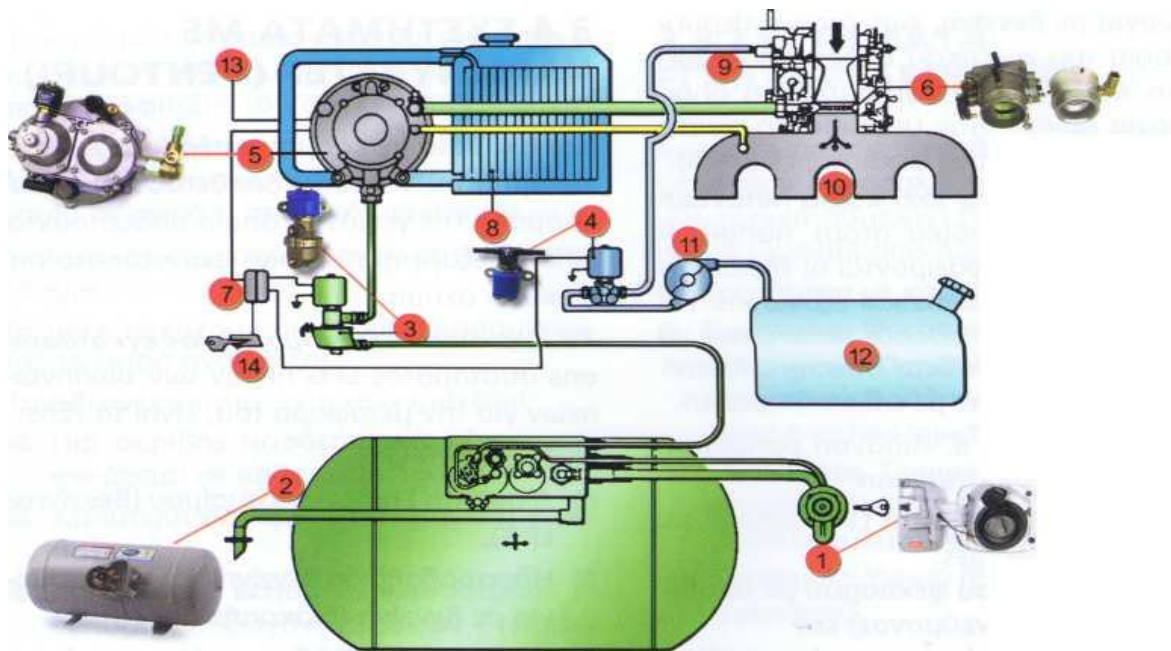
✓ Ηλεκτροβαλβίδα διακοπής παροχής σε LPG,

✓ Πολυβαλβίδα LPG με βαλβίδα υπερροής

για την παροχή του αερίου στο σύστημα, η οποία συμπεριλαμβάνει βαλβίδα αντεπιστροφής για την πλήρωση της δεξαμενής

✓ Υποβιβαστής Πίεσης (πνεύμονες) LPG στον χώρο ίου κινητήρα.

✓ Αναμίκτης αέρα / LPG.



1. Βαλβίδα πλήρωσης LPG

2. Δεξαμενή LPG

3. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα LPG

4. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα βενζίνης

5. Πνεύμονας

6. Ρελέ τροφοδοσίας

7. Ψυγείο

8. Καρμπυρατέρ

9. Πολλαπλή εισαγωγή
10. Φίλτρο βενζίνης
11. Δεξαμενή βενζίνης
12. Τροφοδοσία πνεύμονα
13. Διακόπτης κινητήρα

3.5 Συστήματα ψεκασμού μονού σημείου (με τριοδικό καταλύτη)

Στα αυτοκίνητα που είναι εφοδιασμένα με σύστημα ψεκασμού μονού σημείου (single point injection) με τριοδικό καταλύτη, το σύστημα διαφοροποιείται.

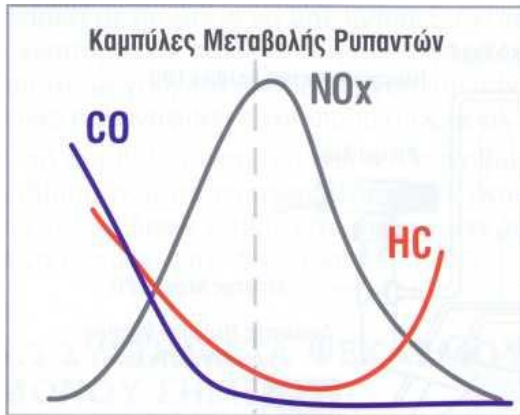
Γενικά σε ένα σύστημα ψεκασμού βενζίνης μονού σημείου κλειστού βρόγχου, υπάρχει μία ηλεκτρική αντλία καυσίμου που αντικαθιστά την μηχανική που υπάρχει στα συστήματα καρμπυρατέρ (Venturi), η οποία δίνει πιέσεις στα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα από 2 - 8 bar ανάλογα με τον κυβισμό και την ιπποδύναμη του κινητήρα.

Στο σύστημα ψεκασμού υπάρχει μία ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (εγκέφαλος) η οποία καθοδηγεί τη λειτουργία των μπεκ, ανάλογα με τις παραμέτρους του κάθε συστήματος, για τον υπολογισμό του φορτίου και υπολογίζει την διάρκεια ψεκασμού (ποσότητα καυσίμου).

Ο χρονισμός της ανάφλεξης (αβάνς) γίνεται από το διανομέα (ντιστριμπιτέρ) αλλά μέσω ηλεκτρονικής ανάφλεξης.

Το φορτίο υπολογίζεται συνήθως με την βοήθεια των συστημάτων του αισθητήρα υποπίεσης (MAP) & του αισθητήρα Θέσης πεταλούδας γκαζιού (TPS) από τον εγκέφαλο (ECU).

Για να μην υπάρχει αρρυθμία στο ρελαντί υπάρχει μία βαλβίδα η οποία λαμβάνει σήμα από τον εγκέφαλο (ECU) και ανοίγει μια πρόσθετη παροχή τροφοδοσίας αέρα στην πολλαπλή εισαγωγή, παρακάμπτοντας την πεταλούδα γκαζιού (bypass).



Στοιχειομετρία αναλογία Αέρα / Καυσίμου

Οι επιπλέον διαφορές ενός συστήματος μονού ψεκασμού σε σχέση με το σύστημα LPG για καρμπυρατέρ είναι:

- Ο εγκέφαλος ψεκασμού του LPG,
- Οι αισθητήρες (MAP & TPS),
- Η ηλεκτρονική ρύθμιση με τον αισθητήρα οξυγόνου πριν τον καταλύτη LPG.
- Οι μειωμένες εκπομπές καυσαερίων.



Τομή Μπεκ

Τρόπος Ψεκασμού LPG

Σε ένα τέτοιο σύστημα, ο εγκέφαλο του LPG λαμβάνει το σήμα από τον αισθητήρα οξυγόνου (Λάμδα) όπως και από τον αισθητήρα φορτίου.

Ο αισθητήρας προσδιορισμού φορτίου του κινητήρα συνήθως είναι ένας αισθητήρας μέτρησης της πίεσης (MAP), και συνδέεται στην πολλαπλή εισαγωγή του κινητήρα. Ανάλογα με τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα μεταβάλλεται η υποπίεση της πολλαπλής εισαγωγής. Έτσι ο εγκέφαλος ψεκασμού με τις πληροφορίες που λαμβάνει από τον αισθητήρα MAP, υπολογίζει το φορτίο του κινητήρα.

Αφού ο εγκέφαλος γνωρίζει το φορτίο του κινητήρα, υπολογίζει την ποσότητα αερίου LPG που πρέπει να ψεκαστεί μέσω του μεικτή Αέρα / LPG. Ενεργοποιεί την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα LPG η οποία είναι τοποθετημένη μετά τον υποβιβαστή πίεσης (πνεύμονας) για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, προκειμένου η ποσότητα του αερίου να είναι τόση όση χρειάζεται στο συγκεκριμένο φορτίο.

Ο εγκέφαλος λαμβάνοντας στην συνέχεια το σήμα του αισθητήρα οξυγόνου (λάμδα) γνωρίζει εάν η ποσότητα που ψεκάστηκε είναι η σωστή σε σχέση με τα αποτελέσματα της καύσης και κάνει διόρθωση στην ποσότητα του αερίου LPG. Εάν υπάρχει μεγάλη ποσότητα οξυγόνου στα καυσαέρια, το μίγμα αέρα / LPG είναι πολύ φτωχό και αν η ποσότητα του οξυγόνου είναι πολύ μικρή το μίγμα είναι πλούσιο.

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η μεταβολή των Ρυπαντών σε σχέση με την αναλογία καυσίμου για κινητήρες βενζίνης. **Η στοιχειομετρική αναλογία λ=14.7:1 σημαίνει ότι για 1 Kg βενζίνης χρειάζονται 14.7 Kg αέρα,**

$$\Delta\eta\lambda. \lambda = \frac{\text{Προσδιορισμ \acute{\epsilon}\nu\omicron\varsigma \alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha\varsigma}}{\text{\textit{Θεωρητικ \acute{\alpha} απαιτο \acute{\upsilon}\mu\epsilon\nu\omicron\varsigma}}}} = 1$$

Στους κινητήρες με αέριο η ποσότητα του αερίου που πρέπει να ψεκαστεί για να είναι εφικτή η αναλογία $\lambda = 14.7:1$ είναι πάντοτε μεγαλύτερη από την αντίστοιχη ποσότητα

της βενζίνης, κάτι το οποίο σημαίνει ότι η κατανάλωση σε αέριο LPG είναι πάντοτε

μεγαλύτερη $\lambda = 15.5:1$.

Σε κάποια συστήματα ο εγκέφαλος του LPG μπορεί να λαμβάνει και άλλα σήματα, όπως:

- **Την θερμοκρασία ψυκτικού υγρού του κινητήρα** για να γνωρίζει πότε μπορεί να ξεκινήσει τον ψεκασμό χωρίς δημιουργία πάγου στον πνεύμονα.
- **Τις στροφές του κινητήρα**, πληροφορία από την οποία σε συνδυασμό με τον **αισθητήρα υποπίεσης της πολλαπλής εισαγωγής (MAP)** προσδιορίζει το πραγματικό φορτίο του κινητήρα. Επίσης αναγνωρίζει το ακριβές σημείο για εκκίνηση πλήρους ψεκασμού με LPG.

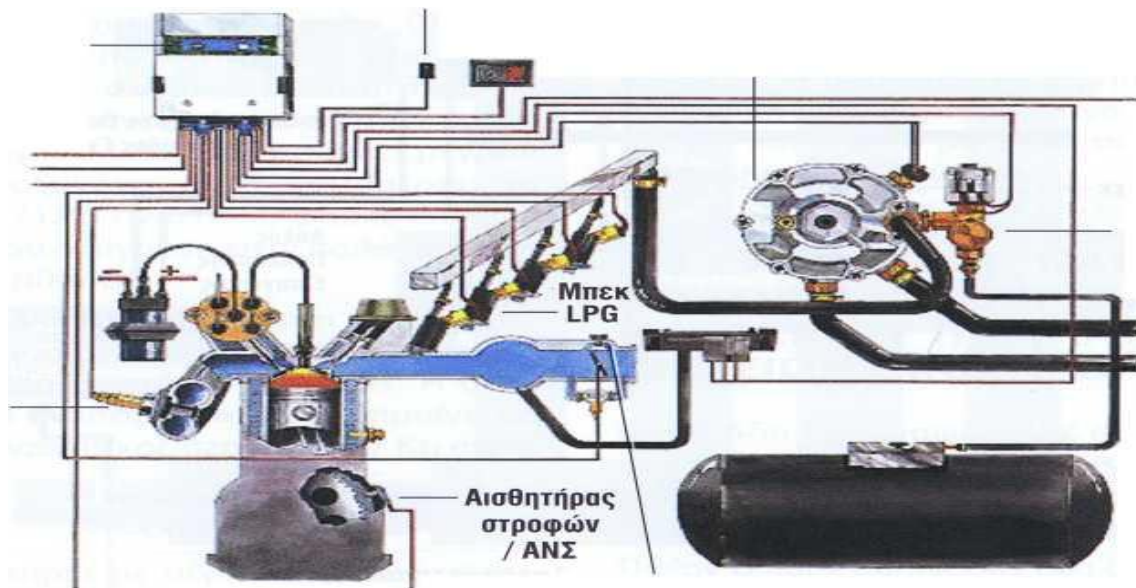
Σύστημα ψεκασμού μονού σημείου

Μειονεκτήματα:

Μεγαλύτερο κόστος λόγω πρόσθετων εξαρτημάτων (αισθητήρες & εγκέφαλος).

Πλεονεκτήματα:

Καλύτερη διαχείριση του καυσίμου LPG, γιατί ο ψεκασμός είναι ανάλογος του φορτίου του κινητήρα. Αυτό σημαίνει ότι η κατανάλωση καυσίμου είναι βελτιωμένη, σε σχέση με τα συστήματα καρμπυρατέρ είναι αντίστοιχη των φορτίων - αναγκών του κινητήρα και άρα το μίγμα σε όλο το φάσμα στροφών είναι καλύτερο.



Τυπικό Σύστημα LPG Αέριου Ψεκασμού Πολλαπλών Σημείων με διανομέα 3^{ης} Γενιάς

3.6 Συστήματα παράλληλου/ταυτόχρονου ψεκασμού πολλαπλών σημείων (multipoint)

Όπως ήδη προαναφέρθηκε, στους νεότερους κινητήρες ο τρόπος ψεκασμού άλλαξε προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές των καυσαερίων.

Πλέον ο κάθε κύλινδρος έχει δικό του μπεκ που είναι τοποθετημένο πριν από τις βαλβίδες εισαγωγής, γεγονός που διατηρεί την πίεση του κάθε μπεκ ίδια για όλα.

Στα συστήματα αυτά υπάρχει ένας εγχυτήρας τροφοδοσίας καυσίμου, για κάθε ξεχωριστό κύλινδρο. Αυτός ο εγχυτήρας τοποθετείται πριν τη βαλβίδα εισαγωγής. Ψεκάζοντας το καύσιμο τόσο κοντά στον κύλινδρο εξασφαλίζεται η μείωση των απωλειών. Σε σχέση με τον ψεκασμό μονού σημείου, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια και καλύτερη οικονομία καυσίμου.

Σύστημα παράλληλου/ταυτόχρονου ψεκασμού πολλαπλών σημείων Πλεονεκτήματα

Όμοια με τα πλεονεκτήματα του συστήματος ψεκασμού μονού σημείου.

3.7 Συστήματα σειριακού ψεκασμού πολλαπλών σημείων

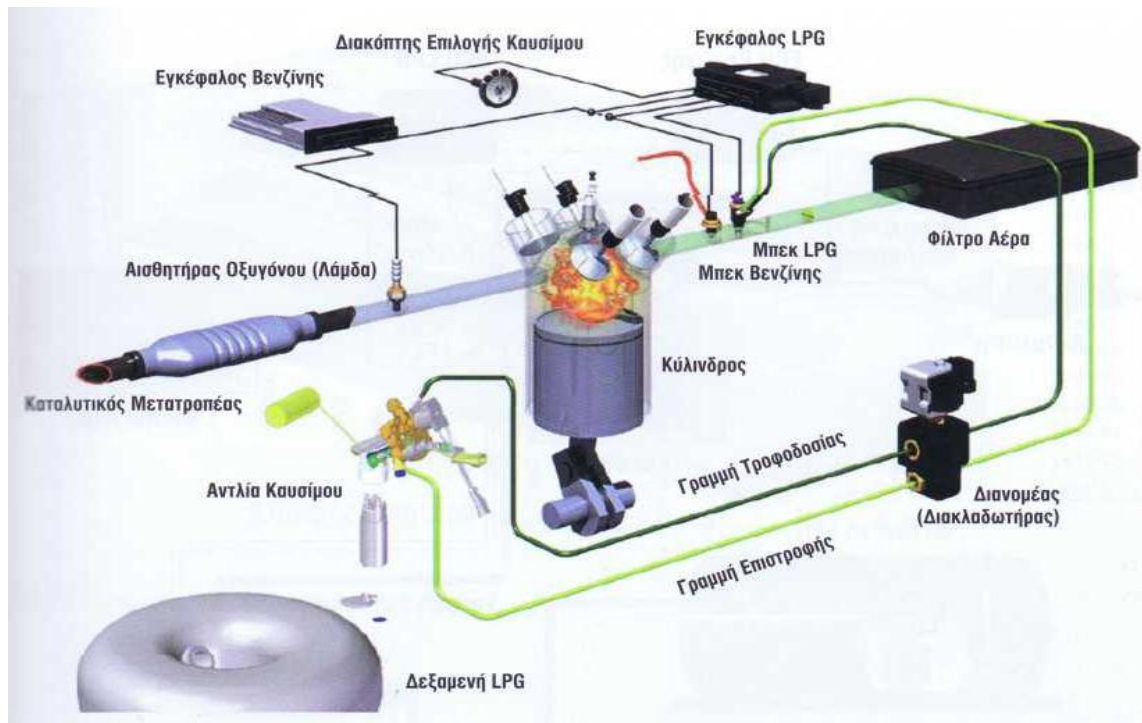
Το SGI (Sequential Gas Injection-SGI) είναι ένα νέο σύστημα που "διαβάζει" τα δεδομένα που αποστέλλονται σε κάθε ένα μπεκ βενζίνης και χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για τον έλεγχο των μπεκ ψεκασμού LPG. Το σύστημα διαχείρισης του βενζινοκινητήρα ελέγχει αποτελεσματικά το LPG μέσω ενός υπολογιστή (εγκεφάλου) που μεταφράζει τα αρχικά δεδομένα για να αντισταθμίσει τις διαφορετικές ιδιότητες μεταξύ του LPG και της βενζίνης.

Παρά το γεγονός ότι τα συστήματα SGI χρειάζονται να προσαρμοστούν περισσότερο σε κάθε αυτοκίνητο και κινητήρα, ο χρόνος εξέλιξης είναι σημαντικά μικρότερος και υπάρχουν μονάδες διαθέσιμες για τα σημερινά αυτοκίνητα. Είναι ο επικρατέστερος τύπος για όλα σχεδόν τα συστήματα αερίου ψεκασμού LPG

3.8 Υγρός ψεκασμός LPG

Ο Ψεκασμός Υγρού Προπανίου σημαίνει ψεκασμό **LPG** σε υγρή μορφή. Στα αρχικά συστήματα **LPG** το σύστημα πνεύμονα μείκτη (Venturi), προσδιόριζε τη δοσομέτρηση του μείγματος. Η συνεχώς εξελισσόμενη τεχνική απαιτούσε μία πολύ πιο επακριβή δοσομέτρηση της ποσότητας του μείγματος, από αυτή που μπορούσε να επιτευχθεί με ένα σύστημα ρυθμιστή πίεσης. **Ο αντικειμενικός στόχος ήταν η προσέγγιση του ψεκασμού LPG όσο το δυνατόν πιο κοντά στο σύστημα ψεκασμού καυσίμου βενζίνης.** Για το λόγο αυτό, η επιλογή του ψεκασμού του υγρού **LPG** απ' ευθείας επάνω στην βαλβίδα εισαγωγής είναι μία λογική επιλογή. Όλα τα συστήματα αερίου ψεκασμού έχουν σα βασικό μειονέκτημα το γεγονός ότι το αέριο **LPG** εκτονώνεται στον υποβιβαστή πίεσης (πνεύμονα). Αυτό έχει σαν συνέπεια να μην είναι γνωστή η ποσότητα των μορίων του **LPG** που μεταφέρονται σε κάθε λίτρο αερίου. Η ποσότητα επηρεάζεται από διάφορες παρამέτρους (πολυ τροπική μεταβολή), όπως η θερμοκρασία και η πίεση του **LPG** την στιγμή που εκτονώνεται, σε συνάρτηση με την θερμοκρασία και την πίεση του περιβάλλοντος χώρου.

Αυτό το γεγονός συμβάλλει στην αστοχία έναυσης (πειράκια) σε υψηλά φορτία & σε υψηλές στροφές του κινητήρα (φτωχό μίγμα). Την περίπτωση αυτή έρχονται να αντιμετωπίσουν τα συστήματα υγρού ψεκασμού, τα οποία δε διαθέτουν πνεύμονα και δεξαμενή με πολυβαλβίδα, **αλλά έχουν αντλία καυσίμου, πολυβαλβίδα, με ή χωρίς σταθεροποιητή πίεσης**, όμοια με τα συστήματα ψεκασμού βενζίνης.



Σύστημα Υγρού Έμμεσου Ψεκασμού LPFi VIALLE

Σύστημα Ψεκασμού Υγρού LPG

Το σύστημα ψεκασμού υγρού LPG ψεκάζει Υγρό LPG στην πολλαπλή εισαγωγής του κινητήρα με τον ίδιο τρόπο που το κάνει και το σύστημα υγρής βενζίνης. Το υγρό LPG ψεκάζεται σειριακά στην πολλαπλή εισαγωγής, κάθε μπεκ στοχεύει στην πίσω πλευρά της βαλβίδας εισαγωγής με τον τρόπο που το κάνουν τα συστήματα ψεκασμού βενζίνης.

Το σύστημα υγρού ψεκασμού προσφέρει οφέλη στο χρήστη που ξεπερνούν την απόδοση των συστημάτων ψεκασμού αερίου LPG επιπλέον δεν απαιτείται η χρήση ενός ξεχωριστού εγκεφάλου (ECU άμεσος ψεκασμός LPG), ή η μετάβαση σε βενζίνη σε συνθήκες πλήρως ανοικτής πεταλούδας γκαζιού (WOT – Wide Open Throttle).

Διαφορές συστημάτων ψεκασμού αερίου και υγρού LPG

Οι διαφορές μεταξύ των συστημάτων ψεκασμού αερίου και υγρού LPG είναι ότι το δεύτερο σύστημα ψεκάζει το LPG στην πολλαπλή εισαγωγή ως υγρό. Όταν το υγρό εισέρχεται στην πολλαπλή εισαγωγή εξατμίζεται.

Το φαινόμενο της εξατμικής ψύξης «δραματικά» το εισερχόμενο ρεύμα αέρα για να προσφέρει μια πιο πυκνή πλήρωση αέρα και καυσίμου που εισέρχεται στο θάλαμο καύσης (παρόμοια με τα αυτοκίνητα με intercooler ή τα υπερτροφοδοτούμενα turbo αυτοκίνητα).

Εξαιτίας λοιπόν του "ογκομετρικού φαινομένου" αλλάζει η φυσική του κατάσταση και το υγρό μετατρέπεται σε αέριο στην πολλαπλή εισαγωγής, "ψύχοντας" έτσι τον εισερχόμενο αέρα και αυξάνοντας την πυκνότητα της πλήρωσης καυσίμου.

Το σύστημα αυτό έχει μια απόδοση που είναι καλύτερη και χρησιμοποιείται ακόμη και σε αγωνιστικά αυτοκίνητα με LPG που υπερτερούν των ανταγωνιστών τους με βενζίνη στις πίστες.

Το ογκομετρικό φαινόμενο παρέχει μια σημαντική αύξηση στην ισχύ, τη ροπή και την απόσταση που διανύεται ανά λίτρο κατανάλωσης LPG. Υπάρχει επίσης μια σημαντική μείωση στις εκπομπές καυσαερίων σε σύγκριση με άλλα συστήματα LPG, βενζίνης ή πετρελαίου.

Τα παραπάνω αντιπροσωπεύουν μια σημαντική αύξηση στην αίσθηση της ικανοποίησης του οδηγού, παρέχοντας πρόσθετη οικονομία στο κόστος των καυσίμων σε σχέση με τα συστήματα ψεκασμού αερίου LPG και βενζίνης.

3.9 Συστημάτα έμμεσου υγρού ψεκασμού

ΣΥΣΤΗΜΑ LPG της VIALLE

Εξαρτήματα

Για την παρουσίαση αυτού του εντελώς νέου συστήματος έχουν λάβει χώρα πολυάριθμες εξελίξεις. Όλα σχεδόν τα εξαρτήματα είναι τελείως καινούρια ή έχουν τροποποιηθεί πάρα πολύ σε σύγκριση με τα εξαρτήματα που έβρισκε κάποιος στο σύστημα του πνεύμονα. **Ο πνεύμονας και τα εξαρτήματα του μείγματος LPG αέρα έχουν αντικατασταθεί με τη μονάδα συνδέσεων (ρυθμιστής πίεσης, αισθητήρας πίεσης και βαλβίδα αποκοπής) και τα μπεκ ψεκασμού του LPG.** Επίσης, η δεξαμενή είναι τώρα εφοδιασμένη με έναν συνδυασμό πολυβαλβίδας αντλίας για να κυκλοφορεί το υγρό LPG.

Οι χάλκινες σωληνώσεις αντικαταστάθηκαν με συνθετικές σωληνώσεις. Οι συνθετικές σωληνώσεις είναι εύκαμπτες, κάνοντας εύκολη την τοποθέτηση. Είναι επίσης λιγότερο επιρρεπείς στο να υποστούν ζημιά. **Η πίεση διάρρηξης των σωληνώσεων είναι 345 BAR!** Η υψηλή τιμή μόνωσης μειώνει την ανταλλαγή της θερμότητας, μειώνοντας την θέρμανση του LPG, εμποδίζοντας την εξάτμιση μέσα στις σωληνώσεις (γραμμές) του καυσίμου.

Για να ψεκαστεί υγρό LPG είναι αναγκαία μία προκαθορισμένη πίεση του συστήματος. Αυτή η πίεση του συστήματος επιτυγχάνεται από μία αντλία τύπου μεμβράνης μέσα στη δεξαμενή. Η μονάδα της αντλίας αντλεί το LPG μέσα από την δεξαμενή προς τη μονάδα συνδέσεων και προς τα μπεκ ψεκασμού του LPG. **Η περίσσεια του LPG επιστρέφει κατόπιν προς τη δεξαμενή από την γραμμή της επιστροφής, μέσα από τη μονάδα συνδέσεων.**

Η πίεση του συστήματος ρυθμίζεται στα 5 bar πάνω από την πίεση του ρεζερβουάρ, από τον ρυθμιστή πίεσης μέσα στη μονάδα συνδέσεων. Αυτό αποτρέπει τον φραγμό λόγω εξάτμισης μέσα στις σωληνώσεις μέσω, για παράδειγμα, της θέρμανσης από τον

κινητήρα. Η μονάδα συνδέσεων (θα εξεταστεί αναλυτικά παρακάτω) περιλαμβάνει επίσης μία βαλβίδα αποκοπής, η οποία ανοίγει όταν επιλέγεται το LPG και κλείνει όταν επιλέγεται η βενζίνη.

3.10 Συστήματα άμεσου υγρού ψεκασμού (Direct Injection - DI)

Σε αντίθεση με όλα τα προηγούμενα συστήματα τα οποία είναι συστήματα έμμεσου ψεκασμού λόγω του ότι το μίγμα αέρα-καυσίμου δημιουργείται πριν να ανοίξει η βαλβίδα εισαγωγής, υπάρχει **το σύστημα άμεσου ψεκασμού** LPG όπου πλέον η πολλαπλής εισαγωγής είναι καθαρή από βενζίνη, δηλαδή είναι «ξηρή».

Το σύστημα αυτό είναι ακριβότερο γιατί τα μπεκ εκτίθενται σε μεγαλύτερες πιέσεις και θερμοκρασίες (το καύσιμο ψεκάζεται κατ' ευθείαν στον κύλινδρο και όχι πριν τις βαλβίδες εισαγωγής), με συνέπεια να απαιτούνται ακριβότερα υλικά κατασκευής τους καθώς και μεγαλύτερης ακρίβειας ηλεκτρονικά συστήματα διαχείρισης καυσίμου.

Τα πλεονεκτήματα όμως είναι η μεγαλύτερη απόδοση του κινητήρα και η οικονομία καυσίμου. Το καύσιμο ψεκάζεται όταν ακριβώς χρειάζεται, γιατί αφενός ψεκάζεται ακριβώς η ποσότητα που είναι αναγκαία και αφετέρου υπάρχει καλύτερη ομοιογένεια.

Το καύσιμο τροφοδοτείται από τη δεξαμενή έως τον κοινό συλλέκτη καυσίμου (Common header) όπου υπάρχει υψηλή πίεση και κατόπιν μέσω σωληνώσεων διοχετεύεται στα μπεκ που ψεκάζουν στο θάλαμο καύσης.

Στο συλλέκτη υπάρχει μία βαλβίδα πίεσης η οποία επιτρέπει την διατήρηση της πίεσης σε συγκεκριμένη τιμή, απελευθερώνοντας την περίσσεια καυσίμου, ώστε να επιστρέφει στην δεξαμενή.

Τα μπεκ έχουν ακροφύσια με βελονοειδείς βαλβίδες και όχι μόνο με έμβολα όπως τα κλασσικά μπεκ και λειτουργούν σαν ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες.

4. ΟΧΗΜΑΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ (LPG) ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

4.1 Σύντομη ιστορία για τον εμπλουτισμό του πετρελαίου με LPG

1. Καθαρίζονται τις Εκπομπές

Ο κ. Hubart, ένας διαπρεπής μαθηματικός, είχε προβλέψει ότι το φθηνό αργό πετρέλαιο & το καύσιμο θα τελειώσει μέχρι το έτος 2005. Έτσι, για να παραταθεί η ζωή των ορυκτών καυσίμων, ξεκίνησαν πειράματα τα οποία είχαν σκοπό να μειώσουν την εξάρτησή μας από το αργό πετρέλαιο. Στο τέλος της δεκαετίας του 1980 γίνονταν πειράματα για να καθαρίσουν τις εκπομπές που παράγονταν από όλα τα κοινά καύσιμα. Τοποθετήθηκαν καταλυτικοί μετατροπείς για να μειώσουν το CO και το CO₂, στους βενζινοκινητήρες και πρόσθετα στο πετρέλαιο για να μειώσουν την αιθάλη και τα σωματίδια.

2. Συνδυάζοντας Καύσιμα

Τα πειράματα από μηχανικούς κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου είχαν διάφορα αποτελέσματα, καθώς προσπαθούσαν συνδυασμούς καυσίμων για την προώθηση των οχημάτων, ένας από τους οποίους ήταν LPG και πετρέλαιο, άλλοι ήταν CNG και φυτικό καύσιμο, Βενζίνη και πετρέλαιο, Αλκοολούχα καύσιμα και συνθετικά καύσιμα. Αναφέρθηκε ότι ένας στατικός μονοκύλινδρος πετρελαιοκινητήρας; μπορούσε να λειτουργήσει με 10% Diesel και 90% LPG, αλλά όταν αυτό επαναλήφθηκε σε ένα αυτοκίνητο όχημα, ο κινητήρας υπέφερε από προανάφλεξη καθώς το καύσιμο καιγόταν στην κορώνα του εμβόλου και ο κινητήρας καταστράφηκε. Μετά από αυτό 2 κινητήρες Cummins που λειτουργούσαν με μία αναλογία 50 -50 Diesel / LPG καταστράφηκαν επίσης από προανάφλεξη. Όταν έφθασε το μέσο της δεκαετίας; του 1990 τα περισσότερα συστήματα χρησιμοποιούσαν 10-30% LPG και 90-70% Diesel, το οποίο τροφοδοτούνταν στον κινητήρα μέσω μίας μονάδας ανάμειξης. Διέθετε αισθητήρα προανάφλεξης, μία συσκευή η οποία ανιχνεύει την υπερβολική τροφοδοσία καυσίμου,

τοποθετείται στον κινητήρα μειώνοντας έτσι το πετρέλαιο (πολλοί κινητήρες καταστράφηκαν από προανάφλεξη στις χαμηλές στροφές ανά λεπτό).



Άμεσος Ψεκάσμος Πετρελαίου

Η Πρόκληση

Το πρόβλημα ήταν ότι το μείγμα LPG / Diesel ήταν υπερβολικό στις χαμηλές στροφές, έτσι η μέγιστη εξοικονόμηση αυτών των αρχικών συστημάτων ήταν μόνο 5-10%. Υπάρχει τώρα ένας νέος τύπος συστήματος και αντί να χρησιμοποιείται ο αισθητήρας προανάφλεξης για να ρυθμίσει το Diesel, τώρα ρυθμίζονται ταυτόχρονα και τα δύο καύσιμα, πράγμα το οποίο σημαίνει εξοικονόμηση δαπανών καυσίμου σε ολόκληρη την κλίμακα των στροφών, όχι μόνον όταν το όχημα ταξιδεύει μέσα στην περιοχή περιορισμού Diesel. Μειώνεται έτσι η μόλυνση και βελτιώνεται η κατανάλωση ανά 100 χιλιόμετρα, ενώ αποδεικνύεται όχι παρατείνεται η ζωή ίου κινητήρα, όπως ακριβώς στους βενζινοκινητήρες που λειτουργούν με υγραέριο LPG.

Γιατί επιτυγχάνεται εξοικονόμηση από τον συνδυασμό των δύο καυσίμων;

Εάν εξεταστεί πιο προσεκτικά η χημική σύνθεση των καυσίμων προκύπτουν οι δύο θεμελιώδεις αρχές:

- 1. Όσο πιο μεγάλο είναι το μόριο του καυσίμου τόσο πιο αργά καίγεται.*
- 2. Τα υγρά και τα αέρια καίγονται με διαφορετικούς τρόπους*

Τα περισσότερα καύσιμα που χρησιμοποιούνται είναι γνωστά σαν υδρογονάνθρακες HC, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι αποτελούνται από μόρια υδρογόνου και άνθρακα με διαφορετικά μήκη. Η οικογένεια των υδρογονανθράκων ξεκινά με το μεθάνιο και τελειώνει με τα βαρέα έλαια.

4.2 Το LPG ως συμπλήρωμα του πετρελαίου

Ενώ το LPG δεν μπορεί να αντικαταστήσει τελείως το πετρέλαιο στους πετρελαιοκινητήρες, υπάρχουν μεγάλα κέρδη ως προς τα καυσαέρια για τα καινούργια συστήματα πετρελαίου - LPG που χρησιμοποιούν ένα μείγμα έως το ένα τρίτο από LPG στους **κινούμενους** κινητήρες (οχήματα) και ως το μισό στους **στατικούς** κινητήρες (γεννήτριες κ.α.).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΡΟΠΟΥ ΚΑΥΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ

Υδρογονάνθρακες	Κατάσταση	%Καύση	Ατμοσφαιρική Πίεση	Καύση
Μεθάνιο	Αέριο	99,7%	Η καύση ξεκινά με έναν κρότο και τελειώνει με ένα συριγμό	Εκρηκτικό
Αιθάνιο	Αέριο	99,5%	Η καύση ξεκινά με έναν κρότο και τελειώνει με ένα συριγμό	Εξαιρετικά εύφλεκτο (συν)
Προπάνιο	Αέριο	99%	Η καύση ξεκινά με έναν κρότο και τελειώνει με ένα συριγμό	Εξαιρετικά εύφλεκτο
Βουτάνιο	Αέριο	98%	Η καύση ξεκινά με έναν κρότο και τελειώνει με ένα συριγμό	Εύφλεκτο + θερμή Καύση

Πεντάνιο (Βενζίνη)	Υγρό	97,5%	Η καύση ξεκινά με ένα συριγμό και τελειώνει με έναν κρότο	Καύση
Κηροζίνη (Παραφίνη)	Υγρό	90%	Η καύση ξεκινά με ένα συριγμό και τελειώνει με έναν κρότο	Αργή καύση
Ντίζελ	Υγρό	82%	Η καύση ξεκινά με ένα συριγμό και τελειώνει με έναν κρότο	Πολύ Γρήγορος Συριγμός
Ελαφρύ λάδι κινητήρων	Υγρό	78%	Η καύση ξεκινά με ένα συριγμό και τελειώνει με έναν κρότο	Χρειάζεται να θερμανθεί πριν την καύση

Το εύρος της χρήσης του συστήματος, εκτείνεται από κινητήρες επιβατικών αυτοκινήτων μέχρι φορτηγά και άλλα βαριά οχήματα που μπορούν να χρησιμοποιήσουν κινητήρες με ανάφλεξη σπινθήρα.

Περίπου 70,000,000 οχήματα που παράγονται ανά έτος βρίσκονται κάτω από αυτήν την ομπρέλα.

Λεωφορεία και άλλα βαριά οχήματα παράγουν ένα σημαντικό ποσοστό επιβλαβών καυσαερίων και βρίσκονται στο επίκεντρο της προσοχής των κυβερνήσεων παγκόσμια. Η κύρια εξέλιξη στην Ευρώπη με τα βαριά οχήματα είναι η αγορά των λεωφορείων και φορτηγών.

Η Βιέννη χρησιμοποιεί για περίπου 40 χρόνια κινητήρες DAF σε λεωφορεία και έχει πάνω από 400 λεωφορεία που λειτουργούν με LPG χωρίς σημαντικά προβλήματα εφοδιασμού ή ασφαλείας.

Η DAF ξεκίνησε να παράγει λεωφορεία LPG για την αγορά της Ολλανδίας. Χρησιμοποιούν την ίδια αποδεδειγμένη και αξιόπιστη τεχνολογία που υπάρχει στα μοντέρνα

αυτοκίνητα με βενζίνη π.χ. τριοδικοί καταλύτες με σύστημα ελέγχου καυσαερίων με έλεγχο λάμδα. Η μόνη διαφορά είναι ότι χρησιμοποιούν ψεκασμό υγρού LPG αντί πετρελαίου. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στα αυτοκίνητα να πετύχουν μια απαιτούμενη μείωση των LPG και προσφέρουν πολύ καθαρότερα καυσαέρια σε σχέση με το πετρέλαιο. Περισσότεροι από 1000 τέτοιοι κινητήρες προς το παρόν λειτουργούν σε Ευρωπαϊκές πόλεις όπως το Παρίσι ή την Κοπεγχάγη.



Εξαιτίας των σημαντικών κοινών προσπαθειών και των κατασκευαστών κινητήρων και ορισμένων εταιριών καυσίμων για την προαγωγή της περιβαλλοντικής απόδοσης των λεωφορείων με LPG, αυτά υπάρχουν σε πολλές πόλεις σε όλη την Ευρώπη. Στον πίνακα πιο κάτω φαίνεται ότι τα κινούμενα με αέριο λεωφορεία είναι τώρα κάτι κοινό σε πολλές ευρωπαϊκές πόλεις. Στην Αθήνα ο στόλος της Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε. αποτελείται από 2.148 οχήματα από τα οποία τα 414 κινούνται με φυσικό αέριο και τα 1.734 με πετρέλαιο.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΜΕ LPG & CNG ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ (2002)

ΧΩΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	
Αυστρία	550	(MAN)
Τσέχικη	80	
Δανία	270	
Ισπανία	98	(MAN)
Γαλλία	130	

Ιταλία	25	(PAP)
Ολλανδία	150	
Πολωνία	85	
Ελλάδα	414	

4.3 Συστήματα Ανάμιξης Πετρελαιοκινητήρων με LPG

Η τεχνολογία των συστημάτων LPG, προχώρησε ακόμη περισσότερο από κάποιες εταιρίες, παρουσιάζοντας συστήματα ανάμιξης LPG με Πετρέλαιο, περιορίζοντας έτσι ακόμη περισσότερο τις εκπομπές των ρύπων όπως ήδη προαναφέρθηκε.

Αυτό συμβαίνει γιατί το κατά κανόνα βραδύκαυστο πετρέλαιο, (πράγμα το οποίο οδηγεί σε καπνό (αιθάλη) και σωματίδια άνθρακα), όταν εμπλουτιστεί με υγραέριο, το οποίο είναι σχετικά ταχύκαυστο, βελτιώνεται αφενός θερμοδυναμικά αλλά και αφετέρου η καύση του πλησιάζει περισσότερο την ιδανική καύση.

Μάλιστα εάν ένα όχημα είναι Euro 3, με την προσθήκη αυτού του συστήματος κατατάσσεται αυτόματα σε κατηγορία Euro 4 και από Euro 4 σε Euro 5 αντίστοιχα.

Η εφαρμογή τους (κυρίως λόγω κόστους) γίνεται στα βαρέα οχήματα.

Τα αποτελέσματα ενός τέτοιου συστήματος υγρού ψεκασμού είναι:

- *Ανάμιξη με LPG από 30% έως 80%.*
- *Μείωση του πρόσθετου Ad Blue (ουρία) τουλάχιστον 50%.*
- *Σταθεροποίηση της μέγιστης παροχής αερίου LPG.*
 - *Σταθερή ανταπόκριση του κινητήρα σε ροπή και ισχύ, ανεξαρτήτου καυσίμου.*
 - *Μεγαλύτερη αυτονομία / οικονομία καυσίμου.*
 - *Καμία μετατροπή του κινητήρα.*

- Καθαρότερος κινητήρας με αποτέλεσμα την κατάταξη του σε επόμενη κατηγορία Euro από αυτή που έχει ήδη ταξινομηθεί.



Δεξαμενή Diesel επάνω και LPG κάτω. Χωρητικότητας 350Lt

5. ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

5.1 Υβριδικά οχήματα διπλού καυσίμου LPG – CNG

Υβριδικά αυτοκίνητα είναι εκείνα που χρησιμοποιούν για κίνηση τους και την λειτουργίας τους δυο πηγές ενέργειας. Τόσο λοιπόν ο βενζινοκινητήρας όσο και ο πετρελαιοκινητήρας που χρησιμοποιούνται σαν κύρια πηγή ενέργειας μπορούν να μετατραπούν σε κινητήρες διπλού καυσίμου για περαιτέρω οικονομία και βελτίωση των εκπομπών ρύπων. Η μετατροπή τους σε κινητήρες διπλού καυσίμου γίνεται σύμφωνα με όσα αντίστοιχα ισχύουν χωρίς να επηρεάζεται η δευτερεύουσα πηγή ενέργειας, ο ηλεκτροκινητήρας.



5.2 Κιτ LPG για μοτοσικλέτες

Όπως έχει αναφερθεί, χρησιμοποιώντας κατάλληλα εξαρτήματα, οποιοσδήποτε τετράχρονος κινητήρας με ανάφλεξη μπορεί να μετατραπεί ώστε να λειτουργεί με LPG: σκούτερ, μοτοσικλέτες, αυτοκίνητα, κλειστά φορτηγά ή ακόμη και σκάφη!



Κιτ μετατροπής κινητήρα μοτοσυκλέτας σε κινητήρα διπλού καυσίμου

Όπως και για τα αυτοκίνητα έτσι και για τις μοτοσικλέτες υπάρχουν αντίστοιχα συστήματα μετατροπής του κινητήρα, από κινητήρες



Μετατροπή κινητήρα μοτοσυκλέτας σε κινητήρα διπλού καυσίμου. Η δεξαμενή LPG βρίσκεται κάτω από το κάθισμα της μοτοσυκλέτας

6. ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

6.1 Μέτρα ασφάλειας κατά τη διάρκεια εργασιών αερίων καυσίμων

Γενικά όλα τα μέτρα ασφάλειας που λαμβάνονται κατά τη λειτουργία του συνεργείου θα πρέπει να τηρούνται και στις διαδικασίες τοποθέτησης και εγκατάστασης συστημάτων αερίων καυσίμων

Κατά την αρχική τοποθέτηση δεν υπάρχει αέριο στο σύστημα τροφοδοσίας.

Ιδιαίτερη προσοχή όμως θα πρέπει να λαμβάνεται όταν όχημα με αέριο καύσιμο LPG έρχεται στο συνεργείο για επισκευή και συντήρηση.

Το LPG είναι ένα εύφλεκτο αέριο που χρησιμοποιείται ως καύσιμο ή προωθητικό και κανονικά αποθηκεύεται υπό πίεση σε υγρή μορφή. Το LPG είναι φυσικά άχρωμο, άοσμο και άγευστο. Για λόγους ασφαλείας, **το LPG περιέχει μια χημική ένωση που παράγει οσμή και ονομάζεται αιθυλική μερκαπτάνη**. Ακόμη και μικρές συγκεντρώσεις αερίου τόσο όσο και 0,5% μπορούν εύκολα να ανιχνευθούν. **Ασφυξία μπορεί να συμβεί σε περιορισμένες ή κλειστές περιοχές χωρίς επαρκή αερισμό εάν το LPG εκτοπίσει το 21 % οξυγόνου που περιέχει ο αέρας.**

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Όταν εργάζεστε πάνω ή κοντά σε ένα σύστημα αποθήκευσης καυσίμου LPG, να έχετε ως προτεραιότητα την ασφάλεια. Ακολουθήστε όλες τις συστάσεις και διαδικασίες ασφαλείας.

1. Εκπαιδευμένο Προσωπικό

Μόνο εξειδικευμένο προσωπικό με την κατάλληλη εκπαίδευση ή πιστοποιήσεις πρέπει να συντηρεί το σύστημα αποθήκευσης καυσίμου LPG και τα εξαρτήματα του συστήματος. Το σύστημα αποθήκευσης καυσίμου LPG διαθέτει εξαρτήματα υπό πίεση και

ο χειρισμός τους πρέπει να γίνεται ιδιαίτερη προσοχή.

Τα άτομα πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένα στη χρήση του απαιτούμενου εξοπλισμού για την εκτέλεση εργασιών, τη συντήρηση του συστήματος καυσίμου LPG τρόπο.

2. Εξοπλισμός Ασφαλείας

- **Οι πινακίδες ασφαλείας LPG** όπως απαιτούνται από την Διεθνή και Εθνική νομοθεσία πρέπει να τοποθετούνται τόσο στο όχημα όσο και κατά την εκτέλεση εργασιών, τον ανεφοδιασμό και άλλες περιοχές εφαρμογής εκεί που είναι εύκολα ορατές.
- Για την προστασία έναντι πυρκαγιάς, **φορητοί πυροσβεστήρες** που έχουν αξιολογηθεί κατάλληλοι για την πυρόσβεση πυρκαγιών LPG.
- **Αυτόνομες αναπνευστικές συσκευές** πρέπει να βρίσκονται στην καθορισμένη περιοχή και να είναι άμεσα διαθέσιμες για χρήση σε περιπτώσεις ανάγκης.
- Πρέπει να χρησιμοποιείται πάντα **φωτισμός και θέρμανση που είναι σύμφωνος την Διεθνή και Εθνική νομοθεσία** στους χώρους που γίνονται εργασίες σε χώρους επισκευής και συντήρησης ή και ανεφοδιασμού συστημάτων LPG.
- Κατά την επιθεώρηση για διαρροές αερίου, πρέπει να χρησιμοποιείτε μόνο **πιστοποιημένο εξοπλισμό ανίχνευσης διαρροής ή και διαλύματα**.
- Χρησιμοποιήστε εργαλεία που είναι σε καλή κατάσταση και κατάλληλα για την συντήρηση ή επισκευή που εκτελείται.
- Πρέπει να φοράτε **προστατευτικά γυαλιά και γάντια** κατά την εκτέλεση εργασιών σε ένα σύστημα LPG καθώς κατάλληλο και ασφαλή ρουχισμό εργασίας.

7. ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

7.1 Κατασκευαστές αυτοκινήτων και LPG

Υπάρχει μια αυξητική τάση προς το LPG, που δημιουργεί την πίστη ότι η ισχυρή ζήτηση θα εμφανιστεί από τους κατασκευαστές των αυτοκινήτων εντός των επόμενων ετών. Ένας σημαντικός Γερμανός κατασκευαστής, επενδυτής στο σύστημα υγρού ψεκασμού, υπόδειξε σε μια μελέτη αγοράς ότι το 10% των αυτοκινήτων 2.2 λίτρων μπορεί να πολωθεί με Υγρό Ψεκασμό, κάτι που αντιστοιχεί σε 45000 αυτοκίνητα ανά έτος.

*Αν και κάποιοι κατασκευαστές αυτοκινήτων απαγορεύουν τη χρήση **LPG** στην Ελλάδα, οι περισσότεροι κατασκευαστές αυτοκινήτων προσφέρουν το **LPG** ως προαιρετική εγκατάσταση από το εργοστάσιο ή ως μετατροπή κατά τη στιγμή της αγοράς κάποιων μοντέλων.*

Στην Ευρώπη, η VOLVO προσφέρει αυτοκίνητα διπλού καυσίμου, με πλήρη συναρμολόγηση στο εργοστάσιο με εξοπλισμό ειδικά σχεδιασμένο και για τη VOLVO.

Σε μια μεγάλη ώριμη βιομηχανία όπως είναι η αυτοκινητοβιομηχανία, οι κορυφαίες εταιρίες σπάνια βιάζονται να υιοθετήσουν νέες τεχνολογίες, μέχρι να αναγκαστούν από 3 εξωγενείς παράγοντες να το πράξουν:

- την πίεση του κοινού,
- τον ανταγωνισμό και
- τη νομοθεσία.

Όμως, οι κατασκευαστές αυτοκινήτων έχουν ήδη δει μια σημαντική ζήτηση για τα συστήματα καυσίμου LPG όταν προσφέρονται προαιρετικά στην παράδοση καινούργιο, αυτοκινήτου, σε επιβατηγό, επαγγελματικό αυτοκίνητα και σε στόλους. Η διαθεσιμότητα του συστήματος υγρού ψεκασμού πρέπει να αυξήσει σημαντικά αυτή τη ζήτηση.

1. Πλήρης μετατροπή ή διπλό καύσιμο,

Με την ευρεία γεωγραφική εξάπλωση των σημείων λιανικής πώλησης LPG η τάση προς το LPG είναι όπως προαναφέρθηκε αυξητική, ο φόβος να μην είναι δυνατή λήψη LPG έχει υποχωρήσει. Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι η κατάσταση θα αλλάξει πολύ σύντομα όσο εισέρχονται νέα αυτοκίνητα και ο αριθμός των πρατηρίων θα αυξηθεί σημαντικά. Για τα περισσότερα ταξί, τους μεταφορείς και τους στόλους οχημάτων, το LPG είναι η μόνη εμφανής επιλογή.

2. Το πλεονέκτημα τιμής του LPG

Εξαιτίας των καλά αναγνωρισμένων περιβαλλοντικών οφελών, οι κυβερνήσεις παρέχουν ισχυρά οικονομικά κίνητρα για να ενθαρρύνουν τη χρήση του LPG σε σχέση με τη βενζίνη.

Στην Αυστραλία, η RACV παρέχει μια ανάλυση τρέχοντος κόστους που περιλαμβάνει δεδομένα που επιτρέπουν την άμεση σύγκριση του κόστους καυσίμου μεταξύ τριών δημοφιλών "μεγάλων αυτοκινήτων" που λειτουργούν με βενζίνη σε σχέση με το LPG.

7.2 Τρόπος υπολογισμού κόστους LPG

Στην πράξη η κατανάλωση υγραερίου παλαιότερα ήταν περίπου 20% υψηλότερη από την κατανάλωση βενζίνης, για το ίδιο όχημα στο οποίο εφαρμόζονται τα ίδια χαρακτηριστικά οδήγησης. Σήμερα στα αυτοκίνητα τα οποία έχουν πλήρως ηλεκτρονικό ψεκασμό και προηγμένα συστήματα ελέγχου τροφοδοσίας καυσίμου, αυτό περιορίστηκε σημαντικά. Μία καλή ρύθμιση και χρήση του αυξημένης κατανάλωσης υγραερίου χαμηλότερα από 10%. Η διαφορά αυτή μπορεί να γίνει και μικρότερη, έως και μηδενική, σύμφωνα με τους κατασκευαστές συστημάτων LPG, στα νέα συστήματα υγρού ψεκασμού LPG.

Για να υπολογιστεί η αποτελεσματικότητα απόσβεσης του κόστους εγκατάστασης και χρήσης συστημάτων υγραερίου, θα πρέπει να γνωρίζετε τα παρακάτω:

- Ποια είναι η ετήσια απόσταση που θα διανυθεί από το όχημα σε χιλιόμετρα.
- Ποια είναι η κατανάλωση καυσίμων του οχήματος, λίτρα ανά εκατό χιλιόμετρα

- Ποιο είναι το μέσο κόστος της βενζίνης σε ευρώ
- Ποιο είναι το μέσο κόστος υγραερίου σε ευρώ

Για την εκτίμηση της κατανάλωσης βενζίνης και το κόστος της μπορεί να γίνει ο υπολογισμός με τον τρόπο που φαίνεται στον πρώτο πίνακα.

Με ανάλογο υπολογισμό ισχύει η εκτίμηση του κόστους κατανάλωσης για το υγραέριο (Πίνακας 2).

Εάν γνωρίζετε το ποσοστό αύξηση κατανάλωσης LPG για το σύστημα που χρησιμοποιείτε πολλαπλασιάζετε την κατανάλωση με τον ανάλογο συντελεστή.

Για παράδειγμα σε ένα συμβατικό σύστημα όπου η κατανάλωση καυσίμων αυξάνει κατά περίπου 20%, το κόστος θα αυξηθεί κατά ένα συντελεστή 1,20 και ο νέος υπολογισμός γίνεται για το LPG με τον τρόπο που φαίνεται στο δεύτερο πινακάκι.

Επίσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για κάθε χώρα οι ειδικές συνθήκες που μπορεί να εφαρμόζονται, όπως οι επιχορηγήσεις- επιδοτήσεις κατά την μετατροπή του οχήματος σε όχημα διπλού καυσίμου

1. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΒΕΝΖΙΝΗΣ	
Βενζίνη: Km x L/100 x €	Διανυόμενη απόσταση σε χιλιόμετρα x λίτρα βενζίνης /ανά εκατό χιλιόμετρα, x το κόστος της βενζίνης ανά λίτρο = συνολικό ετήσιο κόστος
2. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ LPG	
Υγραέριο: Km x L/100 x 1.20 x €	Διανυόμενη απόσταση σε χιλιόμετρα x λίτρα LPG / ανά εκατό χιλιόμετρα, x συντελεστή αυξημένης κατανάλωσης, X το κόστος του LPG / ανά λίτρο = συνολικό ετήσιο κόστος

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά βάσει των πιο πάνω ενοτήτων τα οχήματα υγραερίου θα πρέπει να θεωρούνται τα οχήματα του σύγχρονου μέλλοντος.

Τα πλεονεκτήματα για τα οποία τα οχήματα υγραερίου θα πρέπει να θεωρούνται οχήματα του σύγχρονου μέλλοντος είναι τα εξής:

- Το υγραέριο είναι πιο **καθαρό καύσιμο** από τη βενζίνη, επομένως δεν δημιουργούνται υπολείμματα στον κινητήρα, που συνήθως τον φθείρουν, μειώνοντας το προσδόκιμο καλής λειτουργίας του. Αυτό βέβαια σημαίνει ότι με τη χρήση υγραερίου αποφεύγονται φθορές στον κινητήρα και τον καταλύτη. Ο κινητήρας του αυτοκινήτου που χρησιμοποιεί υγραεριοκίνηση χρειάζεται λιγότερο σέρβις γιατί αποφεύγονται οι επικαθίσεις σωματιδίων άνθρακα στους κυλίνδρους, τα λιπαντικά δε ρυπαίνονται, και τα μπουζί παραμένουν πιο καθαρά. Επιπλέον καθώς το υγραέριο δε διαλύεται στα λιπαντικά, οι αλλαγές λαδιών και φίλτρων είναι αραιότερες.
- **Η τιμή του υγραερίου** είναι επίσης ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα, καθώς μειώνει το κόστος των μετακινήσεων περίπου στο μισό.



Η τιμή της βενζίνης κυμαίνεται περίπου στο 1,7 – 1,8 ευρώ το λίτρο , ενώ η τιμή του υγραερίου στα 0,90 ευρώ.

Έτσι λοιπόν με 10 ευρώ καυσίμων, το όχημα θα διανύσει περίπου 145 χιλιόμετρα αν κινείται με υγραέριο, 109 χλμ αν κινείται με ντίζελ και 74 χλμ αν κινείται με βενζίνη.

Το ενδιαφέρον είναι ότι στην ΕΕ η τιμή του υγραερίου πρέπει να είναι πάντα το ½ της τιμής της βενζίνης, σύμφωνα με κοινοτική οδηγία που ισχύει μέχρι το 2018. Επομένως, ακόμα και αν ανησυχεί κάποιος για πιθανή αύξηση της τιμής του υγραερίου, σε κάθε περίπτωση θα είναι μισή σε σχέση με τη βενζίνη, που ακριβαίνει διαρκώς τα τελευταία χρόνια.

Έχει υπολογιστεί ότι για ένα μέσο αυτοκίνητο που κάνει περίπου 10.000 χιλιόμετρα το χρόνο, η απόσβεση του κόστους εγκατάστασης γίνεται περίπου σε 10-12 μήνες. Καταλαβαίνετε λοιπόν, πόσο **μεγάλη οικονομία στα καύσιμα** μπορεί να προσφέρει η υγραεριοκίνηση.

Επιπλέον πρέπει να προσθέσουμε ότι το υγραέριο δεν μπορεί να νοθευτεί, επομένως αποφεύγονται τόσο οι οικονομικές απώλειες, όσο και οι φθορές που σχετίζονται με τα νοθευμένα καύσιμα.

- Το υγραέριο θεωρείται πολύ ασφαλές καύσιμο. Κατά πρώτον, η δεξαμενή υγραερίου δεν επικοινωνεί με την καμπίνα επιβατών, επομένως ακόμα και στην απίθανη περίπτωση διαρροής δεν επηρεάζονται οι επιβάτες.

Τόσο η δεξαμενή όσο και οι συσκευές που εγκαθίστανται στο όχημα πληρούν αυστηρές προδιαγραφές ασφαλείας, έχουν πιστοποίηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης και δοκιμάζονται σε υψηλές πιέσεις, προκειμένου να προσφέρουν **μέγιστη ασφάλεια**.

Ακόμα και σε περίπτωση διαρροής, το υγραέριο διαχέεται στην ατμόσφαιρα και δεν παραμένει στους γύρω χώρους, όπως γίνεται με την περίπτωση των καύσιμα. Τέλος, οι πιθανότητες έκρηξης είναι πολύ μικρές, γιατί δεν υπάρχει οξυγόνο, ενώ η πίεση στο εσωτερικό τη δεξαμενής διατηρείται πάντα στα ίδια επίπεδα.

- Το υγραέριο ονομάζεται και **πράσινο καύσιμο**, γιατί είναι ιδιαίτερα φιλικό προς την ατμόσφαιρα.

Το υγραέριο χαρακτηρίζεται από τις χαμηλές εκπομπές ρύπων συγκριτικά με τη βενζίνη και το πετρέλαιο.

Υπάρχουν μάλιστα μετρήσεις που καταδεικνύουν ότι οι εκπομπές ρύπων κινητήρα που οφείλονται στο υγραέριο LPG είναι μικρότερες κατά:

- 80% στους υδρογονάνθρακες σε σχέση με το ντίζελ, και 40% σε σχέση με τη βενζίνη
- 90% σε CO σε σχέση με το ντίζελ, και 60% σε σχέση με τη βενζίνη
- 60% σε οξείδιο του αζώτου σε σχέση με το ντίζελ και τη βενζίνη
- 5% CO₂ σε σχέση με το ντίζελ και 10% σε σχέση με τη βενζίνη



Επομένως το υγραέριο συμβάλλει στην μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου ελαττώνοντας τη ρύπανση της ατμόσφαιρας σημαντικά.

- Η μετατροπή στο αυτοκίνητο έτσι ώστε να δέχεται και υγραέριο, είναι μια εξαιρετικά πρακτική λύση, ειδικά για όσους κάνουν μακρινά ταξίδια και θέλουν να έχουν **διπλάσια αυτονομία**, αφού ανά πάσα στιγμή μπορούν να χρησιμοποιήσουν είτε τη βενζίνη είτε το υγραέριο. Η εγκατάσταση συσκευής υγραερίου δεν καταργεί την δυνατότητα χρήσης της βενζίνης, επομένως ο οδηγός επιλέγει το καύσιμο που επιθυμεί να χρησιμοποιήσει κάθε φορά, προσφέροντας διπλάσια αυτονομία στο όχημα του.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κυριάκης Ν., Μηχανές Εσωτερικής Καύσης, εισαγωγή στη χρήση και τη λειτουργία, Εκδόσεις Σοφία, Θεσσαλονίκη, 2006
- Ζαχμάνογλου Θ., Καπετανάκης Γ., Καταμπίλας Π., Σπόζιτο Π., ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ, ΥΓΡΑΕΡΙΟ (LPG) & ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (CNG), Αθήνα, 2011
- <http://www.caroto.gr/>
- <http://www.carshybrid.gr/>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Liquefied_petroleum_gas
- Can Cars Come Clean? Strategies for Low-Emission Vehicles: Strategies for Low-Emission Vehicles, OECD Publishing, 2004