

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

- ▶ Σκοπός του συστήματος πέδησης
- ▶ Ενέργεια πέδησης
- ▶ Παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση
- ▶ Είδη συστημάτων πέδησης
- ▶ Διατάξεις υδραυλικών συστημάτων πέδησης
- ▶ Υγρά φρένων
- ▶ Βοηθητικά συστήματα πέδησης
- ▶ Φθορές - Βλάβες
- ▶ Συντήρηση
- ▶ Ανακεφαλαίωση
- ▶ Ερωτήσεις
- ▶ Βοηθητικά συστήματα πέδησης
- ▶ Αερόφρενα
- ▶ Αντιμπλοκαριστικό σύστημα φρένων (ABS)
- ▶ Ανακεφαλαίωση
- ▶ Ερωτήσεις - Ατομική Εργασία



ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη του κεφαλαίου αυτού, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να ορίζουν το σύστημα πέδησης ενός αυτοκινήτου.
- Να προσδιορίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση ενός οχήματος.
- Να διακρίνουν, με τη βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων, πραγματικών κατασκευών) και να αναφέρουν τα διάφορα είδη των συστημάτων πέδησης.
- Να αξιολογούν και να περιγράφουν, μέσα από λειτουργικά ή κατασκευαστικά σχέδια, τον τρόπο λειτουργίας του χειρόφρενου (μηχανικού φρένου).
- Να διακρίνουν, με τη βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων και πραγματικών εξαρτημάτων) και να περιγράφουν τα μέρη που απαρτίζουν ένα πλήρες συγκρότημα συστήματος υδραυλικής πέδησης.
- Να αξιολογούν και να εξηγούν, μέσα από λειτουργικά σχέδια, τη λειτουργία του υδραυλικού συστήματος πέδησης.
- Να αναφέρουν τα μέρη του συστήματος υποβοήθησης του κυρίως συστήματος πέδησης και να περιγράφουν, με τη βοήθεια εποπτικών μέσων, τη λειτουργία του συστήματος αυτού με υποπίεση κινητήρα και πεπιεσμένο αέρα.
- Να μπορούν να συσχετίζουν τις βασικότερες βλάβες του συστήματος πέδησης με τα πιθανά αίτια, που τις προκαλούν.
- Να εξηγούν, μέσα από λειτουργικά σχέδια, τη λειτουργία των αερόφρενων.
- Να περιγράφουν, μέσα από λειτουργικά σχέδια, την αρχή λειτουργίας του συστήματος ABS.
- Να ακολουθούν τους τρόπους συντήρησης των συστημάτων πέδησης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών.

6.1. Σκοπός του συστήματος πέδησης

Σκοπός του συστήματος πέδησης ή φρένων είναι να επιτρέπει στον οδηγό να μειώνει προοδευτικά την ταχύτητα του ο-

χήματός του, να το σταματά τελείως, όταν αυτό κινείται, ή να το αποτρέπει από αυτόματη και ανεπιθύμητη εκκίνηση, όταν είναι σταματημένο, ανεξάρτητα από την κλίση του δρόμου.

Η λειτουργία του συστήματος αυτού βασίζεται στην τριβή. Τα ενεργά μέρη του συστήματος διακρίνονται, κυρίως, σε δύο ομάδες: Στην πρώτη ομάδα ανήκουν όσα μέρη είναι ακίνητα και σταθερά συνδεδεμένα με τα ακίνητα μέρη των αξόνων των τροχών, ενώ στη δεύτερη ομάδα ανήκουν όσα μέρη είναι κινούμενα.

Όταν οι σταθερές επιφάνειες τριβής πιεστούν με μεγάλη δύναμη επάνω στις κινητές, αναπτύσσεται ισχυρή τριβή, η οποία εξουδετερώνει την κινητική ενέργεια, που έχει αναπτύξει το όχημα, και η οποία τριβή μετατρέπεται σε θερμότητα, που στη συνέχεια απάγεται στο περιβάλλον.

Η δύναμη που φέρνει σε επαφή τις επιφάνειες τριβής, είναι αυτή που καταβάλλει ο οδηγός με το πόδι ή με το χέρι του και μεταφέρεται σ'αυτές από το σημείο εφαρμογής της, δηλαδή από το πεντάλ του φρένου (ποδοπληκτρο) ή το μοχλό του χειρόφρενου.

Όταν η δύναμη πέδησης μεταφέρεται με μηχανικά μέσα, το σύστημα της πέδησης ονομάζεται μηχανικό, ενώ, όταν μεταφέρεται με υδραυλικά μέσα, ονομάζεται υδραυλικό. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως π.χ. σε βαριά φορτηγά, λεωφορεία ή ακόμη και σε μικρότερα επιβατικά αυτοκίνητα, όπου η δύναμη πέδησης δεν επαρκεί, ή είναι μεγάλη και κοπιαστική η προσπάθεια του οδηγού, τότε χρησιμοποιούνται και βοηθητικά συστήματα. Αυτά ενισχύουν το υδραυλικό σύστημα πέδησης, είτε με τη χρησιμοποίηση του κενού του κινητήρα, είτε με τη χρήση άλλης δύναμης, όπως είναι συνήθως ο πεπιεσμένος αέρας, οπότε ο οδηγός περιορίζεται στο να ελέγχει μόνον τη νέα αυτή δύναμη, με την καταβολή πολύ μικρής προσπάθειας.

6.2. Ενέργεια πέδησης

Είναι γνωστό από τη Μηχανική, ότι κάθε σώμα που κινείται, εμπεριέχει ένα ποσό ενέργειας - και, άρα, αποκτά την ικανότητα για παραγωγή έργου - και η οποία ενέργεια αποδίδεται, όταν υποχρεωθεί το σώμα να σταματήσει την κίνηση.

Η ενέργεια αυτή ονομάζεται κινητική (E_k) και είναι γνωστό από τη Φυσική, ότι ισούται με:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (1)$$

όπου, m η μάζα του σώματος που κινείται, σε kg, και v η ταχύτητα του σώματος σε m/sec.

Σημειώνεται ότι το βάρος B του σώματος μάζας m , θα είναι: $B = m \cdot g$, και $m = B/g$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Παράδειγμα:

Ένα αυτοκίνητο με μάζα 1000 kg, που κινείται με ταχύτητα 72 km/h (δηλαδή:

$$\frac{72.000m}{3.600sec} = 20 m/sec),$$

αν θεωρήσουμε: $g = 9,81 m/sec^2$, θα έχει βάρος:

$$B = m \cdot g = 1000 \cdot 9,81 = 9810 \text{ N και}$$

κινητική ενέργεια:

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{B}{g} \cdot v^2 = \\ &= \frac{1}{2} \cdot \frac{9810}{9,81} \cdot \frac{N}{m} \cdot 20^2 \frac{m^2}{sec^2} = \\ &= 400.000 \text{ N} \cdot m [Joule] = 400kJ. \end{aligned}$$

Σημειώνεται ότι: $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{sec}^2$.

Έτσι, για να σταματήσει το όχημα που κινείται, πρέπει να απαλλαγεί από την κινητική του ενέργεια, πρέπει, δηλαδή, η **κινητική ενέργεια** E_k να μετατραπεί - μέσω του έργου τριβής - σε θερμότητα ($E_k = E_{\text{πεδνησης}}$). Η ενέργεια αυτή ονομάζεται **έργο τριβής** ή **έργο πέδησης**.

Αν, λοιπόν, ονομάσουμε S_n το διάστημα σε μέτρα (m), κατά το οποίο μετακινήθηκε το κέντρο βάρους ενός οχήματος, και F_n τις δυνάμεις (σε N), που αντιστέκονται στην κίνηση του οχήματος και προσπαθούν να το φρενάρουν, τότε το γινόμενο $F_n \cdot S_n$ θα ισούται με την κινητική ενέργεια (E_k) ή Έργο Πέδησης ($E_{\text{πεδ.}}$). Θα έχουμε, δηλαδή:

$$E_{\text{πεδνησης}} = F_n \cdot S_n \text{ (N} \cdot \text{m)} \quad (2)$$

και

$$E_{\text{πεδνησης}} = F_n \cdot S_n = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Leftrightarrow$$

$$S_n = \frac{m \cdot v^2}{2 F_n} \text{ σε } \frac{\text{Kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{sec}^2}}{\frac{\text{Kg} \cdot \text{m}}{\text{sec}^2}} = m \quad (3)$$

Είναι φανερό, ότι για συγκεκριμένο όχημα και ταχύτητα, το διάστημα S_n , το οποίο ονομάζεται διαδρομή πέδησης, είναι τόσο μικρότερο, όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη πέδησης F_n . Η δύναμη αυτή (F_n), είναι φυσικό, ότι δεν μπορεί να εφαρμοσθεί πουθενά αλλού, εκτός από τα σημεία επαφής των τροχών με το οδόστρωμα και ότι δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη τριβής μεταξύ τροχών και οδοστρώματος.

Αν, λοιπόν, ονομασθεί T η μεγαλύτερη δυνατή δύναμη τριβής σε οριζόντιο

έδαφος, αυτή θα είναι ίση με:

$$T_{\text{max}} = F_n = \mu_{\text{max}} \cdot B \quad (4)$$

όπου, μ_{max} ο μέγιστος συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ τροχών και οδοστρώματος και B το βάρος του οχήματος σε (N).

Επειδή, όμως, η μεγαλύτερη δυνατή δύναμη πέδησης είναι η T (οπότε $F_n = T$, σύμφωνα με τις προηγούμενες σχέσεις), η μικρότερη δυνατή διαδρομή πέδησης θα είναι S_n , (όταν $\mu = \mu_{\text{max}}$ και όπου g = η επιτάχυνση της βαρύτητας), δηλαδή:

$$\begin{aligned} S_n &= \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot \mu_{\text{max}} \cdot B} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\frac{B}{g} \cdot v^2}{\mu_{\text{max}} \cdot B} = \\ &= \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{\mu_{\text{max}} \cdot g} \end{aligned} \quad (5)$$

Αν μελετηθεί η κίνηση του οχήματος, από τη στιγμή που αρχίζει το φρενάρισμα μέχρι την πλήρη ακινητοποίηση του, θα συμπεράνουμε ότι η κίνηση, θεωρητικά, είναι μία ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση. Αν ονομασθεί a η επιβράδυνση (δηλαδή η αρνητική επιτάχυνση της κίνησης αυτής), τότε με εφαρμογή του 2ου Νόμου του Νεύτωνα (Newton) στο κινούμενο όχημα, θα έχουμε:

$$\Sigma F = m \cdot a \Rightarrow F_n = m \cdot a \quad (6)$$

Σημείωση: Ήδη, από πριν έχουμε προχωρήσει στη σήμανση του άξονα της κίνησης με + κατά τη φορά της επιβράδυνσης.

Αφού, όπως είπαμε πιο πάνω, η μεγαλύτερη δυνατή δύναμη πέδησης είναι η T ,

δηλαδή η μέγιστη δύναμη τριβής μεταξύ τροχών και εδάφους, άρα και η μεγαλύτερη επιβράδυνση που μπορεί να ασκηθεί στο όχημα, θα είναι τόση, ώστε το άθροισμα των δυνάμεων πέδησης (ΣF_n) να ισούται με την τριβή (T), δηλαδή:

$$\Sigma F_n = T \Rightarrow m \cdot a = \mu \cdot B \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m \cdot a = \mu \cdot m \cdot g = m \cdot a$$

και

$$a = \mu \cdot g \text{ ή } \alpha_{\max} = \mu_{\max} \cdot g \quad (7)$$

Έτσι, εφόσον η επιβραδύνουσα δύναμη (άθροισμα δυνάμεων αδράνειας κατά τη πέδηση) $\Sigma F_n = m \cdot a$ είναι ίση με τη δύναμη Τριβής T ($T = \mu \cdot B$), οι τροχοί παύουν να κυλούν στο έδαφος και αρχίζουν να ολισθαίνουν, η δε μορφή της τριβής μεταξύ τροχών και οδοστρώματος αλλάζει και από τριβή κύλισης γίνεται τριβή ολίσθησης.

Θεωρητικά, λοιπόν, το καλύτερο και πιο αποτελεσματικό φρενάρισμα γίνεται όταν η δύναμη τριβής ολίσθησης $T_{ολ}$ είναι ίση με το βάρος B του οχήματος, ή ακόμη όταν ο συντελεστής τριβής (μ) είναι ίσος με το 1 ($\mu_{\max}=1$), γιατί τότε η επιβράδυνση (a) είναι ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας (g), δηλαδή:

$$a = g \quad (8)$$

Στην πράξη, συνήθως, για στεγνό οδόστρωμα με άσφαλτο, παίρνουμε $\mu_{ολίσθησης}$:

$$\mu_{ολ} = 0,60 \quad \mu_{\max} = 0,60$$

οπότε, η αντίστοιχη επιβράδυνση θα είναι:

$$a = \mu_{ολ} \cdot g = 0,60 \cdot g = 0,6 \cdot 9,81 \text{ m/sec}^2 \approx 6 \text{ m/sec}^2$$

Υπολογισμός πραγματικής διαδρομής και χρόνου πέδησης

Εάν γίνει η ακινητοποίηση των τροχών, το ζεύγος της πέδησης είναι ίσο με το ζεύγος της αδράνειας, οπότε αρχίζει η ολίσθηση του αυτοκινήτου και ο συντελεστής τριβής κύλισης γίνεται συντελεστής ολίσθησης, ενώ θεωρώντας τον $\mu = \mu_{ολ} = 0,6$, η διαδρομή πέδησης (S_n) θα είναι:

$$S_n = \frac{m \cdot v^2}{2\mu_{ολ} \cdot B} = \frac{\frac{B}{g} \cdot v^2}{2\mu_{ολ} \cdot B} =$$

$$= \frac{B \cdot v^2}{2\mu_{ολ} \cdot g \cdot B} = \frac{v^2}{2\mu_{ολ} \cdot g} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow S_n = \frac{20^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 9,81} \frac{\frac{m^2}{\text{sec}^2}}{\frac{m}{\text{sec}^2}} = 33,98 \text{ m}$$

Άρα, η πραγματική διαδρομή της πέδησης $S_n = 33,98 \text{ m}$

Εάν υπολογισθεί και 1 sec, ως καθυστέρημένη αντίδραση του οδηγού, μέχρις ότου αυτός ενεργήσει επάνω στο πεντάλ, δηλαδή 20 m επιπλέον, τότε:

$$S_n = 33,98 + 20 = 53,98 \text{ m}$$

Είναι γνωστό, ότι κατά την επιβραδυνόμενη κίνηση, η τελική ταχύτητα u , θα είναι:

$$v = v_o - \alpha \cdot t$$

όπου v_o , η αρχική ταχύτητα του οχήματος τη στιγμή που εφαρμόζεται η πέδη και αρχίζει, ταυτόχρονα, και η ολίσθηση του τροχού, και αν $v=0$, έχουμε:

$$0 = v_o - \alpha \cdot t \text{ και } t = \frac{v_o}{\alpha}$$

Επίσης, είναι γνωστό από τη σχέση (7), ότι γενικά, $a = \mu \cdot g$

Εφόσον $v_o = 20 \text{ m/sec}$, ο θεωρητικός χρόνος πέδησης (t_θ), θα είναι:

$$t_\theta = \frac{v_o}{\mu_{0\lambda} \cdot g} = \frac{20}{0,6 \cdot 9,81} = 3,39 \text{ sec}$$

οπότε, με την προσθήκη του χρόνου της καθυστερημένης αντίδρασης του οδηγού και του συστήματος πέδησης, ο πραγματικός χρόνος πέδησης (t_π) θα είναι:

$$t_\pi = 3,39 + 1 = 4,39 \text{ sec}$$

6.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση ενός οχήματος είναι:

α) Ο συντελεστής τριβής, ο οποίος εξαρτάται από το είδος και την κατάσταση των ελαστικών (πίεση, ποιότητα και σχεδίαση ελαστικών), από το είδος και την κατάσταση του οδοστρώματος (πάγος, νερό, χώμα κ.λπ.), από την ταχύτητα του οχήματος, από το βαθμό επαφής των ελαστικών με το οδόστρωμα, καθώς και από την κλίση του κινητήριου άξονα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

β) Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται στις επιφάνειες τριβής (σιαγόνες - τύμπανα, ή πλακίδια - δίσκους) κατά τη διάρκεια της πέδησης. Ιδιαίτερα, εάν δεν απάγεται εύκολα η αναπτυσσόμενη θερμότητα, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των σιαγόνων - τυμπάνων, τότε αυξάνεται η θερμοκρασία στις επιφάνειες τριβής και ελαττώνεται ο συντελεστής τριβής, οπότε μειώνεται και η αποτελεσματικότητα της πέδησης και παρουσιάζεται ολίσθηση - [φαινόμενο Fading (Φέϊντιγκ)], που σημαίνει "κόπωση", λόγω υπερθέρμανσης του υλικού τριβής, με αποτέλεσμα η απόσταση πέδησης να αυξάνεται.

γ) Κακή κατάσταση του συστήματος πέδησης, που οφείλεται σε φθορές, βλάβες και έλλειψη, γενικά, συντήρησής του.

δ) Στην περίπτωση μπλοκαρίσματος των τροχών, αυτοί ακινητοποιούνται και το όχημα αρχίζει να ολισθαίνει. Έτσι, ο συντελεστής της τριβής ολίσθησης ελαττώνεται δραματικά, όταν είναι πλήρως ακινητοποιημένοι οι τροχοί (ολίσθηση 100 %), γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα να ελαττώνεται η αποτελεσματικότητα της πέδησης και να αυξάνεται, αντίστοιχα, η διαδρομή του φρεναρίσματος.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της ολίσθησης, βέβαια, είναι ότι χάνεται η δυνατότητα ελέγχου της κατευθυντικότητας του οχήματος, με αποτέλεσμα να μη μπορεί ο οδηγός να κατευθύνει το όχημα στη συγκεκριμένη πορεία που επιθυμεί.

6.4. Είδη συστημάτων πέδησης

6.4.1. Μηχανικά φρένα

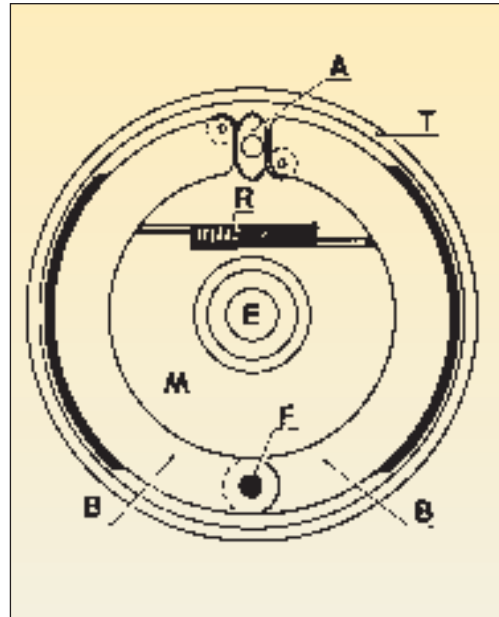
Τα ενεργά μέρη στο σύστημα φρένων, εκείνα δηλαδή που περιλαμβάνουν τις επιφάνειες τριβής, είναι, κατά κανόνα, οι σιαγόνες μαζί με τα τύμπανα (ταμπούρα), ή τα πλακίδια (τακάκια) με τους δίσκους, ανάλογα βέβαια με το είδος του συστήματος πέδησης.

Είναι φανερό ότι, όσο πιο κοντά στους τροχούς βρίσκονται οι επιφάνειες τριβής, τόσο λιγότερο θα καταπονηθεί το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, που περιλαμβάνεται μεταξύ τροχών και φρένων, από τις μεγάλες δυνάμεις που δημιουργούνται κατά το φρενάρισμα. Για το λόγο αυτό, τόσο τα τύμπανα όσο και οι δίσκοι τοποθετούνται στο εσωτερικό της ζάντας του τροχού, με τον οποίο και συνδέονται, μέσω του κινούμενου τμήματος του άξονα, ενώ οι σιαγόνες και τα πλακίδια συνδέονται με το ακίνητο τμήμα του άξονα.

Στο Σχ.6.1 παρουσιάζεται μία απλή μορφή συγκροτήματος φρένων ενός τροχού, που αποτελείται από το τύμπανο με τις σιαγόνες του.

Οι σιαγόνες, λοιπόν, είναι στερεωμένες με ένα πείρο (F) στο "πλάτυσμα" ή φορέα του συγκροτήματος των φρένων (M) (πλάκα ή κιθάρα) του άξονα. Μπορούν, όμως, "να ανοίγουν και να κλείνουν" ελίσσόμενες γύρω από αυτόν τον πείρο (F).

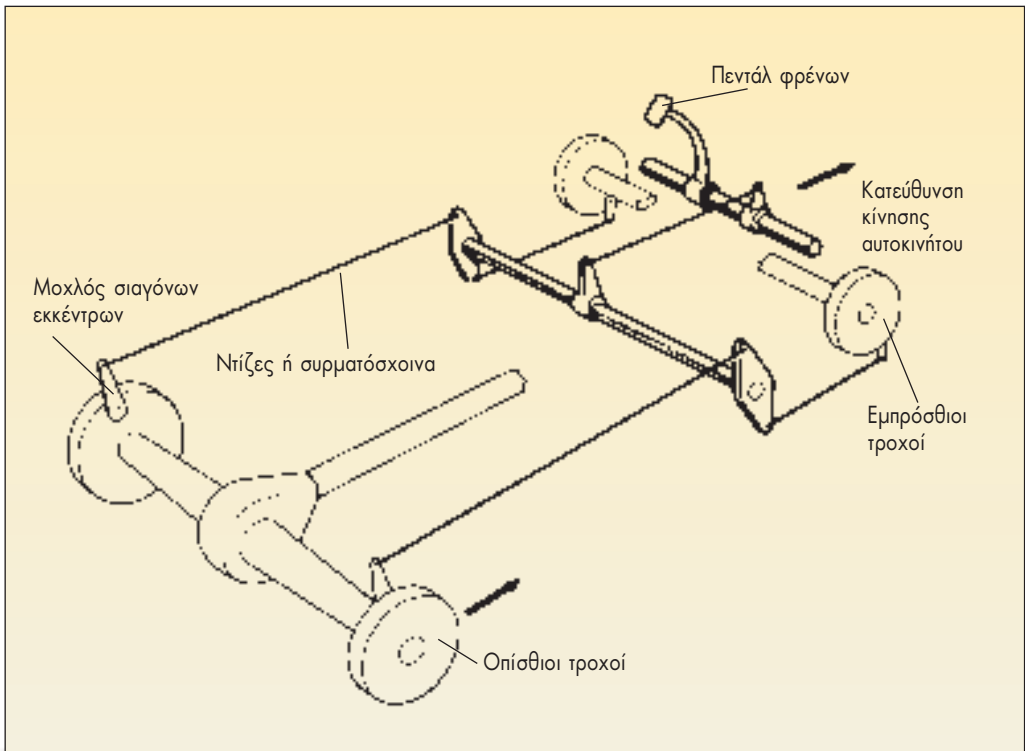
Τα άνω άκρα των σιαγόνων συγκρατούνται με ένα ελατήριο (R), που ονομάζεται ελατήριο επαναφοράς, και κρατούνται σε μικρή απόσταση από το τύμπανο (T),



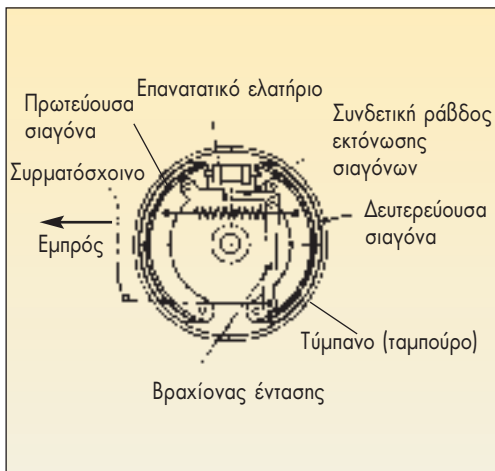
Σχ.6.1 Σχηματική διάταξη μηχανικού συστήματος πέδησης.

ενώ βρίσκονται σε επαφή με το έκκεντρο (A). Το έκκεντρο αυτό, που βρίσκεται ανάμεσα στις σιαγόνες και είναι στερεωμένο με άξονα πάνω στο ίδιο πλάτυσμα (M), [όπου στερεώνεται και ο πείρος (F)], μπορεί να στραφεί ελεύθερα με ένα μοχλό - στον οποίο καταλήγει η δύναμη του οδηγού - και να ανοίγει, έτσι, τις σιαγόνες, οι οποίες έρχονται σε επαφή με το τύμπανο (T) του τροχού και ακινητοποιώντας το, ακινητοποιούν τους τροχούς E, οπότε ακινητοποιείται και το αυτοκίνητο.

Στα μηχανικά συστήματα πέδησης, η μεταφορά της σχετικής δύναμης, την οποία ασκεί ο οδηγός μέχρι τις σιαγόνες, γίνεται με μοχλούς και ελκυστήρες (ντίζες ή συρματόσχοινα). Στο Σχ. 6.2 φαί-



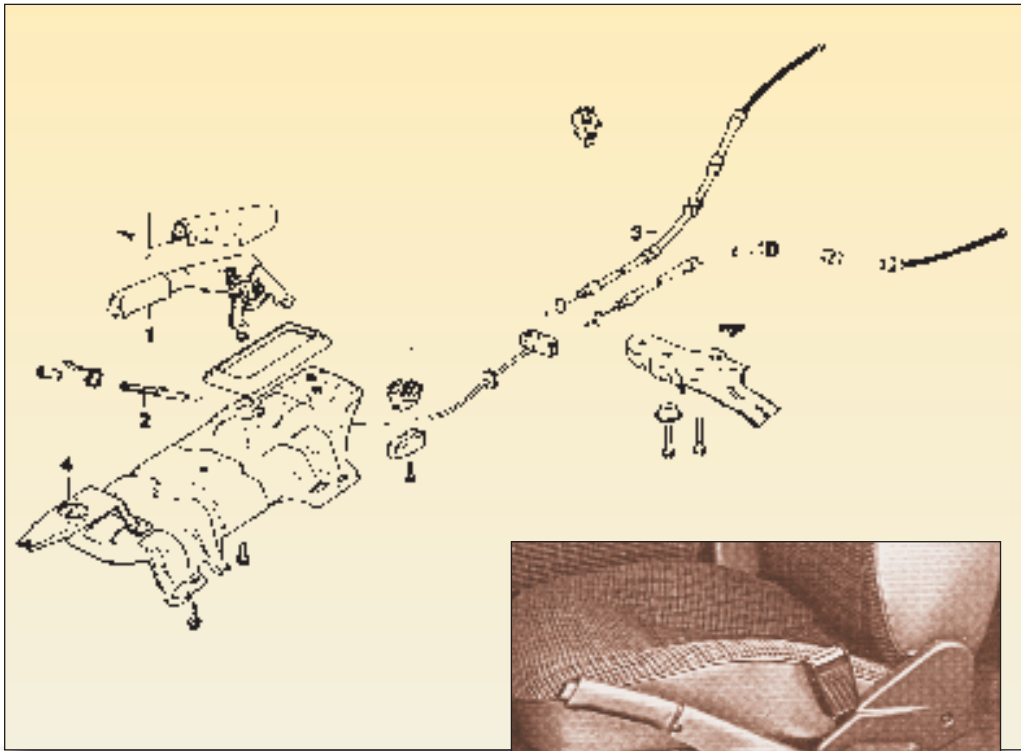
Σχ.6.2 Μηχανικό σύστημα πέδησης



Σχ.6.3 Λειτουργία χειρόφρενου σε απλή διάταξη φρένων (τύμπανου - σιαγόνων) τύπου Σίμπλεξ

νεται μια τέτοια διάταξη που χρησιμοποιόταν στα πρώτα αυτοκίνητα, σύμφωνα με την οποία, η εξασκούμενη δύναμη στο πεντάλ των φρένων φθάνει τελικά στους αντίστοιχους μοχλούς ενεργοποίησης των εκκέντρων, τα οποία ανοίγουν τις σιαγόνες.

Θα πρέπει να σημειωθεί, εδώ, ότι τα μηχανικά συστήματα πέδησης, που ενεργοποιούνταν με τη χρήση - πίεση του ποδόπληκτρου (πεντάλ φρένου) στα πρώτα αυτοκίνητα, δεν υπάρχουν πλέον, αφού τα μηχανικά αυτά συστήματα που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα αυτοκίνητα, αφορούν μόνον τις διατάξεις των χειρόφρενων.



Σχ.6.4 Γενική διάταξη χειρόφρενου

1. Μοχλός ενεργοποίησης χειρόφρενου μαζί με την οδοντωτή κασάνια. 2. Ντίζα χειρόφρενου με τις σχετικές αρθρώσεις. 3. Συρματόσχοινα. 4. Βάση στήριξης.

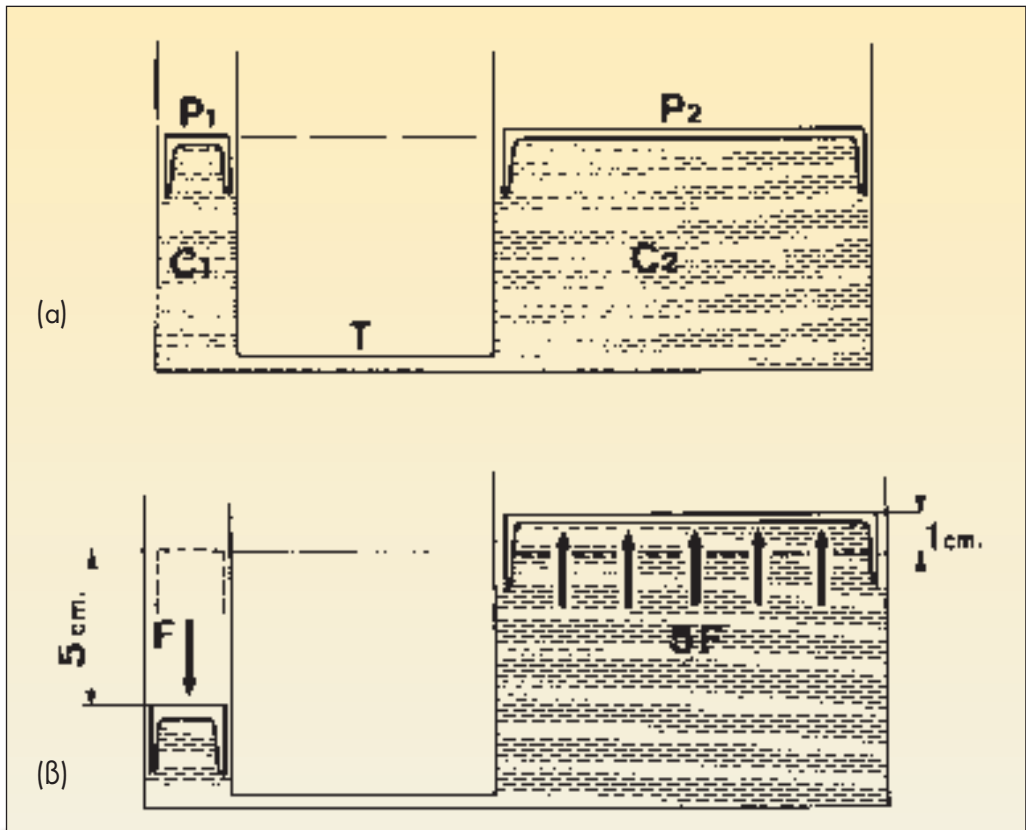


Στο Σχ.6.3 φαίνεται μία τυπική διάταξη χειρόφρενου (τύμπανου - σιαγόνων), τύπου "Σίμπλεξ", για τους οπίσθιους τροχούς, που είναι και υποχρεωτική αλλά και αναγκαία για μικρά επιβατικά αυτοκίνητα. Σημειώνεται εδώ, ότι για τα βαριά οχήματα (φορτηγά κ.λπ.), η διάταξη του χειρόφρενου μπορεί να έχει πρόσθετη ενισχυτική υποβοήθηση, η οποία εφαρμόζεται σε όλους τους τροχούς του οχήματος.

Η εντολή ενεργοποίησης του χειρόφρενου δίνεται από τον ίδιο το μοχλό του,

ο οποίος μέσω της ντίζας και του συρματόσχοινου, αλλά και μέσω του βραχίονα ενεργοποίησης ή έντασης, συνδέεται με την οπίσθια δευτερεύουσα (δεξιά) σιαγόνα του τροχού (βλ.και Σχ. 6.4). Ταυτόχρονα, μέσω της συνδετικής ράβδου εκτόνωσης, η εντολή ενεργοποίησης μεταφέρεται και στην εμπρόσθια πρωτεύουσα (αριστερή) σιαγόνα.

Έτσι, με την έλξη του μοχλού του χειρόφρενου, ανοίγουν και οι δύο σιαγόνες του καθενός από τους οπίσθιους τρο-



Σχ. 6.5 Αρχή λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος φρένων

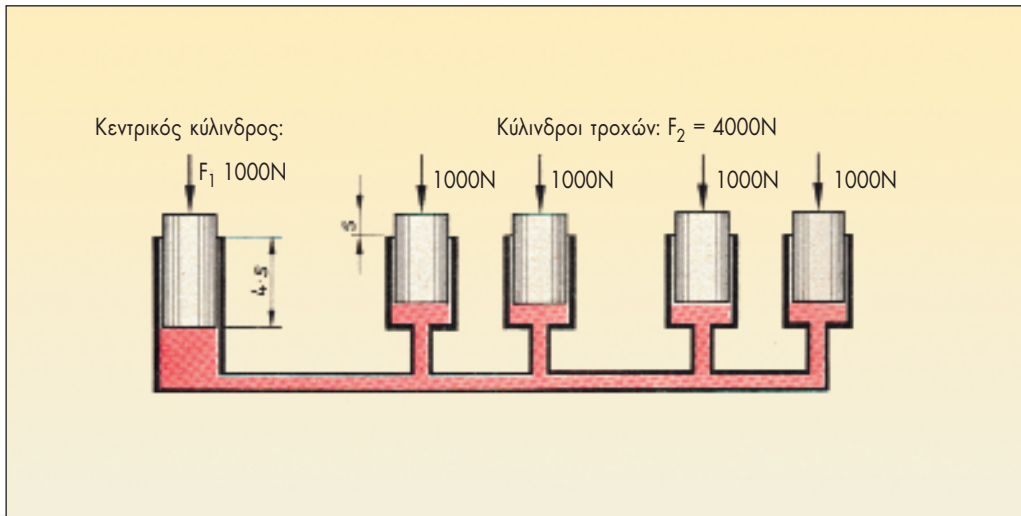
χούς μόνον και ακινητοποιούν το αυτοκίνητο όταν αυτό δεν κινείται, ή έχουν τη δυνατότητα να το φρενάρουν χωρίς την παρέμβαση του κανονικού υδραυλικού συστήματος, στην περίπτωση, βέβαια, που δεν επενεργούν τα υδραυλικά του φρένα, αλλά και ανεξάρτητα από αυτά.

Στο Σχ.6.4 παρουσιάζεται μία γενική διάταξη του χειρόφρενου, που ενεργεί στους οπίσθιους τροχούς, και η οποία αρχίζει από το μοχλό του χειρόφρενου και φθάνει στην άκρη των συρματόσχοινων, που συνδέονται με το συγκρότημα των σιαγόνων των φρένων.

6.4.2. Υδραυλικά φρένα (τύπου τύμπανου - σιαγόνων)

Είναι γνωστό από τη Φυσική ότι, όταν έχουμε υγρό μέσα σε κλειστά και συγκοινωνούντα δοχεία και το πιέσουμε σε κάποιο σημείο, η πίεση μεταδίδεται εξίσου σε όλα τα σημεία της επιφάνειάς του. Αυτός είναι ο Νόμος του Πασκάλ και σ' αυτόν στηρίζεται η λειτουργία των υδραυλικών πιεστηρίων, των υδραυλικών γρύλλων κ.λπ.

Σ' αυτόν ακριβώς το Νόμο στηρίζεται και η λειτουργία του υδραυλικού συστήματος των φρένων του αυτοκινήτου.

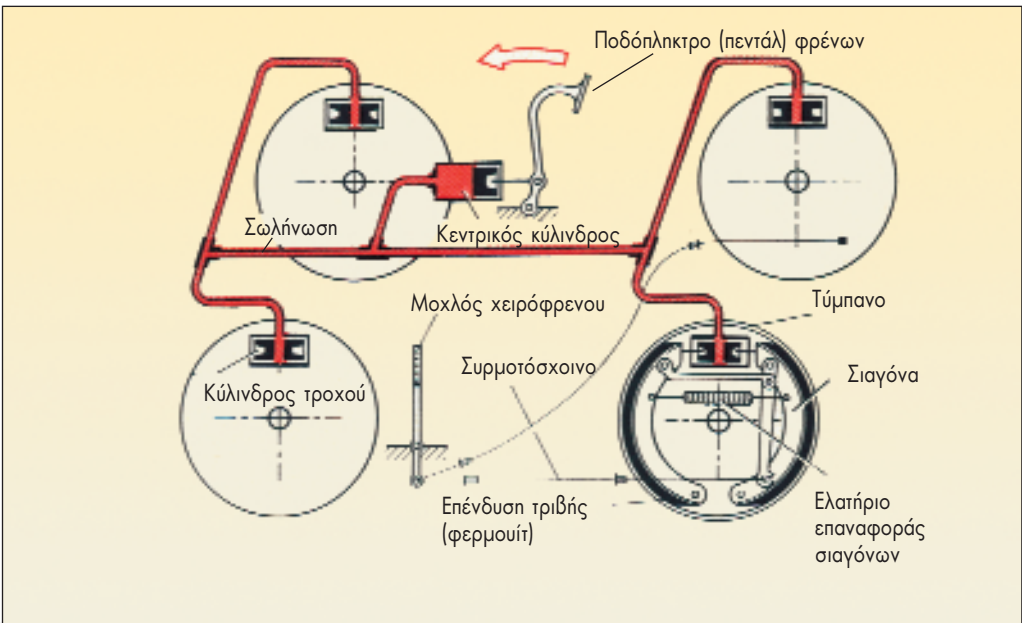


Σχ.6.6 Εφαρμογή του Νόμου του Πασκάλ σε υδραυλικό σύστημα πέδησης απλοποιημένης μορφής.

Έτσι, η διάταξη του Σχ. 6.5 (α) περιλαμβάνει δύο κυλίνδρους, τον C_1 και C_2 , οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους με ένα σωλήνα T . Στους κυλίνδρους έχουν τοποθετηθεί αντίστοιχα έμβολα. Το έμβολο του κυλίνδρου C_1 έχει επιφάνεια 1 cm^2 , ενώ του κυλίνδρου C_2 5 cm^2 . Εάν στην επιφάνεια του εμβόλου του κυλίνδρου C_1 (Σχ.6.5 (β)), ασκηθεί μία δύναμη $F = 10 \text{ N}$ (Νιούτον) και το μετακινήσει κατά απόσταση $S = 5 \text{ cm}$, τότε η ποσότητα αυτή του υγρού (των 5 cm^3) καταθλίβεται στον κύλινδρο C_2 , με αποτέλεσμα να μεταθέτει το έμβολο του κυλίνδρου κατά απόσταση 1 cm , δεδομένου ότι η επιφάνειά του είναι 5 cm^2 . Η πίεση που ασκεί το έμβολο στον κύλινδρο C_1 είναι $10 \text{ N} / 1 \text{ cm}^2 = 1 \text{ Bar}$ και μεταφέρεται αναλλοίωτη στην επιφάνεια του εμβόλου του κυλίνδρου C_2 . Επειδή, όμως, η πίεση αυτή ασκείται σε επιφάνεια 5 cm^2 , ωθεί το έμβολο προς τα επάνω με μία δύναμη $F = 10 \text{ N/cm}^2 \times 5 \text{ cm}^2 = 50 \text{ N}$.

Έτσι, δημιουργείται ένας πολλαπλασιαστής φυσικού μεγέθους, που είναι η δύναμη, με αποτέλεσμα στην προκειμένη περίπτωση, αυτή να πενταπλασιάζεται.

Στο Σχ. 6.6 παρουσιάζεται μία διάταξη με έναν κεντρικό κύλινδρο που τροφοδοτεί 4 κυλίνδρους τροχών. Πιο συγκεκριμένα, το έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου, καθώς και καθένα από τα έμβολα των κυλίνδρων των τροχών, έχουν επιφάνεια 1 cm^2 . Εάν στο έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου ασκηθεί δύναμη $F_1 = 1000 \text{ N}$, τότε αναπτύσσεται μία πίεση επάνω του 1000 N/cm^2 ($= 100 \text{ Bar}$). Έτσι, ότι το έμβολο μετατίθεται κατά διάστημα $4S$ (εάν $S = 1 \text{ cm}$, τότε μετατίθεται κατά 4 cm). Η πίεση αυτή των 100 Bar μεταβιβάζεται αναλλοίωτη μέσω της σωλήνωσης σε καθένα από τους κυλίνδρους και μεταθέτει το αντίστοιχο έμβολό τους κατά απόσταση $S = 1 \text{ cm}$. Έτσι, σε κάθε ένα από τα έμβολα ασκείται δύναμη 1000 N , εφόσον δεχθήκαμε ότι η



Σχ 6.7 Εφαρμογή του Νόμου του Πασκάλ σε υδραυλικό σύστημα φρένων

επιφάνεια του κάθε εμβόλου είναι 1 cm^2 .
Συνολικά, δηλαδή, και στα 4 έμβολα ασκείται μία δύναμη $F_2 = 1000 \text{ N} \cdot 4 = 4000 \text{ N}$.

Έχουμε, λοιπόν, ένα σύστημα πολλαπλασιαστική δύναμης, με αποτέλεσμα η δύναμη που εφαρμόστηκε στο έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου να αυξηθεί κατά 4 φορές, συνολικά, στα έμβολα των κυλίνδρων των τροχών.

Το σύστημα αυτό (Σχ. 6.7) αποτελείται:

α) Από ένα κεντρικό κύλινδρο, μέσα στον οποίο κινείται ένα έμβολο, που συνδέεται μέσω βάκτρου (ράβδου) με το ποδόπληκτρο της πέδης (πεντάλ φρένων), και β) Από τέσσερις άλλους κυλίνδρους, που επικοινωνούν με τον κεντρικό μέσω σωληνώσεων. Οι κύλινδροι αυτοί ονομάζονται κύλινδροι των τροχών και αντιστοιχούν στους τέσσερις

τροχούς, ενώ ο καθένας τους έχει δύο έμβολα, τα οποία βρίσκονται ανάμεσα στις σιαγόνες των φρένων κάθε τροχού. Όλοι οι κύλινδροι και οι συνδετικοί τους σωλήνες είναι γεμάτοι με υγρό.

Ο κεντρικός κύλινδρος ονομάζεται εντολοδότης κύλινδρος, ενώ οι κύλινδροι των τροχών εντολοδόχοι κύλινδροι ("κυλινδράκια").

Έτσι, αν πιεσθεί το πεντάλ των φρένων, η πίεση (δύναμη ανά τετραγωνικό εκατοστό), που θα δημιουργηθεί μέσα στον κεντρικό κύλινδρο από την κίνηση του εμβόλου, θα μεταδοθεί αμέσως (ακαριαία) στα έμβολα των κυλίνδρων των τροχών. Τότε, οι σιαγόνες υποχωρούν και έρχονται σε επαφή με το τύμπανο του τροχού. Εκεί δημιουργείται τριβή από την επαφή αυτή, με αποτέλεσμα η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου να μετα-

τρέπεται σε θερμότητα και, ταυτόχρονα, να επιτυγχάνεται το φρενάρισμα.

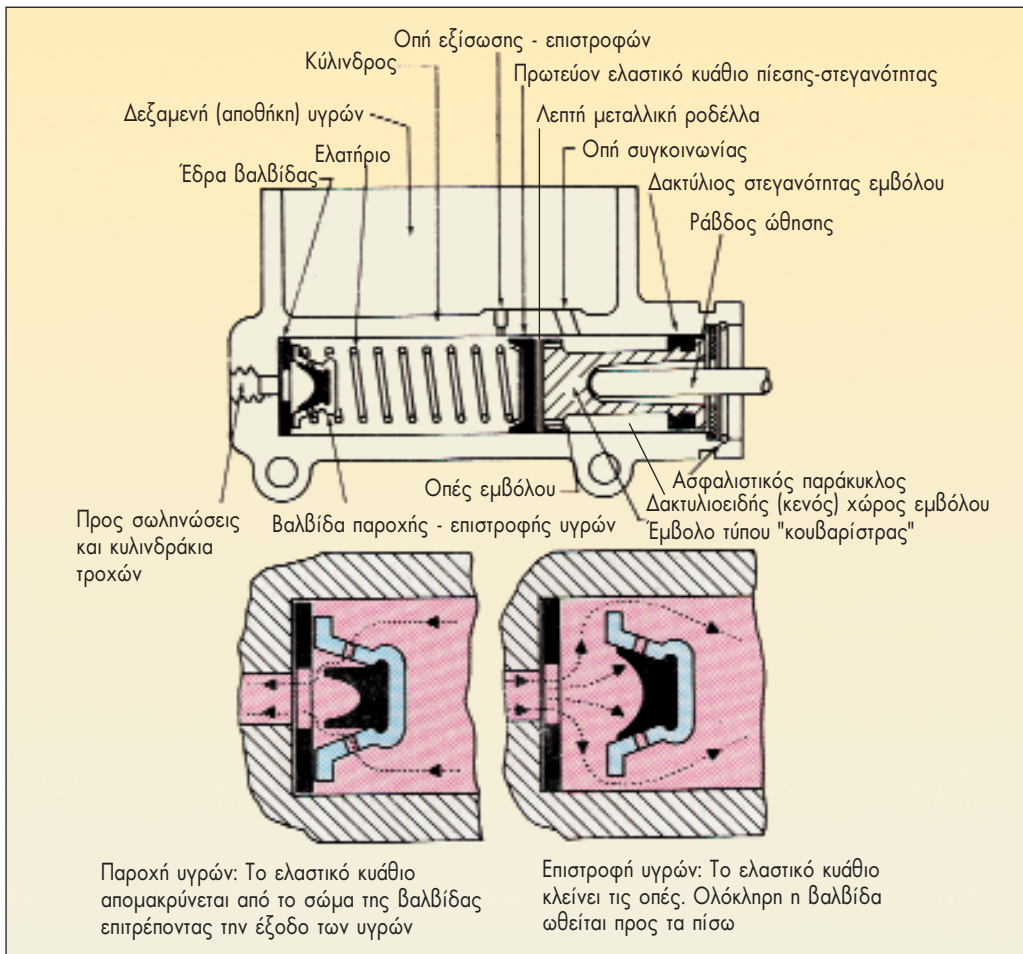
Περιγραφή λειτουργίας των κυριοτέρων στοιχείων ενός υδραυλικού κυκλώματος.

1. Κεντρικός κύλινδρος (εντολοδότης κύλινδρος).

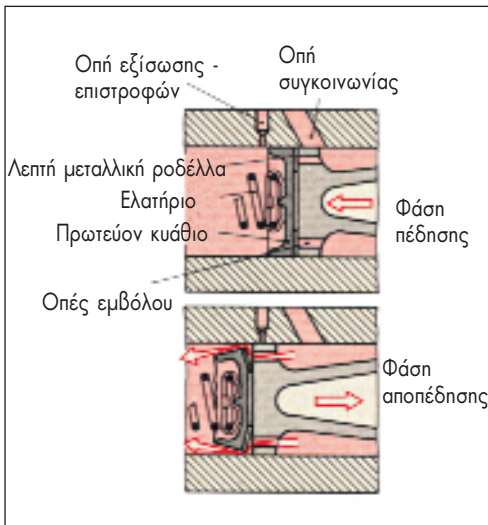
Ο κεντρικός κύλινδρος (Σχ. 6.8) αποτελείται από το σώμα του κυλίνδρου, το έμβολο, το ελαστικό κούθιο στεγανότητας

της προσαρμοσμένο στο σώμα του εμβόλου, το πρωτεύον ελαστικό κούθιο, το ελατήριο επιστροφής του εμβόλου και από τη βαλβίδα διπλής ενέργειας (παροχής και επιστροφής υγρών).

Το σώμα του κυλίνδρου συνδέεται με τη δεξαμενή υγρών φρένων μέσω δύο οπών, η μία από τις οποίες είναι μεγαλύτερη σε διάμετρο και έχει την έξοδό της (όταν το έμβολο βρίσκεται σε θέση πρε-



Σχ.6.8 Ο κεντρικός (εντολοδότης) κύλινδρος υδραυλικού συστήματος πέδησης.



Σχ.6.9 Συμπεριφορά πρωτεύοντος κυάθιου στεγανότητας κατά την πέδηση και αποπέδηση.

μίας) στον "κενό" δακτυλιοειδή χώρο που δημιουργεί το έμβολο τύπου "κουβαρίστρας" και ονομάζεται οπή συγκοινωνίας. Η άλλη οπή, η μικρότερη, έχει την έξοδο της εμπρός από το πρωτεύον ελαστικό κυάθιο του εμβόλου (όταν το έμβολο και πάλι βρίσκεται σε θέση ηρεμίας) και ονομάζεται οπή επιστροφής υγρών ή οπή εξίσωσης.

Όταν, λοιπόν, πιεσθεί το πεντάλ του φρένου, η ενεργοποίηση αυτή μεταφέρεται, μέσω ενός βάκτρου ή ράβδου ώθησης στο έμβολο, το οποίο με τη σειρά του κινείται, συμπιέζοντας το υγρό. Αρχικά, το υγρό συμπιέζόμενο επιστρέφει, μέσω της οπής εξίσωσης - επιστροφών στη δεξαμενή υγρών, επειδή στη φάση αυτή η οπή αυτή παραμένει ανοικτή. Μόλις, όμως, το έμβολο καλύψει (κλείσει) την οπή εξίσωσης - επιστροφών, αναπτύσσεται πίεση στο χώρο κατάθλιψης του κυλίνδρου, που αναγκάζει τη βαλβίδα πα-

ροχής - επιστροφής υγρών να ανοίξει και έτσι το υγρό κατευθύνεται, μέσω των σωληνώσεων, προς τους κυλίνδρους των τροχών (κυλινδράκια).

Όταν σταματήσει η πίεση στο ποδόπληκτρο εκ μέρους του οδηγού, τότε το έμβολο – με τη βοήθεια του ελατηρίου του αλλά και με τη βοήθεια ενός ακόμη εξωτερικού ελατηρίου, που επαναφέρει το πεντάλ των φρένων σε θέση ηρεμίας του – επιστρέφει αμέσως προς τα πίσω (θέση ηρεμίας), ενώ η αδράνεια και οι τριβές εμποδίζουν το υγρό, που είναι μέσα στους σωλήνες, να γυρίσει πίσω γρήγορα. Έτσι, δημιουργείται υποπίεση με την υποχώρηση του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο, με αποτέλεσμα να παραμορφωθούν τα χείλη του πρωτεύοντος ελαστικού κυάθιου του εμβόλου (Σχ.6.9) και τότε, το πρωτεύον κυάθιο αποκολλάται από τις παρειές του κυλίνδρου. Επίσης, ανασπώνεται η λεπτή μεταλλική ροδέλα, που βρίσκεται μεταξύ πρωτεύοντος κυάθιου και εμβόλου και έτσι το υγρό περνά από το πίσω μέρος του εμβόλου, δηλαδή το δακτυλιοειδή χώρο, στο εμπρόσθιο μέρος του εμβόλου και συγκεκριμένα στο χώρο του ελατηρίου, μέσω των περιφερειακών οπών του που βρίσκονται στο εμπρόσθιο τοίχωμα του ίδιου του σώματος του εμβόλου. Τη στιγμή εκείνη μέσα στο χώρο του κυλίνδρου και στις σωληνώσεις υπάρχει περισσότερο υγρό από αυτό που είχε, πριν αρχίσει η πίεση του ποδόπληκτου.

Έτσι, εξηγείται η απουσία ικανοποιητικού φρεναρίσματος, όταν το σύστημα πέδησης δεν λειτουργεί καλά. Δηλαδή, ενώ, όταν πιεσθεί το πεντάλ για πρώτη φορά, κατεβαίνει ελεύθερα (βαθιά) μέχρι κάτω,

όταν επαναληφθεί η κίνηση αυτή δύο και τρεις συνεχόμενες φορές, (όπως ακριβώς ενεργούμε και για τη λειτουργία μιας αντλίας) το πεντάλ παύει να υποχωρεί ελεύθερα μέχρι κάτω και "σκληραίνει", ενώ οι σιαγόνες "πιάνουν", έστω και προσωρινά. Ο κύλινδρος, δηλαδή, λειτουργεί όπως μία αντλία και γεμίζει το κενό που έχει, ενδεχομένως, δημιουργηθεί από φθορά ή κακή ρύθμιση των σιαγόνων.

Σημειώνεται εδώ, ότι τόσο η παροχή υγρού φρένων από το δακτυλιοειδή χώρο του εμβόλου προς το χώρο εμπρός από το πρωτεύον κυάθιο, όσο και η πλήρωσή του, λόγω της δημιουργούμενης υποπίεσης, βοηθά ώστε:

- α) Να μην εισέλθει αέρας στο σύστημα
- β) Να κινηθεί ταχύτατα το έμβολο προς τα πίσω, προς τη θέση, δηλαδή, της αρχικής του ηρεμίας, για να δοθεί έτσι η δυνατότητα επανάληψης της κίνησης του εμβόλου και
- γ) Να γίνει σχετικά γρήγορα η απεργοποίηση των φρένων με την απελευθέρωση του τυμπάνου από τις σιαγόνες.

Όταν το έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου έλθει στη θέση ηρεμίας του, τότε με τη βοήθεια των ελατηρίων επαναφοράς των σιαγόνων, πιέζεται το υγρό από τα κυλινδράκια των τροχών και το οποίο ανοίγει τη βαλβίδα παροχής-επιστροφής υγρών και μάλιστα την ανασκώνει ολόκληρη (Σχ.6.8). Η βαλβίδα αυτή βρίσκεται αρχικά σε κλειστή θέση με τη βοήθεια του ελατηρίου του εμβόλου, ενώ όταν ανοίξει, το υγρό επιστρέφει σιγά-σιγά στον κύλινδρο, και από εκεί ταυτό-

χρονα, μέσω της οπής εξίσωσης - επιστροφών περνά στη δεξαμενή υγρών.

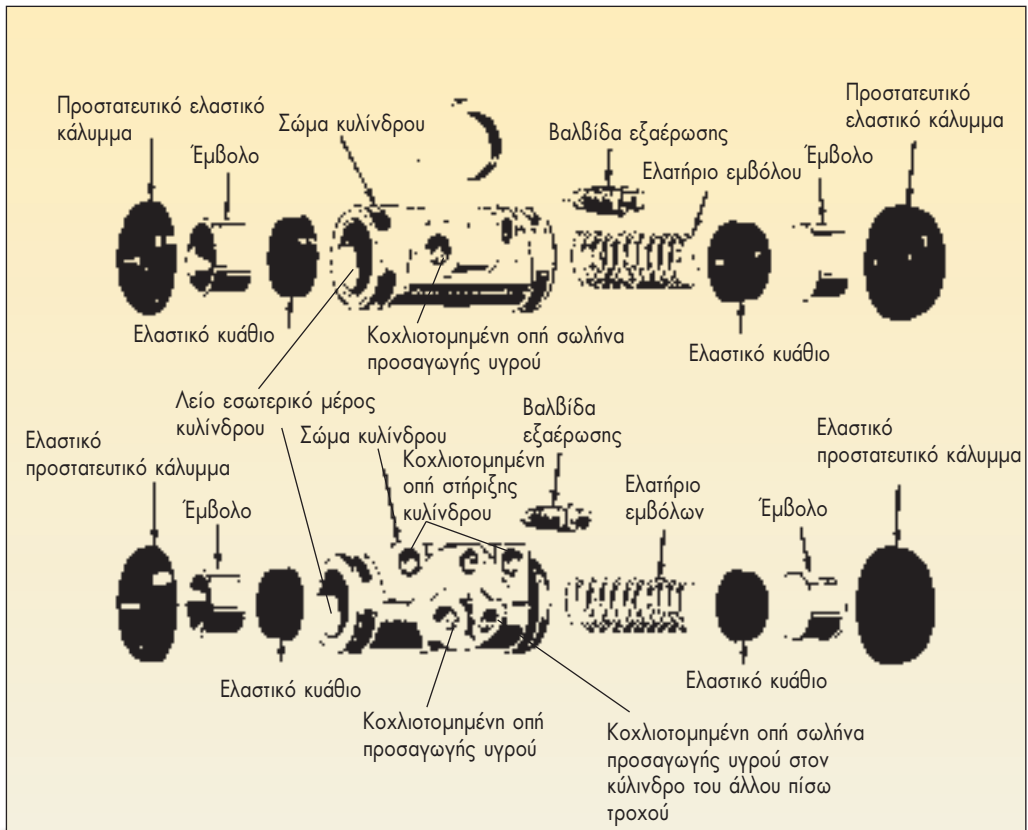
Αυτό γίνεται μέχρις ότου η δύναμη των επανατακτικών ελατηρίων (ή ελατηρίων επαναφοράς) των σιαγόνων εξισωθεί με τη δύναμη του ελατηρίου του εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου, οπότε η βαλβίδα παροχής - επιστροφής υγρών κλείνει.

Έτσι, υπάρχει πάντα κάποια πίεση στις σωληνώσεις του συστήματος πέδησης, που εμποδίζει την είσοδο αέρα στο κύκλωμα, αλλά και που το ενεργοποιεί ακαριαία με την πίεση του ποδόπληκτρου.

2. Κύλινδροι τροχών (κυλινδρίσκοι ή κυλινδράκια των τροχών)

Οι κύλινδροι του υδραυλικού συστήματος πέδησης των τροχών (κύλινδροι των τροχών ή κυλινδρίσκοι ή κυλινδράκια των τροχών) [Σχ.6.10 και Σχ.6.18(β)] στηρίζονται και αυτοί στην πλάκα στήριξης των σιαγόνων ("κιθάρα"), η οποία, όπως είπαμε, αποτελεί μέρος του ακίνητου άξονα. Το σώμα, λοιπόν, ενός τέτοιου κυλίνδρου παρουσιάζει μία λεία εσωτερική κυλινδρική διαμόρφωση, ανοικτή στα άκρα της, ενώ φέρει και μία κοχλιοτομημένη (με σπείρωμα) οπή στο μέσον του, για τη σύνδεση με τον σωληνίσκο προσαγωγής του υγρού των φρένων, όπως επίσης και άλλη μία τέτοια οπή, για την προσαρμογή της βαλβίδας εξαέρωσης. Επιπροσθέτως φέρει και άλλες, συνήθως κοχλιοτομημένες, οπές για τη στήριξή του στην πλάκα στήριξης των σιαγόνων (κιθάρα).

Έτσι, μέσα στον κύλινδρο τοποθετούνται - το ένα απέναντι στο άλλο - δύο στεγανωτικά ελαστικά κυάθια και δύο έμβολα (εφόσον ο κύλινδρος είναι διπλής ε-



Σχ.6.10 Τεμάχια που συγκροτούν ένα κύλινδρο τροχού υδραυλικού συστήματος πέδησης: (α) Κύλινδρος εμπρόσθιου τροχού. (β) Κύλινδρος οπίσθιου τροχού.

νέργειας). Ανάμεσα στα κιάθια υπάρχει ένα ελατήριο, που τα κρατά σε απόσταση, αλλά και τα ευθυγραμμίζει στην κίνησή τους μέσα στον κύλινδρο.

Εναλλακτικά, μπορεί τα ελαστικά αυτά κιάθια να έχουν μορφή δακτυλιδιού και να τοποθετούνται σε περιφερειακό αυλάκι (εγκοπή), που διαθέτουν τα έμβολα.

Κατά το φρενάρισμα, λοιπόν, το υγρό που έρχεται από τον κεντρικό κύλινδρο, πιέζει το χώρο μεταξύ των ελαστικών κυαθίων, οπότε και αυτά με τη σειρά τους ωθούν τα έμβολα τα οποία, μέσω

ωστηρίων, πιέζουν τις σιαγόνες που έρχονται σε επαφή με το τύμπανο.

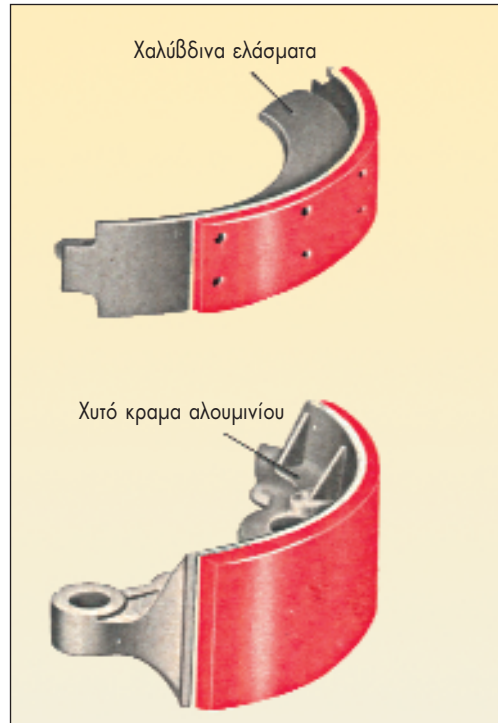
Όταν πάψει η πίεση του υγρού, τα ελατήρια επαναφοράς των σιαγόνων πιέζουν τα έμβολα του κυλίνδρου του τροχού και αναγκάζουν έτσι το υγρό να επιστρέψει στον κεντρικό κύλινδρο.

3. Οι σιαγόνες

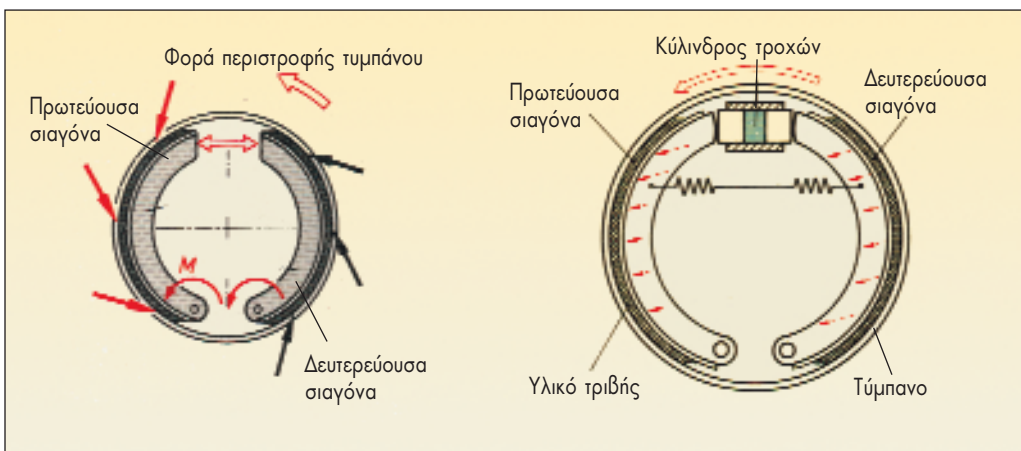
Οι σιαγόνες είναι από χυτό χάλυβα ή συγκολλημένα φύλλα ελατού χάλυβα και έχουν διατομή σχήματος απλού T (Σχ.6.11). Το πέλμα της σιαγόνας δια-

μορφώνεται σε τμήμα κύκλου, με ακτίνα μικρότερη από την ακτίνα του τυμπάνου, κατά το πάχος της επένδυσης τριβής (θερμουίτ). Επάνω σ' αυτό το πέλμα στερεώνεται η επένδυση τριβής (θερμουίτ) με κόλληση ή κάρφωμα (πριτσίνωμα). Η κόλληση γίνεται με θέρμανση θερμοπλαστικών ρητινών και παράλληλη συμπίεση του θερμουίτ και του πέλματος. Το κάρφωμα γίνεται με ημισωληνωτά ορειχάλκινα ή αλουμινένια περτσίνια, των οποίων η κεφαλή είναι βυθισμένη σε φρέζα ("πατούρα"), που διαμορφώνεται στο υλικό τριβής (θερμουίτ), ώστε αυτά να μη έρχονται καθόλου σε επαφή με το τύμπανο.

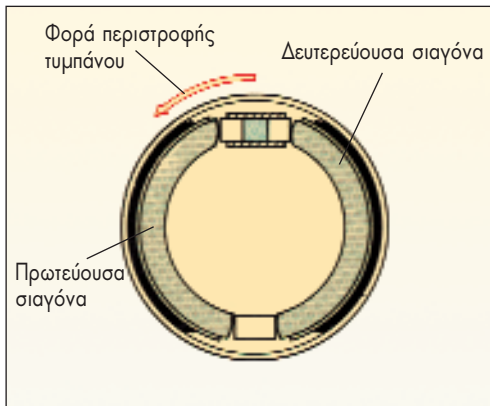
Ένα ζεύγος σιαγόνων αποτελείται από την πρωτεύουσα ή οδηγό σιαγόνα και την δευτερεύουσα ή οδηγούμενη σιαγόνα. Στο Σχ.6.12 παρουσιάζονται δύο είδη σιαγόνων με τις αντίστοιχες μορφές τους, καθώς και η διάταξη της "αυτοενίσχυσης" που παρουσιάζεται μόνο στην πρωτεύουσα σιαγόνα.



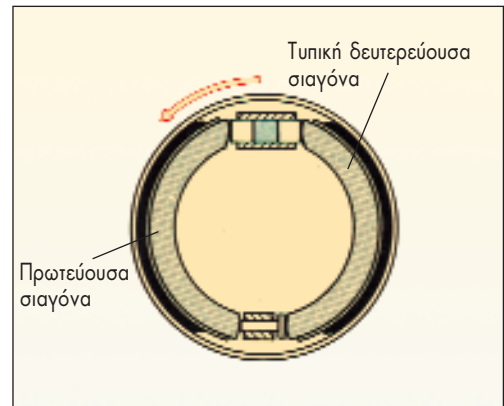
Σχ.6.11 Σιαγώνες (α) Από συγκολλημένα φύλλα ελατού χάλυβα με περτσίνωμα του υλικού τριβής (θερμουίτ) (β) Από χυτό χάλυβα ή χυτό κράμα αλουμινίου με συγκόλληση του υλικού τριβής (θερμουίτ)



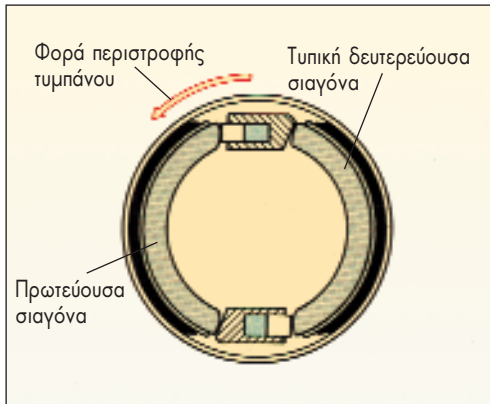
Σχ. 6.12 Αυτοενίσχυση στην πρωτεύουσα σιαγόνα.



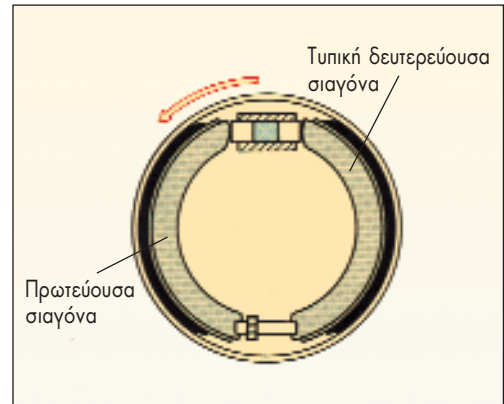
Σχ.6.13 Διάταξη Simplex



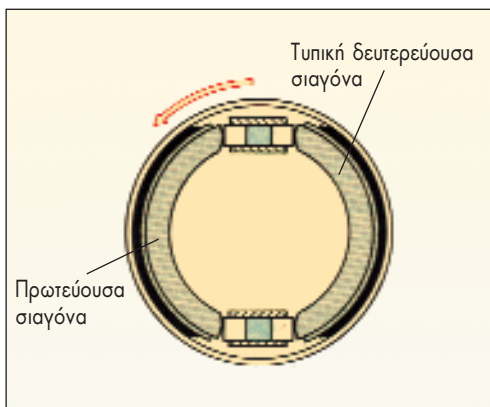
Σχ.6.16 Διάταξη Servo



Σχ.6.14 Διάταξη Duplex



Σχ. 6.17 Διάταξη Duo-Servo



Σχ.6.15 Διάταξη Duo-Duplex

Έτσι, ανάλογα με τη διάταξη στήριξης των σιαγόνων, παρουσιάζεται αυτοενίσχυση στη μία ή και στις δύο σιαγόνες, από ροπές που δημιουργούνται από την τριβή. Κατά την αυτοενίσχυση, λοιπόν, η τριβή δημιουργεί μία ροπή στρέψης (M) στην πρωτεύουσα σιαγόνα, η οποία την συμπαρασύρει στην επιφάνεια του τυμπάνου, δηλαδή ωθεί τη σιαγόνα προς το τύμπανο, με αποτέλεσμα να ενισχύεται το αποτέλεσμα της πέδησης.

Στην περίπτωση του Σχ.6.12, στην πρω-

τεύουσα σιαγόνα - λόγω της ροπής Μ - δημιουργείται αυτοενίσχυση, ενώ δεν δημιουργείται στη δευτερεύουσα. Αποτέλεσμα αυτής της διάταξης είναι η πρωτεύουσα σιαγόνα να είναι πιο αποτελεσματική στην πέδηση, αλλά να φθείρεται γρηγορότερα από την δευτερεύουσα, η οποία δευτερεύουσα σιαγόνα τείνει, λόγω της αντίθετης ροπής, να απομακρυνθεί από το τύμπανο, με αποτέλεσμα να είναι λιγότερο αποτελεσματική, κατά την πέδηση.

Έτσι, έχουν αναπτυχθεί διάφορες διατάξεις και συνδυασμοί κυλίνδρων - σιαγόνων, όπως:

- Η διάταξη σιαγόνων Simplex (Σίμπλεξ), όπου συνυπάρχει μια πρωτεύουσα και μια δευτερεύουσα σιαγόνα (Σχ.6.13).
- Η διάταξη σιαγόνων Duplex (Ντούμπλεξ), που περιλαμβάνει δύο πρωτεύουσες σιαγόνες ωθούμενες από δύο κυλίνδρους απλής ενέργειας, που λειτουργούν κανονικά, κατά την προς τα εμπρός μόνο κίνηση του οχήματος (Σχ.6.14).
- Η διάταξη Duo - Duplex (Ντούο - Ντούμπλεξ), με δύο κυλίνδρους τροχών διπλής ενέργειας, που περιλαμβάνει δύο πρωτεύουσες σιαγόνες, οι οποίες λειτουργούν και κατά την προς τα εμπρός, αλλά και κατά την προς τα πίσω κίνηση του οχήματος (Σχ.6.15).
- Η διάταξη Servo (Σέρβο), με δύο πρωτεύουσες σιαγόνες και κύλινδρο διπλής ενέργειας (Σχ.6.16).
- Η διάταξη Duo - Servo (Ντούο-σέρβο), με δύο πρωτεύουσες σιαγόνες και κύλινδρο διπλής ενέργειας, αλλά, ταυτόχρονα, και με κινητό σύστημα στα

σημεία στήριξης των σιαγόνων (Σχ.6.17) στην "κιθάρα".

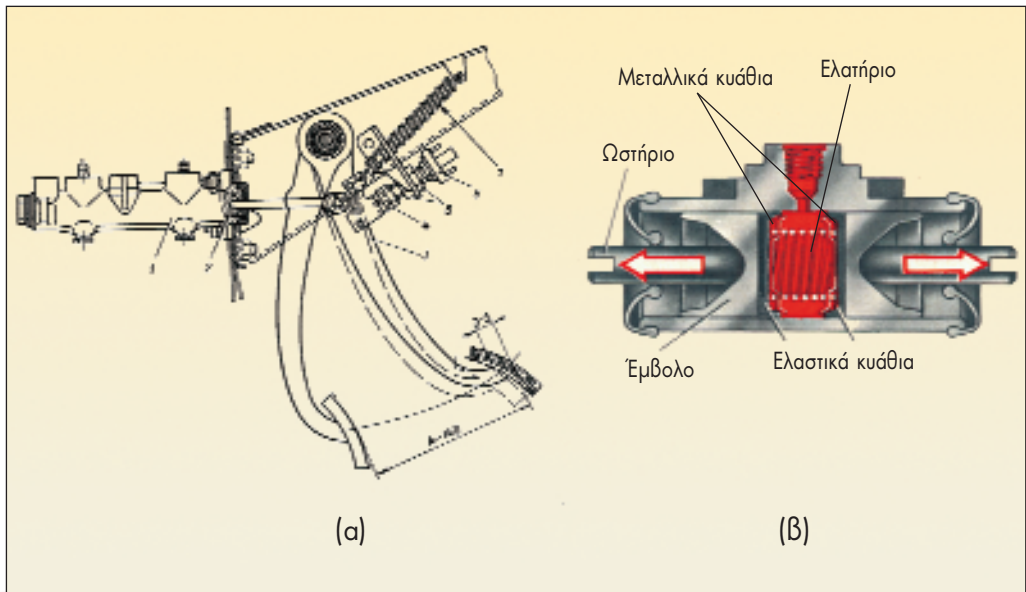
4. Σωληνώσεις

Το δίκτυο μεταφοράς του υγρού των φρένων αποτελείται από τμήματα χαλύβδινων ενισχυμένων σωληνίσκων, που ξεκινούν από την κεντρική αντλία και φέρουν κατάλληλη διαμόρφωση (εκτόνωση) στο κάθε άκρο τους και ρακόρ με σπειρώματα σωλήνων για την μεταξύ τους σύνδεση. Έτσι οι σωληνίσκοι αυτοί φθάνουν σ' ένα σημείο του πλαισίου ή του αμαξώματος, απ'όπου τους "υποδέχονται" πλέον - με κατάλληλη σύνδεση - εύκαμπτοι ενισχυμένοι ελαστικοί σωλήνες ("μαρκούτσια") που φθάνουν μέχρι το στόμιο προσαγωγής του υγρού στους κυλινδρίσκους των τροχών, αφού βιδωθούν σε συνδετικά άκρα (ρακόρ), που φέρουν σπειρώματα σωλήνων για το σκοπό αυτό.

5. Λειτουργία

Στο Σχ.6.18 (α) παρουσιάζεται μία συνήθης διάταξη του πεντάλ του φρένου με την κεντρική αντλία. Η συνολική διαδρομή του πεντάλ, στην περίπτωση αυτή, είναι 140 mm μέχρι αυτό να τερματίσει, ενώ η ελεύθερη διαδρομή του, πριν αρχίσει να ωθεί το έμβολο, είναι 3-5 mm. Διακρίνεται, επίσης, και ο διακόπτης των φώτων STOP, ο οποίος με τη βοήθεια ενός αποπιεστικού ελατηρίου θέτει το κύκλωμα των φώτων σε λειτουργία, όταν ο οδηγός πιέζει το πεντάλ των φρένων. Στο Σχ.6.18 (β) παρουσιάζεται ένας κύλινδρος τροχού, σε τομή.

Στο Σχ.6.19 (α) παρουσιάζεται το σύστημα πέδησης σε πρεμία, ενώ στην περίπτωση (β) έχουμε το σύστημα πέδησης σε



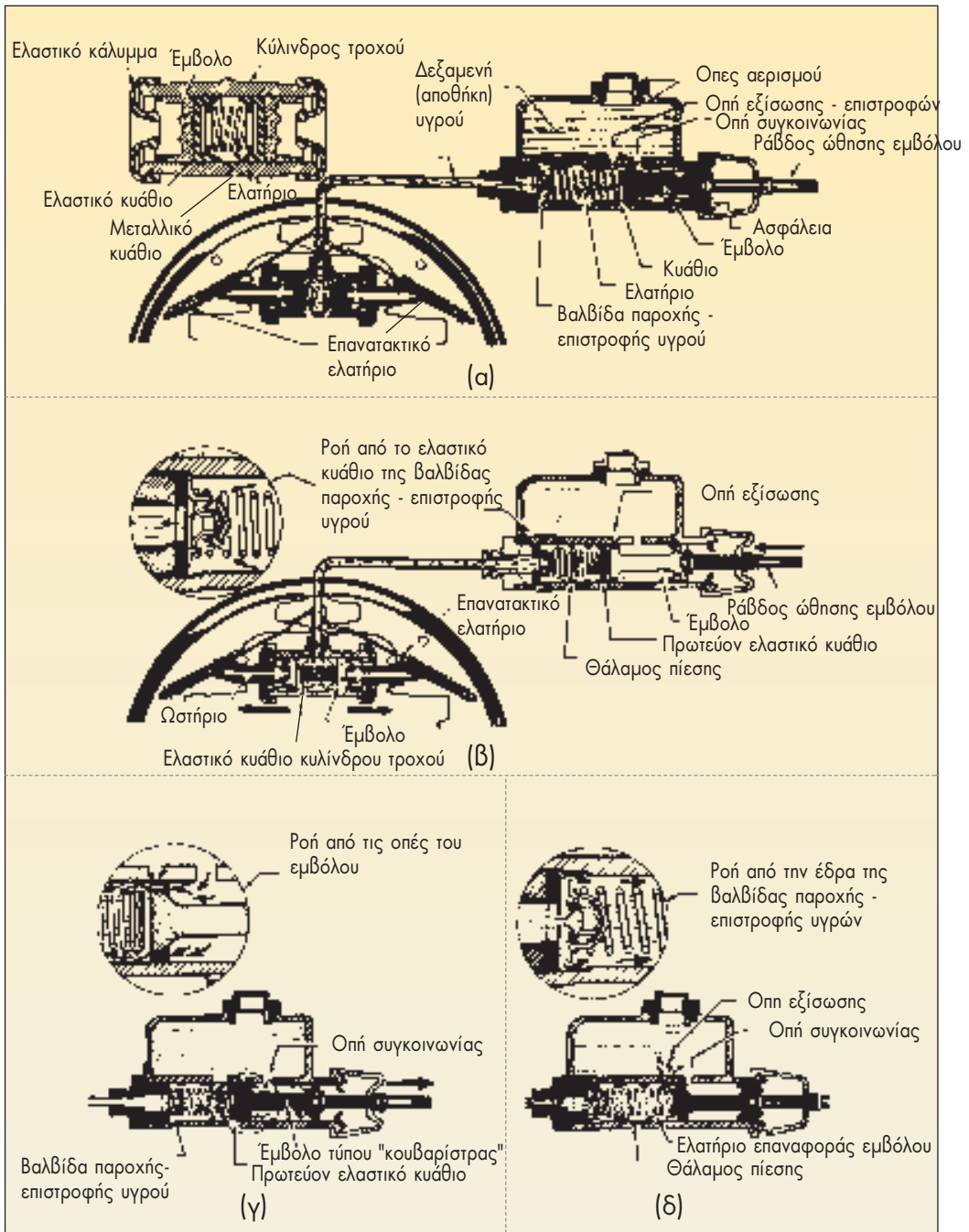
Σχ.6.18 α. Πεντάλ και αντλία πέδησης Α - 140 Συνολική διαδρομή πεντάλ (140 mm). Ελεύθερη διαδρομή πεντάλ (3-5 mm).

1. Κεντρικός κύλινδρος. 2. Ωστική ράβδος. 3. Πεντάλ φρένου. 4. Ωστήριο φώτων στοπ φρένων. 5. Περισκόπιο ρύθμισης θέσης φώτων στοπ φρένων. 6. Διακόπτης φώτων στοπ. 7. Ελατήριο επαναφοράς πεντάλ φρένων.

β. Κύλινδρος τροχών

λειτουργία. Όταν, δηλαδή, ο οδηγός πατήσει το πεντάλ του φρένου (ποδόπληκτρο), η ωστική ράβδος, που είναι συνδεδεμένη με το πεντάλ, ωθεί το έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου, οπότε το υγρό πιέζοντας το κυσθίο διέρχεται από τις οπές της βαλβίδας παροχής υγρών, περνά μέσα από τις σωληνώσεις και καταλήγει στους κυλίνδρους (κυλινδρίσκους) του τροχών. Εκεί αναγκάζει τα δύο έμβολα του κάθε κυλινδρίσκου να απομακρυνθούν και να πιέσουν με τα ωστήριά τους τις σιαγόνες, οι οποίες ανοίγουν και πιέζουν έτσι το τύμπανο του τροχού, με τελικό αποτέλεσμα να το ακινητοποιούν.

Στην περίπτωση (γ) του ίδιου σχήματος, παρατηρούμε ότι, όταν ο οδηγός αφήσει ελεύθερο το πεντάλ, τότε το ελατήριο του κεντρικού κυλίνδρου πιέζει το έμβολο προς τα πίσω και, επειδή το υγρό που βρίσκεται ήδη στους κυλινδρίσκους των τροχών και στις σωληνώσεις δεν προλαβαίνει να γυρίσει πίσω και να καταλάβει τον κενό χώρο που υπάρχει, το χώρο αυτό καταλαμβάνει άλλο υγρό, το οποίο έρχεται από τη δεξαμενή υγρών, μέσω της οπής συγκοινωνίας και των περιφερειακών οπών του άκρου του εμβόλου. Έτσι, αυτό περνά από τα ανασπκωμένα χείλη του πρωτεύοντος ελαστικού κυσθίου και γεμίζει το κενό, που δη-



Σχ.6.19 Λειτουργία υδραυλικού συστήματος πέδησης

(α) Πέδη σε ηρεμία, (β) Πέδη σε λειτουργία, (γ) Αρχή απελευθέρωσης της πέδης, (δ) Τέλος ελευθέρωσης της πέδης.

μιουργήθηκε με την προς τα οπίσω κίνηση του εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου, με αποτέλεσμα να έχουμε ταχεία επιστροφή του εμβόλου του κυλίνδρου προς τα οπίσω. Στο διάστημα αυτό, όμως, τα ελατήρια επαναφοράς των σιαγόνων πιέζουν με τα ωστήριά τους τα έμβολα των κυλινδρίσκων και εκείνα με τη σειρά τους αναγκάζουν το υγρό να φύγει αρχικά από τους κυλινδρίσκους των τροχών, να περάσει στη συνέχεια από τις σωληνώσεις, να ανασπκώσει τη βαλβίδα επιστροφής (βαλβίδα παροχής - επιστροφής υγρών) στον κεντρικό κύλινδρο [Σχ.δ.19(δ)], μετά να φθάσει στο χώρο εμπρός από το πρωτεύον κιάθιο του εμβόλου και από εκεί - λόγω του ότι το έμβολο έχει πλέον τερματίσει στη θέση αρχικής ηρεμίας του - το υγρό, μέσω της οπής εξίσωσης, να καταλήξει, τελικά, στη δεξαμενή υγρών.

Όταν τέλος, η πίεση του υγρού εκείνου που επιστρέφει από τους κυλίνδρους των τροχών (πίεση η οποία ασκείται από τα ελατήρια επαναφοράς των σιαγόνων στα έμβολα των κυλινδρων των τροχών), εξισωθεί με την πίεση που ασκεί το ελατήριο του εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου στη βαλβίδα παροχής - επιστροφής υγρού, τότε κλείνει η βαλβίδα αυτή και σταματά η επιστροφή των υγρών στον κεντρικό κύλινδρο και κατ'επέκταση στη δεξαμενή υγρών, μέσω της οπής επιστροφής των υγρών, οπότε ομιλούμε για το τέλος της απελευθέρωσης της πέδησης.

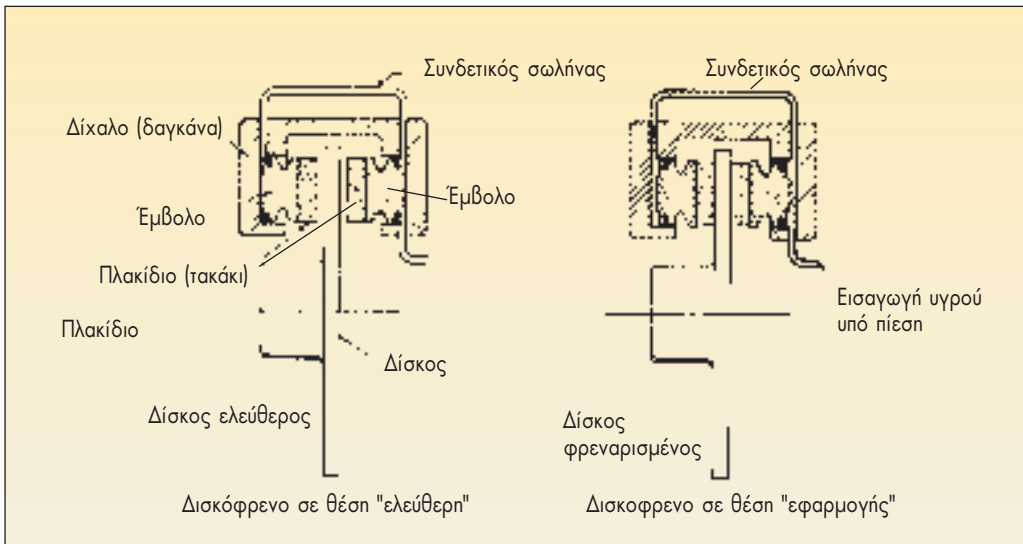
Έτσι, η βαλβίδα επιστροφής υγρών (παροχής - επιστροφής υγρών) κλείνει και όλο το σύστημα σωληνώσεων και κυλινδρίσκων τροχών παραμένει με πίεση λίγο μεγαλύτερη του μισού bar (περίπου

0,6 bar), όση δηλαδή είναι και η τάση που δημιουργεί το ελατήριο του εμβόλου. Με τον τρόπο αυτό, τα χείλη των καυθίων των εμβόλων, που κινούνται στα κυλινδράκια των τροχών, μένουν σε σταθερή επαφή με αυτά και γι'αυτό αποφεύγεται η είσοδος αέρα στο κύκλωμα, ενώ το σύστημα πέδησης μπορεί να ενεργοποιηθεί ακαριαία, με την παραμικρή κίνηση του εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Ας σημειωθεί, εδώ, ότι ο κεντρικός κύλινδρος βρίσκεται μόνον υπό ατμοσφαιρική πίεση, δεδομένου ότι η δεξαμενή υγρών με μια οπή που διαθέτει το κάλυμμά της, συγκοινωνεί με την ατμόσφαιρα.

6.4.3 Δισκόφρενα

Στο σύστημα πέδησης με τύμπανο και σιαγόνες δεν υπάρχει αρκετός αερισμός στα σημεία που αναπτύσσεται η τριβή, οπότε παρουσιάζεται υπερθέρμανση στις παραπάνω αυτές επιφάνειες, ιδίως σε περίπτωση εντατικής χρήσης τους ή σε κατηφορικές διαδρομές μεγάλου μήκους, όπου απαιτείται συνεχής προσπάθεια πέδησης.

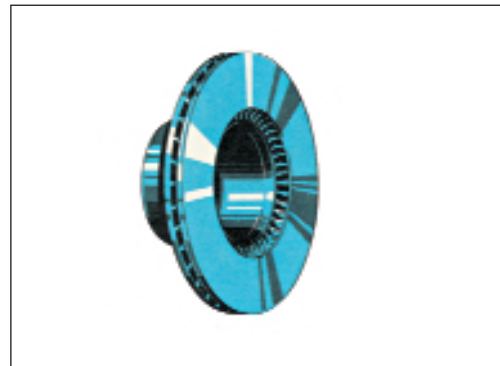
Έτσι, για να βελτιωθούν οι δυνατότητες του όλου συστήματος, ώστε να είναι πιο αποτελεσματικό, τα τύμπανα έχουν αντικατασταθεί με δίσκους και οι σιαγόνες με πλακίδια (τακάκια), οπότε ο κάθε τροχός, αντί για τύμπανο, έχει δίσκο. Ο δίσκος αυτός κινείται ανάμεσα στα σκέλη ενός σταθερού δίχαλου ("δαγκάνας"), που καλύπτει ένα μικρό τομέα του δίσκου. Κάθε σκέλος του δίχαλου αυτού ("δαγκάνας") έχει ένα ή δύο κυλίνδρους με τα αντίστοιχα έμβολα, που εφάπτονται



Σχ.6.20 Σύστημα φρένων με δίσκους τριβής (αρχή λειτουργίας)

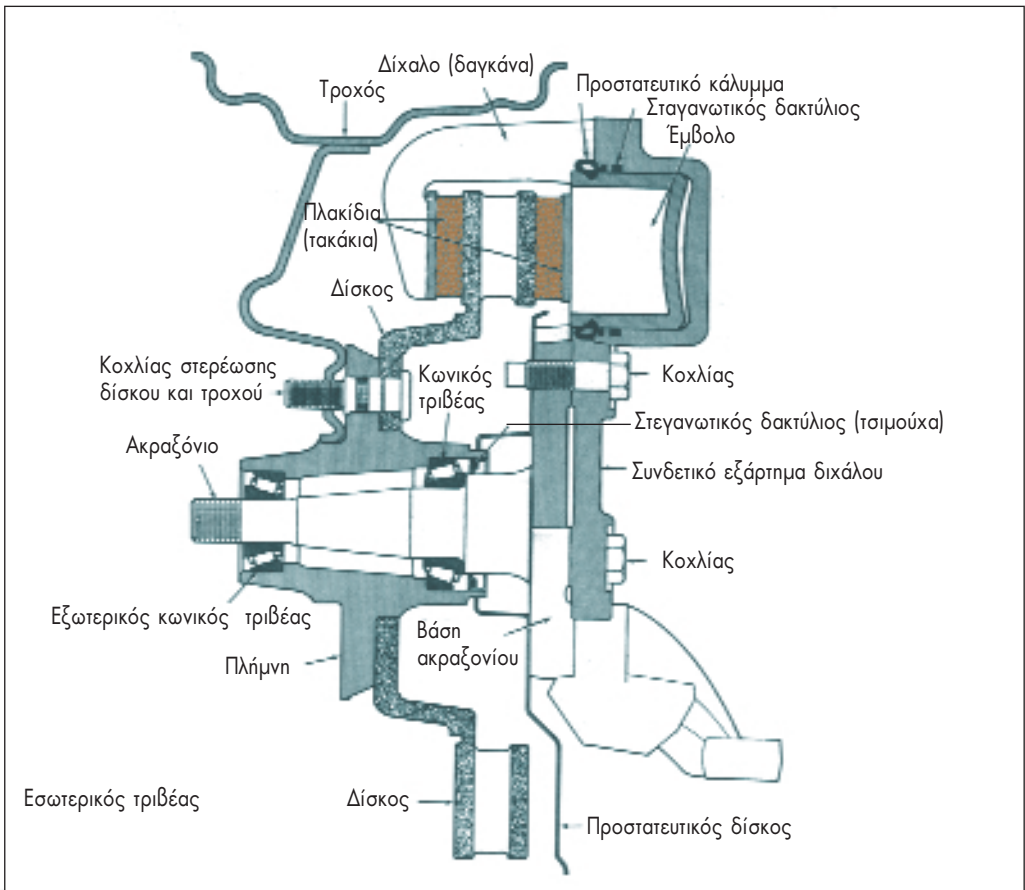
σε χαλύβδινο πέδιλο, όπου είναι κολλημένη η επένδυση της τριβής (θερμουίτ) και έτσι, ο δίσκος περιστρέφεται ανάμεσα στα πέδιλα τριβής (τακάκια) (Σχ.6.20). Όταν, λοιπόν, ο οδηγός πιέσει το πεντάλ του φρένου, το υγρό έρχεται με πίεση στον ένα ή στους δύο κυλίνδρους - ανάλογα με τη σχεδίαση του συστήματος - όπως ακριβώς και στα φρένα με τύμπανο, μόνο που εδώ ο δίσκος είναι αυτός ο οποίος περισφίγγεται από τα τακάκια και τελικά ακινητοποιείται, όπως εξάλλου και ο τροχός.

Η ψύξη του δίσκου είναι πολύ καλύτερη από την αντίστοιχη του τυμπάνου και γ'αυτό επιτρέπει να επενεργούν μεγαλύτερες δυνάμεις για φρενάρισμα-ακινητοποίηση του αυτοκινήτου σε πολύ μικρότερο χρόνο, χωρίς να δημιουργηθεί υπερθέρμανση, η οποία θα επέφερε επικίνδυνη επιβράδυνση στη λειτουργία της πέδησης.



Σχ.6.21 Δίσκος με διαμόρφωση πτερωτής για αποτελεσματικότερη ψύξη (αεριζόμενος δίσκος)

Υπάρχουν και δίσκοι με μορφή πτερωτής φυγοκεντρικής αντλίας για ακόμη καλύτερη ψύξη (Σχ.6.21). Αυτοί έχουν δύο λεία τοιχώματα, όπου εφαρμόζεται η πίεση των αντίστοιχων θερμουίτ των πλακιδίων (τακακιών), ενώ ανάμεσα σ' αυτά (τα τοιχώματα) σχηματίζονται δίο-



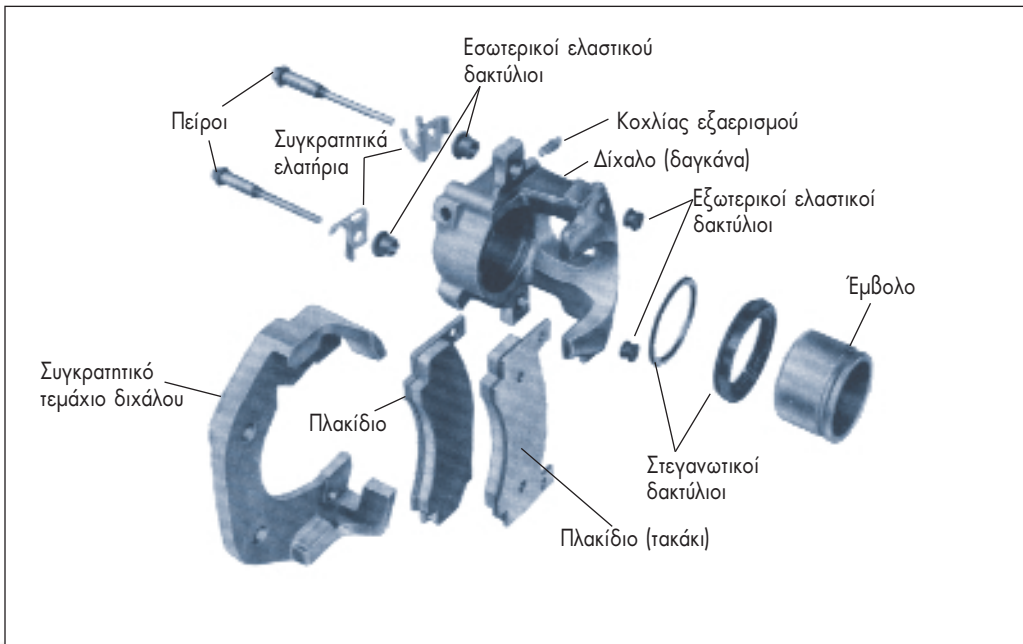
Σχ.6.22 Τομή συστήματος δισκόφρενου με ένα έμβολο στο ένα σκέλος της δαγκάνας

δοι ροής αέρα. Έτσι, κατά την περιστροφή του δίσκου, ρεύματα αέρος περνούν γρήγορα, λόγω της φυγοκεντρικής δύναμης, από τις διόδους αυτές και τον ψύχουν πολύ αποτελεσματικά.

Σε μερικά συστήματα δισκόφρενων, το δίχαλο (δαγκάνα) έχει συνήθως ένα έμβολο, μόνο στο ένα σκέλος του, όπως φαίνεται σε τομή και στο Σχ.6.22. Η όλη διάταξη του σχήματος αυτού αφορά τον εμπρόσθιο τροχό αυτοκινήτου (όπου φαίνεται το ακραζόνιο των εμπρόσθιων τροχών), αλλά με κίνηση του αυτοκινή-

του στους οπίσθιους τροχούς, ενώ ο δίσκος συγκρατείται με κοχλίες στην πλήμνη του τροχού. Στο Σχ.6.23 φαίνονται περισσότερες λεπτομέρειες που αφορούν το δίχαλο (δαγκάνα).

Στην περίπτωση, λοιπόν, που υπάρχει έμβολο στο ένα σκέλος της δαγκάνας, τότε αυτή δεν στερεώνεται κατευθείαν στη βάση του ακραζονίου, αλλά σε ένα ειδικό συνδετικό και ταυτόχρονα συγκρατητικό εξάρτημα, με δύο πείρους και ελαστικά δακτυλίδια ή με ολισθαίνουσα διάταξη "χελιδονοουράς", έτσι ώστε να εί-



Σχ.6.23 Εξαρτήματα συστήματος δισκοφρένου με ένα έμβολο στο ένα σκέλος της δαγκάνας

ναι δυνατή μια μικρή μετακίνηση της δαγκάνας, κάθετα προς τον δίσκο. Τη στιγμή, λοιπόν, του φρεναρίσματος, η δαγκάνα υποχωρεί λίγο και έτσι προσαρμόζονται στο δίσκο τα πλακίδια (τακάκια) ομοιόμορφα και στις δύο επιφάνειές του.

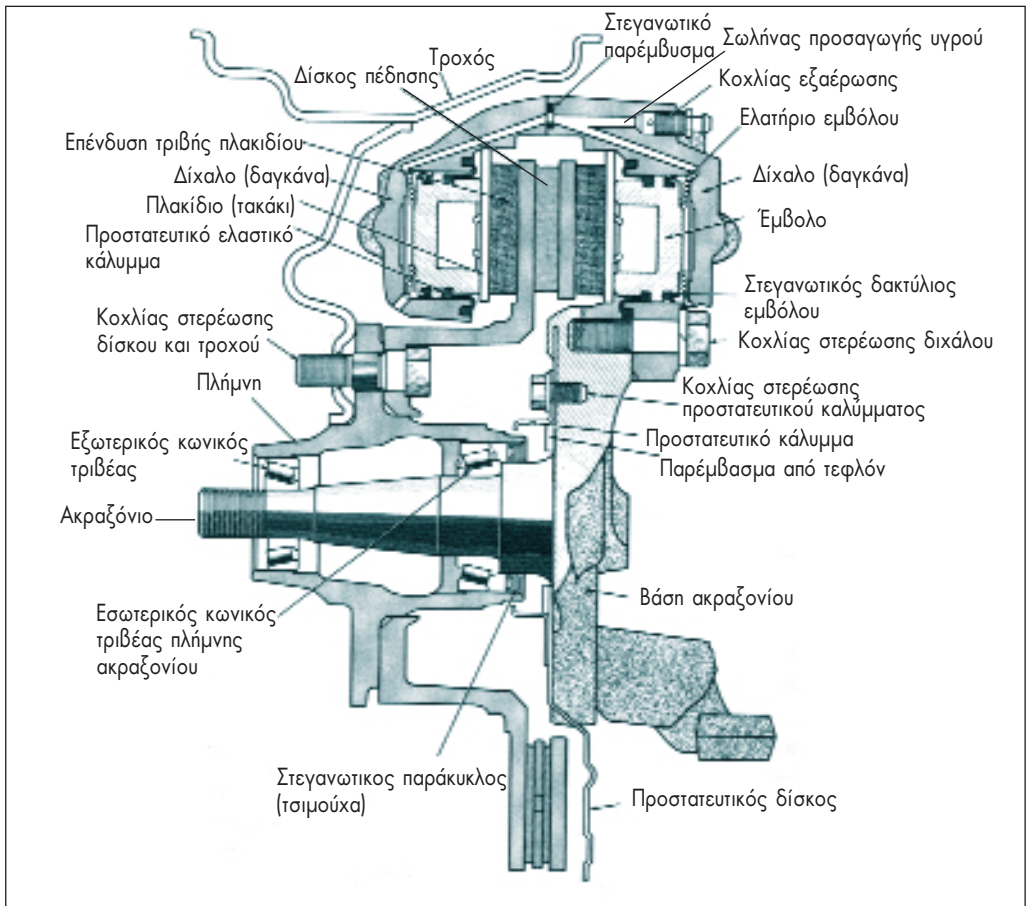
Υπάρχουν, όμως, και δαγκάνες, οι οποίες έχουν από ένα έμβολο σε κάθε σκέλος τους (Σχ.6.24). Στις περιπτώσεις αυτές η δαγκάνα είναι ενιαία, φέρει δύο έμβολα - ένα από κάθε πλευρά του δίσκου - και στερεώνεται με κοχλίες, απευθείας στη βάση του ακραζονίου. Το υγρό των φρένων από την κεντρική αντλία καταθλίβεται στο σωλήνα προσαγωγής του και από εκεί διοχετεύεται στους χώρους κατάθλιψης των δύο εμβόλων, ενώ ο δίσκος του συγκροτήματος συ-

γκρατείται με κοχλίες στην πλήμνη του τροχού. Σημειώνεται, ότι το συγκρότημα ανήκει σε πρόσθιο τροχό αυτοκινήτου, αλλά με κίνηση στους οπίσθιους τροχούς του.

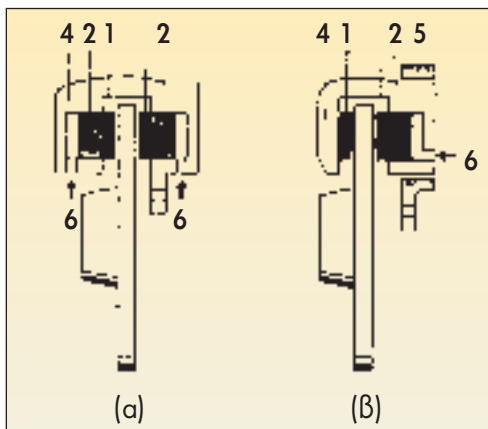
Στα περισσότερα οχήματα οι δίσκοι έχουν αντικαταστήσει τα τύμπανα των δύο μόνο πρόσθιων τροχών, ενώ σε άλλα και των τεσσάρων τροχών.

Ανακεφαλαιώνοντας, στο Σχ.6.25 φαίνονται με παραστατική σχεδίαση:

- (α) Σύστημα δισκόφρενου ενιαίας δαγκάνας με δύο έμβολα, καθένα από τα οποία έχει παροχές υγρού στα σημεία που φαίνονται με τα βέλη.
- (β) Σύστημα δισκόφρενου με "ολισθαίνουσα" διάταξη δαγκάνας και ένα έμβολο.



Σχ.6.24 Δισκόφρενο με ένα έμβολο σε κάθε ένα σκέλος της δαγκάνας



Σχ.6.25 α) Σύστημα δισκόφρενου με ενιαία δαγκάνα

β) Σύστημα δισκόφρενου με "ολισθαίνουσα" διάταξη δαγκάνας

1. Τακάκια
2. Έμβολο
3. Δίσκος
4. Δαγκάνα
5. Συγκραπτικό τεμάχιο δικάλου
6. Παροχή υγρού

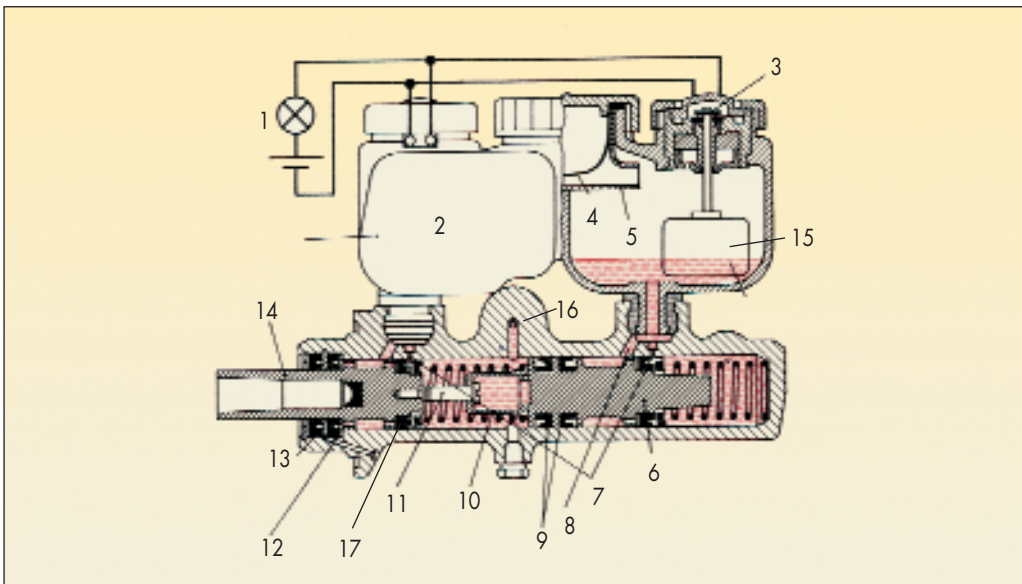
6.4.4. Συστήματα φρένων με διπλά κυκλώματα

Τα υδραυλικά συστήματα φρένων, όπως τα περιγράψαμε παραπάνω, είναι πολύ αποτελεσματικά, έχουν όμως ένα σοβαρό μειονέκτημα. Αν, δηλαδή, παρουσιασθεί διαρροή του υγρού σε οποιοδήποτε σημείο των σωληνώσεων ή των κυλίνδρων, τότε ακηστεύεται ολόκληρο το σύστημα των φρένων και το όχημα παύει να έχει πέδηση (εκτός φυσικά από το χειρόφρενο, το οποίο, όπως είδαμε, χρησιμεύει μόνο για την εξασφάλιση ακινησίας κατά την στάθμευση και δεν είναι ικανό να ακινητοποιήσει απότομα το αυτοκίνητο, όταν κινείται με σχετικά μεγάλη ταχύτητα).

Για να εξαλείψουν το μειονέκτημα αυτό, οι κατασκευαστές επινόησαν διάφορα συστήματα, στα οποία το κύκλωμα σωληνώσεων είτε χωρίζεται σε δύο υποκυκλώματα είτε διπλασιάζεται.

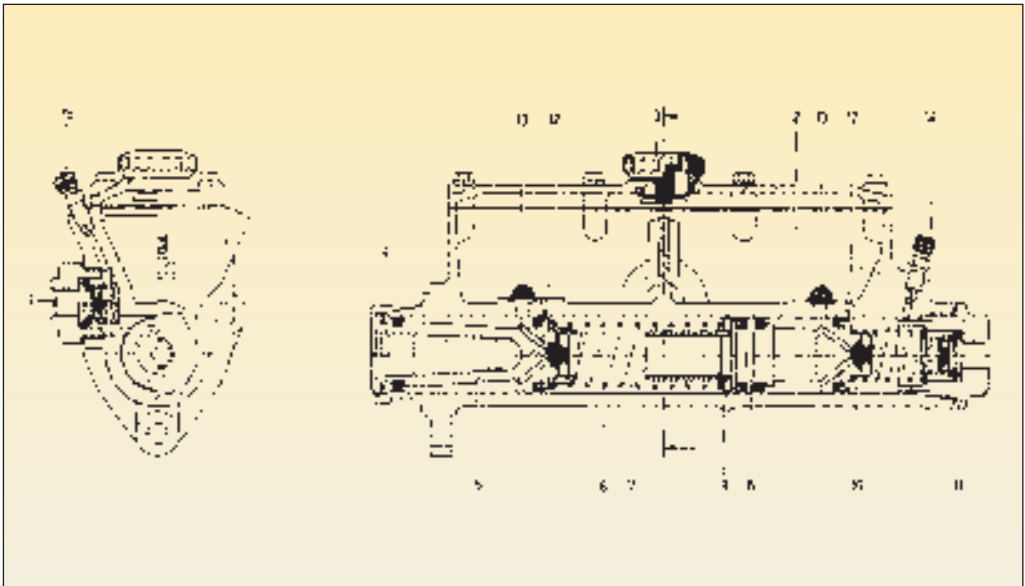
Και στις δύο, πάντως, αυτές περιπτώσεις, που αποτελούν τον κανόνα για τα σύγχρονα αυτοκίνητα, χρησιμοποιείται δίδυμος κεντρικός κύλινδρος (Σχ.6.26).

Όπως, δηλαδή, φαίνεται στο συγκεκριμένο σχήμα, ο κύλινδρος έχει δύο χώρους κατάθλιψης και δύο έμβολα. Ο κάθε χώρος κατάθλιψης τροφοδοτείται από ανεξάρτητη δεξαμενή υγρών, ενώ τροφοδοτεί ένα ανεξάρτητο κύκλωμα σωληνώσεων· λειτουργεί, δηλαδή, το κάθε κύκλω-



Σχ.6.26 Δίδυμος κεντρικός κύλινδρος

1. Ενδεικτική λυχνία υγρών φρένων. 2. Δεξαμενή ή δοχείο υγρών. 3. Πλάκα γεφύρωσης επαφών ενδεικτικής λυχνίας. 4. Κάλυμμα πλήρωσης υγρών. 5. Είσοδος υγρών προς δεξαμενή. 6. Δευτερεύον έμβολο. 7. Οπή εξίσωσης - επιστροφών. 8. Οπή συγκοινωνίας. 9. Δακτύλιος στεγανότητας. 10. Κυάθιο. 11. Κοχλίας απόστασης. 12. Στεγανωτικός δακτύλιος εμβόλου. 13. Στεγανωτικός δακτύλιος υποπίεσης. 14. Πρωτεύον έμβολο. 15. πλωτήρας. 16. Έξοδος υγρού από τον χώρο κατάθλιψης για τον οπίσθιο άξονα. 17. Πρωτεύων ελαστικός δακτύλιος πίεσης - στεγανότητας.



Σχ. 6.27 Δίδυμος κεντρικός κύλινδρος σύγχρονης κατασκευής

1. Στόμιο σύνδεσης πέδης πρόσθιων τροχών. 2. Δοχείο υγρών πέδης. 3. Τάπα πλήρωσης υγρών. 4. Τέρμα πρόσκρουσης. 5. Πρωτεύον (κύριο) έμβολο. 6. Ελατήριο επιτροφής πρωτεύοντος εμβόλου. 7. Χώρος πίεσης. 8. Δευτερεύον έμβολο. 9. Δακτύλιος ασφάλειας και τέρματος. 10. Χώρος πίεσης. 11. Κοιλίας με βαλβίδα πυθμένος. 12. Οπή εξίσωσης - επιστροφών. 13. Οπή συγκοινωνίας ή συμπλήρωσης. 14. 15. Κοιλίες εξαέρωσης.

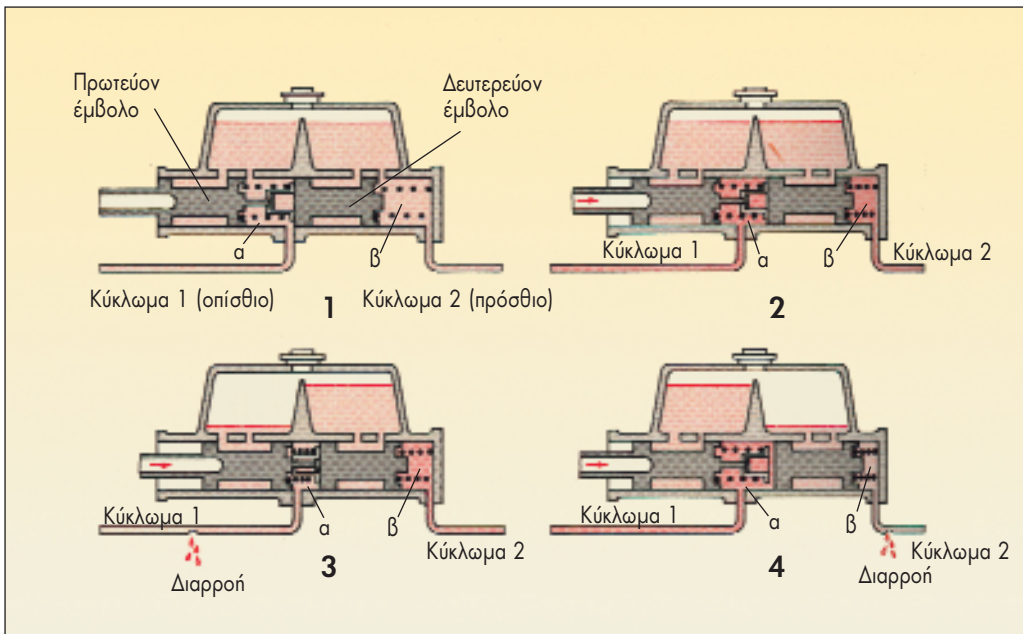
μα όπως και ο απλός κεντρικός κύλινδρος, που περιγράψαμε παραπάνω. Ο χώρος κατάθλιψης, που βρίσκεται πριν από το πρωτεύον έμβολο - το οποίο πιέζεται απευθείας από το πεντάλ του φρένου - παρέχει υγρό με πίεση στο οπίσθιο κύκλωμα φρένων, ενώ ο χώρος, που είναι πριν από το δευτερεύον έμβολο, τροφοδοτεί το πρόσθιο κύκλωμα. Το δευτερεύον έμβολο κινείται ελεύθερα (πλέει), μεταξύ του πρωτεύοντος εμβόλου και του άκρου του κεντρικού κυλίνδρου.

Στο Σχ. 6.27 παρουσιάζεται σε διαμήκη τομή και σε πλάγια ημιόψη-ημιτομή, δίδυμος κεντρικός κύλινδρος σύγχρονης κατασκευής, με τις ονομασίες των μερών του.

Λειτουργία του δίδυμου κεντρικού κυλίνδρου.

Πιο αναλυτικά:

- Στο Σχ.6.28 (1), το σύστημα των φρένων είναι σε ηρεμία, αφού οι δύο χώροι κατάθλιψης, (α και β), είναι γεμάτοι με υγρό.
- Στο Σχ.6.28 (2), το σύστημα βρίσκεται με τα δύο κυκλώματά του (πρόσθιο και οπίσθιο) σε καλή κατάσταση, δηλαδή δεν παρουσιάζει διαρροές. Καθώς πιέζεται το πρωτεύον έμβολο και αναπτύσσεται πίεση στο χώρο α, κινείται και το δευτερεύον έμβολο, το οποίο αναπτύσσει πίεση στο χώρο β.



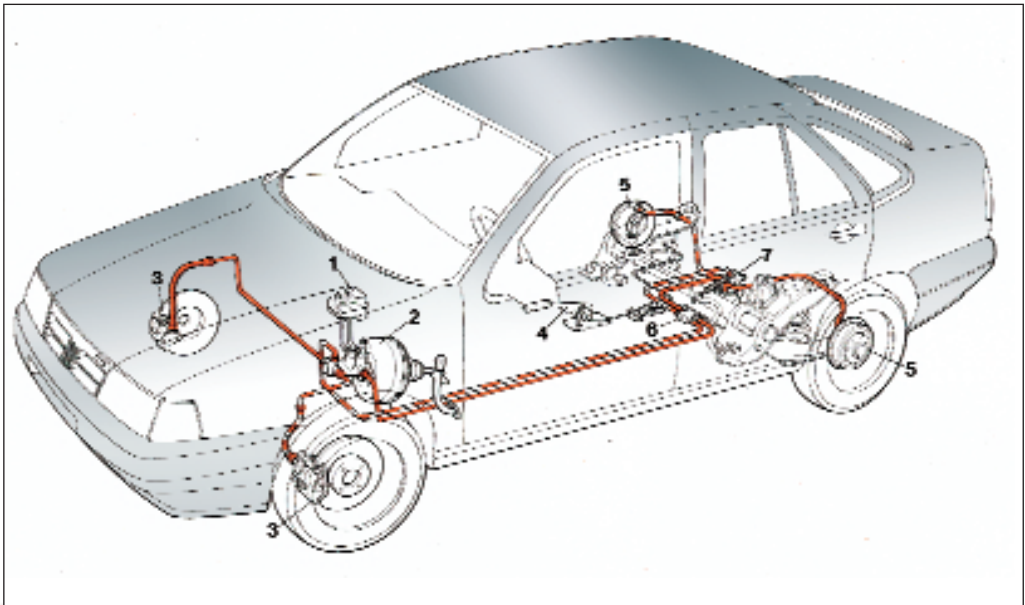
Σχ.6.28 Η λειτουργία του δίδυμου κεντρικού κυλίνδρου

Οι πιέσεις στο χώρο α και β είναι ίσες, οπότε αναπτύσσονται ίσες πιέσεις και στα δύο κυκλώματα.

- Στο Σχ.6.28 (3), φαίνεται ότι υπάρχει διαρροή στο οπίσθιο κύκλωμα και ο χώρος α αδειάζει. Το πρωτεύον έμβολο έρχεται σε επαφή με το δευτερεύον και έτσι μεταδίδει την πίεση στον χώρο β, που δημιουργεί πίεση στο πρόσθιο κύκλωμα των φρένων. Εκείνο που παρατηρείται στην περίπτωση αυτή είναι, ότι η διαδρομή του πεντάλ είναι μεγαλύτερη, γεγονός το οποίο προειδοποιεί τον οδηγό, για προβληματική λειτουργία του κυκλώματος.
- Στο Σχ.6.28 (4), φαίνεται ότι υπάρχει διαρροή στο πρόσθιο σύστημα και ο

χώρος β αδειάζει. Το δευτερεύον έμβολο υποχωρεί και τερματίζει στο άκρο του κυλίνδρου χωρίς να αναπτύξει πίεση, οπότε το πρόσθιο σύστημα "νεκρώνεται". Καθώς όμως το δευτερεύον έμβολο τερματίζει, αρχίζει να αναπτύσσεται πίεση μεταξύ των εμβόλων, δηλαδή στο χώρο α, οπότε το οπίσθιο κύκλωμα παραμένει σε λειτουργία. Και εδώ παρατηρείται, ότι η διαδρομή του πεντάλ είναι μεγαλύτερη και άρα το κύκλωμα λειτουργεί πλημμελώς.

Με το σύστημα αυτό του διπλού κυκλώματος εξασφαλίζεται, τουλάχιστον, η ομαλή λειτουργία του ενός από τα δύο κυκλώματα φρένων, έστω και αν στο άλλο παρουσιασθεί διαρροή. Κατά την κατασκευή των συστημάτων αυτών λαμ-



Σχ.6.29 Γενική διάταξη υδραυλικού συστήματος φρένων με δίδυμο κεντρικό κύλινδρο

1. Δοχείο υγρών φρένων. 2. Σεβρόφρενο με υποπίεση και δίδυμη κεντρική αντλία κυκλωμάτων σε διαγώνια διάταξη. 3. Δισκόφρενα πρόσθιων τροχών. 4. Μοχλός χειρόφρενου. 5. Τύμπανα (ταμπούρα) οπίσθιων τροχών. 6. Διακλαδιώτριας τεσσάρων οδών. 7. Βαλβίδα κατανομής πίεσης υγρών.

Βάνεται υπόψη η κατάλληλη ρύθμιση των σιαγόνων των φρένων ή των τακακιών, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται, μέσω της διαθέσιμης ωφέλιμης διαδρομής και των δύο εμβόλων, η καλύτερη δυνατή επαφή των υλικών τριβής με τα ταμπούρα ή τους δίσκους, αντίστοιχα.

Στο Σχ.6.29, παρουσιάζεται γενική διάταξη ενός υδραυλικού συστήματος φρένων με δίδυμο κεντρικό κύλινδρο, καθώς και η διάταξη του χειρόφρενου.

6.4.5. Κατανομή του έργου πέδησης μεταξύ των αξόνων

Όταν ένα όχημα κινείται ευθύγραμμα και με την ίδια ταχύτητα σε οριζόντιο έδαφος, οι αντιδράσεις στην κίνησή του

(αντίδραση αέρα, αντίσταση κύλισης, τριβές κ.λπ.) εξουδετερώνονται, τελείως, από την προωθητική δύναμη των κινητήριων τροχών και η κατανομή του βάρους του οχήματος στους δύο άξονές του είναι εκείνη που έχει, όταν βρίσκεται σε στάση. Βέβαια, η αντίσταση του αέρα προκαλεί τη δημιουργία ενός ζεύγους δυνάμεων αντίθετων προς το ζεύγος των δυνάμεων της αδράνειας, που τείνουν να ελαφρύνουν τον πρόσθιο και να επιβαρύνουν τον οπίσθιο άξονα. Αυτές όμως οι δυνάμεις είναι μικρές και μπορεί να θεωρηθούν αμελητέες.

Ταυτόχρονα, το βάρος του οχήματος αναλύεται σε δύο συνιστώσες που ενεργούν στα σημεία επαφής των τροχών και του εδάφους. Επειδή το κέντρο βά-

ρους του οχήματος βρίσκεται περίπου στο μέσον και κοντά στον άξονα μετάδοσης της κίνησης σε αυτοκίνητα με κίνηση στους οπίσθιους τροχούς, για την καλή πέδησή τους μια ίση κατανομή του έργου πέδησης ανάμεσα στους δύο άξονες θα ήταν ό,τι καλύτερο, οπότε το ζεύγος των δυνάμεων πέδησης των τροχών του οπίσθιου άξονα θα ήταν ίσο με το ζεύγος των τροχών του πρόσθιου άξονα.

Τη στιγμή, όμως, της πέδησης, μεταφέρεται ένα σημαντικό μέρος του βάρους από τον οπίσθιο στον πρόσθιο άξονα, που βυθίζει το πρόσθιο μέρος του οχήματος και τροποποιεί, έτσι, σημαντικά, την κατανομή του βάρους μεταξύ των αξόνων.

Η νέα αυτή κατανομή εξαρτάται από την επιβράδυνση και τις συνθήκες φόρτωσης του οχήματος και μπορεί να φθάσει μέχρι τη μετάθεση του 75 % του φορτίου στον πρόσθιο άξονα. Στην πράξη, όμως, για τον υπολογισμό των συστημάτων πέδησης, δέχονται οι κατασκευαστές ως λογική κατανομή την αναλογία 60 προς 40, και κατασκευάζουν έτσι το σύστημα πέδησης, ώστε η σχέση μεταξύ πρόσθιου και οπίσθιου ζεύγους δυνάμεων πέδησης να στηρίζεται στην αναλογία που πιο πάνω αναφέρθηκε.

Ας σημειωθεί, ότι στην περίπτωση αυτοκινήτων με πρόσθια κίνηση, ο πρόσθιος άξονας φέρει περισσότερο βάρος από τον οπίσθιο.

Η προσπάθεια αναλογικής κατανομής του έργου της πέδησης έχει ως βασικό σκοπό να εκμεταλλευθεί, όσο το δυνατόν, περισσότερο μέρος του βάρους του οχήματος, που υπάρχει σε κάθε άξονα και σε κάθε στιγμή, και να εξασφαλίσει

σε περίπτωση ακινητοποίησης των τροχών, την ακινητοποίηση πρώτα των πρόσθιων και μετά των οπίσθιων. Αυτό πρέπει να γίνεται, γιατί η ακινητοποίηση των πρόσθιων τροχών προκαλεί μόνο μία οριζόντια αιώρηση του πρόσθιου τμήματος του αυτοκινήτου, δεξιά και αριστερά από τον άξονα πορείας, ενώ η ακινητοποίηση (μπλοκάρισμα) των οπίσθιων τροχών προκαλεί πλαγιολίσθηση ή και πλήρη αναστροφή της κίνησης, κατά την οποία το οπίσθιο μέρος του αυτοκινήτου έρχεται εμπρός, με σοβαρό κίνδυνο ανατροπής (φαινόμενο "Μπράκ Χέαντ", ή "τετ α κέ").

Για φορτηγά, λεωφορεία κ.λπ., όπου οι ταχύτητες και οι επιταχύνσεις είναι μικρές και η κατανομή του βάρους είναι διαφορετική, κατά κανόνα το μεγαλύτερο μέρος του βάρους πέφτει στον οπίσθιο άξονα, οπότε το μεγαλύτερο μέρος του έργου της πέδησης αναλαμβάνει ο οπίσθιος άξονας. Έτσι, τα ζεύγη πέδησης πρόσθιων και οπίσθιων τροχών μπορεί να έχουν σχέση 30 προς 70.

Όταν οι τροχοί, ή έστω μόνο ο ένας της μιας πλευράς, επιβραδύνονται περισσότερο από τους αντίστοιχους τροχούς της άλλης πλευράς, τότε δημιουργείται τάση εκτροπής του οχήματος προς την πλευρά του τροχού ή των τροχών που επιβραδύνονται περισσότερο, με κίνδυνο όχι μόνο εκτροπής αλλά και ανατροπής του. Για να αποφευχθεί αυτό, γίνεται προσπάθεια, ώστε οι δυνάμεις σύσφιξης των τροχών σε κάθε άξονα να είναι ίσες, ενώ και οι τροχοί σε κάθε άξονα πρέπει να έχουν ελαστικά ίδιου τύπου και ίδιας πίεσης αέρα και να βρίσκονται στην ίδια κατάσταση από άποψη φθοράς.



Σχ. 6.30 Κατανεμτής πίεση υδραυλικού συστήματος πέδησης

1. Κοχλίας ρύθμισης. 2. Σημείο πρόσδεσης δυναμόμετρου για τον έλεγχο τάσης του ελατηρίου. 3. Βραχίονας ελέγχου. 4. Αντιστρεπτική δοκός. 5. Δυναμόμετρο ελέγχου. 6. Οπίσθιος άξονας. 7. Εξωτερικό ρυθμιστικό ελατήριο.

Άλλος λόγος που προκαλεί το ανομοιόμορφο φρενάρισμα του οχήματος είναι, όταν οι τροχοί κινούνται σε δρόμο με διαφορετικό συντελεστή τριβής τροχού - οδοστρώματος. Τέτοιες περιπτώσεις παρουσιάζονται, όταν η ασφαλτος είναι λεία στο μεσαίο τμήμα της, ενώ είναι ανώμαλη και τραχεία στα άκρα. Έτσι, οι οδηγοί πρέπει να φροντίζουν πάντα, ώστε όλοι οι τροχοί του αυτοκινήτου να κινούνται σε ομοιόμορφο οδόστρωμα.

Τέλος, η άνιση κατανομή φορτίου μεταξύ δεξιών και αριστερών τροχών, προκαλεί ζεύγος δυνάμεων ανατροπής, όταν το αυτοκίνητο κινείται σε καμπύλη τροχιά, και για το λόγο αυτό, πρέπει να αποφεύγεται το φρενάρισμα - και ιδίως

το ισχυρό και το απότομο - όταν το όχημα κινείται σε στροφή.

Αντιολισθητικά συστήματα

Οι ικανότητες φρεναρίσματος του αυτοκινήτου μειώνονται σημαντικά, αν για οποιονδήποτε λόγο ακινητοποιηθούν οι τροχοί, πάψουν δηλαδή να περιστρέφονται.

Για να μην γίνεται αυτό, τα αυτοκίνητα έχουν συστήματα που αναστέλλουν ελαφρά την δύναμη των φρένων, συνήθως των οπίσθιων, ή και των τεσσάρων ακόμη τροχών, όταν κάποιος από αυτούς πλησιάζει να ακινητοποιηθεί (ABS).

Ένα από αυτά τα συστήματα, που χρησιμοποιούνται σήμερα στα συστήματα πέδησης, είναι η "Βαλβίδα Κατανομής Πίεσης" των υγρών των φρένων, γνωστή και ως "κατανεμτής πίεσης".

Το σύστημα αυτό είναι απλό, δρα μόνο στους οπίσθιους τροχούς και ενεργοποιείται με την αλλαγή (ελάφρυνση) του φορτίου του οπίσθιου άξονα, που παρουσιάζεται κατά το φρενάρισμα.

Έτσι, κατά το απότομο φρενάρισμα, το πρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου βυθίζεται ("μπρουμουτίζει"), ενώ αντίστοιχα ανυψώνεται το οπίσθιο. Αυτό, όπως αναλύθηκε παραπάνω, οφείλεται στην αλλαγή της κατανομής των φορτίων ανάμεσα στους δύο άξονες.

Στο Σχ. 6.30, φαίνεται μία βαλβίδα κατανομής πίεσης υγρών φρένων (κατανεμτής), τοποθετημένη στον οπίσθιο τυπικό άξονα ενός αυτοκινήτου, στο οποίο η κίνηση δίδεται στους πρόσθιους τροχούς, ενώ υπάρχουν δισκόφρενα εμπρός και τύμπανα (ταμπούρα) για τον οπίσθιο άξονα.

Εδώ ο κατανεμτής είναι τοποθετημέ-

νος στον τυπικό οπίσθιο άξονα και συνδέεται, μέσω ενός ρυθμιστικού ελατηρίου ελέγχου, με την αντιστρεπτική δοκό (ράβδο) (4).

Κατά την κανονική πορεία, το φορτίο κατανέμεται κανονικά ανάμεσα στους δύο άξονες και επομένως το ελατήριο ελέγχου, που επενεργεί και ελέγχει τον κατανεμνή, έχει ορισμένη τάση. Η τάση αυτή ελέγχεται κατά τη ρύθμιση του με το δυναμόμετρο (5), με το αυτοκίνητο σε στάση χωρίς φορτίο και ρυθμίζεται από το σημείο (1).

Τη στιγμή, λοιπόν, του φρεναρίσματος, η αδράνεια προκαλεί αλλαγή στην κατανομή των φορτίων, με αποτέλεσμα ο πρόσθιος άξονας να φορτίζεται περισσότερο, ενώ ο οπίσθιος να ανακουφίζεται (αποφορτίζεται), με συνέπεια, όταν ανασπώνεται το οπίσθιο μέρος του αυτοκινήτου, οι υστερούντες βραχίονες των τροχών κινούνται προς τα κάτω, δηλαδή κατεβαίνουν (βλ. και Σχ. 4.49). Κατά την κίνησή τους αυτή στρέφουν την αντιστρεπτική δοκό (4), έτσι ώστε να μειώνεται η τάση (δύναμη) του ρυθμιστικού ελατηρίου και να περιορίζεται η παροχή υγρού υπό πίεση στους κυλίνδρους των οπίσθιων τροχών.

Η βαλβίδα ρυθμίζεται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε κατά την πορεία και το ελαφρό φρενάρισμα να μην εμποδίζεται καθόλου η παροχή υγρού υπό πίεση προς τους κυλίνδρους των οπίσθιων τροχών. Η βαλβίδα επεμβαίνει μόνο, όταν το φρενάρισμα είναι απότομο, σε βαθμό που να βυθίζεται αρκετά το πρόσθιο μέρος και όταν υπάρχει κίνδυνος να ακινητοποιηθούν (μπλοκάρουν) οι οπίσθιοι τροχοί. Η επέμβασή της, λοιπόν, μειώνει τη δύναμη πέδησης και προλαβαίνει την

ακινητοποίησή ("μπλοκάρισμά") τους.

Ο κατανεμνή αυτός περιλαμβάνει ένα έμβολο με διαβάθμιση (κλιμακωτό έμβολο) (Σχ. 6.31), το οποίο διαθέτει ένα έμβολο με δύο διαφορετικές διαμέτρους. Από τη δεξιά πλευρά του, η πίεση του υγρού ασκείται στην κυκλική επιφάνεια της μεγάλης διαμέτρου του εμβόλου, ενώ από την αριστερή πλευρά, το υγρό ασκείται σε μία δακτυλιοειδή επιφάνεια πολύ μικρότερη από εκείνη της δεξιάς πλευράς. Το έμβολο έχει στο σώμα του μία δίοδο, μέσα από την οποία διέρχεται το υγρό από τον κεντρικό κύλινδρο του συστήματος πέδησης προς τους κυλίνδρους των τροχών του οπίσθιου άξονα και αντίστροφα. Η δίοδος αυτή ελέγχεται από μία βαλβίδα ελέγχου η οποία ανοίγει, όταν το κλιμακωτό έμβολο έλθει προς τα δεξιά και το στέλεχος της βαλβίδας ελέγχου "πατήσει" στο πρόσωπο του κυλίνδρου. Έτσι, το κλείσιμο ή το άνοιγμα της βαλβίδας ελέγχου εξαρτάται από τις δυνάμεις που ασκούνται στο κλιμακωτό έμβολο, δεξιά και αριστερά του.

Το κλιμακωτό, λοιπόν, αυτό έμβολο, από τη δεξιά πλευρά του δέχεται δύναμη αντίστοιχη με την πίεση του υγρού που αντιστοιχεί στην κυκλική επιφάνειά του, ενώ από την αριστερή πλευρά του δέχεται δύναμη που αντιστοιχεί στην πίεση, που ασκείται στην δακτυλιοειδή επιφάνειά του, αλλά και επιπλέον δύναμη, που ασκείται στο έμβολο - κατά την ίδια κατεύθυνση - και η οποία δύναμη προέρχεται από το εξωτερικό ρυθμιστικό ελατήριο. Η τάση, βέβαια, του εξωτερικού ρυθμιστικού ελατηρίου εξαρτάται από τις συνθήκες επιβράδυνσης, αλλά και φόρτωσης του αυτοκινήτου.

Συγκεκριμένα, κατά το ελαφρό φρενάρημα, το υγρό από τον κεντρικό κύλινδρο εισέρχονται στον κατανεμπτή μέσω της διόδου, που διαθέτει το κλιμακωτό έμβολο και στη συνέχεια μέσω της βαλβίδας ελέγχου η οποία είναι ανοικτή αφού το κλιμακωτό έμβολο είναι τελείως δεξιά και την ανοίγει - περνά με αμείωτη πίεση και κατευθύνεται προς τους

374

ειδής επιφάνεια, ασκείται μικρότερη δύναμη, λόγω της μικρότερης επιφάνειας που παρουσιάζει, δύναμη η οποία ενισχύεται από την τάση του ρυθμιστικού εξωτερικού ελατηρίου. Εάν η δύναμη που ασκείται στην κυκλική επιφάνεια του κλιμακωτού εμβόλου είναι μεγαλύτερη από το άθροισμα της δύναμης που ασκείται στη δακτυλιοειδή επιφάνεια στην άλλη πλευρά του εμβόλου και της δύναμης του εξωτερικού ρυθμιστικού ελατηρίου, τότε το έμβολο μετατοπίζεται προς τα αριστερά και κλείνει η βαλβίδα ελέγχου. Όταν αυτή κλείσει, τότε μειώνεται η πίεση της κεντρικής αντλίας φρένων προς τους κυλίνδρους των οπίσθιων τροχών.

Μέχρι την πίεση των 15 bar στο υδραυλικό κύκλωμα, δεν υπάρχει διαφοροποίηση της πίεσης του κυκλώματος προς τους οπίσθιους τροχούς. Από το σημείο, όμως, αυτό και ανάλογα με την επιβράδυνση και τα φορτία του αυτοκινήτου, μπορεί να αναπτυχθεί μία πίεση έως 70 bar στους πρόσθιους τροχούς, ενώ ταυτόχρονα η πίεση στους οπίσθιους τροχούς να μη ξεπερνά τα 30 bar.

Μία συνήθης τυποποιημένη βαλβίδα (κατανεμπτής) είναι η "3/15", που σημαίνει, ότι η βαλβίδα αρχίζει να επενεργεί από τα 15 bar. Μετά από αυτό το όριο, επιτρέπεται να περάσει μόνον το 30 % της μέγιστης πίεσης, που θα αναπτυχθεί στο υδραυλικό κύκλωμα των οπίσθιων τροχών.

Έτσι, οι βαλβίδες αυτές (κατανεμπτές) είναι ανενεργές ("αναίσθητες") σε μικρές πιέσεις του συστήματος πέδησης (ελαφρές πεδήσεις), ενώ μειώνεται σημαντικά, μέχρι και 70 %, σε έντονες πεδήσεις (πεδήσεις κινδύνου).

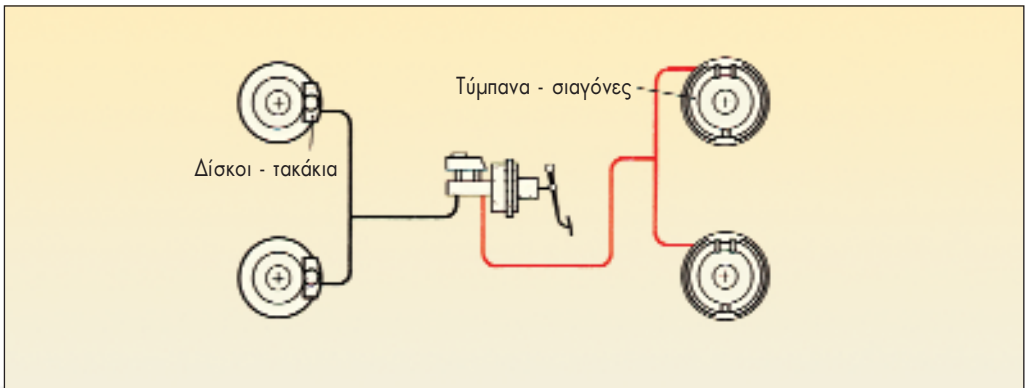
Η μείωση της πίεσης στους οπίσθιους

τροχούς (στον οπίσθιο άξονα) καθορίζεται από την τάση που αναπτύσσει το ρυθμιστικό ελατήριο, το οποίο είναι συνδεδεμένο με κατάλληλο σημείο της αντιστρεπτικής ράβδου (No 4) του οπίσθιου άξονα (Σχ.6.30). Έτσι, η ράβδος αυτή εκτελεί έκκεντρη στροφή (Σχ.6.31) ανάλογη με το φορτίο του πίσω άξονα που προκαλείται από την ανύψωση ή μη ανύψωση των βραχιόνων των τροχών, οι οποίοι επηρεάζονται από την κίνηση του αμαξώματος του αυτοκινήτου κατά την πέδηση. Δηλαδή, ο βαθμός στροφής της αντιστρεπτικής ράβδου είναι αντί-στοιχος με το ύψος, που δημιουργεί το οπίσθιο μέρος του οχήματος.

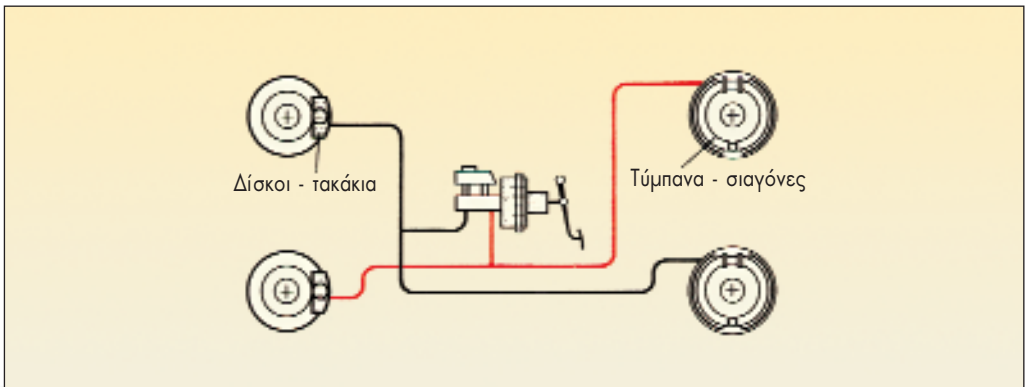
Κατ' επέκταση εάν το φρενάρισμα γίνει ακόμα πιο ισχυρό και απότομο, μειώνεται ακόμα περισσότερο η τάση του ρυθμιστικού ελατηρίου, διότι ανυψώνεται περισσότερο το πίσω μέρος του αυτοκινήτου, και οι τροχοί κατεβαίνουν προς τα κάτω, οπότε και η αντιστρεπτική ράβδος στρέφεται, με αποτέλεσμα να μειώνεται η τάση (δύναμη) του ρυθμιστικού ελατηρίου, που ασκείται στο κλιμακωτό έμβολο με αποτέλεσμα να κλείνει η βαλβίδα ελέγχου, και έτσι η πίεση προς τους οπίσθιους τροχούς είναι ελαττωμένη.

Αντίθετα, εάν φορτωθεί το πίσω μέρος του αυτοκινήτου, κατεβαίνει προς τα κάτω, με αποτέλεσμα η αντιστρεπτική ράβδος να στρέφεται έτσι, ώστε να αυξάνεται η τάση του ρυθμιστικού ελατηρίου και τελικά η πίεση, που φθάνει στους πίσω τροχούς, να είναι αυξημένη.

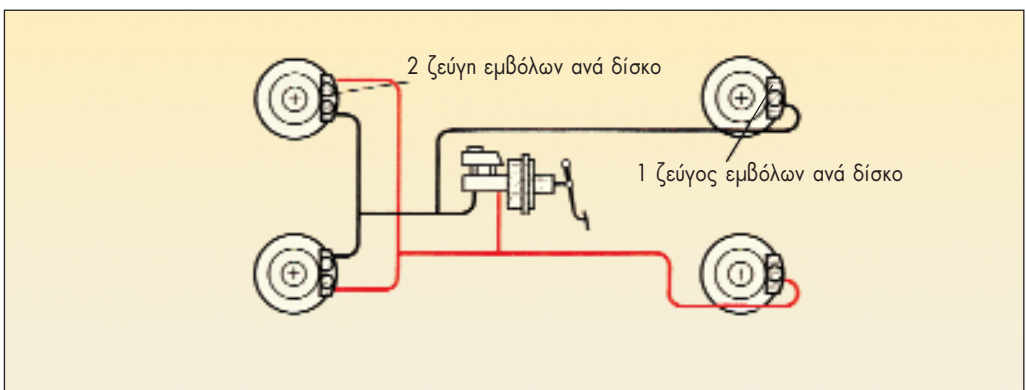
Το σύστημα του Σχ.6.30 διαθέτει ανεξάρτητο έλεγχο (δίδυμο) για τον οπίσθιο δεξιό και αριστερό τροχό, λόγω της διαγώνιας (χιαστί) διάταξης σύνδεσης των τροχών.



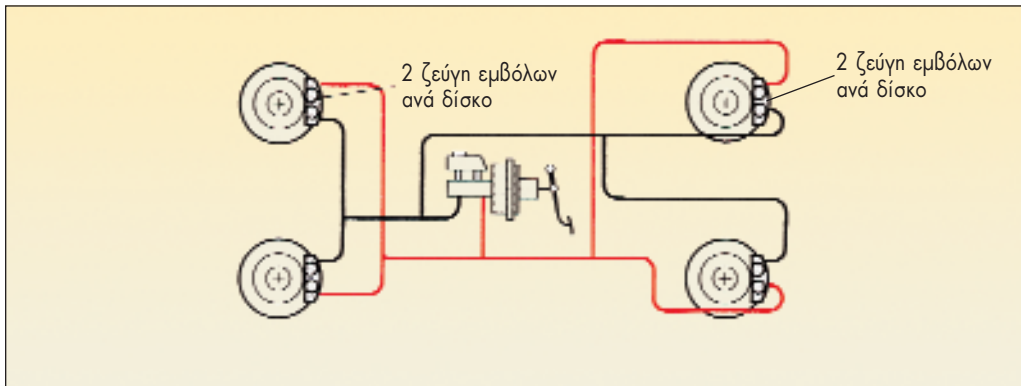
Σχ. 6.32 Σύστημα πέδησης σε διάταξη T-T (εμπρόσθιος - οπίσθιος άξονας)



Σχ.6.33 Σύστημα πέδησης σε διάταξη χιαστί (X)



Σχ. 6.34 Σύστημα πέδησης σε διάταξη L-L



Σχ. 6.35 Σύστημα πέδησης σε διάταξη H-H

6.5. Διατάξεις υδραυλικών συστημάτων πέδησης

Τα συστήματα, που εφαρμόζονται σήμερα, χρησιμοποιούν δίδυμο κεντρικό κύλινδρο και αποσκοπούν στο να ενεργοποιείται, όπως είπαμε, τουλάχιστον το μισό κύκλωμα του συστήματος των φρένων.

Έτσι, στο Σχ.6.32 φαίνεται το σύστημα σε διάταξη T - T, όπου ο πρόσθιος και ο οπίσθιος άξονας αποτελούν ανεξάρτητα (ξεχωριστά) κυκλώματα, καθώς στον ένα κύλινδρο του δίδυμου κεντρικού κυλίνδρου συνδέονται οι πρόσθιοι και στον άλλο οι οπίσθιοι τροχοί.

Στο Σχ.6.33, φαίνεται ένα σύστημα σε διάταξη X (χιαστί), δηλαδή με διαγώνια σύνδεση κυκλωμάτων. Εδώ, με το ένα κύκλωμα συνδέεται ο πρόσθιος αριστερός τροχός με τον οπίσθιο δεξιό, και ο πρόσθιος δεξιός τροχός με τον οπίσθιο αριστερό.

Στο Σχ.6.34, φαίνεται το σύστημα σε τριγωνική διάταξη L - L. Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται σε συστήματα δισκόφρεων στον πρόσθιο άξονα με δύο έμβο-

λα (ή ζεύγη εμβόλων) ανά δαγκάνα και με ένα ζεύγος δισκόφρεων ή ταμπούρων, αντίστοιχα, στον οπίσθιο άξονα. Έτσι, συνδέονται κάθε φορά οι δύο εμπρόσθιοι τροχοί και ο ένας από τους δύο τροχούς του οπίσθιου άξονα. Σε περίπτωση διαρροής του ενός κυκλώματος, θα φρενάρουν οι τρεις τροχοί, δηλαδή οι δύο πρόσθιοι και ο ένας οπίσθιος. Με αυτό τον τρόπο, το αυτοκίνητο διατηρεί την ικανότητα φρεναρίσματος του κατά 80 %, στην περίπτωση που λειτουργεί το ένα μόνον κύκλωμα.

Στο Σχ.6.35, φαίνεται ένα άλλο σύστημα σε διάταξη (H-H), που εφαρμόζεται σε συστήματα με δίσκους και με δύο έμβολα (ή ζεύγη εμβόλων) ανά δαγκάνα και στους τέσσερις τροχούς. Έτσι, σε περίπτωση που λειτουργεί μόνον το ένα κύκλωμα, το αυτοκίνητο διατηρεί σχεδόν την ικανότητα φρεναρίσματος του κατά 100 %.

Σε όλα τα παραπάνω συστήματα, σε περίπτωση διαρροής στο ένα από τα δύο κυκλώματα, γεφυρώνονται δύο επαφές από τον πλωτήρα της δεξαμενής υγρών

του συγκεκριμένου κυλίνδρου και "ανάβει" στον πίνακα οργάνων ενδεικτική λυχνία απώλειας υγρού από το κύκλωμα. Επίσης, όπως αναφέρθηκε, ο οδηγός μπορεί να αντιληφθεί την απώλεια υγρών από το ένα κύκλωμα, διότι αυξάνεται η διαδρομή του πεντάλ.

Στα δύο τελευταία, συνήθως, συστήματα, ανάμεσα στον δίδυμο κεντρικό κύλινδρο και στα επιμέρους κυκλώματα υπάρχει μία διαφορική βαλβίδα με έμβολο, του οποίου η κάθε πλευρά υφίσταται την πίεση ενός από τα δύο κυκλώματα. Έτσι, σε περίπτωση μείωσης της πίεσης σε ένα από τα δύο κυκλώματα, το έμβολο μετακινείται προς το μέρος του κυκλώματος με την μικρότερη πίεση και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, οπότε με μία ενδεικτική λυχνία ειδοποιείται ο οδηγός για την ελαττωματική λειτουργία του συστήματος φρένων.

Σημειώνεται εδώ, ότι εκτός από τον ενιαίο δίδυμο κύλινδρο, υπάρχει και άλλος δίδυμος κύλινδρος με διαφορετικές διαμέτρους, οπότε κάθε ένα από τα δύο κυκλώματα μπορεί να εργάζεται με διαφορετική πίεση.

6.6. Υγρά φρένων

Σήμερα, για τα υδραυλικά συστήματα πέδησης χρησιμοποιούνται υγρά, τα οποία έχουν ως βάση τη γλυκόλη με χαμηλό σημείο πήξης, υψηλό σημείο ζέσης και με τελείως ουδέτερη αντίδραση προς τον σίδηρο και το ελαστικό. Σύμφωνα, λοιπόν, με τις διεθνείς προδιαγραφές DOT (Department of Transportation) του Υπουργείου Μεταφορών των ΗΠΑ, χρησιμοποιούνται τα υγρά DOT 3

για συμβατικά υδραυλικά συστήματα φρένων, που χρησιμοποιούν μόνον τύμπανα (ταμπούρα), και τα DOT 4 για υδραυλικά συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν τύμπανα και δισκόφρενα ή μόνον δισκόφρενα. Τα DOT 4 πλεονεκτούν έναντι των DOT 3, λόγω του ότι έχουν μεγαλύτερη ρευστότητα σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία (-50°C) και σημείο ζέσης στους 230°C . Επίσης, το τελευταίο διάστημα κυκλοφόρησαν και τα Super DOT 5, με βελτιωμένη σύσταση και αντοχή σε ακόμη υψηλότερες θερμοκρασίες και με ικανότητα απορρόφησης ελαχίστων ποσών υγρασίας.

Επιπλέον, τα υγρά αυτά πρέπει να έχουν τη μικρότερη δυνατή συμπιεστότητα και να είναι ελάχιστα υγροσκοπικά, δηλαδή πρέπει να απορροφούν πολύ ελάχιστα ποσά υγρασίας - νερού, και γενικά να διατηρούν τα χαρακτηριστικά τους τόσο σε υψηλές όσο και σε χαμηλές θερμοκρασίες. Να σημειωθεί εδώ, ότι εάν ένα υγρό έχει απορροφήσει υγρασία, μπορεί να ατμοποιηθεί στα σημεία των κυλίνδρων των τροχών και να παρουσιάσει υψηλή συμπιεστότητα - σαν να έχουμε αέρα στο υδραυλικό κύκλωμα - με αποτέλεσμα, η πέδηση να γίνεται αναποτελεσματική και η απόσταση πέδησης να αυξάνεται υπερβολικά. Τα υγρά των φρένων πρέπει να ελέγχονται για ποσοστό υγρασίας και εάν αυτό είναι άνω του 4%, πρέπει να αντικαθίστανται.

Επίσης, δεν πρέπει για κανένα λόγο να αναμειχθούν με ορυκτά λάδια (πετρέλαιο, λιπαντέλαιο, παραφίνες κ.λπ.), γιατί προσβάλλονται (φθείρονται) τα ελαστικά куάθια των κυλίνδρων.

Ταυτόχρονα, πρέπει να αποφεύγεται η α-

νάμιξη υγρών φρένων διαφόρων εργοστασίων, γιατί ο κάθε κατασκευαστής ίσως χρησιμοποιεί για την παρασκευή τους διαφορετικά χημικά συστατικά και θα είναι άγνωστη, επομένως, η αντίδραση από τη μεταξύ τους ανάμιξη. Τα υγρά, όμως, της ίδιας σύστασης έχουν τη δυνατότητα να αναμειγνύονται μεταξύ τους.

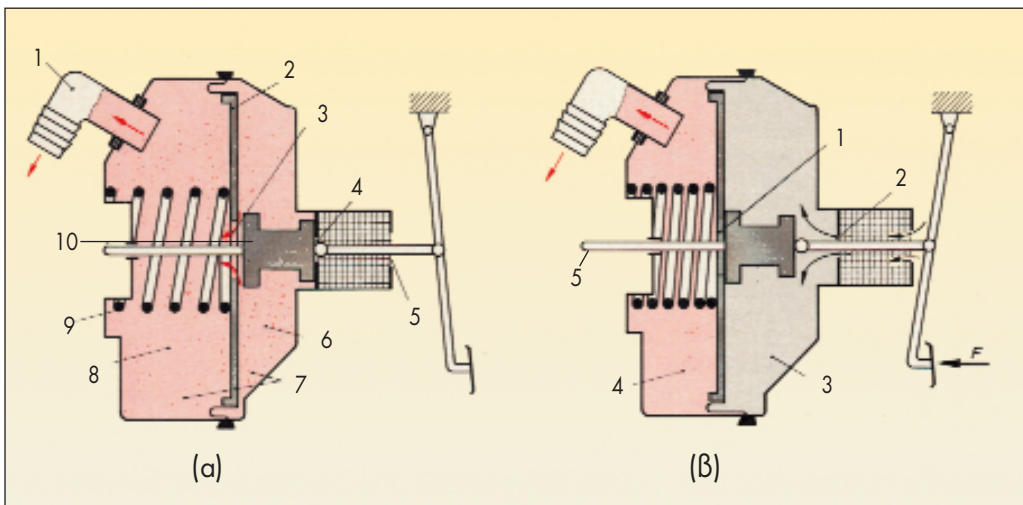
6.7. Βοηθητικά συστήματα πέδησης

Το ικανοποιητικό φρενάρισμα του αυτοκινήτου εξαρτάται, κατά πολύ, από τη δύναμη που εξασκεί ο οδηγός στο πεντάλ του φρένου. Για να μεγαλώσει η δύναμη αυτή και να γίνει, όσο το δυνατόν, ανεξάρτητη η οδήγηση, επινοήθηκαν διάφο-

ρα συστήματα, όπου μία πρόσθετη δύναμη ισχυροποιεί το κύκλωμα των φρένων και επιτρέπει ισχυρό φρενάρισμα με μικρή σχετικά προσπάθεια από την πλευρά του οδηγού.

Η βοηθητική αυτή δύναμη είναι η υποπίεση (αναρρόφηση), που δημιουργείται στους αγωγούς εισαγωγής του κινητήρα, κατά την ώρα της λειτουργίας του.

Η υποπίεση αυτή, λοιπόν οδηγείται σε ένα σερβομηχανισμό (σύστημα κυλίνδρου - εμβόλου), όπως ονομάζουμε κάθε βοηθητικό σύστημα, με το οποίο εκτελείται ευκολότερα μια εργασία. Το έμβολο του σερβομηχανισμού συνδέεται, είτε άμεσα, είτε έμμεσα - όπως περιγράφεται παρακάτω με λεπτομέρειες - με το έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου και έτσι στη δύναμη του οδηγού προστί-



Σχ. 6.36 Ενιαίο σύστημα φρένων με κενό

- (α) *Θέση ηρεμίας* 1. Ακροσωλήνιο, που συνδέεται με την πολλαπλή εισαγωγής. 2. Έμβολο - διάφραγμα. 3. Δίοδος υποπίεσης (ανοικτή). 4. Δίοδος ατμοσφαιρικής πίεσης (κλειστή). 5. Είσοδος ατμοσφαιρικής πίεσης. 6. Θάλαμος ατμοσφαιρικής πίεσης. 7. Υποπίεση. 8. Θάλαμος υποπίεσης. 9. Ελατήριο. 10. Ελεγκτική βαλβίδα.
- (β) *Θέση λειτουργίας* 1. Δίοδος υποπίεσης (κλειστή). 2. Δίοδος ατμοσφαιρικής πίεσης (ανοικτή). 3. Ατμοσφαιρική πίεση. 4. Υποπίεση. 5. Βάκτρο εμβόλου κεντρικής αντλίας.

θεται και η δύναμη του σερβομηχανισμού, οπότε και το φρενάρισμα γίνεται ανετότερο. Σε περίπτωση βλάβης του σερβομηχανισμού, ο οδηγός για την αποτελεσματική πέδηση δεν πρέπει να καταβάλλει δύναμη μεγαλύτερη από 700 N, περίπου.

Είδη βοηθητικών συστημάτων πέδησης.

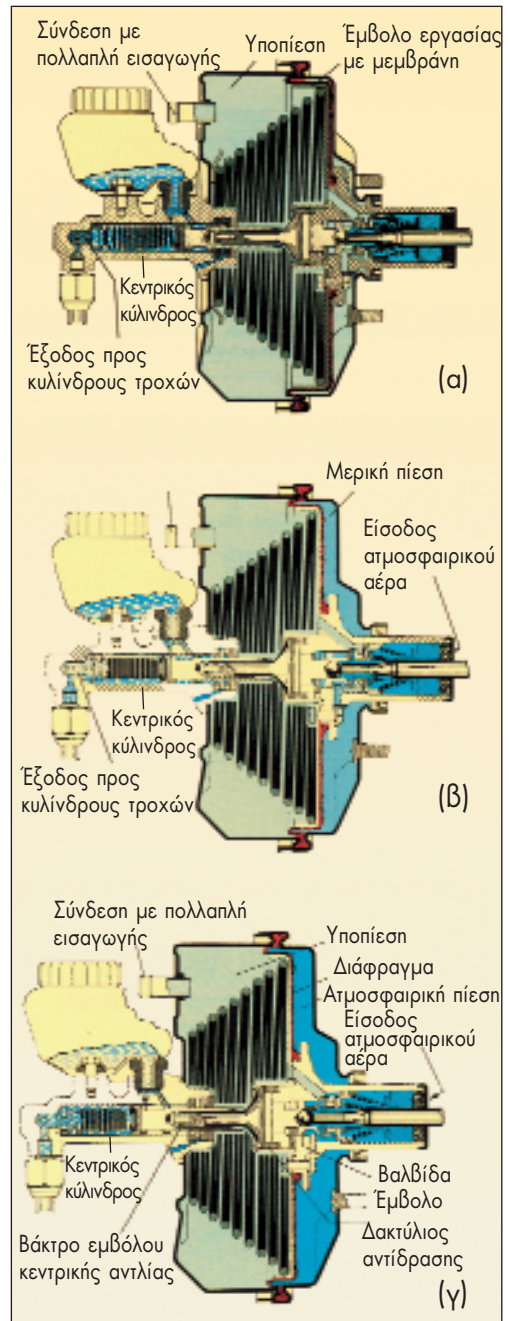
Ανάλογα με τον τρόπο που ο σερβομηχανισμός υποβοηθά τον κεντρικό κύλινδρο στο έργο του, διακρίνουμε τα παρακάτω δύο κυρίως είδη συστημάτων φρένων που λειτουργούν με το "κενό" του κινητήρα:

1. Το ενιαίο, όπου η δύναμη του σερβομηχανισμού ενεργεί κατευθείαν στον κεντρικό κύλινδρο.
2. Το έμμεσο.

Στο Σχ. 6.36, παρουσιάζεται, σε τομή, παραστατική σχεδίαση του ενιαίου συστήματος φρένων με "κενό" σε ηρεμία (α) και σε λειτουργία (β).

Έτσι, όταν ο κινητήρας λειτουργεί και το φρένο είναι ελεύθερο (σε ηρεμία) Σχ.6.36 (α), τότε το "κενό" της αναρρόφησης είναι αισθητό και στις δύο πλευρές του εμβόλου - διαφράγματος (2), μέσω της ανοικτής διόδου (3), που με την πίεση του ελατηρίου του (9) βρίσκεται στην ακρότατη δεξιά θέση του. Η ελεγκτική βαλβίδα, όπου δρά η ατμοσφαιρική πίεση, εδράζεται στη διόδο - έδρα του αέρα, κλείνει τη διόδο (4) και απαγορεύει την είσοδο του αέρα στον δεξιό θάλαμο του διαφράγματος (6).

Όταν πιεσθεί το πεντάλ Σχ.6.36 (β), ωθείται το ωστήριο του (και μαζί του και το βάκτρο του (5) που αναγκάζει το έμ-



Σχ. 6.37 Σύστημα σερβομηχανισμού με υποπίεση (α) Θέση ηρεμίας. (β) Απαρχή επενέργειας στο πεντάλ των φρένων. (γ) Πλήρης λειτουργία συστήματος.

βολο - διάφραγμα να υποχωρήσει. Τότε η ελεγκτική βαλβίδα (10) κλείνει τη δίοδο του κενού (1) προς το δεξιό θάλαμο του διαφράγματος και ανοίγει τη δίοδο αέρα (2) προς τον θάλαμο αυτό. Έτσι, το διάφραγμα, που βρίσκεται σε διαφορά πίεσης μεταξύ των δύο πλευρών του (κενού αναρρόφησης αριστερά και ατμοσφαιρικής πίεσης δεξιά), υποχωρεί (κινείται προς τα αριστερά) και πιέζει ισχυρά το έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου με το βάκτρο (5).

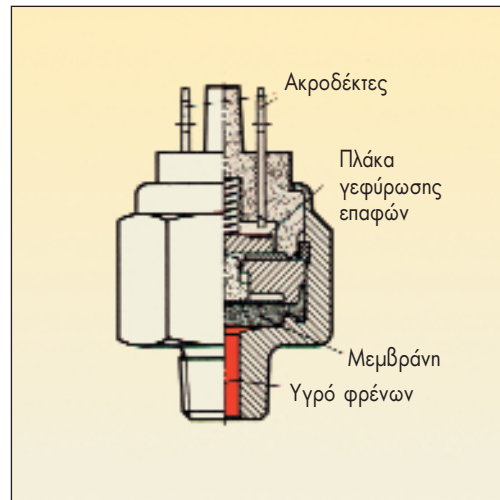
Όταν το πεντάλ αφηθεί και πάλι ελεύθερο, η ελεγκτική βαλβίδα κλείνει τη δίοδο του ατμοσφαιρικού αέρα και ανοίγει τη δίοδο του "κενού" προς το δεξιό θάλαμο του διαφράγματος, οπότε το έμβολο - διάφραγμα έρχεται δεξιά και ελευθερώνεται έτσι το φρένο.

Σε περίπτωση έλλειψης "κενού" (διακοπή λειτουργίας κινητήρα ή διαρροή σωληνώσεων), το φρένο εξακολουθεί να λειτουργεί, αλλά απαιτεί πολύ μεγαλύτερη προσπάθεια για ένα ικανοποιητικό φρενάρισμα.

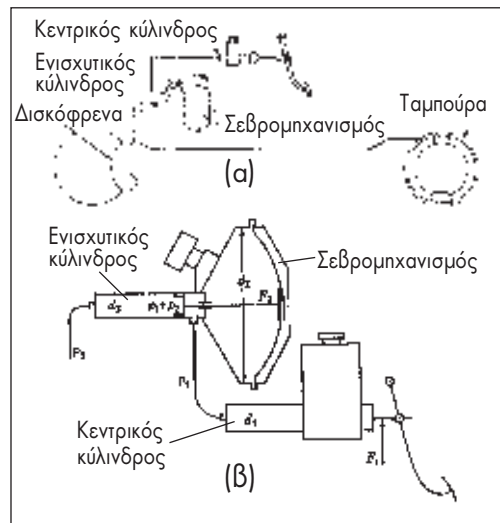
Στο Σχ. 6.37, φαίνεται η τομή από μία πραγματική σχεδίαση ενός ενιαίου συστήματος φρένων με "κενό".

Συγκεκριμένα, στη θέση (α) το σύστημα παρουσιάζεται σε θέση ηρεμίας, στη θέση (β) το σύστημα παρουσιάζεται στην απαρχή επενέργειας του πεντάλ του φρένου και στη θέση (γ) το σύστημα παρουσιάζεται σε κανονική λειτουργία.

Επίσης, στο άκρο του κεντρικού κυλίνδρου (Σχ. 6.37) διακρίνεται και η βαλβίδα του STOP των φρένων (βλέπε και Σχ.6.38), η οποία ενεργοποιείται με την ανάπτυξη πίεσης στο υδραυλικό σύστημα των σωληνώσεων, όπου γεφυρώνονται οι δύο επαφές της, με αποτέλεσμα



Σχ. 6.38 Βαλβίδα ενεργοποίησης φώτων (STOP) φρένων.



Σχ. 6.38α Έμμεσο σύστημα φρένων με σερβομηχανισμό κενού

να ανάβουν στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου - δεξιά και αριστερά - τα φώτα των στοπ και έτσι να προειδοποιείται το όχημα που ακολουθεί, ότι το αυτοκίνητο ελαττώνει ταχύτητα.

Στην περίπτωση του έμμεσου συστήματος φρένων με σερβομπχανισμό κενού, [Σχ. 6.38α (α) και (β)] το υγρό από τον κεντρικό κύλινδρο (διαμέτρου d_1) κατευθύνεται σε ένα δεύτερο (ενισχυτικό κύλινδρο) (διαμέτρου d_3) στον οποίο δρά ένα έμβολο, που πιέζεται από τον σερβομπχανισμό. Έτσι, η τελική πίεση του υγρού p_3 αυξάνεται με το άθροισμα των δύο πιέσεων $(p_1 + p_2)$ (του κεντρικού κυλίνδρου και του ενισχυτικού κυλίνδρου του σερβομπχανισμού). Από τον ενισχυτικό κύλινδρο πλέον κύλινδρο το υγρό κατευθύνεται προς τους κυλίνδρους των τροχών.

6.8. Φθορές - Βλάβες

Η καλή λειτουργία του συστήματος φρένων έχει πολύ μεγάλη σημασία και ο οδηγός πρέπει να την παρακολουθεί συνεχώς, ενώ για κάθε παρέκκλιση από τις κανονικές συνθήκες λειτουργίας, πρέπει να απευθύνεται αμέσως στους ειδικούς τεχνίτες.

Πιο αναλυτικά:

α) Φρένα με σιαγόνες

Το σύστημα δεν λειτουργεί ικανοποιητικά όταν:

- 1) Το πεντάλ ενώ πιέζεται, κατεβαίνει (υποχωρεί) ελεύθερα μέχρι το δάπεδο.

Αυτό μπορεί να οφείλεται ή σε κακή ρύθμιση της κινηματικής αλυσίδας του πεντάλ, ή σε μεγάλο κενό διάστημα ανάμεσα στο τύμπανο και τις σιαγόνες, ή σε υπερβολικά φθαρμένες επενδύσεις, ή σε φθαρμένο έμβολο, ή κυάθιο εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου, ή τέλος, σε απώλεια υγρών.

- 2) Το πεντάλ των φρένων δεν έχει ελεύθερη διαδρομή, είναι δηλαδή "σκληρό" πριν αρχίσει να μεταδίδει πίεση στον κεντρικό κύλινδρο.

Στην περίπτωση αυτή, είναι ενδεχόμενο να μην υπάρχει ελεύθερη διαδρομή πλήρους επιστροφής του εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου και, επομένως, παρουσιάζεται τριβή ανάμεσα στις σιαγόνες και το τύμπανο (ή τα τακάκια και τους δίσκους), με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση και τη φθορά του υλικού τριβής.

- 3) Το πεντάλ παρουσιάζει μεγάλη ελαστικότητα, όταν το πιέζουμε.

Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει αέρας στο σύστημα των φρένων και χρειάζεται οπωσδήποτε εξαέρωση.

- 4) Το πεντάλ απαιτεί ασυνήθιστα μεγάλη δύναμη για το φρενάρισμα.

Αυτό σημαίνει, ή ότι έχουν βραχεί από νερό ή λάδια οι επενδύσεις τριβής, ή ότι υπάρχει υπερβολικό διάκενο ανάμεσα στις σιαγόνες και το τύμπανο, ή ότι είναι ακατάλληλες οι επενδύσεις (έχουν δηλαδή πολύ μικρό συντελεστή τριβής), ή ότι υπάρχει υπερθέρμανση πέρα από το όριο, μέχρι το οποίο διατηρείται σταθερός ο συντελεστής τριβής, ή τέλος, ότι δεν λειτουργεί ο μηχανισμός του σερβόφρενου (όπου υπάρχει).

- 5) Το ένα από τα φρένα σφηνώνει ("μαγκώνει").

Αυτό είναι δυνατό να οφείλεται, είτε σε κακή ρύθμιση του διάκενου ανάμεσα στις σιαγόνες και το τύμπανο (όταν δεν υπάρχει αυτόματη διάταξη ρύθμισης του διακένου), είτε σε απόφραξη (φράξιμο) του σωληνίσκου,

που οδηγεί στο σφηνωμένο φρένο, είτε σε κόλλημα του κυάθιου μέσα στον κύλινδρο, είτε σε σπάσιμο ή χαλάρωση του ελατηρίου επαναφοράς, είτε, τέλος, σε πολύ φθαρμένα ρουλεμάν του τροχού.

6) Όλα τα φρένα σφηνώνουν ("μαγκώνουν").

Την ολική αυτή σφίνωση των φρένων μπορεί να προκαλέσει: α) η κακή ρύθμιση της κινηματικής αλυσίδας του πεντάλ, β) το φράξιμο της οπής εξίσωσης στον κεντρικό κύλινδρο από ξένο σώμα, ή από διόγκωση του στεγανωτικού κυαθίου του κεντρικού κυλίνδρου λόγω πολύχρονης χρήσης ή από ακατάλληλα υγρά και γ) το φράξιμο της εξαεριστικής οπής του πώματος του δοχείου πλήρωσης υγρών στον κεντρικό κύλινδρο.

7) Το όχημα κατά το φρενάρισμα εκτρέπεται ("τραβάει") προς τη μία πλευρά.

Αυτό σημαίνει ότι το ένα ή και τα δύο φρένα - στην πλευρά που "τραβάει" το όχημα - σφηνώνονται ("πιάνουν") περισσότερο από τα φρένα της άλλης πλευράς. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται: α) σε εισαγωγή λαδιών ή γράσου ανάμεσα στο τύμπανο και τις σιαγόνες του ενός φρένου - πιθανώς του οπίσθιου άξονα - της αντίθετης προς το "τράβηγμα" πλευράς, β) σε κακή και άνιση ρύθμιση των διακένων ανάμεσα στο τύμπανο και τις σιαγόνες, γ) σε φράξιμο σωληνίσκου, δ) σε καταστροφή ενός κυάθιου, ε) σε άνιση φθορά μεταξύ των δύο πλευρών της επένδυσης τριβής (θερμouίτ), στ) στη χρησιμοποίηση επενδύσεων διαφορετικής κατασκευής, και τέλος, σε εισαγωγή αέρα

σε κάποιο κύλινδρο των φρένων της ασθενέστερης, από πλευράς φρεναρίσματος, πλευράς.

8) Τα φρένα σφηνώνονται απότομα ("αρπάζουν" απότομα).

Πιθανώς το φαινόμενο αυτό να οφείλεται είτε σε ρύπανση των σιαγόνων με κολλητικό υλικό (ρητίνες κ.λπ.), είτε σε πολύ μικρό διάκενο ανάμεσα στις σιαγόνες και το τύμπανο, είτε σε κακής ποιότητας επένδυση, ή τέλος σε χαλαρή στήριξη του δίσκου ("κιθάρας"), πάνω στον οποίο στηρίζονται οι σιαγόνες των φρένων.

9) Τα φρένα κάνουν θόρυβο.

Ο θόρυβος μπορεί να οφείλεται είτε σε υπερβολική φθορά των επενδύσεων τριβής, μέχρι του σημείου να έχουν αποκαλυφθεί οι κεφαλές των περτσινιών, είτε σε παραμόρφωση των σιαγόνων, είτε σε ανομοιόμορφη φθορά του τυμπάνου ή των δίσκων, είτε τέλος, σε χαλάρωση του δίσκου στήριξης των φρένων.

10) Τρέμουλο στο πεντάλ

Στην περίπτωση αυτή, το τρέμουλο μπορεί να οφείλεται σε μη ομόκεντρη (κεντραρισμένη) - συγκεντρική περιστροφή των ταμπούρων, λόγω παραμόρφωσής τους και μετατροπής του σχήματός τους σε οβάλ, παρά την υποτιθέμενη σωστή ρύθμιση των σιαγόνων.

β) Δισκόφρενα

Δεδομένου ότι, εκτός από τα φρένα, όλο το υπόλοιπο σύστημα είναι το ίδιο με το αντίστοιχο σύστημα των φρένων με σιαγόνες, δεν χρειάζεται να αναφερθούν οι αιτίες της κακής λειτουργίας των

κοινών και στα δύο συστήματα εξαρτημάτων. Για τις υπόλοιπες, όμως, περιπτώσεις δυσλειτουργίας των δισκόφρενων, ως πιθανά αίτια θα πρέπει να θεωρηθούν τα παρακάτω, που αντιστοιχούν βέβαια και στην ανάλογη δυσλειτουργία:

Έτσι, όταν:

1. Το πεντάλ κατεβαίνει μέχρι το δάπεδο, χωρίς φρενάρισμα, τα αίτια είναι:

- α) Κάποιο έμβολο είναι αντικανονικά τοποθετημένο μέσα στον κύλινδρο του.
- β) Διαρροή ανάμεσα στον κύλινδρο και το έμβολο σε κάποιο άλλο σημείο του δίχαλου ("δαγκάνας").
- γ) Είσοδος αέρα μέσα στους κυλίνδρους.

2. Το πεντάλ κάνει υπερβολικά μεγάλη διαδρομή για το φρενάρισμα, τα αίτια είναι:

- α) Υπερβολική φθορά είτε της επένδυσης τριβής των τακακιών, είτε του δίσκου.
- β) Διαρροές υγρού από τους κυλίνδρους της δαγκάνας.

3. Το αυτοκίνητο, κατά το φρενάρισμα, εκτρέπεται ("τραβάει") προς τη μία πλευρά, τα αίτια είναι:

- α) Άνιση φθορά του υλικού τριβής των τακακιών.
- β) Τα τακάκια στη μία πλευρά τους είναι διαφορετικού τύπου.
- γ) Κάποιο έμβολο σφηνώνεται ("μαγκώνει") ή παγώνει μέσα στον κύλινδρο του.
- δ) Κάποιο τακάκι διαποτίζεται με λάδι.
- ε) Κάποιος ελαστικός σωλήνας ("μαρκούτσι") έχει υποστεί διόγκωση και εμποδίζει τα υγρά να επιστρέψουν

ελεύθερα προς την κεντρική αντλία φρένων.

4. Το πεντάλ θέλει υπερβολική πίεση από τον οδηγό για το φρενάρισμα, τα αίτια είναι:

- α) Υπερβολική φθορά της επένδυσης στα τακάκια.
- β) Ακατάλληλα τακάκια.

5. Το πεντάλ παράγει τρέμουλο, το πιθανό αίτιο είναι το "στραβογύρισμα" των δίσκων.

γ) Ρυθμίσεις

1) Ρύθμιση του διάκενου ανάμεσα στο τύμπανο και τις σιαγόνες.

Γενικά

Το διάκενο ανάμεσα στη σιαγόνα και το τύμπανο έχει μεγάλη σημασία για την καλή λειτουργία των φρένων, γιατί αν το διάκενο είναι μεγαλύτερο από το κανονικό, το πεντάλ των φρένων εκτελεί μεγάλη διαδρομή μέχρι να φέρει τη σιαγόνα σε επαφή με το τύμπανο και να αρχίσει το φρενάρισμα. Έτσι, μπορεί να πραγματοποιηθεί ολόκληρη η διαδρομή του πεντάλ, χωρίς να επιτευχθεί η απαιτούμενη δύναμη σύσφιγξης και, επομένως, να μην επέλθει, τελικά, το σωστό φρενάρισμα.

Αν το διάκενο, πάλι, είναι μικρότερο από το κανονικό, υπάρχει κίνδυνος τριβής και υπερθέρμανσης, και το σπουδαιότερο, υπάρχει κίνδυνος αυτοσφήνωσης όλων των φρένων ή τουλάχιστον της πρωτεύουσας σιαγόνας, με απρόβλεπτες συνέπειες για την πορεία του οχήματος και την ασφάλεια των επιβατών.

Το διάκενο πρέπει να έχει την κανονική του τιμή, όχι μόνο σε ένα σημείο, αλλά σε όλο το μήκος και των δύο σιαγόνων. Αυτό προϋποθέτει, ότι οι περιφέρειες (η εσωτερική στο τύμπανο και η εξωτερική στις επενδύσεις τριβής) πρέπει να είναι ομόκεντρες, ή όπως λέγεται, οι σιαγόνες πρέπει να είναι "κεντραρισμένες".

Το κεντράρισμα αυτό των σιαγόνων γίνεται - ανάλογα βέβαια με τον τρόπο στήριξής τους - με επέμβαση στα σημεία στήριξής τους. Συνήθως, τα σπριγγματα των σιαγόνων, είτε είναι ένα σημείο ανά ζεύγος σιαγόνων, είτε δύο, τοποθετούνται έκκεντρα (ως προς τον πείρο στήριξής τους) επάνω στην κιθάρα.

Έτσι, βιδώνοντας ή ξεβιδώνοντας λίγο το "παξιμάδι" του πείρου του σπριγγματος στο οπίσθιο μέρος της κιθάρας, στρέφουμε τον πείρο, οπότε και ο άξονας του σπριγγματος των φρένων ανεβαίνει ή κατεβαίνει, αντίστοιχα.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί, ότι σε νεότερες κατασκευές, γίνεται ακριβής κατεργασία των διαφόρων εξαρτημάτων των φρένων (κιθάρας, σιαγόνων, σπριγγμάτων), έτσι ώστε το σπρίγγμα να είναι σταθερό και το κεντράρισμα να γίνεται αυτόματα.

2) Η ρύθμιση του διάκενου σε φρένα με ανεξάρτητη στήριξη σιαγόνων

Εδώ, το διάκενο ρυθμίζεται με ειδικά έκκεντρα, που βρίσκονται μέσα στο χώρο στήριξης των σιαγόνων και των οποίων η κεφαλή εξέρχει στο οπίσθιο μέρος της κιθάρας.

Το τύμπανο, σε παλαιότερες κατασκευές, στο άκρο του επίπεδου μέ-

ρους του έχει, συνήθως, μία μικρή επιμήκη σχισμή, που αντιστοιχεί ακριβώς στο διάκενο ανάμεσα στο τύμπανο και τη σιαγόνα. Στη σχισμή αυτή, αφού αφαιρεθεί ο τροχός και τοποθετηθεί διαδοχικά το τύμπανο στο μέσο κάθε σιαγόνας, τοποθετούμε "φίλερ" (παχυμετρικό έλασμα) και σε πάχος σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών (συνήθως 0,2 έως 0,25 mm). Στρέφουμε στη συνέχεια την κεφαλή του ρυθμιστικού έκκεντρου της σιαγόνας, μέχρις ότου σφηνωθεί ελαφρά το φίλερ. Στρέφουμε μετά το τύμπανο δεξιά και αριστερά, προσπαθώντας να πετύχουμε ίσο διάκενο σε όλο το μήκος της σιαγόνας.

Η ίδια εργασία επαναλαμβάνεται και στην άλλη σιαγόνα.

Αν δεν υπάρχει σχισμή για την εισαγωγή του φίλερ, η ρύθμιση γίνεται ως εξής:

Ανυψώνουμε τον τροχό και χωρίς να αφαιρέσουμε το επίσωτρο (ελαστικό), χαλαρώνουμε τελείως και τα δύο έκκεντρα. Μετά στρέφουμε το ένα έκκεντρο, μέχρις ότου πετύχουμε να ακινητοποιηθεί ο τροχός και ύστερα στρέφουμε το έκκεντρο αντίθετα, κατά μικρά βήματα, μέχρις ότου απελευθερωθεί εντελώς ο τροχός, έτσι ώστε να μπορεί να στραφεί με το χέρι χωρίς τριβές. Κατά τον ίδιο τρόπο ρυθμίζεται και η άλλη σιαγόνα.

Στα φρένα συνδυασμένης στήριξης των σιαγόνων, το διάκενο ρυθμίζεται με τον ειδικό ρυθμιστικό σύνδεσμο των σιαγόνων, ως εξής:

Η κιθάρα έχει άνοιγμα, που αντιστοιχεί στο οδοντωτό περικόχλιο (παξιμά-

δι) του ρυθμιστικού συνδέσμου. Βάζουμε, λοιπόν, στο άνοιγμα αυτό το κατασβίδι, αφού βέβαια ανασπώσουμε τον τροχό, και στρέφουμε το παξιμάδι από τις οδοντώσεις του, μέχρι να ακινητοποιηθεί ο τροχός και μετά ξεβιδώνουμε το παξιμάδι από τις οδοντώσεις, μέχρις ότου ο τροχός απελευθερωθεί. Ο κατασκευαστής δίνει, συνήθως, τον αριθμό των οδοντώσεων (συνήθως 5 -10), κατά τις οποίες πρέπει να ξεβιδωθεί ο ρυθμιστικός σύνδεσμος, για να δημιουργηθεί το απαιτούμενο διάκενο.

3) Αυτορυθμιζόμενα φρένα

Στις νεότερες κατασκευές, το διάκενο ρυθμίζεται αυτόματα, ως εξής:

Ένα σύστημα μοχλών συνδεμένων μεταξύ των σιαγόνων, μεταδίδει κίνηση σε ελατηριωτό "νύχι", που κινείται επάνω στις εγκοπές του οδοντωτού περικοχλίου του ρυθμιστικού συνδέσμου. Σε κάθε άνοιγμα και κλείσιμο των σιαγόνων μιας τυπικής διάταξης, ο όνυχας διαγράφει τόξο το οποίο - εφόσον η κίνηση των σιαγόνων είναι έξω από τα όρια του διακένου - είναι μικρότερο από το τόξο μιας εγκοπής του οδοντωτού περικοχλίου (παξιμαδιού).

Αν η κίνηση των σιαγόνων γίνει μεγαλύτερη, τότε και το τόξο του όνυχας γίνεται μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της εγκοπής, οπότε παρασύρει το περικόχλιο σε στροφή κατά αντίστοιχο τόξο και μειώνει, έτσι, το διάκενο. Κατά την επιστροφή του ο όνυχας περνά στην επόμενη εγκοπή κ.ο.κ.

4) Δισκόφρενα

Στα φρένα με δίσκους δεν υπάρχει,

φυσικά, ζήτημα "κεντραρίσματος", αφού τα πέδιλα (τακάκια) έχουν μόνιμη θέση, αλλά ούτε και πρόβλημα ρύθμισης του διακένου, γιατί υπάρχει, συνεχώς, μικρή επαφή ανάμεσα στο δίσκο και το πέδιλο. Η επαφή αυτή εξασφαλίζεται, είτε με ασθενές ελατήριο, είτε με τη βοήθεια του εμβόλου του δίχαλου (δαγκάνας) το οποίο είναι ελεύθερο - την ώρα της εφαρμογής του φρένου - να προχωρήσει μέχρις ότου καλύψει την απόσταση πέδilu - δίσκου. Όταν, όμως, ελευθερωθεί το φρένο, το έμβολο θα επιστρέψει μόνο κατά το μέρος της διαδρομής του, που του επιβάλλει η παραμόρφωση του προστατευτικού ελαστικού του δακτυλίου.

6.9. Συντήρηση

Υδραυλικά συστήματα

Η συντήρηση του υδραυλικού συστήματος φρένων θέλει σχολαστική καθαριότητα, τακτική παρακολούθηση της στάθμης του υγρού στη δεξαμενή υγρών φρένων αλλά και επιθεώρηση των σωληνώσεων και των υδραυλικών κυλίνδρων (κεντρικού και τροχών) για τυχόν διαρροές υγρού.

6.10. Ανακεφαλαίωση

- Σκοπός του συστήματος της πέδησης (φρένων) είναι, είτε να μειώνει την ταχύτητα ενός οχήματος, είτε να το σταματά τελείως όταν αυτό κινείται, είτε να το εξασφαλίζει από ανεπιθύμητη κίνηση, όταν είναι σταματημένο.
- Η λειτουργία του συστήματος των φρένων βασίζεται στην τριβή και τα ενεργά του μέρη συγκροτούνται από:

- α) Τα ακίνητα (σταθερά) μέρη, που είναι συνδεδεμένα με τα ακίνητα μέρη των αξόνων των τροχών και β) Τα κινούμενα μέρη, που περιστρέφονται μαζί με τους τροχούς.
- Όταν τα σταθερά μέρη πιεσθούν επάνω στα κινητά, αναπτύσσεται ισχυρή τριβή που εξουδετερώνει την κινητική ενέργεια του οχήματος, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ταχύτητά του ή και να επέρχεται η πλήρης ακινητοποίησή του.
 - Τα είδη των συστημάτων πέδησης συνίστανται στα μηχανικά συστήματα, τα οποία αφορούν μόνον τις διατάξεις των χειρόφρενων, και στα υδραυλικά συστήματα, των οποίων η αρχή λειτουργίας στηρίζεται στον Νόμο του Πασκάλ.
 - Τα κύρια μέρη, που αποτελούν ένα υδραυλικό κύκλωμα, είναι:
 - α) Ο κεντρικός (εντολοδότης) κύλινδρος (συνήθως δίδυμος στις σύγχρονες κατασκευές).
 - β) Οι σωληνώσεις μεταφοράς της υδραυλικής ενέργειας.
 - γ) Ο εντολοδόχος κύλινδρος (κύλινδρος τροχών).
 - δ) Το συγκρότημα των φρένων, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει, είτε σιαγόνες και τύμπανα - με ποικίλες διατάξεις στήριξης των σιαγόνων - είτε τακάκια και δίσκους (δισκόφρενα). Ειδικά αυτά τα τελευταία αποτελούν διατάξεις που βοηθούν, λόγω αφενός της καλύτερης ψύξης του συγκροτήματός τους και αφετέρου της αρχής λειτουργίας τους, στο να βελτιώνονται οι συνθήκες πέδησης του οχήματος.
 - Η διάταξη των φρένων με διπλά κυκλώματα, που εφαρμόζεται σήμερα, δίνει την δυνατότητα στο όλο σύστημα πέδησης να είναι ασφαλές, ακόμη και σε περίπτωση βλάβης του ενός κυκλώματος.
 - Για την καλύτερη κατανομή του έργου της πέδησης μεταξύ των αξόνων του οχήματος, χρησιμοποιείται βαλβίδα κατανομής της πίεσης (κατανεμητής πίεσης). Αυτή ρυθμίζει τις πιέσεις και, αντίστοιχα, τις δυνάμεις πέδησης στους άξονες, ώστε ανάλογα με το φορτίο, το οποίο φέρουν, να υπάρχει αποτελεσματική πέδηση.
 - Οι διατάξεις των υδραυλικών συστημάτων πέδησης είναι σχεδιασμένες έτσι, ώστε να αποτελούν δύο ανεξάρτητα κυκλώματα με σύνδεση πρόσθιων - οπίσθιων τροχών, είτε σε διαγώνια διάταξη (χιαστί), είτε σε τριγωνική διάταξη (L-L), είτε και σε διάταξη H-H, όπου έχουμε δύο ζεύγη εμβόλων ανά δαγκάνα, σε κάθε συγκρότημα τροχού.
 - Για ανεότερη οδήγηση, χρησιμοποιούνται σήμερα βοηθητικά συστήματα πέδησης, που επιτρέπουν στον οδηγό ισχυρό φρενάρισμα με καταβολή μικρής δύναμης στο πεντάλ. Ένα από αυτά είναι ο σερβομηχανισμός (σερβόφρενο), ο οποίος χρησιμοποιεί ως βοηθητική δύναμη την υποπίεση (αναρρόφηση), που δημιουργείται στους αγωγούς εισαγωγής, κατά την ώρα λειτουργίας του κινητήρα.
 - Η συντήρηση του συστήματος πέδησης θέλει τακτική παρακολούθηση της στάθμης των υγρών των φρένων και έλεγχο-συντήρηση κατά τακτά χρονικά διαστήματα.

6.11 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία



1. Ποιος είναι ο προορισμός του συστήματος της πέδησης;
2. Πόσα και ποια είδη συστημάτων πέδησης χρησιμοποιούνται;
3. Ποια είναι τα κυριότερα μέρη του χειρόφρενου;
4. Να αναφέρετε, με λίγα λόγια, την αρχή λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος πέδησης.
5. Ποιος λόγος επέβαλε να αντικατασταθούν τα τύμπανα με δίσκους και οι σιαγόνες με πέδιλα (τακάκια);
6. Ποιος λόγος επέβαλε να χρησιμοποιηθεί ο δίδυμος κεντρικός κύλινδρος στα υδραυλικά συστήματα φρένων;
7. Για ποιόν σκοπό χρησιμοποιούνται συστήματα φρένων με βοηθητική δύναμη και ποια είναι αυτή η βοηθητική δύναμη;
8. Τι είναι ο σερβομηχανισμός των φρένων;
9. Ποια είναι τα κυριότερα εξαρτήματα του σερβομηχανισμού;
10. Πότε γίνεται η καλύτερη και πιο αποτελεσματική πέδηση;
11. Πώς πρέπει να γίνεται η κατανομή του έργου πέδησης, από ποιον μηχανισμό, και πώς αυτός λειτουργεί;

12. Ατομική εργασία

Μετά από την εκτέλεση των εργαστηριακών ασκήσεων του συστήματος πέδησης στο εργαστήριο αυτοκινήτων, να συλλέξετε και να καταγράψετε πληροφορίες εξετάζοντας προσεκτικά επιτόπου το σύστημα αλλά και με τη βοήθεια του Owner' s Handbook (βιβλίο του ιδιοκτήτη του αυτοκινήτου) ή άλλων σχετικών βοηθημάτων όπως των Service ή Workshop Manuals ή Technical Datas, για το οικογενειακό αυτοκίνητό σας ή για τα αυτοκίνητα του "εργαστηρίου αυτοκινήτων" του σχολείου σας, σχετικά με το υδραυλικό σύστημα πέδησης (τύπο, κατασκευαστή κεντρικής αντλίας φρένων, διάταξη υδραυλικού κυκλώματος, διάταξη σιαγόνων - ταμπούρων ή τακακιών - δίσκων, χρησιμοποιούμενα υγρά φρένων κ.λπ.) που τα παραπάνω οχήματα διαθέτουν.

13. Ατομική εργασία

Να συλλέξετε πληροφορίες για τον τύπο και τις λεπτομέρειες του σερβοφρενου και του κατανεμητή πίεσης υγρών φρένων των παραπάνω αυτοκινήτων.