

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας.....	5
Η ιστορία της μοτοσικλέτας.....	7

Μέρος 1^ο: η κατασκευή της μοτοσικλέτας και η λειτουργία των συστημάτων που την αποτελούν

Κεφάλαιο 1: το πλαίσιο.....	11
Κεφάλαιο 2: ο κινητήρας.....	20
Κεφάλαιο 3: το σύστημα μετάδοσης κίνησης.....	29
• 3.1: ο συμπλέκτης.....	29
• 3.2: το κιβώτιο ταχυτήτων.....	31
• 3.3: το τελικό σύστημα μετάδοσης κίνησης.....	35
Κεφάλαιο 4: το ψαλίδι.....	40
Κεφάλαιο 5: το πιρούνι και οι αναρτήσεις.....	43
Κεφάλαιο 6: το σύστημα πέδησης.....	52
Κεφάλαιο 7: τα ελαστικά.....	56
Κεφάλαιο 8: στοιχεία αεροδυναμικής μοτοσικλετών.....	58

Μέρος 2^ο: δυναμική μοτοσικλετών-ασφαλής οδήγηση

Κεφάλαιο 1: ευθεία κίνηση: η διατήρηση της ισορροπίας.....	65
Κεφάλαιο 2: ο έλεγχος της μοτοσικλέτας στις στροφές.....	82
Κεφάλαιο 3: εξισώσεις κίνησης σε ευθύγραμμη τροχιά.....	93
Κεφάλαιο 4: εξετάσεις μοτοσικλετών.....	101
Συμπέρασμα ασφαλούς οδήγησης.....	113
Βιβλιογραφία.....	115

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας αυτής είναι η ανάλυση της κατασκευής και της δυναμικής συμπεριφοράς της μοτοσυκλέτας, όπως και η ασφαλής οδήγησή της. Επίσης και η απόδειξη ότι είναι ένα όχημα σταθερό παρόλη τη γενική εικόνα αστάθειας που βλέπουν οι περισσότεροι, άξιος αντικαταστάτης του αυτοκινήτου σε πολλούς τομείς, αρκεί ο αναβάτης και ο συνεπιβάτης να έχει θέληση και όρεξη, εφόσον είναι πλήρως εκτεθειμένοι στις εξωτερικές συνθήκες.

Η εργασία αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο αναλύεται η κατασκευή μιας μοτοσυκλέτας και στο δεύτερο η δυναμική της συμπεριφορά.

Αναλυτικά για το πρώτο μέρος:

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται ο ρόλος του πλαισίου, η εξέλιξη του κατά την πάροδο των χρόνων, η κατασκευή και οι διάφοροι τύποι στους οποίους το συναντάμε.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η επίδραση του κινητήρα στην κατανομή του βάρους της μοτοσυκλέτας, οι τύποι των κινητήρων που χρησιμοποιούνται στις μοτοσυκλέτες και οι βασικές διατάξεις που χρησιμοποιούνται.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται ο διαχωρισμός των επιμέρους μηχανισμών που όλοι μαζί αποτελούν το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, οι οποίοι είναι:

A) ο συμπλέκτης. Εξηγείται η λειτουργία και τα είδη συμπλεκτών που χρησιμοποιούνται, B) το κιβώτιο ταχυτήτων. Αναλύεται ο ρόλος του και η λειτουργία του σειριακού κιβωτίου καθώς και του κιβωτίου συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης, Γ) το τελικό σύστημα μετάδοσης της κίνησης. Τα επιμέρους τμήματα του, οι διάφοροι τύποι τελικής μετάδοσης και ακολουθεί μια σύγκριση του συστήματος αλυσίδα-γρاناζιών και ατράκτου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται ο ρόλος και οι τύποι ψαλιδιών καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο εξηγείται η κατασκευή και η λειτουργία του κλασσικού πιρουνιού που συγχρόνως είναι και η μπροστινή ανάρτηση και ακολουθεί μία σύγκριση με το ανάποδο πιρούνι. Επίσης αναφέρονται και οι σημαντικότερες παραλλαγές στις οποίες το συναντάμε. Ακολουθούν οι διάφορες διατάξεις στις οποίες συναντάμε το σύστημα της πίσω ανάρτησης.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στα τμήματα που αποτελούν το σύστημα πέδησης, τα δισκόφρενα που συναντώνται στις περισσότερες μοτοσικλέτες, καθώς και στο ABS που κερδίζει συνεχώς έδαφος και χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο.

Στο έβδομο κεφάλαιο εξηγείται ο ρόλος των ελαστικών καθώς και η κατασκευή τους που τα κάνει να ξεχωρίζουν από τα ελαστικά των αυτοκινήτων.

Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο αναφέρονται τα στοιχεία αεροδυναμικής μοτοσικλετών, ο τρόπος δημιουργίας της αεροδυναμικής αντίστασης καθώς και τα ιδανικά χαρακτηριστικά μιας αεροδυναμικής επένδυσης (φερινγκ).

Αναλυτικά για το δεύτερο μέρος:

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται η κίνηση μιας μοτοσικλέτας σε ευθεία τροχιά, οι ροπές και οι δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την κίνηση καθώς και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της (γωνία κάστερ, όφσσετ κ.α).

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η κίνηση της μοτοσικλέτας στις στροφές, η επίδραση του στυλ οδήγησης του αναβάτη στη συμπεριφορά της, η γωνία κλίσης καθώς και η επίδραση της μορφής των ελαστικών.

Στο τρίτο κεφάλαιο, αναφέρονται οι εξισώσεις κίνησης της μοτοσικλέτας σε ευθύγραμμη τροχιά, η συμπεριφορά κατά την επιτάχυνση και η σύγκριση με την επιτάχυνση ενός αυτοκινήτου, καθώς και τα όρια επιβράδυνσης.

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται οι τρόποι εξέτασης στις μέρες μας ώστε να αποκτήσει κανείς άδεια κυκλοφορίας μοτοσικλέτας. Αναφέρονται επίσης και τρόποι ασφαλούς αλλά και γρήγορης οδήγησης.

Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ

Η μοτοσικλέτα συνδυάζει την αστάθεια του ποδηλάτου με τη δύναμη ενός αυτοκινήτου. Πιστεύεται ότι ο γερμανός κατασκευαστής αυτοκινήτων Gottlieb Daimler δημιούργησε την πρώτη μοτοσικλέτα. Το 1885 ο Daimler κατασκεύασε ένα ποδήλατο με κινητήρα Otto, προσθέτοντας πλαϊνές ρόδες για να αυξήσει την σταθερότητα του. Αυτό που είχε μόλις καταφέρει να φτιάξει ήταν μία εμβρυακή μορφή της σημερινής μοτοσικλέτας.

Στην πραγματικότητα όμως, ο Sylvester Roper, γεννημένος το 1823 στο New Hampshire, κατά τη διάρκεια του εμφύλιου πολέμου το 1868 κατασκεύασε την πρώτη μορφή της μοτοσικλέτας. Η μοτοσικλέτα του Roper είχε έναν κινητήρα ατμού δύο κυλίνδρων που έκαιγε κάρβουνο, τοποθετημένο κάτω από τη σέλα του αναβάτη. Οι μπιέλες παρείχαν κίνηση σε έναν άξονα που ήταν κατευθείαν συνδεδεμένος στον πίσω τροχό. Το τιμόνι μπορούσε να περιστραφεί παίζοντας το ρόλο του γκαζιού. Έτσι έχουμε την πρώτη μορφή μοτοσικλέτας, η οποία δεν απέχει και πολύ από την σημερινή.



Εικόνα 1

Η μοτοσικλέτα του Roper

Τα πλαίσια των πρώτων μοτοσικλετών ήταν κυρίως ξύλινα, με τους τροχούς να είναι κατασκευασμένοι όπως οι τροχοί των τρένων, ξύλινοι με ένα σιδερένιο δακτύλιο στην εξωτερική τους πλευρά που έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Η κατασκευή αυτή χαρακτηρίζεται ως << κοκκαλοθραύστης >> λόγω του μεγάλου βάρους της και την τάση να ρίχνει τους αναβάτες, με επώδυνα, πολλές φορές, αποτελέσματα.



Εικόνα 2

Η μοτοσικλέτα του Daimler, με πλαίσιο τύπου <<κοκκαλοθραύστη>>

ΜΕΡΟΣ 1

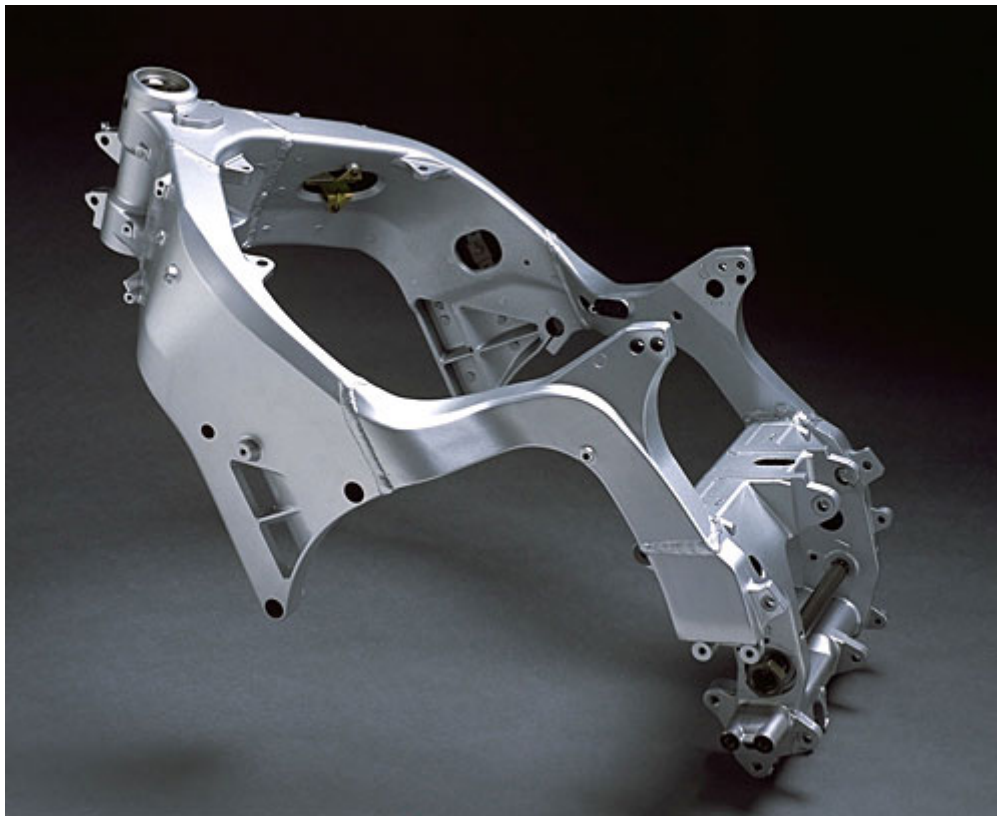
Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑΣ ΚΑΙ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ



Ducati 999 SBK

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ



Εικόνα 1.1 Τυπικό πλαίσιο μοτοσικλέτας¹

1.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Είναι το βασικότερο τμήμα της κατασκευής. Είναι συμπαγής κατασκευή ώστε να παρέχει εγγυημένη σύνδεση μεταξύ:

- A) Της μπροστινής ανάρτησης
- B) Το πάνω μέρος του τιμονιού
- Γ) Της πίσω ανάρτησης και του ψαλιδιού

¹ www.papoutsas.gr

Ταυτόχρονα όμως πρέπει να παρέχει στήριξη:

- Στον κινητήρα
- Στον αναβάτη, τον συνεπιβάτη και τις αποσκευές
- Όλα τα δευτερεύοντα στοιχεία, όπως δοχείου καυσίμων, ψυγεία, μπαταρία, φέρινγκ, φώτα κ.α.

Ο τρόπος κατασκευής του πλαισίου της μοτοσικλέτας καθορίζει τη συμπεριφορά της. Ιδανικός τύπος πλαισίου που να μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από όλες τις μοτοσικλέτες δεν υπάρχει. Η επιλογή του τύπου του εξαρτάται από τον σκοπό για τον οποίο προορίζεται η μοτοσικλέτα.

1.2 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα, οι τεχνικοί πάσχιζαν να κάνουν τα πλαίσια πιο άκαμπτα για να αντέχουν την όλο και μεγαλύτερη ιπποδύναμη, τις υψηλότερες ταχύτητες και την αύξηση των δυνάμεων που αναπτύσσονταν όταν η μοτοσικλέτα στρίβει, σε συνδυασμό με την πρόοδο στα ελαστικά. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '90, οι σχεδιαστές σκέφτονταν έτσι ακριβώς, παρόλο που υπήρχαν ενδείξεις πως αυτός μπορεί να μην ήταν ο σωστός τρόπος.

Σχεδόν όλες οι μοτοσικλέτες μέχρι την δεκαετία του '80, χρησιμοποιούσαν ατσάλινα σωληνωτά πλαίσια, επηρεασμένα από την μορφή του πλαισίου που παρουσιάστηκε στη δεκαετία του '50 από την εταιρία Norton, τύπου <<Featherbed>>, σχεδιαστής του Ιρλανδού Rex McCandless. Ήταν η καλύτερη επιλογή για μοτοσικλέτες που προορίζονταν για μαζική παραγωγή, όπου το κόστος έπρεπε να διατηρηθεί σε λογικά επίπεδα.

Το ατσάλινο σωληνωτό πλαίσιο με κεντρικό σωλήνα ήταν μία δημοφιλής εναλλακτική λύση, που έφτασε στο απόγειό της με την Kawasaki GPz 900R του 1984. Ο μεγάλος διαμέτρου κεντρικός σωλήνας <<ραχοκοκαλιά>> προσέφερε άφθονη στρεπτική ακαμψία σε συνδυασμό με χαμηλό κόστος κατασκευής αλλά άρχισε να πέφτει σε δυσμένεια στις μοτοσικλέτες με σπορ προθέσεις, αφού ο χώρος πάνω από τον κινητήρα έπρεπε να χρησιμοποιηθεί για τα συστήματα τροφοδοσίας καθέτου ροής, μεγαλύτερα φίλτροκούτια και όλο τον ογκώδη εξοπλισμό των ψεκασμών. Αυτό που χρειαζόταν ήταν ένα πλαίσιο που θα περικλείει τον κινητήρα έτσι ώστε ο χώρος από πάνω του να ελευθερωθεί. Εδώ κάνουν την εμφάνιση τους τα αλουμινένια πλαίσια δύο δοκών χρησιμοποιούμενα κυρίως σε αγωνιστικές μοτοσικλέτες στα μέσα της δεκαετίας του '80 με τη Bimota την πρώτη γραμμή της εξέλιξής τους.

Αυτά τα πλαίσια δύο δοκών ήταν εντελώς διαφορετικά σε σχεδίαση, σε σχέση με τα σωληνωτά, γιατί το αλουμίνιο έχει εντελώς άλλες ιδιότητες. Αποτελούνται από δύο αλουμινένιες δοκούς μεγάλης διατομής που συνδέουν τον λαιμό με τον άξονα του ψαλιδιού. Σε σχέση με το ασάλι, το αλουμίνιο είναι πολύ αδύναμο ώστε να γίνει σωλήνες μικρού πάχους, ενώ δουλεύει πολύ καλύτερα σε μεγάλες διατομές. Έτσι προσφέρουν μεγαλύτερη ακαμψία σε σχέση με τα ασάλινα πλαίσια, με μικρότερο βάρος.

Μία άλλη μορφή η οποία χρησιμοποιείται κυρίως από την Ducati είναι το πλαίσιο τύπου χωροδικτυώματος. Η μορφή του μοιάζει με αυτή των αλουμινένιων πλαισίων δύο δοκών έχοντας όμως δομή ισχυρά τριγωνισμένη δεξιά και αριστερά από τον κινητήρα.

Με την εξέλιξη των κινητήρων και την μείωση των κραδασμών που αυτοί παράγουν, τα τελευταία χρόνια άρχισε να χρησιμοποιείται ο κινητήρας ως μέσο για την αύξηση της ακαμψίας του πλαισίου.

Μέχρι τότε η σχεδίαση και η κατασκευή ήταν μια τέχνη εμπειρική χωρίς μετρήσιμα στοιχεία που θα τη στήριζαν. Η ζωή άρχισε να γίνεται πιο εύκολη με τη βοήθεια των υπολογιστών και τον προγραμματισμό τους ώστε να εκτελούν πολύπλοκους υπολογισμούς για να υπολογιστεί και να εξεταστεί έτσι η συμπεριφορά του πλαισίου κάτω από κάθε είδους φόρτιση, προσομοιώνοντας συνθήκες κίνησης, φρεναρίσματος, στροφής κ.α. Έτσι πριν ακόμα κατασκευαστεί το πλαίσιο, μπορούν να εντοπιστούν ατέλειες στη σχεδίαση οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε μεγάλη συσσώρευση τάσεων, να προστεθεί ή να αφαιρεθεί υλικό ώστε να υπάρξει καλύτερη διανομή τάσεων και να ελαφρωθεί το πλαίσιο.

1.3 ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Η ελαστικότητα που πρέπει να παρέχει το πλαίσιο είναι πολύ σημαντική σε συνθήκες κίνησης της μοτοσικλέτας. Έστω ότι μία μοτοσικλέτα σε κάθετη θέση συναντήσει ένα εμπόδιο ύψους 7,5 cm. Η διαδρομή που θα κάνει η ανάρτηση κατά τη συμπίεσή της για να το απορροφήσει θα είναι 7,5 cm και λίγο παραπάνω. Οι σύγχρονες supersport μοτοσικλέτες έχουν τη δυνατότητα να γείρουν πάνω από 50°. Έστω τώρα ότι η μοτοσικλέτα είναι πλαγιασμένη στις 50°, σε συνθήκες στροφής και συναντάει το ίδιο εμπόδιο. Στη θέση αυτή η ανάρτηση είναι ήδη συμπιεσμένη από τις δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την στροφή. Μόλις ο τροχός περάσει από εμπόδιο η ανάρτηση θα συμπιεστεί κατά 11,8 cm, παρουσιάζοντας μια αύξηση της τάσης του 57,3%!! Μόνο λοιπόν μια λύση υπάρχει για την αποφυγή αυτού του προβλήματος: να χρησιμοποιηθεί ολόκληρο το πλαίσιο ως μια πρόσθετη ανάρτηση, επιτρέποντας τον εμπρός τροχό με το πιρούνι να καμφθεί προς το πλάι ώστε όταν η μοτοσικλέτα είναι πλαγιασμένη να έχει μια πρόσθετη ικανότητα απορρόφησης των ανωμαλιών. Πρέπει όμως το πλαίσιο να είναι προσεκτικά

σχεδιασμένο με κύριο στόχο τη μεγιστοποίηση της στρεπτικής ακαμψίας, έτσι ώστε οι τροχοί να μην αλλάζουν τις σχετικές μεταξύ τους θέσεις.

Έτσι διατηρείται η ακαμψία στο διαμήκη άξονα (το πόσο θα παραμορφωθεί το πλαίσιο όταν εφαρμόζονται δυνάμεις στο λαιμό, όπως κατά το φρενάρισμα) αλλά και έτσι ώστε να επιτρέπει ένα ποσό πλευρικής ελαστικότητας. Οι κινήσεις των τροχών δεν πρέπει να επηρεάζουν τη συμπεριφορά της μοτοσικλέτας, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να δείχνουν προς τη σωστή κατεύθυνση.

1.4 ΤΥΠΟΙ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Κλειστό σωληνωτό²



Εικόνα 1.2

Συχνά έχει ένα σωλήνα πάνω και πίσω από τον κινητήρα ή τον εμπρός σωλήνα μονό, που χωρίζεται στα δύο. (μονό σε διπλό)

Χρήση: στις περισσότερες ρετρό, σε πολλές χρηστικές μοτοσικλέτες ή μοτοσικλέτες off-road.

Πλεονεκτήματα: ισορροπημένος συνδυασμός μεταξύ κόστους και ευκολίας παραγωγής.

Μειονεκτήματα: δεν είναι αρκετά άκαμπτο ή ελαφρύ για superbikes.

² www.motorcycle-usa.com http://www.mybike.gr/topic/56066-%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%BF%CF%83%CF%85%CE%BA%CE%BB%CE%B5%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%86%CE%B5%CF%84%CE%B9%CF%87/page__st__45

Χωροδικτύωμα



Εικόνα 1.3: Χωροδικτύωμα³

Ένα τριγωνισμένο δίκτυο σωλήνων που συνδέει το λαιμό με τον άξονα του ψαλιδιού.

Χρήση: κυρίως στα Ducati.

Πλεονεκτήματα: ελαφρύ, ισχυρό, χαμηλό κόστος εξοπλισμού παραγωγής, χώρος πάνω από τον κινητήρα.

Μειονεκτήματα: δύσκολη πρόσβαση στον κινητήρα, ακριβό για μεγάλους αριθμούς παραγωγής.

³ Paul Crowe, "Titanium Frame Ducati Monster S4RS – Mostro Della Strada from StradaFab", *Motorcycle Builders*, 10/31/2011, <http://thekneeslider.com/titanium-frame-ducatti-monster-s4rs-mostro-della-strada-from-stradafab/>

Σωληνωτό από αλουμίνιο⁴



Εικόνα 1.4

Συνήθως σε μορφή χωροδικτυώματος, αλλά και σε άλλες μορφές. Οι σωλήνες έχουν μεγαλύτερη διάμετρο από τους αντίστοιχους ασάλινους.

Χρήση: Bimota BB1, DB2 και DB4, Triumph 955i Daytona.

Πλεονεκτήματα: ελαφρύτερο από το ασάλινο, χαρακτηριστική εμφάνιση.

Μειονεκτήματα: ακριβό, οι μεγαλύτεροι σωλήνες μπορεί να εμποδίζουν την πρόσβαση στον κινητήρα.

⁴ http://www.diseno-art.com/encyclopedia/vehicles/road/bikes/Bimota_BB1_Biposta.html

Πρεσαριστό⁵



Εικόνα 1.5

Δύο ασφάλινα φύλλα, διαμορφωμένα σε πρέσα, συγκολλημένα μεταξύ τους.

Χρήση: σε μικρά χρηστικά δίκυκλα, όπως τα παπιά.

Πλεονεκτήματα: φθινό σε μαζική παραγωγή.

Μειονεκτήματα: άσχημο, βαρύ, ελασικότητες, ακριβό για μικρή παραγωγή.

⁵ http://www.lekov.gr/History_Honda_Monkey_Moto_GR.html

Αλουμινένιο δύο δοκών⁶



Εικόνα 1.6

Αποτελείται από δύο εξελασμένες δοκούς αλουμινίου που συνδέουν χιτά κομμάτια για το λαιμό και τον άξονα του ψαλιδιού. Σε πολλές νέες μοτοσικλέτες η νέα τεχνολογία χύτευσης που επιτρέπει πολύ λεπτά τοιχώματα ανόμοιου πάχους, έχει επιτρέψει και στις δοκούς να γίνουν χιτές, μειώνοντας έτσι τον αριθμό των κομματιών και το κατασκευαστικό κόστος.

Χρήση: στις περισσότερες σύγχρονες supersport.

Πλεονεκτήματα: ελαφρύ και άκαμπτο, αφήνει χώρο πάνω από τον κινητήρα, επιτρέπει ακρίβεια στον υπολογισμό των ελαστικότητων.

Μειονεκτήματα: ακριβό ακόμα και σε μαζική παραγωγή.

⁶ Ενημερωτικό site σχετικά με μοτοσικλέτες, 25 Απριλίου 2012, <http://blog.ebike.gr/?cat=932>

Καθόλου πλαίσιο⁷:



Εικόνα 1.7

Ο κινητήρας παίζει το ρόλο του πλαισίου, με υποπλαίσια για τη στήριξη εμπρός και πίσω ανάρτησης (που μπορεί να εδράζεται και κατευθείαν στον κινητήρα).

Χρήση: στα boxer της BMW, Ducati Desmosedici.

Πλεονεκτήματα: κόστος, εξαιρετικά αποτελέσματα στη χωροταξία.

Μειονεκτήματα: περιπλέκει τη σχεδίαση του κινητήρα και τον υπολογισμό της σωστής δόσης ελαστικότητας.

⁷ <http://www.newsbeast.gr/moto/news/arthro/558965/sugchronos-umnos-se-ena-istoriko-muscle-bike/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ο ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

2.1 Σύγκριση κινητήρα μοτοσικλέτας-αυτοκινήτου

Οι κινητήρες των μοτοσικλετών χαρακτηρίζονται από υψηλή ειδική ισχύ (ειδική ισχύς= ιπποδύναμη/κυβισμός) σε σχέση με τους κινητήρες των αυτοκινήτων.

Αυτό επιτυγχάνεται με την αύξηση του ορίου των στροφών του κινητήρα, κατά την οποία παράγεται μία καμπύλη ισχύος η οποία κορυφώνεται σε υψηλές στροφές. Εκτός από κάποιες εξαιρέσεις, μπορούμε να υποθέσουμε ότι ο κινητήρας ενός αυτοκινήτου αποδίδει την μέγιστη ροπή περίπου στις 2.500 με 3.500 rpm, με μέγιστες στροφές ανά λεπτό 6.000 με 7.000 rpm. Ο κινητήρας μιας μοτοσικλέτας με την ίδια ειδική ισχύ αποδίδει τη μέγιστη ροπή του στις 5.000 με 6.500 rpm, με όριο στροφών το οποίο μπορεί να ξεπερνάει κατά πολύ τις 10.000 rpm.

Λόγω της διαφοράς στην απόδοση της ροπής, σε περίπτωση που αντικαταστήσουμε ένα κινητήρα αυτοκινήτου, για παράδειγμα 1.800 cc με μέγιστη ιπποδύναμη 73 KW, με έναν κινητήρα μοτοσικλέτας 600 cc και ίδιας ιπποδύναμης, ακόμα και αν είχαμε τροποποιήσει κατάλληλα τις σχέσεις μετάδοσης, θα ήταν απαραίτητο να ανεβάσουμε τις στροφές πολύ και να <<πατινάrouμε>> το συμπλέκτη αρκετά ώστε να καταφέρουμε να ξεκινήσουμε το όχημα!

Παρόλα αυτά οι κινητήρες αυτοκινήτων είναι σχεδιασμένοι για μακροζωία και μειωμένες ανάγκες συντήρησης, βελτιώνοντας έτσι το μακροπρόθεσμο κόστος λειτουργίας και την αξιοπιστία, θυσιάζοντας παράλληλα την απόδοση.

Παίρνοντας ως δεδομένο ότι μία μοτοσικλέτα χρησιμοποιείται περισσότερο ως ένα όχημα διασκέδασης και όχι ως ένα μέσο μεταφοράς που αντικαθιστά πλήρως το αυτοκίνητο, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο χρόνος ζωής της είναι πιο σύντομος από ένα αυτοκίνητο και αυτό γιατί ο αναβάτης πιέζει τον κινητήρα περισσότερο, αυξάνοντας τις φθορές.

Ο κινητήρας μιας μοτοσικλέτας πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ελαφρύς γιατί το βάρος του έχει άμεση επίδραση στη συμπεριφορά της. Για το λόγο αυτό οι κινητήρες αυτοί σχεδιάζονται πολύ προσεκτικά ώστε να κρατηθεί και το βάρος και ο όγκος σε χαμηλά επίπεδα.

Λόγω του περιορισμένου χώρου που διαθέτει η μοτοσικλέτα, το κιβώτιο ταχυτήτων είναι σχεδιασμένο μαζί με τον κινητήρα και αποτελεί μέρος του σώματος του, χρησιμοποιεί το ίδιο λιπαντικό λάδι το οποίο χρησιμοποιείται στη λίπανση των κινούμενων μερών του, σε αντίθεση με τα κιβώτια των αυτοκινήτων τα οποία είναι ξεχωριστά και χρησιμοποιούν βαλβολίνες.

2.2 Η επίδραση του κινητήρα στην κατανομή του βάρους

Το βάρος του κινητήρα αντιπροσωπεύει περίπου το 30-35% του συνολικού βάρους της μοτοσικλέτας.

Οι τροχοί με τις μη αναρτημένες μάζες, τα δισκόφρενα, τις δαγκάνες και άλλα μικρότερα κινούμενα μέρη αντιπροσωπεύουν περίπου το 20-25%.

Ο πίνακας οργάνων, το ντεπόζιτο, το τιμόνι (όχι το πιρούνι), οι θέσεις επιβάτη – συνεπιβάτη και τα μαρσπιέ ζυγίζουν περίπου 10% του συνολικού βάρους.

Το υπόλοιπο βάρος της μοτοσικλέτας, το οποίο καταλαμβάνεται από το φέριγκ, το ηλεκτρικό σύστημα και το πλαίσιο είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο σε όλο το μήκος της.

Λόγω του περιορισμένου χώρου που διαθέτει η μοτοσικλέτα καταλαβαίνει κανείς ότι είναι εξαιρετικά δύσκολο να αλλάξει η χωροταξία των κατασκευαστικών στοιχείων της μοτοσικλέτας, σε αντίθεση με το αυτοκίνητο όπου ένας συγκεκριμένος τύπος κινητήρα μπορεί να χρησιμοποιείται σε διάφορα μοντέλα χωρίς καμία διαφοροποίηση.

Εφόσον ο κινητήρας καταλαμβάνει ένα μεγάλο ποσοστό του βάρους, η αλλαγή της θέσης του θα έχει ως αντίκτυπο στην αλλαγή του κέντρου βάρους της μοτοσικλέτας και κατ' επέκταση στη δυναμική της συμπεριφορά.

Η κατασκευή του κινητήρα επηρεάζει πολύ την τοποθέτηση του στο πλαίσιο. Έστω ότι έχουμε έναν 6- κύλινδρο κινητήρα τοποθετημένο κατά μήκος σε σχέση με τον άξονα μετάδοσης κίνησης. Η διάταξη αυτή θα απαιτούσε μεγάλο μεταξόνιο και θα οδηγούσε σε προβληματικές και ανεπιθύμητες μηχανικές λύσεις.

2.3 Δίχρονοι και τετράχρονοι κινητήρες

Ένας δίχρονος κινητήρας σε σχέση με έναν τετράχρονο για τον ίδιο κυβισμό, έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- **Ελαφρύς:** 20% λιγότερο βάρος
- **Δυνατός:** 40% μεγαλύτερη ιπποδύναμη
- **Απλός:** λιγότερα κινούμενα μέρη (απουσία βαλβίδων και όλου του μηχανισμού που τις κινεί)

Ως μειονέκτημα θεωρούνται η αυξημένη κατανάλωση καυσίμου, και πάνω απ' όλα η δυσκολία μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων.

Κυρίως λόγω των πλεονεκτημάτων τους, στις αγωνιστικές μοτοσικλέτες χρησιμοποιούνται αποκλειστικά δίχρονοι κινητήρες, ειδικά στις κατηγορίες μικρού κυβισμού, με εξαίρεση την κατηγορία 1000cc και Moto Gr (990cc) όπου χρησιμοποιούνται τετράχρονοι κινητήρες.

Παρακάτω ακολουθεί μία σύγκριση των χαρακτηριστικών δύο κινητήρων αγωνιστικών μοτοσικλετών:

- Παλαιότερος κινητήρας κατηγορίας Moto Gr.
500cc, δίχρονος, τετρακύλινδρος εν σειρά. Μέγιστη ιπποδύναμη 200 hp (147 KW) και ειδική ισχύς 400hp/lit (294 KW/dm³)
- Κινητήρας μοτοσικλέτας πίστας.
750cc, δίχρονος, τετρακύλινδρος εν σειρά. Μέγιστη ιπποδύναμη 170 hp (125 KW) και ειδική ισχύς 226hp/lit (166KW/dm³)

Σε αυτή την περίπτωση, η μέγιστη ιπποδύναμη του δίχρονου κινητήρα είναι κατά 70% μεγαλύτερη σε σχέση με του τετράχρονου!

2.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΣΕ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΩΝ

2.4.1 Μονοκύλινδροι κινητήρες

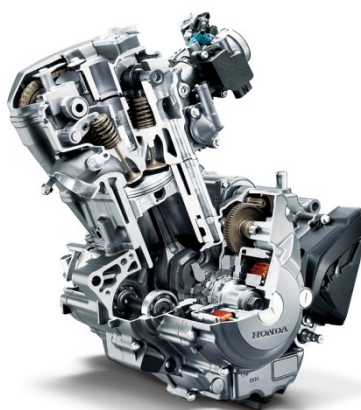
Χαρακτηρίζονται από απλότητα κατασκευής, μικρό βάρος και <<συμπαγής κατασκευή>>. Χρησιμοποιούνται σε πολλά είδη μοτοσικλετών, από scooter 50cc μέχρι μεγάλου κυβισμού On-Off 650-800cc.

Αποτελούν εξαίρετη λύση γιατί συνδυάζουν:

- Μικρό μήκος: εφόσον έχουν μικρό μήκος, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ελεύθερη απόσταση μεταξονίου, με ένα καλύτερο μήκος ψαλιδιού και παράλληλα οι μάζες να είναι συγκεντρωμένες όσο γίνεται πιο κοντά στο κέντρο βάρους της μοτοσικλέτας.
- Μικρό πλάτος: χάρη στο μικρό τους πλάτος, ο κινητήρας είναι δυνατόν να τοποθετηθεί στο επιθυμητό ύψος χωρίς να εμποδίζει τον διαθέσιμο χώρο του αναβάτη και χωρίς να υπάρχει κίνδυνος να ακουμπήσει στο έδαφος κατά τη διάρκεια μιας στροφής. Παράλληλα είναι ευκολότερη η χωροθέτηση των διαφόρων περιφερειακών εξαρτημάτων όπως το ψυγείο, το καρμπυρατέρ, η εξάτμιση και το φίλτρο αέρος.

Με τον περιορισμό του βάρους και του κενού χώρου είναι δυνατόν να κατασκευαστούν <<συμπαγής>> μοτοσικλέτες. Οι κινητήρες αυτοί παρουσιάζουν μεγάλη ροπή στις χαμηλές στροφές, ένα χαρακτηριστικό το οποίο χρειάζονται οι μοτοσικλέτες εκτός δρόμου, γι' αυτό και οι περισσότερες του είδους είναι εξοπλισμένες με μονοκύλινδρους κινητήρες.

Ένα αρνητικό στοιχείο των μονοκύλινδρων κινητήρων είναι ότι απρουσιάζουν ταλαντώσεις και κραδασμούς. Ο μόνος τρόπος για τον περιορισμό τους είναι η χρησιμοποίηση αντικραδασμών αξόνων, που αποτελούν μία πολύ κοινή λύση τώρα τελευταία, ειδικά στις μονοκύλινδρες μοτοσικλέτες μεγάλου κυβισμού λόγω του μεγάλου βάρους του πιστονιού και της περιορισμένης περιοχής στροφών, και στις δίχρονες, που χαρακτηρίζονται από μικρό βάρος πιστονιού και μεγάλη περιοχή στροφών λειτουργίας.



Εικόνα 2.1 μονοκύλινδρος κινητήρας Honda CRF 450⁸

⁸ <http://blog.ebike.gr/?tag=honda>, el.wikipedia.org

2.4.2 Κινητήρες δύο κυλίνδρων⁹

Υπάρχουν διάφοροι συνδυασμοί στη διάταξη των κυλίνδρων.

- σε σειρά
- διάταξη V με περιεχόμενη γωνία 60-90°
- Boxer

Μπορεί να είναι τετράχρονοι ή δίχρονοι, με αντικραδασμικούς άξονες ή χωρίς.

Αυτό που κάνει αυτού του είδους τους κινητήρες τόσο δημοφιλής είναι η πολύ καλή σχέση μεταξύ αποδιδόμενης δύναμης/όγκου και η δυνατότητα που δίνεται στο να σχεδιαστούν συμπαγής και κομψές μοτοσικλέτες.

Σε μερικές διατάξεις το πλάτος τους είναι όμοιο με το πλάτος ενός μονοκύλινδρου κινητήρα, επιτρέποντας έτσι στενά πλαίσια και μικρή μετωπική επιφάνεια.

Οι κινητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται σε πολλές κατηγορίες: στην <<απλή>> καθημερινή μοτοσικλέτα που χρησιμοποιείται σε κοντινές αποστάσεις εντός πόλης, στην απαιτητική μοτοσικλέτα για χρήση πίστας ή εντός-εκτός δρόμου και στις μοτοσικλέτες μεγάλου κυβισμού τύπου Harley-Davidson.

2.4.3 Δικύλινδρος κινητήρας παράλληλης διάταξης

Απλή κατασκευή, από άποψη μήκους δε διαφέρει πολύ από το μονοκύλινδρο κινητήρα, ενώ το πλάτος του μπορεί να είναι ελάχιστα αυξημένο.

Χρησιμοποιείται κυρίως σε απλές, χαμηλού κόστους, ευέλικτες μοτοσικλέτες.

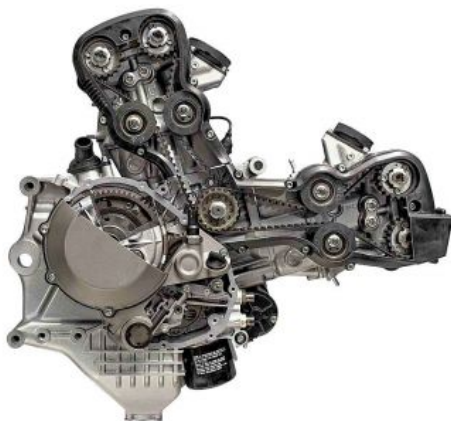


Εικόνα 2.2 κινητήρας Yamaha TDM 850¹⁰

⁹ El.wikipedia.org

¹⁰ <http://mouratisgp.gr/v2/gr/eng/usedpart.html?t=3b0e8ed0a5ac1e25dd9dcd69939dd10d>

2.4.4 Δίκυλινδρος κινητήρας διάταξης V με εγκάρσιο στροφαλοφόρο άξονα



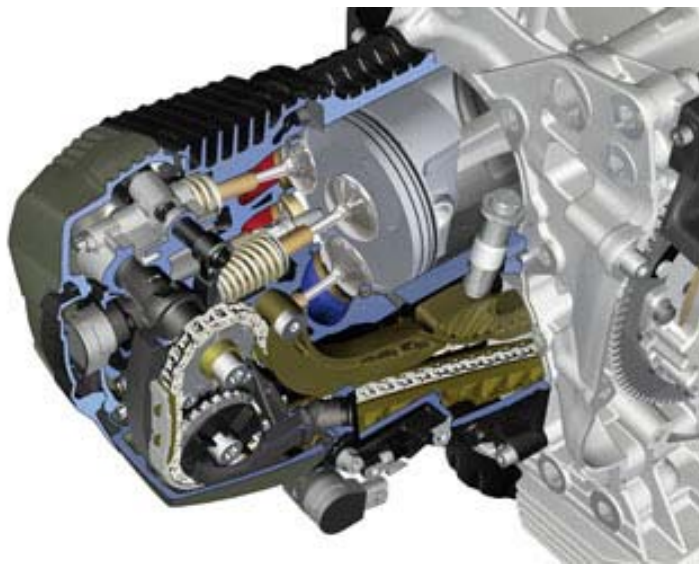
Εικόνα 2.3 κινητήρας ducati desmo 1098¹¹

Οι κινητήρες αυτοί εμφανίζονται με διάφορες παραλλαγές στη διάταξη των κυλίνδρων. Οι πιο πολλοί χρησιμοποιούν περιεχόμενη γωνία μεταξύ 60-90°. Έχουν μικρό πλάτος, παρόμοιο με αυτό των μονοκύλινδρων, ενώ αποδίδουν σαφώς μεγαλύτερη ιπποδύναμη.

Σε γενικές γραμμές αυτού του είδους οι κινητήρες, ειδικά σε κυβισμούς άνω των 750cc, παρουσιάζουν πολύ καλό <<ζύγισμα>> όσον αφορά τους κραδασμούς, με χρήση ή χωρίς αντικραδασμικού άξονα.

¹¹ XICO GP, ducati tester: RC213V has 90 degree V engine, <http://xicogp.blog.pt/2012/11/14/ducati-tester-believes-honda-uses-90%C2%BA-engine/>

2.4.5 Δίκυλινδρος κινητήρας διάταξης V με διαμήκη στροφαλοφόρο άξονα



Εικόνα 2.4 κινητήρας BMW R1200 GS¹²

Μπορεί να είναι με διάταξη Boxer με περιεχόμενη γωνία 180° ή διάταξης V με περιεχόμενη γωνία 90°. Εφόσον οι κύλινδροι εξέρχονται από τη μοτοσικλέτα, είναι εκτεθειμένοι απ' ευθείας στον αέρα, προσφέροντας έτσι επιπλέον δυνατότητα ψύξης. Παρόλα αυτά δημιουργούνται προβλήματα στην περίπτωση του οριζοντίου κινητήρα τύπου Boxer όσον αφορά το πλάτος του. Οι κύλινδροι πρέπει να είναι τοποθετημένοι ψηλά ώστε να μην ακουμπήσουν στο έδαφος κατά τη διάρκεια μιας στροφής. Και οι δύο διατάξεις είναι άριστες από πλευράς κραδασμών.

¹² http://www.mcnews.com.au/2010_Bikes/BMW/R1200GS_2010/Intro_R1200GS_2010.htm

2.4.6 Πολυκύλινδροι κινητήρες με 3 έως 6 κυλίνδρους

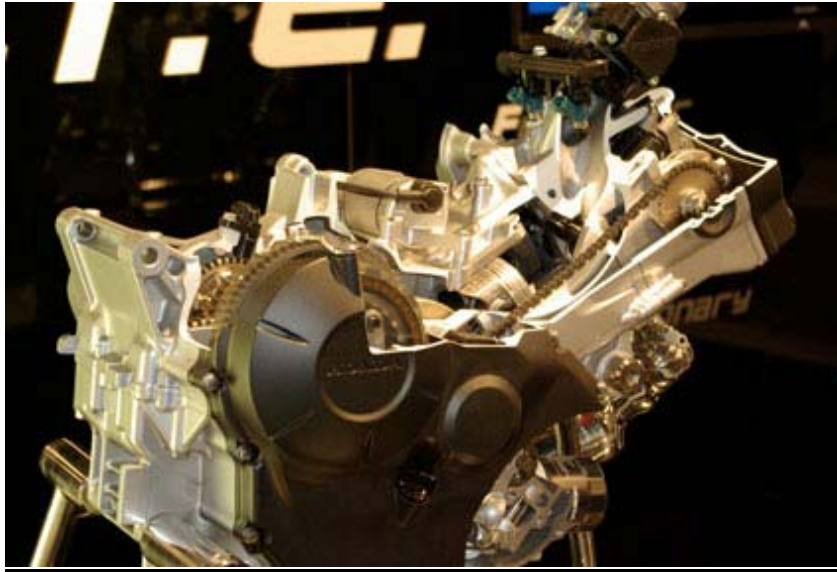
Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος για κινητήρες υψηλής απόδοσης που προσφέρονται για χρήση σε μεσαίου μέχρι μεγάλου κυβισμού μοτοσικλές για χρήση πίστας ή τουρισμού. Εμφανίστηκαν στη δεκαετία του '70 και αμέσως έγιναν αποδεκτές χάριν στην υψηλή τους απόδοση και στο μεγάλο φάσμα στροφών, ενώ παρουσίαζαν πολύ ομαλή λειτουργία προσδίδοντας έτσι ξεκούραστη χρήση.

2.4.7 Διάταξη 3-4 κυλίνδρων σε σειρά¹³

Συμπαγής κατασκευή ως προς το μήκος που προσφέρει καλή κατανομή βάρους, ενώ παρουσιάζει αυξημένο πλάτος και όγκο. Λόγω του όγκου τους σπάνια χρησιμοποιούνται σε μοτοσικλές εκτός δρόμου. Παλαιότερα η τοποθέτηση τους σε μοτοσικλές πίστας ήταν προβληματική λόγω του συστήματος ανάφλεξης που εδραζόταν απευθείας στο στροφαλοφόρο άξονα με αποτέλεσμα το μεγάλο πλάτος και τον κίνδυνο να ακουμπήσουν στο έδαφος. Αυτό αντιμετωπίστηκε αλλάζοντας θέση στο σύστημα ανάφλεξης το οποίο πλέον παίρνει κίνηση από παράλληλους άξονες οι οποίοι με τη σειρά τους κινούνται από το στροφαλοφόρο άξονα. Παρουσιάζουν ελάχιστους κραδασμούς. Οι δυνάμεις πρώτου βαθμού είναι απολύτως ζυγισμένες, ενώ οι δυνάμεις δευτέρου βαθμού εξουδετερώνονται με την τοποθέτηση ενός αντικραδασμικού άξονα.

Εάν ο στροφαλοφόρος άξονας του κινητήρα έχει προσανατολισμό κατά μήκος της μοτοσικλέτας, δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί αντί για αλυσίδα, άξονας μετάδοσης κίνησης, άριστος για χρήση σε τουριστικές μοτοσικλές.

¹³ El.wikipedia.org, www.steyr-motors.com



Εικόνα 2.5 κινητήρας Honda cbr 1000 rr¹⁴

2.4.8 Διάταξη V με 4 κυλίνδρους

Είναι πολύ καλή διάταξη για μοτοσυκλέτες επειδή συνδυάζει τον όγκο ενός δίκυλινδρου κινητήρα με τα χαρακτηριστικά και την απόδοση ενός 4-κύλινδρου. Το μοναδικό αρνητικό είναι η πολυπλοκότητα της κατασκευής.

2.4.9 Διάταξη 6 κυλίνδρων σε σειρά¹⁵

Είναι άψογα ζυγισμένοι από άποψη δυνάμεων πρώτου και δευτέρου βαθμού, προσφέροντας παράλληλα πολύ ομαλή απόδοση ροπής και ιπποδύναμης. Λόγω της πολυπλοκότητας της κατασκευής τους και του μεγάλου πλάτους τους, δε χρησιμοποιούνται συχνά σε μοτοσυκλέτες.

¹⁴ http://www.symore.gr/html/eicma_11_2.html

¹⁵ STEYR MOTORS GmbH Im Stadtgut B1, A-4407 Steyr-Gleink, AUSTRIA, www.steyr-motors.com

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

- **3.1 Ο ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ**¹⁶

Ο συμπλέκτης χρησιμεύει για:

1. Τη μετάδοση της ροπής στρέψης του κινητήρα στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης.
2. Για την προσωρινή αποσύμπλεξη του κινητήρα.
3. Για την ομαλή εκκίνηση της μοτοσικλέτας από θέση στάθμευσης.

Οι τύποι των συμπλεκτών που χρησιμοποιούνται στις μοτοσικλέτες είναι μηχανικοί, και μπορεί να είναι είτε υγροί πολύδισκοι, είτε ξηροί με μονό δίσκο είτε φυγοκεντρικοί οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε scooter.

Ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να μεταφέρεται η δύναμη από το μοχλό του συμπλέκτη στην πλάκα πίεσης ώστε να επιτύχουμε αποσύμπλεξη είναι είτε μηχανικός, όπου και η κίνηση μεταδίδεται μέσω μοχλών, είτε υδραυλικός, μέσω αντλίας, όπου η δύναμη που καταβάλλει ο αναβάτης για να πιέσει το μοχλό είναι μικρότερη.

3.1.1 Πολύδισκος υγρός συμπλέκτης

Ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται πιο συχνά σε μοτοσικλέτες. Βρίσκεται μέσα σε λάδι και αποτελείται από μεταλλικούς και ελαστικούς δίσκους τριβής, τοποθετημένους εναλλάξ. Ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιούνται πολλοί δίσκοι είναι για να επιτύχουμε μεγάλη επιφάνεια τριβής με την ελάχιστη δυνατή διάμετρο συμπλέκτη.

¹⁶

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%85%CE%BC%CF%80%CE%BB%CE%AD%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%82>

3.1.2 Ξηροί συμπλέκτες τριβής¹⁷

Η λειτουργία ενός ξηρού συμπλέκτη είναι απολύτως όμοια με του υγρού. Στον ξηρό συμπλέκτη χρησιμοποιείται ένας ή περισσότεροι δίσκοι τριβής, ενώ εμφανίζει το μειονέκτημα να μην ψύχεται από άλλο μέσο εκτός του αέρα όπως συμβαίνει στον υγρό, και να εμφανίζει ολίσθηση κάτω από συνθήκες υψηλότερης καταπόνησης με αποτέλεσμα την άνοδο της θερμοκρασίας των εξαρτημάτων του και τη γρηγορότερη φθορά του. Τα εξαρτήματα που τον αποτελούν είναι λιγότερα από του υγρού στην περίπτωση που χρησιμοποιεί ένα δίσκο τριβής, καθώς και το βάρος του είναι μικρότερο, πράγμα που συνεπάγεται σε μικρότερη αδράνεια.

3.1.3 Φυγοκεντρικοί συμπλέκτες¹⁸

Χρησιμοποιούνται κυρίως σε scooter με κιβώτιο ταχυτήτων συνεχώς μεταβαλλόμενης μετάδοσης και σε μοτοποδήλατα με μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων. Στην αρχή ο συμπλέκτης βρίσκεται σε θέση αποσύμπλεξης. Όταν οι στροφές του κινητήρα υπερβούν ένα προκαθορισμένο όριο (επιλεγμένο από τον κατασκευαστή), η φυγόκεντρη δύναμη των βαριδίων υπερνικά τη δύναμη των ελατηρίων που τα κρατούν σε θέση αποσύμπλεξης και έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό κέλυφος του συμπλέκτη, ο οποίος με τη σειρά του μεταφέρει τη ροπή στρέψης στον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων. Σε περίπτωση μηχανικού κιβωτίου, υπάρχει ένας μοχλός ο οποίος επιτρέπει την αποσύμπλεξη ώστε να γίνει η αλλαγή της ταχύτητας.

¹⁷

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%85%CE%BC%CF%80%CE%BB%CE%AD%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%82>

¹⁸

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%85%CE%BC%CF%80%CE%BB%CE%AD%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%82>

- **3.2 ΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ¹⁹**

3.2.1 Ο ρόλος του κιβώτιου ταχυτήτων

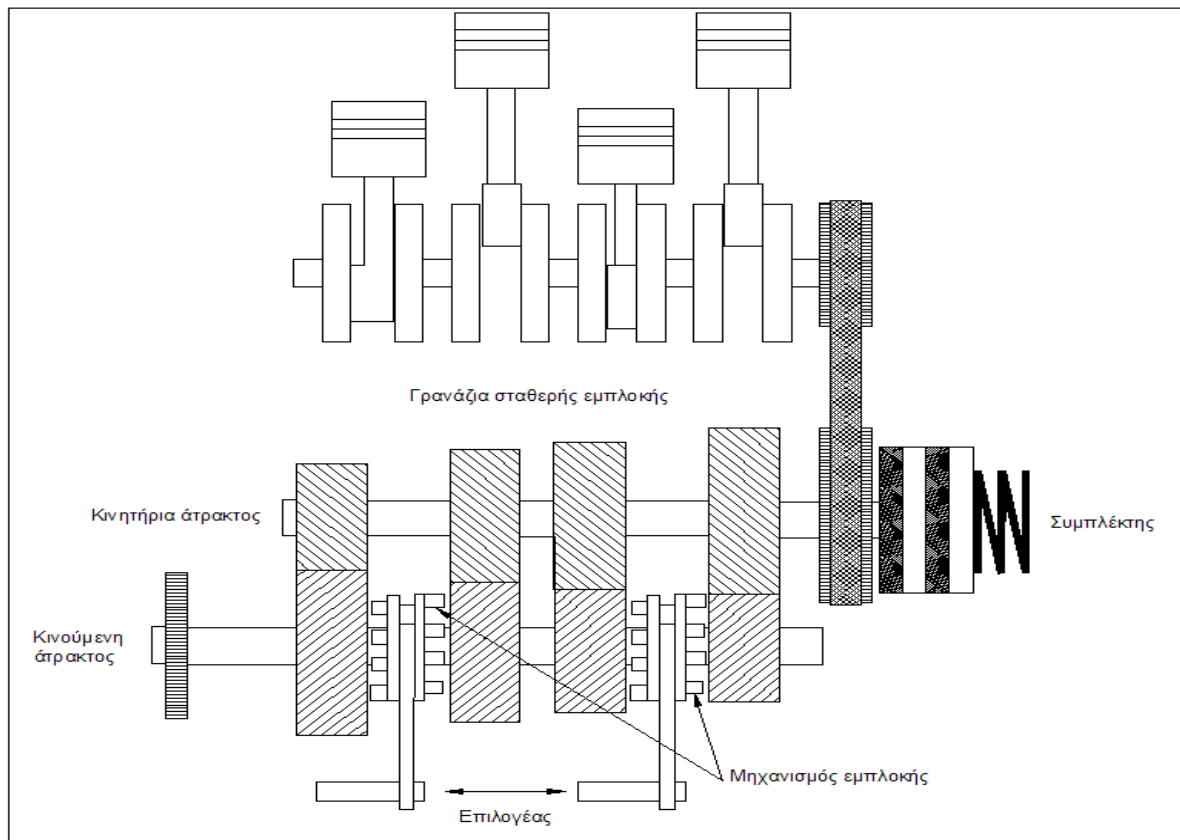
Με την τοποθέτηση ενός κιβώτιου ταχυτήτων στην έξοδο του στροφαλοφόρου άξονα και πριν το σύστημα μετάδοσης κίνησης, επιτυγχάνουμε την προσαρμογή της ροπής στρέψεως του κινητήρα στις ανάγκες κίνησης του οχήματος, με αντίστοιχη αυξομείωση του αριθμού των στροφών του κινητήρα. Ως αποτέλεσμα έχουμε την αύξηση της ελκτικής δύναμης του οχήματος ώστε να αντιμετωπιστούν οι αντιστάσεις κίνησης στις διάφορες συνθήκες λειτουργίας και την κίνηση με χαμηλές ταχύτητες, πράγμα που δεν θα ήταν δυνατό λόγω των υψηλών στροφών με τις οποίες κινείται ο κινητήρας. Τέλος, επιτρέπει τη διακοπή της σύνδεσης του κινητήρα με το σύστημα μετάδοσης και μας δίνει τη δυνατότητα να αντιστρέψουμε τη φορά περιστροφής του τροχού χωρίς την αντιστροφή του κινητήρα, ώστε να έχουμε κίνηση προς τα πίσω.

3.2.2 Το σειριακό κιβώτιο ταχυτήτων²⁰

Οι μοτοσικλέτες είναι εφοδιασμένες με σειριακά κιβώτια 3-6 ταχυτήτων. Αυτό σημαίνει ότι για να επιλέξουμε την αμέσως επόμενη ταχύτητα πρέπει προηγουμένως να έχουμε επιλέξει την αμέσως προηγούμενη και το αντίστροφο. Οι οδοντωτοί τροχοί είναι σε μόνιμη επαφή μεταξύ τους. Ως προς τις ατράκτους, τα γρανάζια μπορεί να είναι είτε σταθερά συνδεδεμένα πάνω τους είτε να περιστρέφονται ελεύθερα πάνω σε ρουλεμάν και να εμπλέκονται με αυτές μέσω των μηχανισμών εμπλοκής. Στα κιβώτια των μοτοσικλετών δεν υπάρχουν συγχρονιζέ. Πάνω στα ελεύθερα γρανάζια υπάρχουν κοιλότητες μέσα στις οποίες εισέρχονται οι μεταλλικές προεξοχές που φέρουν οι μηχανισμοί εμπλοκής. Έτσι η ροπή που μεταδίδεται από τον κινητήρα μέσω του συμπλέκτη στον πρωτεύοντα ή κινητήριο άξονα, μεταφέρεται στον κινούμενο και τέλος στο τελικό σύστημα μετάδοσης της κίνησης.

¹⁹ http://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/108150.asp

²⁰ <http://iceal.wikidot.com/gearbox-genika>



Εικόνα 3.2.1

Ο μοχλός επιλογής ταχυτήτων βρίσκεται στο αριστερό μαρσπιέ. Σε μερικές μοτοσικλέτες τύπου Vespa βρισκόταν στο αριστερό χέρι μαζί με τη μανέτα του συμπλέκτη. Η νεκρά βρίσκεται ανάμεσα από την 1^η και 2^η ταχύτητα. Η 1^η ταχύτητα επιλέγεται με την κίνηση προς τα κάτω του μοχλού. Με μία κίνηση προς τα πάνω επιλέγουμε τη 2^η, ενώ στη μισή διαδρομή του μοχλού επιλέγεται η νεκρά. Όλες οι υπόλοιπες ταχύτητες επιλέγονται με κινήσεις του μοχλού προς τα πάνω. Αυτό γίνεται ώστε να αποφευχθεί η επιλογή της νεκράς σε συνθήκες μαζικής επιλογής χαμηλότερης ταχύτητας, π.χ. κατά το φρενάρισμα πανικού. Στις αγωνιστικές μοτοσικλέτες για καθαρά λειτουργικούς λόγους κατά τη διάρκεια των στροφών η σειρά αυτή αντιστρέφεται, με την 1^η να επιλέγεται με κίνηση προς τα πάνω και όλες οι υπόλοιπες ταχύτητες με κίνηση προς τα κάτω.

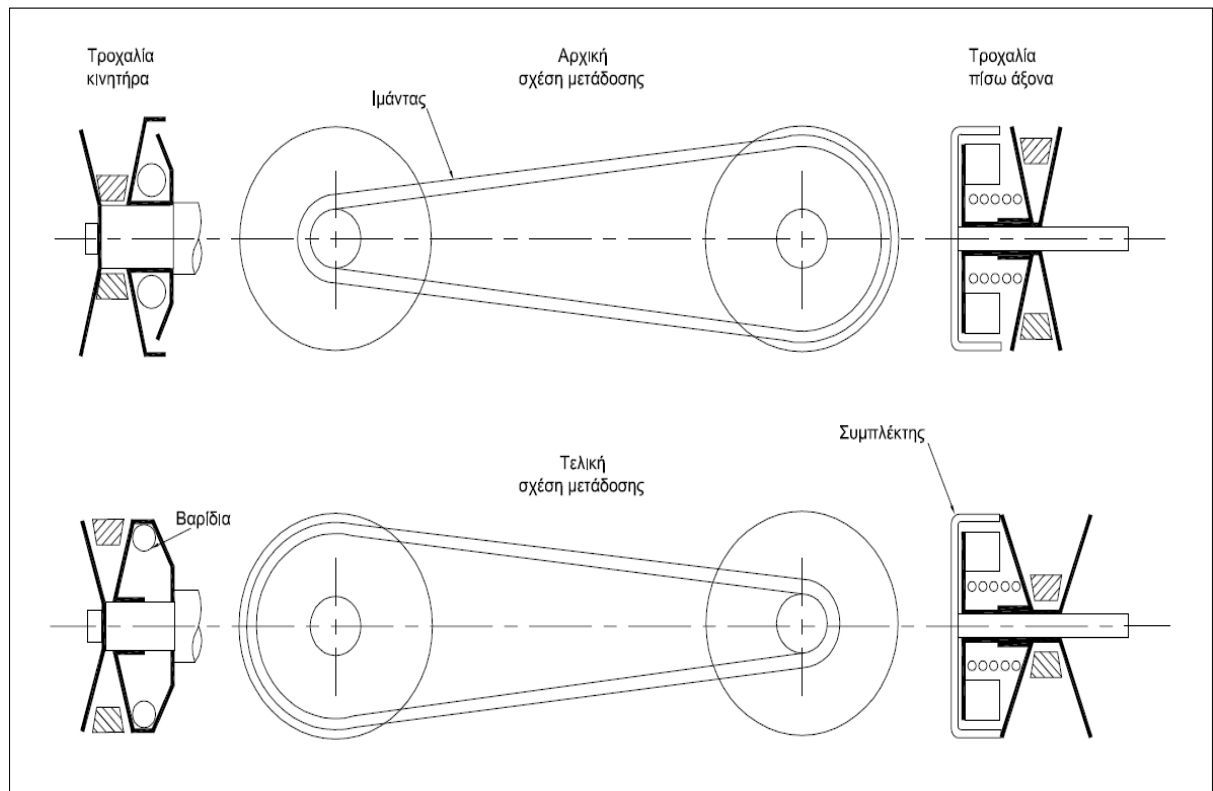
Με την κίνηση αυτή του μοχλού περιστρέφεται ο άξονας επιλογής, ο οποίος φέρει αυλάκια μέσα στα οποία βρίσκεται το ένα άκρο του επιλογέα. Ο επιλογέας εξαναγκάζεται με την περιστροφή του άξονα να κινηθεί δεξιά ή αριστερά, αναλόγως τη μορφή που έχει το αυλάκι μέσα στο οποίο κινείται. Τα αυλάκια τα οποία φέρει ο άξονας είναι ανάλογα με τον αριθμό των ταχυτήτων του κιβωτίου, δεδομένου ότι σε κάθε αυλάκι αντιστοιχούν μία ή δύο ταχύτητες.

3.2.3 Το κιβώτιο ταχυτήτων συνεχώς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης²¹

Ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται σε αυτόματες μοτοσικλέτες τύπου scooter. Σε αυτό το είδος μοτοσικλετών ο αναβάτης ψάχνει μία ευκολόχρηστη καθημερινή μοτοσικλέτα πόλης. Τα μόνα όργανα ελέγχου που έχει στη διάθεσή του ο αναβάτης είναι το γκάζι και τα φρένα. Εμφανής είναι η απουσία συμπλέκτη ο οποίος είναι αυτόματος φυγοκεντρικός και βρίσκεται στον πίσω τροχό. Η μετάδοση γίνεται με ιμάντα που είναι τοποθετημένος ανάμεσα σε δύο τροχαλίες μεταβλητής διαμέτρου. Η διάμετρος των τροχαλιών μεταβάλλεται ανάλογα με τις στροφές του κινητήρα.

Οι τροχαλίες αποτελούνται από δύο πλάκες, μία κοίλη και μία κυρτή των οποίων η μεταξύ τους απόσταση μεταβάλλεται. Σε χαμηλές στροφές του κινητήρα η πίεση που ασκεί ο ιμάντας τείνει να απομακρύνει τις πλάκες της μπροστινής τροχαλίας. Στις ίδιες στροφές οι πλάκες της πίσω τροχαλίας πιέζονται μεταξύ τους από τη δύναμη ενός ελατηρίου που βρίσκεται ανάμεσα από τον συμπλέκτη και τη μία πλάκα της τροχαλίας. Σε κάθε τροχαλία η μία πλάκα είναι σταθερά συνδεδεμένη πάνω στον άξονα ενώ η άλλη κινείται δεξιά-αριστερά ανάλογα με τη δύναμη που δέχεται. Πίσω από την κινούμενη πλάκα της μπροστινής τροχαλίας υπάρχουν βαρίδια που κινούνται προς την εξωτερική της πλευρά όσο η φυγόκεντρος δύναμη αυξάνεται, πιέζοντας την παράλληλα με αποτέλεσμα να μειωθεί η απόσταση των πλακών. Λόγω της κίνησης αυτής, ο ιμάντας μετακινείται προς το εξωτερικό της τροχαλίας με αποτέλεσμα να εφάπτεται σε μεγαλύτερη διάμετρο. Η συνολική σχέση μετάδοσης μεταβάλλεται με τη μεταβολή της διαμέτρου των τροχαλιών στις οποίες κινείται ο ιμάντας. Όσο η διάμετρος της μπροστινής τροχαλίας αυξάνεται, η πίεση που ασκεί ο ιμάντας στην πίσω τροχαλία είναι μεγαλύτερη με αποτέλεσμα να υπερνικά τη δύναμη του ελατηρίου που πιέζει τις πλάκες μεταξύ τους και να μειώνεται η διάμετρος της, αφού οι πλάκες απομακρύνονται.

²¹ <http://iceal.wikidot.com/cvt>



Εικόνα 3.2.2

Ο συμπλέκτης είναι σταθερά συνδεδεμένος με τη μία πλάκα της πίσω τροχαλίας και με τον άξονα του τροχού. Πριν την τελική μετάδοση στον τροχό μπορεί να υπάρχουν ζεύγη οδοντωτών τροχών που μειώνουν τις στροφές εξόδου και κινητήρα. Όσο η φυγόκεντρος δύναμη αυξάνεται, τα βαρίδια του συμπλέκτη κινούνται προς το εξωτερικό του με αποτέλεσμα να έχουμε σύμπλεξη και η κίνηση να μεταδίδεται στον άξονα του τροχού.

• 3.3 ΤΟ ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο κινητήρας εδράζεται σταθερά στο πλαίσιο, ενώ ο πίσω τροχός εδράζεται στο ψαλίδι και έχει τη δυνατότητα να εκτελεί ταλαντώσεις σύμφωνα με τη μορφολογία του οδοστρώματος. Στην πραγματικότητα ο τροχός εκτελεί κινήσεις σε σχέση με το πλαίσιο και γι' αυτό το λόγο χρειαζόμαστε ένα σύστημα που να έχει τη δυνατότητα να μεταδίδει την κίνηση και να επιτρέπει τις κινήσεις αυτές του τροχού.

Οι δύο μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι:

- Μετάδοση με αλυσίδα / γρανάζια ή μετάδοση με ιμάντα
- Μετάδοση με άτρακτο

Η χρήση συστήματος μετάδοσης στον μπροστινό τροχό δε χρησιμοποιείται για τους ακόλουθους λόγους:

- Είναι αρκετά δύσκολο να μεταδώσουμε τη ροπή του κινητήρα στον μπροστινό τροχό του οποίου ο ρόλος είναι να κινείται πάνω-κάτω για απορρόφηση των κραδασμών, αλλά και να κινείται δεξιά-αριστερά ώστε να κατευθύνεται η μοτοσικλέτα. Οι λύσεις που μας παρέχονται από την αυτοκινητοβιομηχανία είναι εφαρμόσιμες, αλλά προσθέτουν βάρος, όγκο, πολυπλοκότητα αλλά και κόστος.
- Κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης η μοτοσικλέτα έχει την τάση να ελαφρύνει το μπροστινό σύστημα και να σηκώσει τον μπροστινό τροχό στον αέρα. Ακόμα και αν δε θεωρηθεί ως ακραία αυτή η συμπεριφορά, κατά την επιτάχυνση το φορτίο στον μπροστινό τροχό θα μειωθεί, μειώνοντας έτσι τη δυνατότητα του κινητήρα να μεταδώσει την ώθηση προς το έδαφος.
- Η μοτοσικλέτα κατά τη διάρκεια στροφής πιθανόν να παρουσιάζει τάση υποστροφής λόγω της προσπάθειας του τροχού να βρει πρόσφυση ενώ κινείται με σταθερή ταχύτητα και θα αδυνατεί να ανταπεξέλθει στις συνθήκες της στιγμής.

Η YAMAHA παρόλα αυτά έχει εξελίξει ένα σύστημα μετάδοσης κίνησης με την ονομασία 2-Trac για τις μοτοσικλέτες αγώνων εκτός δρόμου που μεταφέρει την κίνηση στον εμπρός τροχό υδραυλικά. Το σύστημα αποτελείται από μία υδραυλική αντλία που παίρνει κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων μέσω μιας αλυσίδας. Το υδραυλικό μέσο ωθείται με υψηλή πίεση προς το μπροστινό σύστημα μέσω ενός συστήματος σωληνώσεων, όπου κινεί έναν υδραυλικό κινητήρα. Η κίνηση που προσδίδεται στον εμπρός τροχό εξαρτάται από το πόσο ο πίσω τροχός θα χάσει πρόσφυση. Έτσι δεν προκαθορίζεται η αναλογία με την οποία θα μεταδίδεται η κίνηση στον εμπρός και πίσω τροχό, μεταβάλλεται ανάλογα με τις συνθήκες πρόσφυσης κάθε δεδομένης στιγμής.

3.3.1 Μετάδοση με αλυσίδα-γρανάζια²²

Είναι το σύστημα που χρησιμοποιείται πιο συχνά στις μοτοσικλέτες. Τα τελευταία χρόνια έχουν εφαρμοστεί κάποιες βελτιώσεις όπως η χρησιμοποίηση στεγανοποιητικών ελαστικών δακτυλίων που είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ορίου ζωής της αλυσίδας. Η αλυσίδα παίρνει κίνηση από το γρανάζι που βρίσκεται στην έξοδο του κιβωτίου ταχυτήτων και τη μεταδίδει στο γρανάζι που εδράζεται στον πίσω τροχό. Το γρανάζι που μεταδίδει την κίνηση έχει συνήθως μικρότερη διάμετρο από το γρανάζι του τροχού. Εφόσον το γρανάζι μετάδοσης της κίνησης δεν βρίσκεται στην ίδια ευθεία με αυτό του τροχού, η απόσταση των γραναζιών θα μεταβάλλεται κατά την κίνηση του τροχού που εκτελεί λόγω της μορφολογίας του οδοστρώματος. Όταν υπάρχει ευθυγράμμιση μεταξύ του γραναζιού κίνησης, του ψαλιδιού και του γραναζιού του τροχού, η απόσταση είναι η μεγαλύτερη δυνατή. Η αλυσίδα δηλαδή σύμφωνα με τα παραπάνω, πρέπει να προσαρμόζεται κατάλληλα στη συνεχή αυξομείωση της απόστασης των γραναζιών και πρέπει να εμφανίζει ελάχιστο <<τζόγο>> στη μέγιστη απόσταση και ελαφρώς μεγαλύτερο στις άλλες περιπτώσεις.



Εικόνα 3.3.1²³

²² <https://www.wheelcity.gr/Article.php?PagelD=166&ArticleId=657>

²³ <http://www.fazerclub.gr/forumx/viewtopic.php?f=6&t=9994&start=15>

3.3.2 Μετάδοση με ιμάντα

Η λειτουργία της μετάδοσης με ιμάντα είναι εντελώς ανάλογη με τη μετάδοση αλυσίδας, ενώ θεωρητικά ένα σύστημα μετάδοσης με αλυσίδα θα μπορούσε να αντικατασταθεί με σύστημα ιμάντα. Είναι φανερό ότι ιδιαίτερη προσοχή θα έπρεπε να δοθεί στις διαστάσεις των τροχαλιών, καθώς θα πρέπει να ανταποκρίνονται στο μέγεθος της μεταδιδόμενης ροπής του κινητήρα. Η κατασκευή του ψαλιδιού μερικών μοτοσικλετών είναι τέτοια που δεν επιτρέπει μετατροπή του συστήματος μετάδοσης από αλυσίδα σε ιμάντα, κι αυτό γιατί ο ιμάντας δεν έχει τη δυνατότητα να ανοίξει σε κάποιο σημείο του και να ενωθεί αργότερα όπως συμβαίνει με τις αλυσίδες. Μερικές εταιρίες που στις μοτοσικλέτες τους χρησιμοποιούν μετάδοση με ιμάντα είναι: Harley-Davidson, Buell και BMW.



Εικόνα 3.3.2²⁴

²⁴ <http://www.popscreen.com/p/MTQ3MzUyMzcy/-Scarver-BMW-F-650-CS-Scarver-BMW-F-650-CS-Scarver-BMW-F-650-CS-Scarver>

3.3.3 Μετάδοση με άτρακτο²⁵

Τα συστήματα μετάδοσης με άτρακτο γενικά αποτελούνται από:

- Την άτρακτο μετάδοσης της οποίας ο προσανατολισμός είναι παράλληλος με τη μοτοσικλέτα και συνήθως αποτελεί και το ψαλίδι
- Το σύνδεσμο ο οποίος επιτρέπει στην άτρακτο να περιστρέφεται ακόμα και υπό κλίση
- Την κορώνα που εδράζεται στον άξονα του τροχού, το πινίο, το κινητήριο γρανάζι που μεταδίδει την κίνηση στον τροχό υπό γωνία 90° . Ο άξονας βρίσκεται σε θέση κάθετη προς τον άξονα της μοτοσικλέτας.
- Τα κωνικά γρανάζια που μεταδίδουν την κίνηση σε γωνία 90° και βρίσκονται στην έξοδο της ατράκτου του κιβωτίου ταχυτήτων.

Το σύστημα παρουσιάζει μικρές απώλειες λόγω τριβών της τάξης του 4%-5% πράγμα που εξαρτάται από την επεξεργασία που έχουν υποστεί τα δόντια των γραναζιών.

Εάν ο άξονας εξόδου του κιβωτίου ταχυτήτων είναι σε θέση κάθετη ως προς το διαμήκη άξονα της μοτοσικλέτας, πράγμα που συμβαίνει στις περισσότερες από αυτές, τότε είναι απαραίτητο να προσθέσουμε ένα επιπλέον ζευγάρι κωνικών γραναζιών ώστε να μεταδίδεται η κίνηση σε γωνία 90°, το οποίο όμως συνεπάγεται επιπλέον απώλειες λόγω τριβών.



Εικόνα 3.3.3²⁶

²⁵ http://www.motorcyclespecs.co.za/model/bmw/bmw_k1200s%2005.htm

²⁶ <http://www.hdwallpapersinn.com/bmw-k-1200-s-pictures.html>

3.3.4 Σύγκριση των συστημάτων μετάδοσης αλυσίδας-γρاناζιών και ατράκτου

Οι διαφορές ανάμεσα στα δύο συστήματα είναι:

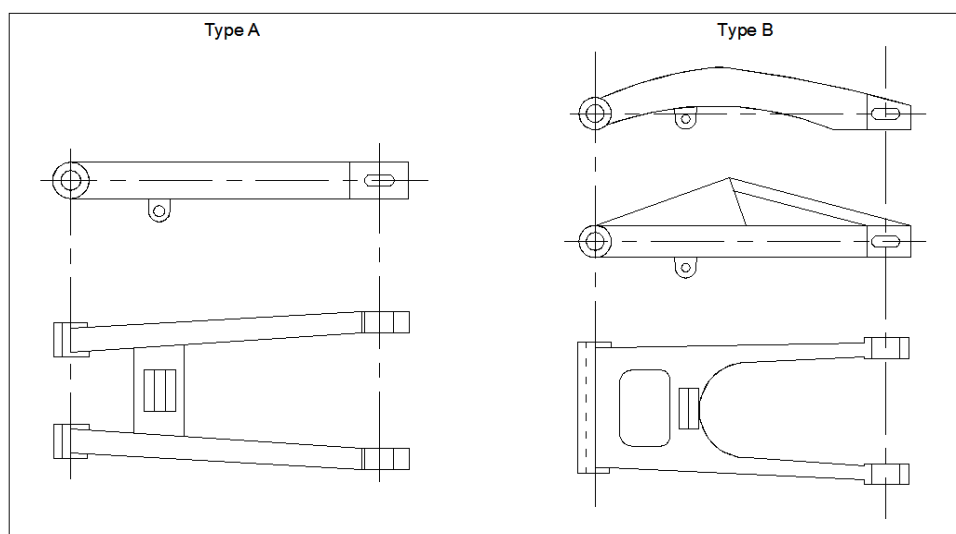
- **Βάρος:** το σύστημα μετάδοσης μέσω ατράκτου είναι γενικά πιο βαρύ από το σύστημα μετάδοσης με αλυσίδα. Τα πίσω γρاناζία εδράζονται κατευθείαν πάνω στον πίσω τροχό με αποτέλεσμα να προσθέτουν βάρος στις μη αναρτημένες μάζες και να αυξάνουν την αδράνειά τους.
- **Διάρκεια ζωής και συντήρηση:** σ' αυτόν τον τομέα ολοφάνερο πλεονέκτημα κατέχει η άτρακτος μετάδοσης που πρακτικά απαιτεί ελάχιστη συντήρηση και έχει, κατά πολύ, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από την αλυσίδα.
- **Ασφάλεια και καθαριότητα:** κι εδώ η καλύτερη λύση είναι η άτρακτος. Ποτέ δε λερώνει τους αναβάτες με λάδι κατά την περιστροφή της και είναι ασφαλέστερη διότι τα κινούμενα μέρη δε φαίνονται. Εάν η αλυσίδα σπάσει ή είναι χαλαρή, μπορεί να βγει από την θέση της κατά την κίνηση με καταστροφικά συνήθως αποτελέσματα.
- **Όγκος:** σαφέστατα η μετάδοση με αλυσίδα είναι λιγότερο ογκώδης. Ο όγκος του συστήματος της μετάδοσης μέσω ατράκτου μπορεί να μειωθεί αλλάζοντας τον προσανατολισμό του άξονα εξόδου του κιβωτίου ταχυτήτων ώστε να είναι συνευθειακός με τον διαμήκη άξονα της μοτοσικλέτας, κάνοντας έτσι την επιλογή μετάδοσης αυτού του είδους, ιδανική λύση για μοτοσικλές με κινητήρα τύπου Boxer.
- **Δυνατότητα αλλαγής της τελικής σχέσης μετάδοσης:** είναι πολύ εύκολο να αλλάξουμε την τελική σχέση μετάδοσης του συστήματος της αλυσίδας, πράγμα που έχει μεγαλύτερο κόστος στην μετάδοση μέσω άξονα λόγω της μορφής των γρاناζιών.

Συμπέρασμα: κανένα σύστημα δεν μπορούμε να πούμε ότι είναι καλύτερο από το άλλο. Κάθε τύπος μοτοσικλέτας χρησιμοποιεί το σύστημα που είναι καλύτερο για το σκοπό για τον οποίο προορίζεται. Για παράδειγμα, μία μοτοσικλέτα αγώνων που κατασκευάζεται με γνώμονα το βάρος και την απλότητα κατασκευής, κατασκευάζεται με μετάδοση συστήματος αλυσίδας γρاناζιών, ενώ μία μοτοσικλέτα τουρισμού που απαιτεί μεγαλύτερα διαστήματα συντήρησης, κατασκευάζεται με μετάδοση μέσω ατράκτου.

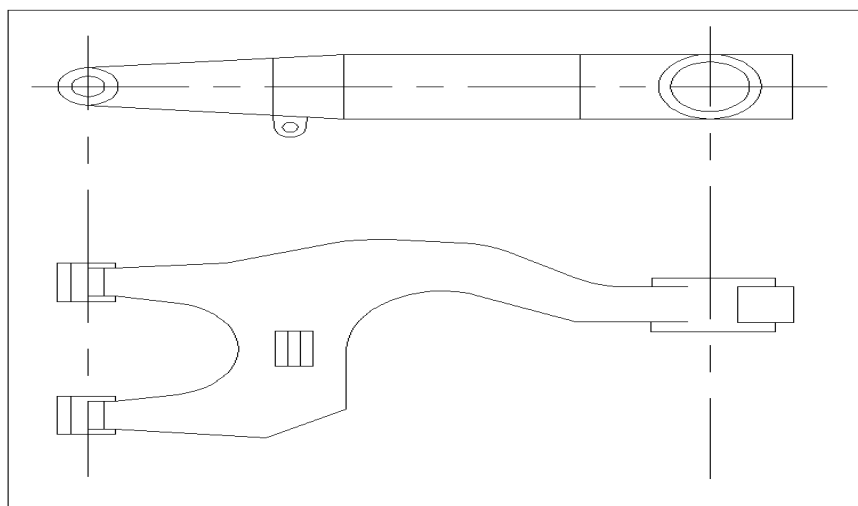
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΟ ΨΑΛΙΔΙ²⁷

Η βασική λειτουργία του ψαλιδιού είναι να συνδέει τον πίσω τροχό με το πλαίσιο και παράλληλα να παρέχει χώρο για την έδραση της πίσω ανάρτησης. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ψαλιδιών:



Εικόνα 4.1 ψαλίδι με δύο βραχίονες (κλασσικό)



Εικόνα 4.2 ψαλίδι με μονό βραχίονα

²⁷ Honda service manual, Honda motor co 1988-1991, κεφάλαιο 13 (rear wheel), <http://liucrative.com/hawkg/manual.pdf>

4.1 Ψαλίδι με δύο βραχίονες²⁸

Είναι ο τύπος που χρησιμοποιείται πιο συχνά στις μοτοσικλέτες. Η δομή του είναι συμμετρική και κατασκευάζεται από ατσάλινους σωλήνες τετραγωνικής ή οβάλ διατομής. Με την πάροδο του χρόνου, αυτή η απλή κατασκευή χρησιμοποιήθηκε σε πιο εξεζητημένες μοτοσικλέτες. Η μορφή του έγινε λίγο πιο περίπλοκη και πλέον μπορεί να κατασκευαστεί από αλουμίνιο είτε σε μπρφή σωλήνων είτε με χύτευση. Για να αυξηθεί η στιβαρότητά του, η μορφή των βραχιόνων έγινε τριγωνική, με κατάλληλες διαφοροποιήσεις ώστε να επιτρέπει από την μία πλευρά να περνάει η αλυσίδα και από την άλλη η εξάτμιση. Η αύξηση της απόστασης του συνδέσμου μεταξύ των βραχιόνων ενίσχυσε τη στρεπτική ακαμψία της κατασκευής.

4.2 Ψαλίδι με μονό βραχίονα

Είναι μία μη συμμετρική κατασκευή, με αποτέλεσμα να βρίσκεται σε συνεχή ροπή, αλλά με στιβαρή κατασκευή ώστε να αποτραπεί μία ανεπιθύμητη μετακίνηση του τροχού. Η ροπή εμφανίζεται ακόμα και όταν η μοτοσικλέτα κινείται σε ευθεία και αυξάνεται όταν μεγαλώνει το κάθετο φορτίο, για παράδειγμα κατά τη διέλευση από μία λακκούβα. Συνεπώς ο τροχός δεν πρέπει να παρουσιάζει κλίση γιατί αυτό θα έχει επίδραση στην τροχιά της μοτοσικλέτας επηρεάζοντας αρνητικά την ισορροπία της, αφού μεταβάλλεται η γυροσκοπική ροπή. Η έδραση του τροχού στο ψαλίδι είναι <<τύπου αυτοκινήτου>>, ελαφρώς αυξημένου μεγέθους ώστε να ξεπεραστούν τα τυχόν προβλήματα στιβαρότητας που αναφέρθηκαν παραπάνω. Η ζάντα του τροχού πρέπει να είναι κυρτή ώστε να χωρέσει στο εσωτερικό της το δισκόφρενο και η έδραση του τροχού στο ψαλίδι. Ο βραχίονας ο οποίος συνδέει το τροχό με το κεντρικό τμήμα του ψαλιδιού, είναι κατασκευασμένος από πρεσαριστό ατσάλι ή χυτά τμήματα αλουμινίου.

²⁸ Πτυχιακή εργασία τμήματος οχημάτων Α.Τ.Ε.Ι Θεσσαλονίκης, σπουδαστής: Αποστόλου Ζίκος
<http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4703/Apostolou-Zikos.pdf?sequence=1>

4.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στο ψαλίδι με μονό βραχίονα²⁹

- μειωμένος χρόνος αντικατάστασης ελαστικού
- μικρότερη αδράνεια κατά τον διαμήκη άξονα
- αυξημένο βάρος, το οποίο οφείλεται στην ενίσχυση του ψαλιδιού ώστε να μην επηρεάζεται από τις δυνάμεις και τις στρεπτικές ροπές που αναπτύσσονται κατά την κίνηση.
- Μειωμένη ψύξη του πίσω δίσκου, ο οποίος βρίσκεται μέσα στη ζάντα και δεν είναι άμεσα εκτεθειμένος στον αέρα.
- Η διάμετρος του δίσκου δεν μπορεί να είναι πολύ μεγάλη γιατί δεν θα χωράει η δαγκάνα του φρένου στη ζάντα.
- Εφόσον η κατασκευή είναι ασύμμετρη, μπορεί να υπάρξουν διαφορές στον τρόπο αντίδρασης της μοτοσικλέτας, για παράδειγμα σε μία αριστερή στροφή σε σχέση με μία δεξιά.

Μία ενδιαφέρουσα σύγκριση της συμπεριφοράς των δύο τύπων ψαλιδιών κατά την επίδραση μιας πλευρικής δύναμης κατά την διάρκεια μιας στροφής:

Το ψαλίδι μονού βραχίονα περιστρέφεται πιο εύκολα σε σύγκριση με το κλασικό, επιτρέποντας έτσι μία πιο ευρεία τροχιά κατά το διαμήκη άξονα της μοτοσικλέτας. Ο τροχός <<γέρνει>> προς το κέντρο της στροφής. Αυτό έχει αρνητική επίδραση στην τροχιά της μοτοσικλέτας, αναγκάζοντας τη να αυξήσει την καμπύλη. Από την άλλη πλευρά η στρέψη αυτή του τροχού προς το εσωτερικό της στροφής προσδίδει στη μοτοσικλέτα σταθερότητα, αφού μειώνονται οι ταλαντώσεις του πίσω συστήματος.

²⁹ <http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4703/Apostolou-Zikos.pdf?sequence=1>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΤΟ ΠΙΡΟΥΝΙ ΚΑΙ ΟΙ ΑΝΑΡΤΗΣΕΙΣ³⁰

5.1 Η ανάρτηση και ο ρόλος της

Ανάρτηση ονομάζουμε τη διάταξη με την οποία ο κάθε τροχός του οχήματος συνδέεται με το πλαίσιο και η οποία επιτρέπει τη σχετική κίνηση των τροχών ως προς το αμάξωμα σε διεύθυνση που πρακτικά είναι κάθετη στο επίπεδο του οδοστρώματος. Η κίνηση που εκτελεί ο τροχός πάνω-κάτω ή αλλιώς συμπίεση-αποσυμπίεση, επιτρέπει το ξεπέραςμα των ανωμαλιών του οδοστρώματος. Οι απαιτήσεις που έχουμε από το σύστημα της ανάρτησης είναι:

- **Άνεση:** απομόνωση δηλαδή του αμαξώματος από τις επιφανειακές ανωμαλίες του οδοστρώματος για μείωση κραδασμών και ταλαντώσεων.
- **Κράτημα:** τη διατήρηση δηλαδή της επαφής των τροχών με το οδόστρωμα, με τέτοιο τρόπο ώστε οι επιφανειακές ανωμαλίες και οι κινήσεις του αμαξώματος να μην επηρεάζουν την κατευθυντικότητα και τη σταθερότητα της πορείας της μοτοσικλέτας. Αυτό επιτυγχάνεται με το να μη μεταβάλλονται κυρίως, το μεταξόνιο και η γωνία κάστερ από τις κινήσεις των τροχών.

5.1.1 Κατασκευή της ανάρτησης

Οι αναρτήσεις γενικά κατασκευάζονται από το ελαστικό στοιχείο το οποίο έχει την ιδιότητα να ταλαντώνεται (συνήθως είναι ένα ελατήριο κυκλικής διατομής) και τον αποσβεστήρα των ταλαντώσεων, που είναι ένα σύστημα το οποίο απορροφά την ενέργεια της ταλάντωσης.

5.2 Ελατήριο

Συνήθως είναι κυκλικής διατομής με ίση απόσταση σπειρών μεταξύ τους και παρουσιάζουν σταθερή σκληρότητα κατά τη διάρκεια της συμπίεσής τους. Μπορεί όμως οι σπείρες να μην ισαπέχουν αλλά η απόστασή τους να μειώνεται όσο πλησιάζουμε προς την άλλη μεριά του ελατηρίου. Αυτού του είδους τα ελατήρια ονομάζονται προοδευτικά και παρουσιάζουν διαφορετική σκληρότητα κατά τη διάρκεια της συμπίεσής τους. Οι σπείρες με την πιο μεγάλη απόσταση μεταξύ τους θα είναι οι πιο ελαστικές και θα συμπιέζονται πρώτες. Ένα προοδευτικό ελατήριο μπορεί να κατασκευαστεί από ένα μόνο ελατήριο ή από δύο ελατήρια μη προοδευτικά, με διαφορετική απόσταση σπειρών συγκρινόμενα μεταξύ τους, ή κατασκευασμένα από διαφορετικό υλικό.

³⁰ Honda service manual, Honda motor co 1988-1991, κεφάλαιο 12 (suspension, steering), <http://liucrative.com/hawkgmanual.pdf>

5.3 Αποσβεστήρας³¹

Η χρήση αποσβεστήρα επιβάλλεται γιατί είναι το σύστημα με το οποίο απορροφάει την ενέργεια της ταλάντωσης κάνοντας έτσι πιο άνετη τη χρήση της μοτοσικλέτας και διατηρώντας σε σωστά και ασφαλή επίπεδα τη συμπεριφορά της. Ο τρόπος με τον οποίο αποσβένονται οι ταλαντώσεις είναι μετατρέποντας την ενέργεια σε θερμότητα. Ο τύπος που χρησιμοποιείται πιο συχνά σήμερα είναι ο τηλεσκοπικός αποσβεστήρας λαδιού ή αέρος-λαδιού.

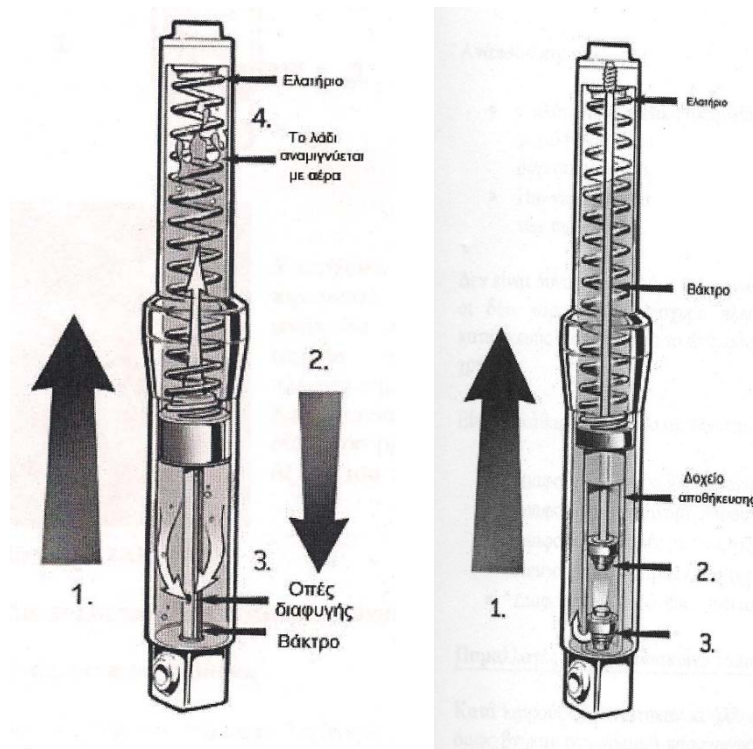
5.4 Η κατασκευή και η λειτουργία του πιρουινιού

Η πιο διαδεδομένη μορφή μπροστινής ανάρτησης είναι το τηλεσκοπικό πιρουίνι. Αποτελείται από δύο ομοαξονικούς, στρογγυλούς ασάλινους σωλήνες ή καλάμια, με τον έναν να έχει μικρότερη διάμετρο και να ολισθαίνει μέσα στον άλλον, με οδηγούς ολίσθησης για να ελαττωθεί η τριβή και να αποφευχθεί η επαφή των σωλήνων μεταξύ τους.

Οι σωλήνες αυτοί συνδέονται στο πάνω μέρος τους με τις πλάκες τιμονιού πάνω στις οποίες βρίσκεται το τιμόνι και στο κάτω μέρος τους συνδέονται με τον άξονα του τροχού. Όλο αυτό το σύστημα των σωλήνων, των πλακών του τιμονιού και το τιμόνι, μαζί με το σύστημα της ανάρτησης, το οποίο βρίσκεται μέσα στις σωλήνες, συνθέτουν το σύστημα του τιμονιού.

Μέσα στους σωλήνες αυτούς υπάρχουν το ελατήριο, ο αποσβεστήρας, το συμπιεζόμενο μέσο που είναι λάδι και αέριο, αέρας ή άζωτο, και το βάκτρο μέσα από το οποίο διέρχεται το λάδι κατά τη διάρκεια της συμπίεσης και αποσυμπίεσης.

³¹ Honda service manual, Honda motor co 1988-1991, κεφάλαιο 12 (suspension, steering), <http://liucrative.com/hawkgmanual.pdf>



5.4.1 Διαφορές των δύο τύπων πιρουιού

Τηλεσκοπικό πιρούι.³²³³

- Αποτελείται από λιγότερα μέρη γιατί ο άξονας του τροχού εδράζεται πάνω στους εξωτερικούς σωλήνες, διάταξη κατά την οποία το κέντρο βάρους διατηρείται χαμηλά.
- Ελάχιστο μικρότερο βάρος μη αναρτημένων μαζών.
- Οι ολισθαίνοντες σωλήνες κινούνται σε περιβάλλον προστατευόμενο από τις καιρικές συνθήκες και τη σκόνη.

Ανάποδο πιρούι:

- Καλύτερη στρεπτική ακαμψία στο ίδιο βάρος, δεδομένου ότι ο σωλήνας με τη μεγαλύτερη διάμετρο βρίσκεται από πάνω, στην έδραση του τιμονιού και δέχεται μεγαλύτερες δυνάμεις.
- Πιο γερή σύνδεση στις πλάκες του τιμονιού λόγω της μεγαλύτερης διαμέτρου των σωληνών.

³² <http://forum.scooterclubhellas.gr/viewtopic.php?f=22&t=34155>

³³ <http://freebikers.gr/viewtopic.php?f=10&t=11256>

Δεν είναι δυνατόν να πούμε ότι ο ένας τύπος είναι καλύτερος από τον άλλο, αφού και οι δύο παρουσιάζουν ισχυρά πλεονεκτήματα, από άποψη όμως στιβαρότητας κατασκευής θα επιλέγαμε το ανάποδο πιρούνι που το καθιστά ιδανικό για αγωνιστική χρήση.

Είναι ξεκάθαρο ότι οι δύο αυτοί τύποι χαρακτηρίζονται από :

- Διαφορετική στιβαρότητα κατασκευής
- Διαφορετική κατανομή βάρους
- Διαφορετικές τιμές μη αναρτημένων μαζών
- Διαφορετική θέση των κέντρων βάρους
- Διαφορετική αδράνεια γύρω από τον άξονα του τιμονιού

5.4.2 Παραλλαγές των <<κλασσικών>> τύπων πιρουνιού

Κατά καιρούς εμφανίστηκαν κι άλλες μορφές του συστήματος του πιρουνιού, λίγες όμως βγήκαν στη γραμμή παραγωγής. Η BMW στις μοτοσικλέτες της χρησιμοποιεί συστήματα τύπου Telelever και το πρωτοεμφάνισε σε μοτοσικλέτα παραγωγής Duolever που χρησιμοποιείται στη νέα sport-turing μοτοσικλέτα της K-1200 GS.

Τα συστήματα αυτά εξελίχθηκαν ώστε να περιοριστεί η αλλαγή της τιμής της γωνίας κάστερ κατά τη συμπίεση και αποσυμπίεση της ανάρτησης, αλλάζοντας έτσι τη γεωμετρία και κατ' επέκταση τη συμπεριφορά της μοτοσικλέτας.

Η ανάρτηση τύπου Telelever είναι εξομοίωση της ανάρτησης McPherson που χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα. Σε εμφάνιση θυμίζει αρκετά το τηλεσκοπικό πιρούνι. Το ελατήριο και ο αποσβεστήρας πλέον δεν βρίσκονται μέσα στο καλάμι, αλλά εξωτερικά και εδράζεται στο πλαίσιο και στο ψαλίδι του μπροστινού συστήματος. Μεγάλο πλεονέκτημα είναι η λειτουργία του φυσικού anti-dive, της αντιβύθισης δηλαδή χωρίς την ύπαρξη πολύπλοκων μηχανισμών.

Το σύστημα Duolever είναι μία ανάρτηση διπλών ψαλιδιών η οποία προσομοιώνει το τηλεσκοπικό πιρούνι στα σημεία όπου αυτό παρουσιάζει πλεονεκτήματα. Αντιστρόφως όμως καταργεί το πιρούνι στα σημεία που αυτό εμφάνιζε αδυναμίες, αλλάζοντας έτσι τη συμπεριφορά της μοτοσικλέτας. Κατασκευαστικά μοιάζει με το σύστημα των διπλών ανισομεγεθών ψαλιδιών που χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα. Κατά πολλούς, το σύστημα αυτό αποτελεί το μέλλον, μετά την εποχή του κλασσικού πλέον πιρουνιού.

Ο πρώτος λόγος είναι η παντελής έλλειψη τριβών κατά τη λειτουργία του, γεγονός που, θεωρητικά, θα υποβοηθάει το ελαστικό να ακολουθεί πιο πιστά το οδόστρωμα, αυξάνοντας την πρόσφυση.

Ο δεύτερος λόγος είναι η φυσική του ικανότητα να αντιστέκεται γεωμετρικά στη βύθιση του εμπρός μέρους όταν η μοτοσυκλέτα επιβραδύνεται. Οι αναρτήσεις αυτού του τύπου έχουν την ιδιότητα να διατηρούν σταθερή τη γωνία κάστερ πέρα από ένα επίπεδο βυθίσματος του εμπρός μέρους, σύμφωνα με τις επιθυμίες του σχεδιαστή.



Εικόνα 5.1 ανάρτηση τύπου duolever³⁴

³⁴ <http://www.bmw bikers.org/forum/showthread.php?t=2440>
www.google.com



Εικόνα 5.2 Ανάρτηση τύπου telelever ³⁵

5.5 Πίσω ανάρτηση³⁶

Η πίσω ανάρτηση εδράζεται στο πάνω μέρος της μοτοσικλέτας, στο πλαίσιο ή στο υποπλαίσιο, και στο κάτω μέρος της, είτε στο πίσω μέρος του ψαλιδιού προς τη μεριά του τροχού, όπου και αποτελείται από δύο αποσβεστήρες, έναν δεξιά και έναν αριστερά, είτε βρίσκεται μπροστά από τον πίσω τροχό προς τη μεριά του κινητήρα εδραζόμενη σε ένα σύστημα μοχλών, μεταβάλλοντας έτσι τον τρόπο με τον οποίο αποσβένονται οι ανωμαλίες κατά την διαδρομή του τροχού. Η τελευταία διάταξη ονομάζεται monoshock.

³⁵ http://www.mybike.gr/topic/40222-vyrus-986-m2/page__st__15

³⁶ Honda service manual, Honda motor co 1988-1991, κεφάλαιο 13 (rear wheel, suspension), <http://liucrative.com/hawkgmanual.pdf>



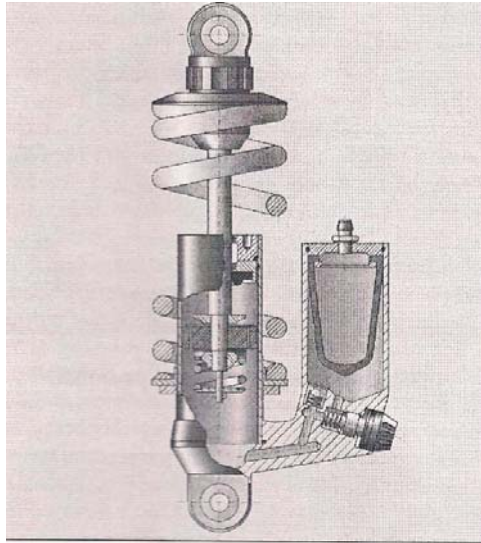
Εικόνα 5.3 ohlins 46 PRCL με εξωτερικό δοχείο αερίου υπό πίεση³⁷

Τα πλεονεκτήματα που αυτή παρουσιάζει απέναντι στους διπλούς αποσβεστήρες και την καθιστούν την πλέον διαδεδομένη μορφή πίσω ανάρτησης είναι:

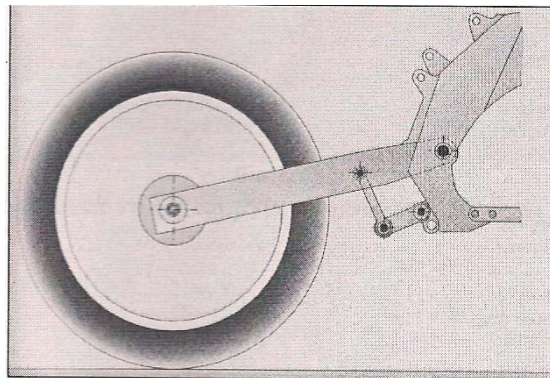
- Η δυνατότητα να χρησιμοποιούνται αποσβεστήρες με μικρότερο μήκος, με περιορισμένη διαδρομή σε σχέση με τη διαδρομή του τροχού, που συνεπάγεται σε ευκολότερη και ελαφρύτερη κατασκευή.
- Η δυνατότητα να τοποθετείται η ανάρτηση όσο το δυνατόν πιο κοντά στο πλαίσιο, προς όφελος της στιβαρότητας της επάνω έδρασης.
- Μικρότερος όγκος και αδράνεια. Η ανάρτηση βρίσκεται πιο κοντά στο κέντρο της μοτοσικλέτας και συνεπώς πιο κοντά στο κέντρο βάρους.
- Η δυνατότητα της δημιουργίας της επιθυμητής αναλογίας διαδρομής τροχού/διαδρομής κατά τη συμπίεση της ανάρτησης ή μία προοδευτική καμπύλη αναλογίας που είναι εξαιρετικά χρήσιμη σε όλες τις μοτοσικλέτες αλλά κυρίως σε μοτοσικλέτες εκτός δρόμου.
- Μειωμένο κόστος, αφού ένας αποσβεστήρας, συμπεριλαμβανόμενης της έδρασης, κοστίζει λιγότερο απ' ό,τι δύο και εφόσον βρίσκεται πίσω από τον τροχό δεν χρειάζονται επιπλέον σχεδιαστικές λεπτομέρειες για να βελτιωθεί η εμφάνιση του όλου συστήματος.

³⁷ Honda service manual, Honda motor co 1988-1991, κεφάλαιο 13 (rear wheel, suspension), <http://liucrative.com/hawkgmanual.pdf>

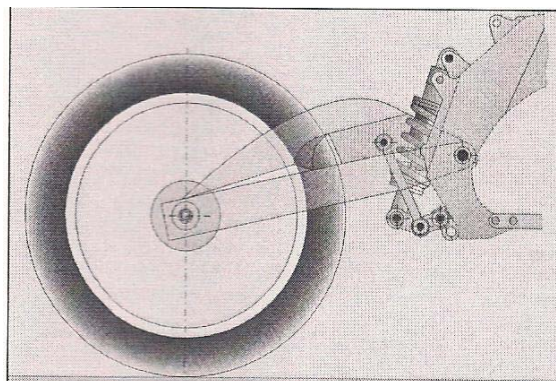
Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται οι διάφορες παραλλαγές με τις οποίες εμφανίζεται το σύστημα της πίσω ανάρτησης.



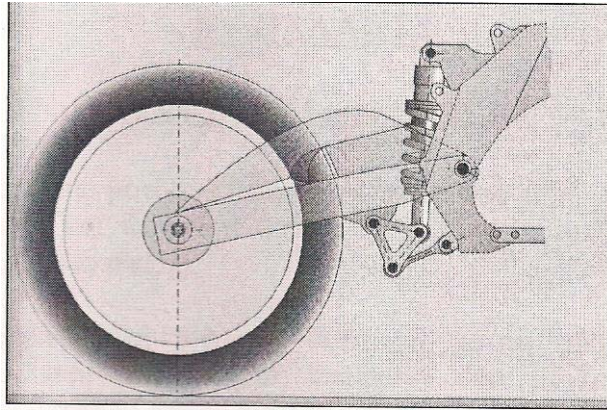
Εικόνα 5.4 τομή αποσβεστήρα με εξωτερικό δοχείο λαδιού και αερίου υπό πίεση



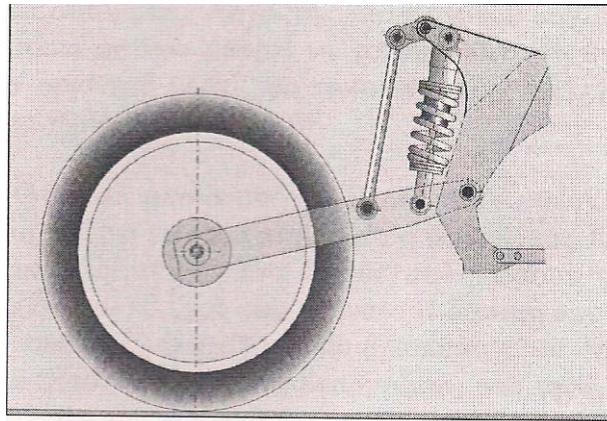
Εικόνα 5.5 ράβδοι στήριξης πίσω αποσβεστήρα



Εικόνα 5.6 έδραση αποσβεστήρα στο πλαίσιο



Εικόνα 5.7 έδραση αποσβεστήρα στο ψαλίδι



Εικόνα 5.8 αποσβεστήρας που κατά τη λειτουργία του συμπιέζεται και από τις δύο μεριές

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ³⁸³⁹

Α) Μοχλοί χειρισμού ή μανέτες. Αντίθετα με το σύστημα πέδησης του αυτοκινήτου, στη μοτοσικλέτα υπάρχουν δύο μοχλοί με τους οποίους ελέγχουμε το μπροστά και το πίσω φρένο ξεχωριστά. Σε όλες τις μοτοσικλέτες ο μοχλός του εμπρός φρένου εδράζεται στη δεξιά μεριά του τιμονιού, ενώ ο μοχλός του πίσω φρένου, ποδομοχλός για την ακρίβεια, εδράζεται στο δεξί μαρσπιά. Η τοποθέτηση των μοχλών δεν είναι ίδια για όλες τις μοτοσικλέτες, κυρίως για τις αυτόματες. Λόγω της απουσίας του μοχλού του συμπλέκτη, ο μοχλός του πίσω φρένου μπορεί να τοποθετηθεί στη θέση του συμπλέκτη, δηλαδή στην αριστερή μεριά του τιμονιού, ώστε ο έλεγχος των φρένων να γίνεται από τα χέρια.

Β) Μετάδοση. Ο τρόπος μετάδοσης της πίεσης που εφαρμόζουμε στους μοχλούς προς την πέδη, μπορεί να είναι μηχανικός ή υδραυλικός. Ο υδραυλικός τρόπος μετάδοσης αποτελείται από ένα δίκτυο σωληνώσεων υψηλής πίεσης, που μέσα τους βρίσκεται το υγρό των φρένων. Η δύναμη που ασκείται στο μοχλό των φρένων κινεί το έμβολο το οποίο βρίσκεται μέσα σε ένα κύλινδρο ίδιας διαμέτρου με αυτό. Η πίεση που εφαρμόζεται στο υγρό, το ωθεί να κινηθεί μέσα στο κύκλωμα των φρένων. Ο μηχανικός τρόπος μετάδοσης διαφέρει από τον υδραυλικό μόνο στον τρόπο μεταφοράς της δύναμης που εφαρμόζουμε στο μοχλό, ο οποίος γίνεται μέσω ενός συστήματος μοχλών. Το κύκλωμα του εμπρός φρένου δε συνδέεται με το κύκλωμα του πίσω φρένου, πράγμα που σημαίνει ότι αν ασκήσουμε δύναμη στον μπροστινό μοχλό, θα έχουμε επίδραση μόνο στο μπροστινό σύστημα. Μερικές μοτοσικλέτες είναι εφοδιασμένες με σύστημα συνδυασμένης πέδησης, ώστε να βελτιωθεί η απόσταση ακινητοποίησης. Το δίκτυο των εμπρός σωληνώσεων συνδέεται με το πίσω ώστε να έχουμε πέδηση και στα δύο συστήματα, εμπρός και πίσω, με τη χρήση ενός μόνο μοχλού πέδησης. Ένας καταναλωτής πίεσης είναι υπεύθυνος για το ποσοστό της πίεσης που θα εφαρμοστεί στα δύο συστήματα.

Γ) Πέδη. Ως πέδη εννοούμε το όργανο στο οποίο αναπτύσσονται οι δυνάμεις που αντιτίθενται στην κίνηση του οχήματος. Στις μοτοσικλέτες χρησιμοποιείται ο μηχανικός τύπος πέδησης. Η πέδηση επιτυγχάνεται με την τριβή δύο εξαρτημάτων. Για τα δισκόφρενα η τριβή εμφανίζεται μεταξύ του δίσκου και των πλακιδίων τριβής, ενώ στα ταμπουρόφρενα μεταξύ του ταμπούρου ή τυμπάνου και των σιαγόνων. Στα τελευταία μοντέλα χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά το υδραυλικό σύστημα πέδησης με δισκόφρενα.

³⁸ <http://forum.motoguzziclub.gr/index.php?topic=3354.0>

³⁹ <http://www.xeniosl.com/xeniosl/documents/educational/braking-system-gr.pdf>

6.1 Δισκόφρενα⁴⁰

Τα δισκόφρενα αποτελούνται από το δίσκο και τις δαγκάνες. Οι δίσκοι είναι δύο τύπων. Οι πλευστοί και οι συμπαγείς. Οι συμπαγείς κατασκευάζονται ολόκληροι από το ίδιο υλικό, ενώ οι πλευστοί αποτελούνται από το εξωτερικό τμήμα και το εσωτερικό που κατασκευάζεται από διαφορετικό και ελαφρύτερο υλικό ώστε να μειωθεί η αδράνεια και οι αναρτημένες μάζες. Στο μπροστινό σύστημα, αναλόγως με τη χρήση για την οποία προορίζεται η μοτοσικλέτα και τη δύναμη της, χρησιμοποιείται ένας δίσκος ή δύο, πλευστού τύπου ή συμπαγής που φέρουν οπές για αποτελεσματικότερη ψύξη. Η έδρασή τους είναι στο κέντρο του τροχού, ενώ σε μερικές μοτοσικλέτες (Buell) η έδραση τους είναι στην εξωτερική στεφανή του τροχού. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται το βάρος του τροχού, αφού οι δυνάμεις της πέδησης πλέον εφαρμόζονται στη ζάντα και όχι στις ακτίνες και το κέντρο του. Συνεπώς βάρος του τροχού μπορεί να μειωθεί αφαιρώντας υλικό από τις ακτίνες και το κέντρο του.



Εικόνα 6.1 πλευστός δίσκος⁴¹

⁴⁰ <http://www.xeniosl.com/xeniosl/documents/educational/braking-system-gr.pdf>

⁴¹ <http://www.modelteam.gr/index.php?topic=20109.15>

Στο πίσω σύστημα χρησιμοποιείται μονός συμπαγής δίσκος εδραζόμενος στο κέντρο του τροχού. Οι εμπρός δαγκάνες εδράζονται στο κάτω μέρος των καλαμιών του πιρουνιού. Ο τρόπος έδρασής τους είναι είτε ο συμβατικός είτε ο ακτινικός. Κατά τη συμβατική μέθοδο έδρασης, η δαγκάνα συνδέεται στο καλάμι με βίδες οι οποίες είναι κάθετες ως προς το δίσκο. Το κάτω μέρος της δαγκάνας βρίσκεται 'στον αέρα' αφού μόνο το πάνω μέρος της δαγκάνας εδράζεται στο καλάμι. Με την εφαρμογή της δύναμης φρεναρίσματος, το σύστημα παρουσιάζει ελαστικότητα με αρνητική επίδραση στην αποτελεσματικότητά του. Επίσης η σωστή θέση του υλικού τριβής εξαρτάται αποκλειστικά από τη στιβαρότητα της δαγκάνας. Η ονομασία 'ακτινικές' περιγράφει τον τρόπο σύνδεσης της δαγκάνας στο κάτω μέρος του καλαμιού, όπου γίνεται με βίδες των οποίων ο προσανατολισμός είναι προς το κέντρο του τροχού τοποθετημένες ακτινικά στην περιφέρεια του δίσκου. Κατά τον τρόπο έδρασης αυτό, αυξάνεται η στιβαρότητα και μειώνονται οι ελαστικότητες του συστήματος κατά την διάρκεια της πέδησης, καθώς βελτιώνεται παράλληλα η αίσθηση του φρεναρίσματος που φτάνει στον αναβάτη.

Οι δαγκάνες είναι δύο τύπων. Είτε με αντικριστά έμβολα είτε πλευστού τύπου. Τα έμβολα στις δαγκάνες πλευστού τύπου είναι τοποθετημένα μόνο από τη μία πλευρά. Κατά την εφαρμογή της δύναμης, τα έμβολα πιέζουν το πλακίδιο τριβής πάνω στο δίσκο, ενώ παράλληλα το απέναντι πλακίδιο εξαναγκάζεται να ολισθήσει για να έρθει σε επαφή με το δίσκο. Στις δαγκάνες με αντικριστά έμβολα η στιβαρότητα και η δύναμη φρεναρίσματος που αναπτύσσεται είναι μεγαλύτερη, αφού υπάρχουν ένα μέχρι τρία ζεύγη εμβόλων στα οποία εφαρμόζεται η πίεση του υγρού. Η έδραση της πίσω δαγκάνας γίνεται είτε στην πάνω μεριά του ψαλιδιού, είτε στην κάτω πλευρά και σταθεροποιείται μέσω ενός μοχλού που εδράζεται ή κατευθείαν στο ψαλίδι ή στο πλαίσιο. Κατά την πρώτη περίπτωση το σύστημα παρουσιάζει καλύτερη στιβαρότητα, ενώ κατά τη δεύτερη ελαφρύνεται το φορτίο που μεταδίδεται στην πίσω ανάρτηση κατά το φρενάρισμα, παράλληλα όμως αυξάνεται το βάρος, το κόστος και η πολυπλοκότητα της κατασκευής.



Εικόνα 6.2 ακτινικά φρένα

6.2 Ταμπουρόφρενα⁴²

Τα ταμπουρόφρενα που χρησιμοποιούνται σε μοτοσικλέτες είναι με εσωτερικές σιαγώνες που απομακρύνονται μεταξύ τους κατά τη διάρκεια της πέδησης. Η λειτουργία τους είναι μηχανική. Η δύναμη που εφαρμόζεται δηλαδή στο μοχλό του πίσω φρένου μεταφέρεται μέσω μοχλών στις σιαγώνες. Ένας μηχανισμός που ενεργοποιείται κατά την πίεση του μοχλού του φρένου απομακρύνει τις σιαγώνες μεταξύ τους και τις πιέζει πάνω στην εσωτερική επιφάνεια του ταμπούρου. Οι σιαγώνες στην πλευρά επαφής τους φέρουν επένδυση υλικού τριβής, μαλακότερο του υλικού του ώστε η φθορά να περιορίζεται μόνο σε αυτό και όχι στο ταμπουόρο.

6.3 Σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών (ABS)⁴³

Τον τελευταίο καιρό γίνεται μία προσπάθεια από τις μοτοβιομηχανίες να βελτιώσουν την οδική ασφάλεια των μοτοσικλετών, κυρίως των τουριστικών. Οι τουριστικές μοτοσικλέτες, αντίθετα με τις πίσσας ή εκτός δρόμου που κινούνται σε ελεγχόμενο περιβάλλον, έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να έρθουν αντιμέτωπες με βροχή ή ολισθηρά οδοστρώματα. Μία ενδεχόμενη πτώση λόγω μπλοκαρίσματος του τροχού από υπερβολική πίεση στο μοχλό του φρένου είτε από μπλοκάρισμα λόγω ολισθηρού οδοστρώματος, στις μοτοσικλέτες είναι φαινόμενο που συμβαίνει συχνά με αποτελέσματα οδυνηρά για τον αναβάτη και για τη μοτοσικλέτα. Έχει αποδειχθεί ότι η χρήση ABS βοηθάει αρκετά στη διατήρηση της πορείας της μοτοσικλέτας κατά το μπλοκάρισμα ενός τροχού, πράγμα πολύ σημαντικό κατά τη διάρκεια μιας στροφής. Στις μοτοσικλέτες πίσσας και εκτός δρόμου, το ABS δε χρειάζεται. Όπου υπάρχει αυτό, υπάρχει και η δυνατότητα απενεργοποίησής του, κι αυτό γιατί η πραγματοποίηση μιας στροφής απαιτεί πολλές φορές το μπλοκάρισμα ενός τροχού, πράγμα αδύνατο με τη χρήση ABS.



εικόνα 6.3 αισθητήρας ABS

⁴² <http://www.xeniosl.com/xeniosl/documents/educational/braking-system-gr.pdf>

⁴³ <http://www.xeniosl.com/xeniosl/documents/educational/braking-system-gr.pdf>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΤΑ ΕΛΑΣΤΙΚΑ

7.1 Γενικά⁴⁴

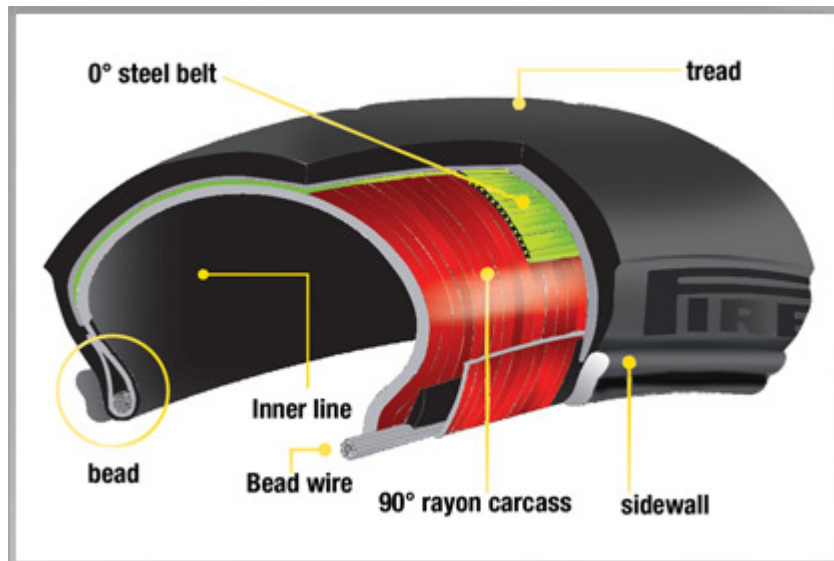
Τα ελαστικά είναι από τα σημαντικότερα στοιχεία μιας μοτοσικλέτας και επηρεάζουν άμεσα τη συμπεριφορά της. Ο ρόλος των ελαστικών είναι:

- Να υποστηρίζουν το βάρος του οχήματος.
- Να επιτρέπουν τη μετάδοση των δυνάμεων της κίνησης και του φρεναρίσματος προς το έδαφος.
- Να απορροφούν τις ανωμαλίες του οδοστρώματος, σαν μία πρόσθετη ανάρτηση.
- Να επιτρέπουν τη διατήρηση ή την αλλαγή της κατεύθυνσης κίνησης.

7.2 Δυνάμεις στα ελαστικά

Η μετάδοση των δυνάμεων από και προς το οδόστρωμα γίνεται από την επιφάνεια επαφής του ελαστικού με το οδόστρωμα με τη μορφή τριβής. Η καταπόνηση των ελαστικών της μοτοσικλέτας είναι μεγαλύτερη σε σχέση με των ελαστικών του αυτοκινήτου κι αυτό γιατί η δύναμη του κινητήρα μεταφέρεται σε ένα μόνο τροχό, ενώ πάντα σε ένα αυτοκίνητο έχουμε τουλάχιστον δύο κινητήριους τροχούς. Το πλάτος των ελαστικών μιας μοτοσικλέτας είναι παρόμοιο με το πλάτος του ελαστικού ενός αυτοκινήτου ίδιας ιπποδύναμης, με μόνη διαφορά στο αποτύπωμα που αφήνουν στο έδαφος. Το ελαστικό του αυτοκινήτου αφήνει πολύ μεγαλύτερο από της μοτοσικλέτας λόγω του πεπλατυσμένου προφίλ του. Αντίθετα, η μορφή του ελαστικού της μοτοσικλέτας, είναι καμπύλη, επιτρέποντας τη να στρίβει μεταβάλλοντας την κλίση της και την επιφάνεια επαφής με το οδόστρωμα. Χρησιμοποιούνται δύο τύποι ελαστικών. Με αεροθάλαμο (σαμπρέλα) ή χωρίς. Στην περίπτωση που η ζάντα είναι κατασκευασμένη με ακτίνες και όχι χυτή, χρησιμοποιούνται ελαστικά με αεροθάλαμο, λόγω των προβλημάτων στεγανότητας που εμφανίζουν και αδυνατούν να διατηρήσουν τον αέρα, ο οποίος διαφεύγει μέσω των οπών έδρασης των ακτινών. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με την τοποθέτηση της έδρασης τους στην εξωτερική πλευρά της στεφάνης. Τα ελαστικά χωρίς αεροθάλαμο (tubeless) χρησιμοποιούνται σε όλες τις μοτοσικλέτες οι οποίες φέρουν χυτές ζάντες.

⁴⁴ <http://motolab.gr/technology/tyres/>



Εικόνα 7.1: Η δομή ενός ελαστικού χωρίς αεροθάλαμο⁴⁵

7.3 Πλεονεκτήματα των ελαστικών χωρίς αεροθάλαμο⁴⁶

- Μικρό βάρος λόγω της απουσίας του αεροθάλαμου και κατά συνέπεια μικρότερη μη αναρτημένη μάζα.
- Μικρότερα ποσά παραγόμενης θερμότητας, αφού δεν υπάρχει τριβή μεταξύ αεροθάλαμου και ελαστικού.
- Καλύτερη αποβολή της αναπτυσσόμενης θερμότητας, η οποία στην περίπτωση του αεροθάλαμου θα έπρεπε να μεταδοθεί από αυτόν στο εξωτερικό ελαστικό, καθώς και από τον παγιδευμένο αέρα μεταξύ των δύο ελαστικών.
- Καλύτερη ασφάλεια. Σε περίπτωση ρήξης του ελαστικού από ένα αμβλύ αντικείμενο (καρφί, γυαλί) η πίεση πέφτει πιο αργά και ο αναβάτης έχει περισσότερο χρόνο στη διάθεσή του ώστε να σταματήσει την μοτοσυκλέτα προτού η πίεση χαθεί εντελώς. Σε μερικές περιπτώσεις το αντικείμενο παραμένει στο ελαστικό χωρίς να υπάρξει μεγάλη πτώση της πίεσης ή και ολική απώλειά της.
- Το πρόβλημα απ' τη μετακίνηση της βαλβίδας εισαγωγής αέρα λόγω της περιστροφής εξαλείφεται εντελώς, αφού πλέον εδράζεται στη ζάντα.

Ίσως το μοναδικό μειονέκτημα που αξίζει να αναφερθεί είναι το αυξημένο κόστος της κατασκευής της ζάντας, ώστε να επιτύχουμε στεγανότητα για αποφυγή της απώλειας πίεσης.

⁴⁵ <http://motolab.gr/technology/tyres/>

⁴⁶ "Tubeless tire", Wikipedia the free encyclopedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Tubeless_tire

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΩΝ

8.1 Η αντίσταση του αέρα⁴⁷

Η αεροδυναμική αντίσταση είναι η δύναμη με την οποία αντιστέκεται ο ατμοσφαιρικός αέρας σε κάθε σώμα που κινείται μέσα σε αυτόν. Η αεροδυναμική αντίσταση ενός σώματος περιγράφεται από τον παρακάτω τύπο:

$$F_A = \frac{\rho \cdot V^2 \cdot C_x \cdot S}{2}$$

Όπου : F_A : η αεροδυναμική αντίσταση

ρ : η πυκνότητα του αέρα

V : η ταχύτητα της μοτοσικλέτας

C_x : ο αεροδυναμικός συντελεστής

S : η μετωπική επιφάνεια

Το πρώτο πράγμα που αξίζει να παρατηρήσουμε είναι ότι η αεροδυναμική αντίσταση F_A είναι ανάλογη με το τετράγωνο της ταχύτητας V^2 . Και μάλιστα, επειδή η ισχύς που χρειάζεται να καταναλωθεί για να υπερνικηθεί η δύναμη της αντίστασης είναι ανάλογη με την ταχύτητα ($P=F_A \cdot V$), η ισχύς που καταναλώνεται είναι ανάλογη με τον κύβο της ταχύτητας! Αυτός είναι και ο πιο σημαντικός λόγος για τον οποίο απαιτείται η ισχύς του κινητήρα, ώστε να διατηρηθεί μία σταθερή ταχύτητα κίνησης, διότι θεωρητικά κατά την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση δεν καταναλώνεται ισχύς. Ο άλλος λόγος είναι η αντίσταση κύλισης των τροχών και η αντίσταση του συστήματος μετάδοσης, οι οποίες δεν αυξάνονται ιδιαίτερα με την αύξηση της ταχύτητας. Έτσι για να αυξήσουμε την τελική ταχύτητα μιας δεδομένης μοτοσικλέτας κατά 10% πρέπει να χρησιμοποιήσουμε 33% περισσότερη ισχύ, ενώ για να διπλασιάσουμε την τελική, απαιτείται οκταπλάσια ισχύς! Επειδή όμως η αύξηση της ισχύος δεν είναι κάτι που γίνεται εύκολα και κυρίως ανέξοδα, όταν ο στόχος είναι η υψηλή τελική ταχύτητα, η μόνη λύση είναι να μειώσουμε την αεροδυναμική αντίσταση.

⁴⁷ <http://www.bmw bikers.org/forum/showthread.php?t=196>, 2007

Η μετωπική επιφάνεια είναι ο πρώτος στόχος. Για να συνειδητοποιήσουμε χονδρικά την έννοια της μετωπικής επιφάνειας, αρκεί να φωτογραφήσουμε από μπροστά τη μοτοσικλέτα μαζί με τον αναβάτη, να κόψουμε το περίγραμμα του σχήματος που προκύπτει και να μετρήσουμε το εμβαδόν του, σε πραγματικές διαστάσεις. Όσο μεγαλύτερη είναι η μετωπική επιφάνεια, τόσο μεγαλύτερη είναι και η αεροδυναμική αντίσταση, πράγμα που εξηγεί γιατί από άποψη αεροδυναμικής έχουν πλεονέκτημα οι στενοί κινητήρες, ρεζερβουάρ και φέρινγκ, καθώς και οι μικρόσωμοι αναβάτες. Κατά τη διάρκεια αγώνων ταχύτητας μπορεί κανείς να παρατηρήσει τη θέση του σώματος των αναβατών που στριμώχνονται πίσω από το φέρινγκ, ώστε να επιτύχουν υψηλότερη τελική ταχύτητα και το άνοιγμα των γονάτων τους για την υποβοήθηση του φρεναρίσματος. Η ελαχιστοποίηση της μετωπικής επιφάνειας όμως, ενδέχεται να προκαλέσει άλλου είδους προβλήματα. Για παράδειγμα η αποτελεσματική ψύξη ενός ισχυρού κινητήρα απαιτεί μεγάλη επιφάνεια ψυγείων.

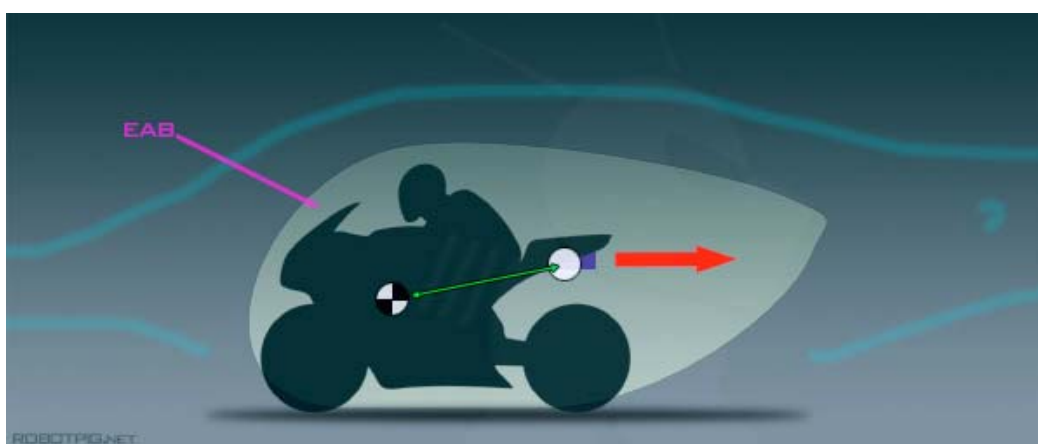
Ο αεροδυναμικός συντελεστής είναι ο δεύτερος παράγοντας που οφείλουμε να βελτιώσουμε. Πρόκειται για έναν αδιάστατο αριθμό, χωρίς μονάδες, που εξαρτάται μόνο από το σχήμα των σωμάτων, τουλάχιστον στις ταχύτητες που κινούνται οι σημερινές μοτοσικλέτες, και εκφράζει το πόσο αεροδυναμικά «καλό» είναι ένα συγκεκριμένο σχήμα, πόσο λιγότερο δηλαδή του αντιστέκεται ο αέρας όταν αυτό κινείται. Έχει βρεθεί πειραματικά ότι ο μικρότερος συντελεστής επιτυγχάνεται με σχήμα σαν αυτό της σταγόνας που διαμορφώνεται κινούμενη μέσα στον αέρα. Από αεροδυναμικής άποψης, τα μυτερά σχήματα είναι καλύτερα στις υπερηχητικές ταχύτητες, οι οποίες δεν μας ενδιαφέρουν. Μία μοτοσικλέτα τέτοιου σχήματος θα είχε προφανώς την καλύτερη δυνατή αεροδυναμική συμπεριφορά. Δυστυχώς όμως, για μια σειρά από λόγους, είναι πρακτικά αδύνατον να κατασκευαστεί μία χρησιμοποιήσιμη μοτοσικλέτα με τέτοιο σχήμα. Ο αναβάτης θα έπρεπε να πάψει να είναι εκτεθειμένος, οι τροχοί θα έπρεπε να είναι καλυμμένοι, ενώ θα έπρεπε να είχε πολύ μεγαλύτερο μήκος από τις συνηθισμένες. Γενικά η μοτοσικλέτα δεν είναι δυνατόν να έχει πολύ καλή αεροδυναμική π.χ σε σχέση με το αυτοκίνητο. Έχει όμως μικρότερη μετωπική επιφάνεια. Στην τιμή της αεροδυναμικής αντίστασης επιδρά επίσης και η πυκνότητα του αέρα. Το θέμα αυτό δεν μας απασχολεί ιδιαίτερα, μιας και την παράμετρο αυτή δεν μπορούν να την επηρεάσουν ούτε οι σχεδιαστές ούτε και οι αναβάτες. Όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα του αέρα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η αεροδυναμική αντίσταση. Ταυτόχρονα όμως, όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα του αέρα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ισχύς που μπορεί να αποδώσει ο κινητήρας. Φαίνεται ότι στις υψηλές ταχύτητες η βελτίωση της αποδιδόμενης ισχύος που μπορεί να προσφέρει μια αυξημένη τιμή της πυκνότητας αέρα, δεν μπορεί να αντισταθμίσει πλήρως την αντίστοιχη αύξηση της αεροδυναμικής αντίστασης.

8.2 Ο τρόπος δημιουργίας της αεροδυναμικής αντίστασης⁴⁸

Ας υποθέσουμε ότι ένα σώμα κινείται μέσα στον (ακίνητο) αέρα. Λόγω τριβής, ένα σώμα αέρα ελάχιστου πάχους, θα παρασύρεται από την επιφάνεια του σώματος και θα κινείται μαζί του. Ο κυρίως όγκος του ατμοσφαιρικού αέρα που περιβάλλει το σώμα, θα παραμένει φυσικά ακίνητος. Σε αυτό λοιπόν το οριακό στρώμα αέρα, η ταχύτητά του θα μεταβάλλεται από τη μηδενική τιμή ως τη μέγιστη, δηλαδή την ταχύτητα κίνησης του σώματος. Ανάλογα με την ταχύτητα και την διαμόρφωση της επιφάνειας του σώματος, το οριακό στρώμα μπορεί να αποκολληθεί. Τότε η ροή του αέρα από γραμμική γίνεται τυρβώδης, ο αέρας δηλαδή στροβιλίζεται και η ταχύτητά του γίνεται ακανόνιστη και σε μέγεθος και σε φορά. Σε αυτή την περίπτωση η κατανάλωση ενέργειας είναι πολύ μεγαλύτερη απ' ό,τι στην περίπτωση της γραμμικής ροής. Οι στρόβιλοι αυτοί ακολουθούν το κινούμενο σώμα. Αν μπορούσαμε να τους δούμε, θα παρουσίαζαν μια εικόνα σαν αυτή των απόνερων των πλοίων. Η πίεση σε αυτήν την περιοχή είναι πολύ χαμηλή, αντίθετα με την πίεση που ασκείται στην μετωπική επιφάνεια. Αυτή η διαφορά πιέσεων <<τραβάει>> το σώμα προς τα πίσω. Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος των στροβίλων, τόσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση ισχύος. Για το λόγο αυτό οι σχεδιαστές προσπαθούν να έχουν τις μεγάλες επιφάνειες μπροστά, ενώ η ουρά πρέπει να στενεύει απαλά και να σβήνει πίσω. Η περιοχή χαμηλής πίεσης που δημιουργείται στην ουρά της μοτοσικλέτας, ενώ έχει αρνητικές συνέπειες στην αεροδυναμική συμπεριφορά της, έχει συνέπειες ευεργετικές στη μοτοσικλέτα που ακολουθεί, απλούστατα επειδή μειώνει την διαφορά πίεσης μεταξύ της μετωπικής της επιφάνειας και της ουράς της. Κατά τη διάρκεια ενός αγώνα ταχύτητας, μπορεί να παρατηρήσει κανείς το περίφημο slip streaming. Κλέψιμο του αέρα δηλαδή που στηρίζεται ακριβώς στην εκμετάλλευση του φαινομένου αυτού, κατά το οποίο η μπροστινή μοτοσικλέτα ανοίγει το <<τούνελ>> στον αέρα που εκμεταλλεύεται η μοτοσικλέτα που ακολουθεί. Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο η αεροδυναμική αντίσταση καταναλώνει ισχύ είναι με το να ανασηκώνει ή να πιέζει προς τα κάτω τη μοτοσικλέτα, με τρόπο που μπορούμε να παρομοιάσουμε με τη λειτουργία του φτερού του αεροπλάνου. Η διαφορά των πιέσεων μεταξύ της πάνω πλευράς και της κάτω, είναι αυτή που επιτρέπει στο αεροπλάνο να πετά. Η δημιουργία αυτής της κάθετης συνιστώσας όπως είναι φυσικό, απαιτεί την κατανάλωση ισχύος. Εκτός αυτού μεταβάλλει την κάθετη δύναμη που ασκεί η μοτοσικλέτα στο έδαφος, που μέχρι τώρα υποστηρίζαμε ότι το συνολικό βάρος της μοτοσικλέτας είναι ίσο με το βάρος του συστήματος μοτοσικλέτας-αναβάτη. Επειδή η κάθετη δύναμη επηρεάζει τη γεωμετρία, τη λειτουργία των αναρτήσεων, τη συμπεριφορά στις στροφές, στην ευθεία, στην επιτάχυνση και στην επιβράδυνση, η μεταβολή της επηρεάζει εν γένει την οδική συμπεριφορά.

⁴⁸ <http://www.mybike.gr/topic/21267>

Στη γενική περίπτωση η επίδραση της αεροδυναμικής τείνει να ανασηκώνει τις μοτοσικλέτες, αν και το επιθυμητό θα ήταν μία ελαφριά πίεση προς τα κάτω. Ενώ στα αυτοκίνητα αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση των αεροτομών, στις μοτοσικλέτες κάτι τέτοιο είναι αδύνατον, λόγω έλλειψης χώρου, αλλά ούτε και χρήσιμο, μιας και η λειτουργία της αεροτομής θα επηρεαζόταν από την κλίση της μοτοσικλέτας. Μάλιστα, μια <<σωστή>> αεροτομή θα ανασήκωνε τη μοτοσικλέτα όταν η κλίση θα υπερέβαινε τις 45°, κλίση που είναι πραγματική στους σημερινούς αγώνες ταχύτητας. Σε σχέση με τα αυτοκίνητα, οι μοτοσικλέτες είναι πολύ κακές αεροδυναμικά, και αν κάτι τις σώζει στη σύγκριση είναι η πολύ μικρότερη αεροδυναμική επιφάνεια. Ενώ η αυτοκινητοβιομηχανία ασχολήθηκε πολύ νωρίς με την αεροδυναμική των αυτοκινήτων παραγωγής, η μοτοβιομηχανία ουσιαστικά το αγνόησε μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '80. Ουσιαστικά δεν έχει νόημα να μιλάμε για αεροδυναμική χωρίς την ύπαρξη ενός σωστά σχεδιασμένου φέρινγκ. Είναι άλλωστε χαρακτηριστικό ότι από τις μοτοσικλέτες που δεν απαιτούμε ιδιαίτερες επιδόσεις στην τελική ταχύτητα (μοτοσικλέτες εκτός δρόμου ή μικρού κυβισμού), κάτι τέτοιο πρακτικά απουσιάζει, ή όπου υπάρχει, περιορίζεται στην κάλυψη του αναβάτη από τον καιρό και στη μείωση που προκαλείται από την οδήγηση.



Εικόνα 8.1 σχήμα αεροδυναμικής μοτοσικλέτας⁴⁹

⁴⁹ www.mybike.gr

8.3 Η σχεδίαση του φερίνγκ⁵⁰

Μία καλή αεροδυναμική επένδυση, ένα φερίνγκ, πρέπει να συνδυάζει τουλάχιστον τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Πρέπει να εξέχει όσο γίνεται πιο μπροστά και να καλύπτει τους στροβίλους που δημιουργούνται από τον μπροστινό τροχό. Όμως είναι ανεπιθύμητο να φορτίζει το σύστημα διεύθυνσης με υπερβολικό βάρος.
- Το μπροστινό φτερό πρέπει να στέλνει τον αέρα στα πλάγια του φερίνγκ, ώστε να υποκαθίσταται η πρόσφυση του οριακού στρώματος. Καλό είναι να καλύπτει σε κάποιο βαθμό τα καλάμια των αναρτήσεων, χωρίς όμως να εμποδίζει την ψύξη των δισκοφρένων.
- Εισαγωγές αέρα για ψύξη ή τροφοδοσία επιδρούν αρνητικά, είναι όμως αναπόφευκτες. Η σχεδίαση των αεραγωγών είναι ζωτικής σημασίας. Η γωνία πρόσπτωσης του αέρα επάνω τους, το σχήμα τους και απαραίτητα η καμπύλη διαμόρφωσης του χείλους τους μειώνουν δραστικά το πρόβλημα.
- Κάθε διατομή πρέπει να έχει το φαρδύτερο σημείο της εμπρός και να κλείνει απαλά προς τα πίσω. Το αντίθετο είναι αεροδυναμικά καταστροφικό.
- Κυρίως για σπορ μοτοσικλέτες, το φερίνγκ πρέπει να είναι αρκετά φαρδύ ώστε να καλύπτει τον αναβάτη και ιδιαίτερα τους ώμους του.
- Ο αναβάτης και το φερίνγκ πρέπει να είναι σχεδόν ένα σώμα, ένα σχήμα. Ένα μεγάλο κενό μεταξύ ζελατίνας και αναβάτη δε βοηθά σε τίποτα.
- Η ουρά πρέπει να <<προσπαθεί να μαζέψει>> τον αέρα καθώς αυτός εγκαταλείπει τον αναβάτη, ώστε να καθυστερήσει όσο γίνεται περισσότερο την έναρξη της δημιουργίας στροβιλισμών.
- Η κωνικότητα του πίσω μέρους πρέπει να είναι μικρή. Αλλιώς το οριακό στρώμα θα αποκολληθεί ευκολότερα, άρα και γρηγορότερα.
- Οι επιφάνειες και οι συναρμογές τους πρέπει να είναι λείες. Προεξοχές και κοιλότητες πρέπει να αποφεύγονται και αν είναι αναπόφευκτες, πρέπει να είναι καμπυλωμένες και ρηχές.
- Η σχεδίαση πρέπει να είναι τέτοια ώστε η μετωπική επιφάνεια να μην αυξάνει πολύ σε περίπτωση που υπάρχει πλάγιος άνεμος.

⁵⁰ <http://mouratisgp.gr/v2/gr/eng/gp-after-SEBI.html>

ΜΕΡΟΣ 2°
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΩΝ
ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗ



Honda CBR 600 RR

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΥΘΕΙΑ ΚΙΝΗΣΗ: Η ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ⁵¹

Όπως όλοι γνωρίζουμε από προσωπική εμπειρία από την οδήγηση ενός οχήματος δύο τροχών, το πρώτο πρόβλημα που συναντάμε και καλούμαστε να ξεπεράσουμε είναι η διατήρηση της ισορροπίας του και να έχουμε παράλληλα τη δυνατότητα να ελέγχουμε και να καθορίζουμε την πορεία του. Οι ροπές τις οποίες ο αναβάτης αντιμετωπίζει ώστε να διατηρήσει το όχημα σε κάθετη και σταθεροποιημένη θέση είναι:

- Ροπές αδράνειας
- Γυροσκοπικές ροπές
- Ροπές επαναφοράς

1.1 Ροπές αδράνειας

Η ορμή ενός σώματος είναι το γινόμενο της μάζας επί την ταχύτητά του. Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή της, τόσο πιο μικρή θα είναι η επίδραση των εξωτερικών δυνάμεων στην τροχιά του.

Ας υποθέσουμε ότι μια μοτοσικλέτα ταξιδεύει με 100 km/h και δέχεται πλευρικό άνεμο 10km/h με διεύθυνση κάθετη στην τροχιά της. Η συνισταμένη ταχύτητα $V_{\Sigma 1}$ που προκύπτει και η γωνία παρέκκλισης α .

Έστω ότι η ίδια μοτοσικλέτα κινείται με 10 km/h και δέχεται πλευρικό άνεμο ίδιας γωνίας β , μεγαλύτερη της γωνίας α .

Συνεπώς, όσο πιο μεγάλη ταχύτητα έχει ένα σώμα τόσο πιο μικρή θα είναι η παρέκκλιση από την τροχιά του όταν αυτό θα δεχθεί πλευρική κάθετη δύναμη. Η ίδια υπόθεση μπορεί να γίνει και για τη μάζα. Όσο πιο βαρύ είναι ένα σώμα, τόσο πιο μεγάλη αντίσταση παρουσιάζει στις αλλαγές της κινητικής του κατάστασης ή της ταχύτητας και της διεύθυνσης του. Αντί για δύο ίδιες μοτοσικλέτες που κινούνται με διαφορετική ταχύτητα, μπορούμε να εξετάσουμε την περίπτωση δύο μοτοσικλετών με εμφανώς διαφορετική μάζα. Μίας τουριστικής μοτοσικλέτας και ενός scooter. Κατά την εφαρμογή της ίδιας δύναμης σε καθεμία από αυτές, το αποτέλεσμα που αυτή θα έχει στην ταχύτητα είναι ανάλογο με τη μάζα τους.

⁵¹ Vittore Cossalter , « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614

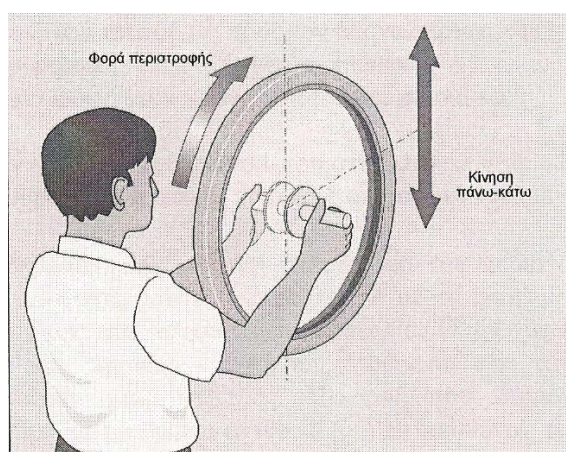
Άρα γενικά, αυξάνοντας την ταχύτητα και τη μάζα μιας μοτοσυκλέτας είναι πιο εύκολο να διατηρηθεί μια ευθεία τροχιά.

1.2 Γυροσκοπικές ροπές⁵²

Έστω ότι ένα σώμα περιστρέφεται κατά ένα άξονα $x-x'$. Αν παράλληλα αυτό τεθεί σε γρήγορη περιστροφή κατά ένα δεύτερο άξονα $y-y'$, θα εμφανιστεί μία αντίδραση που δρα σε ένα τρίτο άξονα $z-z'$, κάθετο στους άλλους δύο. Αυτή η αντίδραση ονομάζεται γυροσκοπική ροπή.

Υπάρχουν πολλά παραδείγματα γυροσκοπικών ροπών στην καθημερινότητα. Για να παραμείνουμε κοντά στο θέμα των μοτοσυκλετών, ας εξετάσουμε τη συμπεριφορά ενός τροχού ποδηλάτου που περιστρέφεται.

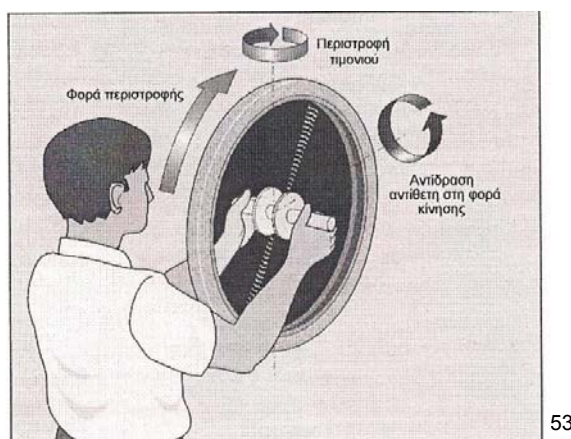
Αν κρατήσουμε τον τροχό από τις άκρες του άξονα πάνω στον οποίο περιστρέφεται, και τον κουνήσουμε ήρεμα πάνω-κάτω, η μόνη δύναμη που θα αντιστέκεται σε αυτή την κίνηση θα είναι το βάρος του τροχού.



Εικόνα 1.1

Αν κατά την περιστροφή του τροχού περιστρέψουμε τον άξονά του γρήγορα και σε κατεύθυνση ίδια με τη φορά των δεικτών του ρολογιού γύρω από τον κάθετο άξονα (σαν να στρίβουμε το τιμόνι), θα παρατηρήσουμε ότι στα χέρια μας ασκείται μία δύναμη που τείνει να τα περιστρέψει ως προς τον οριζόντιο άξονα.

⁵² Vittore Cossalter, « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614



Εικόνα 1.2

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να διαπιστώσουμε τα εξής:

- Όσο πιο γρήγορα περιστρέφεται ο τροχός, τόσο πιο έντονη θα είναι η αντίδραση.
- Ανάλογα με την ταχύτητα με την οποία θα δώσουμε κλίση στον άξονα του τροχού, η ένταση της αντίδρασης θα διαφέρει σημαντικά.

Ο μαθηματικός τύπος με τον οποίο εκφράζεται η γυροσκοπική ροπή είναι ο εξής:

$$M_{gyr} = I_r \cdot \omega_r \cdot \omega_s \quad (1.1)$$

Όπου:

I_r : η ροπή αδράνειας του τροχού ως προς τον άξονα περιστροφής

ω_r : η ταχύτητα περιστροφής εκφραζόμενη σε rad/sec

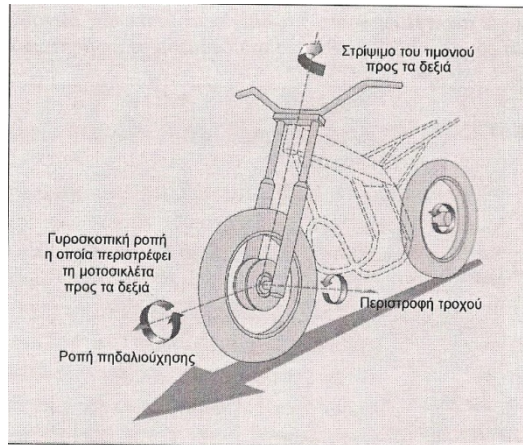
ω_s : η ταχύτητα περιστροφής του άξονα του τροχού σε rad/sec

Ας περάσουμε στην ανάλυση του φαινομένου στη μοτοσικλέτα.

Υπάρχουν τριών ειδών γυροσκοπικές ροπές τις οποίες συναντάμε στη μοτοσικλέτα:

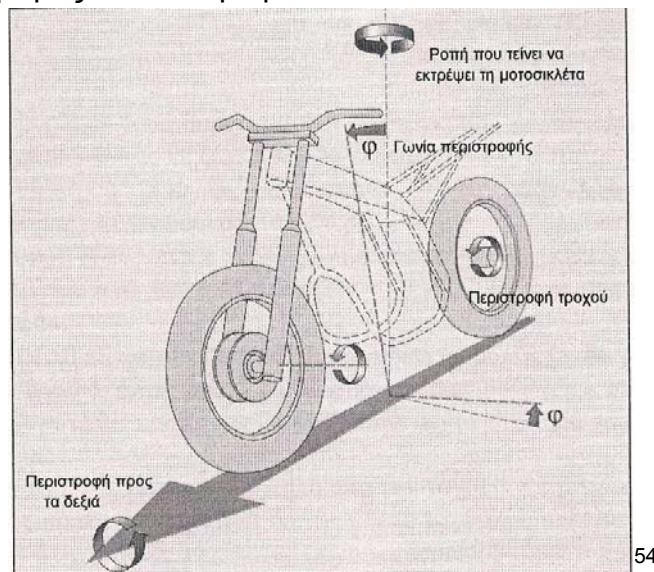
- **Ροπή πηδαλιούχησης:** δημιουργείται από την περιστροφή του τιμονιού. Πρακτικά το φαινόμενο αυτό είναι όμοιο με το φαινόμενο του τροχού του ποδηλάτου όπως στο παραπάνω παράδειγμα. Ο τροχός περιστρέφεται στον άξονά του και την ίδια στιγμή περιστρέφεται από τον αναβάτη για την πραγματοποίηση μιας στροφής. Η ροπή που δημιουργείται τείνει να περιστρέψει τη μοτοσικλέτα αντίθετα από τη διεύθυνση της στροφής.

⁵³ Vittore Cossalter, « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614



Εικόνα 1.3

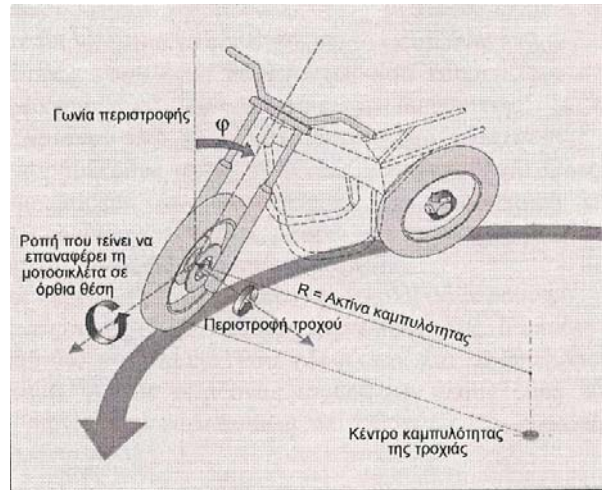
- Ροπή περιστροφής:** κάθε φορά που το όχημα γέρνει προς τη μία πλευρά με τους τροχούς να περιστρέφονται συνεχώς, δημιουργείται ροπή που τείνει να το περιστρέψει κατά έναν άξονα κάθετο προς το έδαφος. Η μοτοσικλέτα εξετάζεται σαν ενιαίο σύνολο με το τιμόνι σταθερό, χωρίς τη δυνατότητα περιστροφής. Η αντίδραση του οδοστρώματος στα ελαστικά τείνει να επαναφέρει τη μοτοσικλέτα σε θέση κάθετη προς το οδόστρωμα.



Εικόνα 1.4

- Ροπή εκτροπής:** δημιουργείται κατά τη διάρκεια των στροφών, όταν οι τροχοί περιστρέφονται γύρω από το κέντρο τους και ταυτόχρονα περιστρέφονται γύρω από το κέντρο της στροφής. Η ροπή που δημιουργείται τείνει να διατηρήσει τη μοτοσικλέτα σε κάθετη θέση ως προς το οδόστρωμα.

⁵⁴ Vittore Cossalter , « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614, κεφάλαιο 1.1



Εικόνα 1.5

Η πλήρης ανάλυση των δυνάμεων που ενεργούν κατά την κίνηση μιας μοτοσικλέτας είναι δύσκολο να γίνει, λόγω των συνεχών δυνάμεων περιστροφής που ενεργούν οι οποίες οδηγούν σε νέες γυροσκοπικές ροπές. Σε κάθε περίπτωση, όσο πιο γρήγορα κινείται η μοτοσικλέτα, τόσο πιο πολλές γυροσκοπικές ροπές ενεργούν πάνω της και τη βοηθούν να διατηρείται σε όρθια θέση και να κινείται σε ευθεία τροχιά. Εκτός από τους τροχούς, ένα άλλο στοιχείο πρέπει να μελετηθεί το οποίο παράγει σημαντική γυροσκοπική ροπή. Ο κινητήρας. Ο στροφαλοφόρος άξονας συνήθως είναι παράλληλος προς τους άξονες των τροχών και περιστρέφεται με την ίδια διεύθυνση.

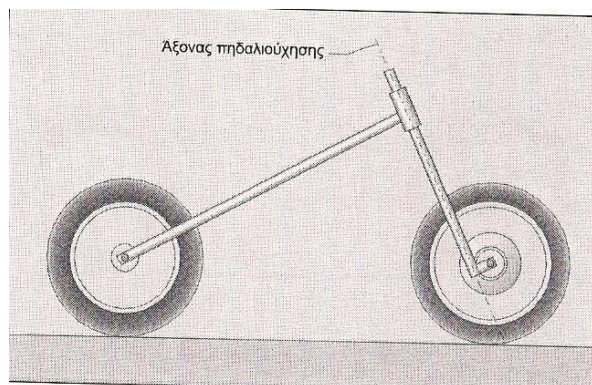
Για παράδειγμα, για το σφόνδυλο και το στροφαλοφόρο άξονα ενός κινητήρα μοτοσικλέτας εκτός δρόμου 600cc μπορούμε να υποθέσουμε τα εξής:

- Το συνολικό τους βάρος μπορεί να συγκριθεί με το βάρος ενός τροχού, περιλαμβάνοντας τη ζάντα και το ελαστικό.
- Η διάμετρος (που σε συνδυασμό με τη μάζα καθορίζει τη ροπή αδράνειας), είναι φανερά μικρότερη.
- Αντίθετα, η ταχύτητα περιστροφής μπορεί να είναι αρκετά υψηλή και να κυμαίνεται από 800 rpm στο ρελαντί μέχρι 7000 rpm στη μέγιστη περιοχή στροφών.
- Ως συνέπεια, το μέγεθος της γυροσκοπικής ροπής δε θα είναι σταθερό. Η τιμή της θα είναι μικρή όταν ο κινητήρας βρίσκεται στο ρελαντί αλλά μεγάλη όταν ο κινητήρας θα βρίσκεται κοντά στο όριό του.

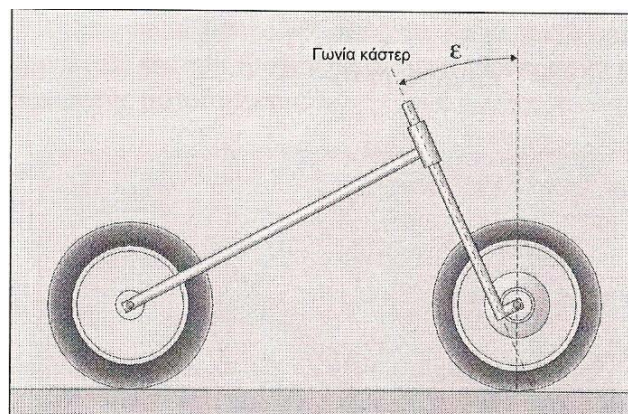
Παρόλα αυτά, η τιμή της είναι ανεξάρτητη από την ταχύτητα της μοτοσικλέτας. Οι γυροσκοπικές ροπές των τροχών σε συνθήκες χαμηλών ταχυτήτων είναι σχεδόν αμελητέες, αλλά στις υψηλές ταχύτητες όπου τα περιστρεφόμενα μέρη του κινητήρα και οι τροχοί κινούνται με υψηλό ρυθμό περιστροφής, οι ροπές είναι ισχυρές και ανάλογες με τις μάζες.

1.3 Ροπές επαναφοράς

Μέχρι τώρα, εξετάσαμε δύο παράγοντες σταθεροποίησης που δεν εξαρτώνται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της μοτοσυκλέτας τα οποία είναι η γωνία κάστερ, το ύψος του κέντρου βάρους από το οδόστρωμα, το μεταξόνιο κτλ. Η ροπή επαναφοράς είναι ένας παράγοντας που επηρεάζεται σημαντικά από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του συστήματος διεύθυνσης. Η σταθερότητα της μοτοσυκλέτας εξαρτάται από το σωστό συνδυασμό μιας σειράς παραμέτρων. Ας εξετάσουμε τις παραμέτρους αυτές κάνοντας μία αποδοχή: Όλες οι μοτοσυκλέτες ανεξαρτήτως της μορφής της κατασκευής του μπροστινού τους συστήματος, αποτελούνται από τον τροχό ο οποίος μπορεί και περιστρέφεται ελεύθερα γύρω από έναν άξονα που ονομάζεται άξονας πηδαλιούχησης. Εάν η μπροστινή ανάρτηση είναι τύπου τηλεσκοπικού πιρουνιού, τότε είναι εύκολο να καταλάβει κανείς ποιος είναι ο άξονας πηδαλιούχησης, ο οποίος συμπίπτει με τον άξονα του «λαιμού», το σημείο που εδράζεται και περιστρέφεται ελεύθερα το μπροστινό σύστημα. Αυτός ο άξονας ισχύει για όλους τους τύπους ανάρτησης οχημάτων και η γωνία που παρουσιάζει σε σχέση με την κατακόρυφο ονομάζεται γωνία κάστερ (ϵ).

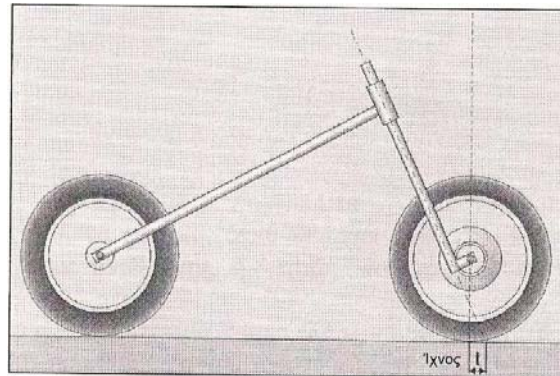


Εικόνα 1.6 άξονας πηδαλιούχησης



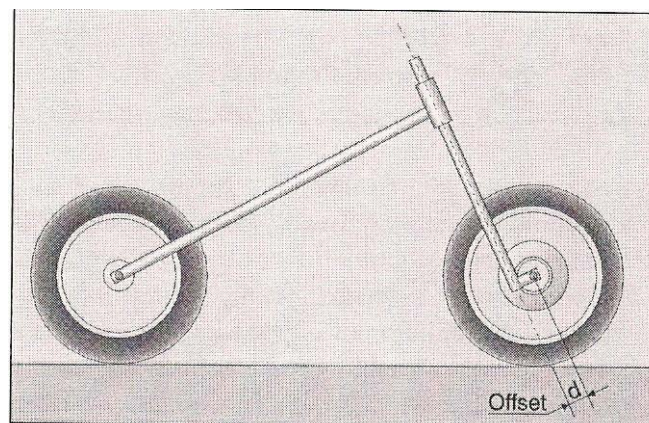
Εικόνα 1.7 γωνία κάστερ

Η απόσταση μεταξύ του σημείου τομής του άξονα πηδαλιούχησης και του οδοστρώματος και το σημείο επαφής του τροχού με αυτό ονομάζεται ίχνος (t).



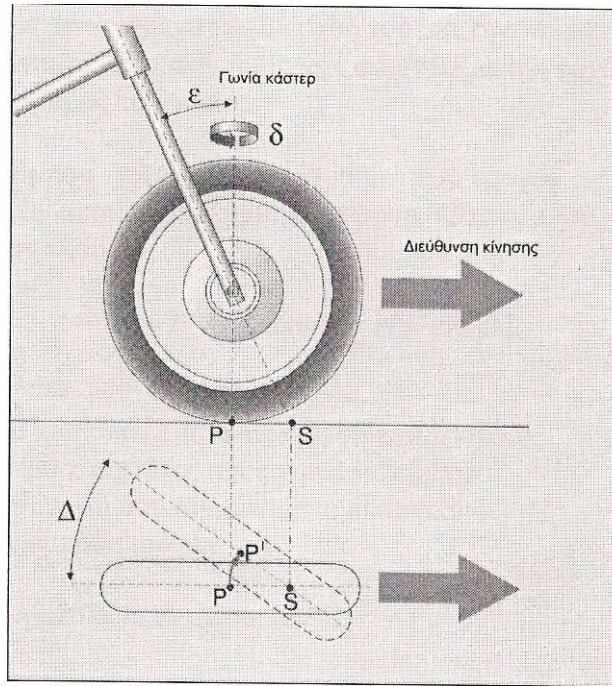
Εικόνα 1.8 ίχνος

Γενικά, ο άξονας του τροχού είναι ελαφρώς μετατοπισμένος παράλληλα με τον άξονα πηδαλιούχησης. Το μήκος της απόστασης αυτής ονομάζεται όφσεντ (d). Η τιμή του όφσεντ στη συνέχεια θα θεωρείται ως μηδενική λόγω ευκολίας. Δηλαδή, ο άξονας πηδαλιούχησης θα διέρχεται από τον άξονα του τροχού.



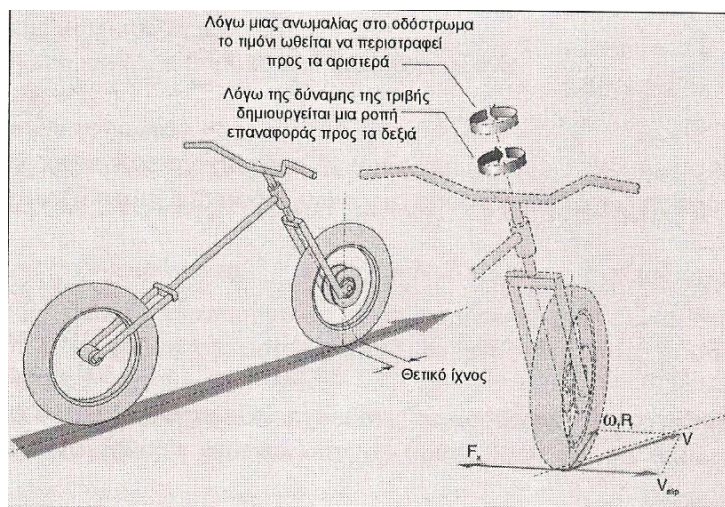
Εικόνα 1.9 όφσεντ

Έστω ότι μια μοτοσυκλέτα κινείται σε ευθεία τροχιά και συναντά εμπόδιο στο έδαφος που αναγκάζει το τιμόνι να περιστραφεί προς τα δεξιά κατά γωνία Δ . το σημείο επαφής του οδοστρώματος και του τροχού θα μετακινηθεί προς τα αριστερά σε σχέση με τον οριζόντιο άξονα της μοτοσυκλέτας.



Εικόνα 1.10

Όπως γνωρίζουμε από φυσική, όταν υπάρχει σχετική κίνηση ανάμεσα σε δύο σώματα, δημιουργείται αντίδραση, η τριβή, που αντιτίθεται στη διεύθυνση της κίνησης. Επομένως ανάμεσα στο οδόστρωμα και το ελαστικό θα εμφανιστεί δύναμη τριβής και κατά συνέπεια ροπή με μέγεθος ανάλογο του μήκους του ίχνους. Η ροπή αυτή τείνει να επαναφέρει τον τροχό σε θέση κάθετη προς το οδόστρωμα και να διατηρήσει την ευθεία τροχιά του, και κατ' επέκταση τη μοτοσυκλέτα. Η αντίδραση αυτή ονομάζεται ροπή επαφής και έχει σημαντική επίδραση στη συμπεριφορά της μοτοσυκλέτας. Ας αναλύσουμε το παραπάνω παράδειγμα καλύτερα με τη βοήθεια του επόμενου σχήματος. Εδώ το τιμόνι στρίβει προς τα αριστερά.



Εικόνα 1.11

Με V παριστάνεται το διάνυσμα της ταχύτητας του μπροστινού τροχού, όπου αναλύεται σε δύο συνιστώσες:

- $\Omega_f R_f$: η διεύθυνση της είναι όμοια με τη διεύθυνση του τροχού και ισούται με το γινόμενο της ακτίνας του επί την γωνιακή του ταχύτητα.
- V_{slip} : είναι κάθετη στην $\omega_f R_f$ και συμβολίζει την ταχύτητα ολίσθησης του τροχού ως προς το έδαφος.

Κατά την περίπτωση που υπάρχει ελαφριά κλίση του τροχού ως προς το οδόστρωμα με τη μοτοσικλέτα να αποκλίνει ελάχιστα από την κατακόρυφο, η ροπή επαναφοράς υπολογίζεται από τον τύπο :

$$M = t_n \cdot (F_f \cdot \cos\beta - N_f \cdot \sin\beta) \quad (1.2)$$

Όπου:

t_n : το νέο ίχνος που προκύπτει μετά την κλίση του τροχού.

β : η γωνία κλίσης του τροχού ως προς την κατακόρυφο.

F_f : η πλάγια δύναμη που ασκείται στο ελαστικό.

N_f : το φορτίο στον εμπρός τροχό.

Οι δυνάμεις F_f και N_f υπολογίζονται ως εξής:

$$F_f = m \cdot \frac{V^2}{R} \cdot \frac{b}{\sin\Delta} + f \cdot N_f \cdot \tan\Delta$$

Και

$$N_f = mg \cdot \frac{b}{l} - F \cdot \frac{h}{l}$$

Όπου:

Δ : η πραγματική γωνία πηδαλιούχησης του τροχού.

L : το μεταξόνιο της μοτοσικλέτας.

Mg : το βάρος της μοτοσικλέτας.

b : η απόσταση του κέντρου βάρους από τον πίσω άξονα.

f : ο συντελεστής τριβής.

V : η ταχύτητα του οχήματος.

R : η ακτίνα καμπύλης τροχιάς που διαγράφεται.

F : η μεταδιδόμενη δύναμη στο οδόστρωμα λόγω πρόσφυσης.

Εάν εξετάσουμε τον παράγοντα ($F_f \cdot \cos\beta - N_f \cdot \sin\beta$) της εξίσωσης της ροπής επαναφοράς (1.2), θα παρατηρήσουμε ότι τις περισσότερες φορές είναι θετικός, οπότε κατά συνηθισμένη χρήση της μοτοσυκλέτας, το ίχνος είναι αυτό που καθορίζει το πρόσημο της ροπής. Αν η ροπή είναι θετική, πράγμα που ισχύει στις περισσότερες των περιπτώσεων, είναι πιο εύκολο να διατηρηθεί η μοτοσυκλέτα σε όρθια θέση και να ακολουθεί ευθεία τροχιά. Η μοτοσυκλέτα εμφανίζει καλύτερη σταθερότητα κατά την πορεία της όταν η τιμή της ροπής επαναφοράς είναι θετική και υψηλή. Το τιμόνι πάντα τείνει να επαναφέρει την τροχιά του μετά την παρέκκλιση της πορείας του π.χ. από μία λακκούβα ή από ακούσια περιστροφή του. Η μεγάλη τιμή της ροπής επαναφοράς είναι πλεονέκτημα για κίνηση σε αυτοκινητόδρομο και σε μεγάλες ταχύτητες, αλλά μπορεί να είναι περιοριστική για κίνηση σε πόλη ή σε δρόμους που απαιτούν συνεχείς αλλαγές τροχιάς. Αν η ροπή είναι αρνητική, ο αναβάτης θα πρέπει να προσαρμόσει τη θέση του σώματός του ή να στρίψει το τιμόνι ώστε να διατηρηθεί η ισορροπία της μοτοσυκλέτας. Η γενική εξίσωση με την οποία εκφράζεται η τιμή της ροπής επαναφοράς είναι η εξής:

$$M = \text{Ίχνος} \times \text{Δύναμη}$$

Όπου:

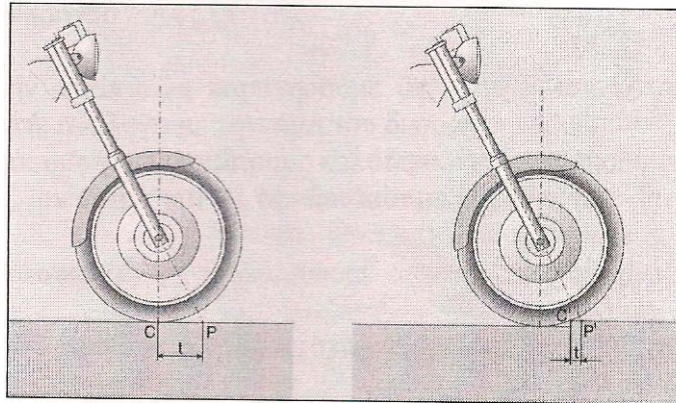
M: Η ροπή επαναφοράς

Ίχνος: Το ίχνος της μοτοσυκλέτας όπως περιγράφηκε πιο πάνω

Δύναμη: Εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του οχήματος και τις συνθήκες κίνησης

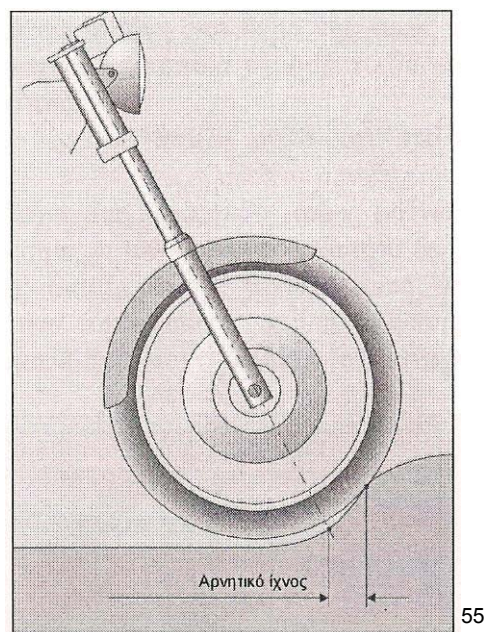
1.3.1 Ίχνος

Όταν το ίχνος έχει αρνητική τιμή, ή καλύτερα όταν το σημείο τομής του άξονα πηδαλιούχησης με το οδόστρωμα βρίσκεται πίσω από το σημείο επαφής του τροχού σε αυτό, η διεύθυνση της δύναμης της τριβής θα παραμείνει η ίδια. Το πρόσημο όμως της ροπής που εφαρμόζεται στο τιμόνι θα αλλάξει, η οποία πλέον αντί να τείνει να επαναφέρει τον τροχό σε ευθεία τροχιά, ασκεί επιπλέον δύναμη με διεύθυνση ίδια με αυτή της περιστροφής. Το μπροστινό σύστημα κάθε μοτοσυκλέτας παραγωγής έχει θετική τιμή ίχνους και κυμαίνεται μεταξύ 40 και 110 mm. Παρόλα αυτά, κατά τη χρήση η τιμή αυτή ενδέχεται να αλλάξει. Ας υποθέσουμε ότι η μοτοσυκλέτα συναντά ένα μικρό σκαλοπάτι όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 1.12 η μεταβολή του ίχνους κατά τη διέλευση από εμπόδιο

Σε θέση στάσης, το ίχνος ισούται με την απόσταση CP. Κατά τη διέλευση από το εμπόδιο, το ίχνος μικραίνει και ισούται με την απόσταση C'P'. Όταν η ανωμαλία στο οδόστρωμα είναι μεγάλη, η τιμή του ίχνους μπορεί να είναι αρνητική. Οι αναβάτες πρέπει να δείχνουν μεγάλη προσοχή σε αυτό το φαινόμενο κατά τη διάρκεια μιας στροφής: η ροπή επαναφοράς μπορεί να μειωθεί όταν η μοτοσυκλέτα κινείται σε ανώμαλο έδαφος ή σε έδαφος με πέτρες. Μία γρήγορη μεταβολή του ίχνους μπορεί να προκαλέσει ξαφνικές αλλαγές στη ροπή επαναφοράς με αποτέλεσμα την προσωρινή απώλεια ελέγχου της μοτοσυκλέτας.



Εικόνα 1.13 αρνητική τιμή του ίχνους λόγω ανωμαλίας στο οδόστρωμα

⁵⁵ Vittore Cossalter , « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614, κεφάλαιο 1.3

Μαθηματικά, το ίχνος μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$t = R_f \cdot \tan \varepsilon \cdot \cos \delta - \frac{\sqrt{1 - (\sin \delta \cdot \sin \varepsilon)^2}}{\cos \varepsilon} \cdot d$$

όπου:

R_f : Η ακτίνα του εμπρός τροχού

ε : Η γωνία κάστερ

δ : Η γωνία περιστροφής του τιμονιού

d : Το όφσεντ του τροχού

Και σε αυτή την περίπτωση παρατηρούμε ότι η τιμή του ίχνους μπορεί να είναι θετική ή αρνητική, ανάλογα με την τιμή του δεύτερου όρου. Για να κατανοήσουμε τις παραμέτρους καλύτερα, θα διατηρούμε την παραδοχή της μηδενικής τιμής του όφσεντ και θα τις εξετάσουμε μία προς μία.

a) Γωνία κάστερ (ε)⁵⁶

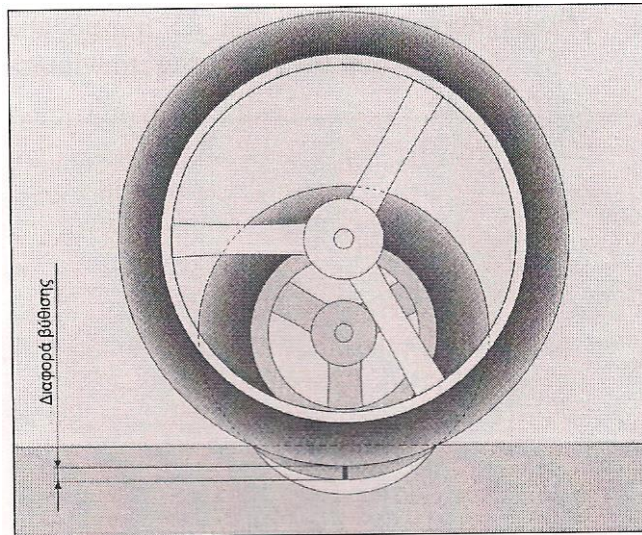
Όταν αυξάνεται η τιμή της γωνίας κάστερ αυξάνεται το μήκος του ίχνους και κατά συνέπεια η σταθερότητά της. Εδώ γίνεται σαφές γιατί οι μοτοσυκλέτες που κατασκευάζονται για κίνηση κυρίως σε αυτοκινητοδρόμους και τουρισμό έχουν μεγάλη γωνία κάστερ που ξεκινάει από 28° και μπορεί να φτάσει μέχρι και 40°. Οι μοτοσυκλέτες πίστας αντίθετα, χαρακτηρίζονται από μικρότερες κλίσεις και φτάνουν μέχρι και 21°.

b) Ακτίνα τροχού (R_f)

Εάν διατηρήσουμε όλες τις παραμέτρους σταθερές, παρατηρούμε ότι, εάν αυξήσουμε τη διάμετρο του τροχού, παράλληλα αυξάνεται και το ίχνος. Εάν αντικαταστήσουμε τον εμπρός τροχό με έναν διαφορετικής διαμέτρου, οι διαφορές στη συμπεριφορά της μοτοσυκλέτας θα είναι μεγάλες. Η μοτοσυκλέτα είναι πολύ ευαίσθητη στο θέμα της τιμής του ίχνους, που ακόμα αν αντικαταστήσουμε τα ελαστικά με κάποια διαφορετικού προφίλ, θα παρατηρήσουμε διαφορά στη συμπεριφορά της. Επίσης, η διάμετρος του τροχού παίζει ρόλο και στο επίπεδο της άνεσης της μοτοσυκλέτας:

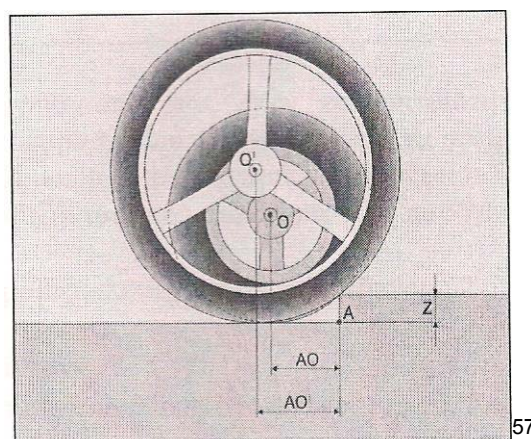
⁵⁶ Vittore Cossalter, « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614, κεφάλαιο 2.2, 2.3, 2.4

Έστω ότι στο δρόμο υπάρχει μια λακούβα, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Παρατηρούμε ότι ο τροχός με τη μεγαλύτερη διάμετρο δε βυθίζεται πολύ μέσα στην τρύπα, όσο ο μικρότερης διαμέτρου. Η βύθιση αυτή του τροχού επηρεάζει την επιτάχυνση και την ταχύτητα του οχήματος και είναι φανερό ότι με τον μεγαλύτερο τροχό η κίνηση θα είναι ομαλότερη και η ρύθμιση των αναρτήσεων ευκολότερη.



Εικόνα 1.14 διέλευση από λακούβα

Αντίθετα, όταν οι τροχοί συναντούν εξόγκωμα η διαδρομή που θα ακολουθήσουν είναι ακριβώς η ίδια, ακόμα και αν έχουν διαφορετική διάμετρο. Αυτό που αλλάζει είναι οι κάθετες ταχύτητες και οι επιταχύνσεις των τροχών.



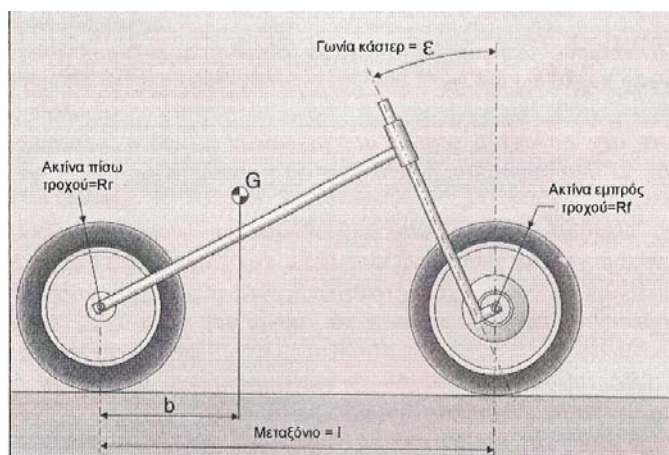
Εικόνα 1.15 διέλευση από εξόγκωμα

⁵⁷ Vittore Cossalter , « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614, κεφάλαιο 2.2, 2.3, 2.4

Όσο μεγαλύτερη διάμετρο έχει ο τροχός, τόσο πιο μεγάλη είναι η απόσταση ΑΟ ανάμεσα στην προβολή του κέντρου του τροχού προς το έδαφος και το σημείο επαφής του με το εμπόδιο. Χρησιμοποιώντας τροχούς μεγάλης διαμέτρου, η τιμή της ταχύτητας και της επιτάχυνσης των μη αναρτημένων μαζών θα ελαττωθεί, πράγμα που είναι προς όφελος άνεσης, όπως θα δούμε παρακάτω.

c) Όφσεντ (d)

Όλες οι μοτοσυκλέτες παραγωγής έχουν το μπροστινό τους τροχό μπροστά από τον άξονα πεδاليούχησης, όπως είδαμε παραπάνω. Όπως φαίνεται στην εξίσωση (1.6), το όφσεντ (d) είναι ένας παράγοντας που πολλαπλασιάζει τον αρνητικό όρο, οπότε όταν αυτό αυξάνεται, το ίχνος μειώνεται. Οι διάφοροι συνδυασμοί του όφσεντ και της γωνίας κάστερ, καθορίζουν το μήκος του ίχνους. Είναι δυνατό να έχουμε το ίδιο μήκος ίχνους χρησιμοποιώντας διαφορετικούς συνδυασμούς ίχνους-γωνίας κάστερ. Όταν χρειάζεται, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε λύσεις με μηδενική τιμή γωνίας κάστερ ή μηδενικό όφσεντ. Οι περισσότερες «καθημερινές» μοτοσυκλέτες έχουν μήκος ίχνους που κυμαίνεται μεταξύ 25-40 mm.



Εικόνα 1.16 βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά μοτοσυκλέτας

1.3.2 Δύναμη

Ο όρος δύναμη που χρησιμοποιείται, στην πραγματικότητα αντιπροσωπεύει μία πολύπλοκη αναλυτική έκφραση που εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της μοτοσυκλέτας, αλλά κυρίως τις δυνάμεις που δέχεται το μπροστινό σύστημα. Αυτές οι δυνάμεις επηρεάζονται άμεσα από τους εξής παράγοντες:

- Το βάρος της μοτοσυκλέτας (συμπεριλαμβανομένου του αναβάτη), και την κατανομή του
- Την ταχύτητα κίνησης
- Το συντελεστή τριβής ανάμεσα στο έδαφος και το ελαστικό

Ας εξετάσουμε τον καθένα από του όρους ξεχωριστά.

a) Το βάρος και η κατανομή του

Όσο αυξάνεται το βάρος, ο δυναμικός παράγοντας και παράλληλα η ροπή επαναφοράς, αυξάνονται σε απόλυτη τιμή. Αυτό σημαίνει ότι όταν η ροπή είναι αρνητική, μία βαριά μοτοσυκλέτα γέρνει και πέφτει πιο εύκολα. Αντιστρόφως, αν η ροπή είναι θετική, για παράδειγμα σε υψηλές ταχύτητες, είναι πιο εύκολο η μοτοσυκλέτα να διατηρηθεί σε όρθια θέση και να κινηθεί σε ευθεία τροχιά. Η απόσταση του κέντρου βάρους της μοτοσυκλέτας από τον άξονα του πίσω τροχού συμβολίζεται με το γράμμα b . Μικρότερη τιμή του b φανερώνει ότι το Κ.Β. είναι μετατοπισμένο προς το μπροστινό τμήμα της μοτοσυκλέτας. Η κατανομή του βάρους της μοτοσυκλέτας είναι από τις πιο σημαντικές παραμέτρους ώστε να επιτύχουμε ευκολία ελέγχου. Μεγάλο φορτίο στο μπροστινό τροχό σημαίνει πρόσθετη δυσκολία στο να περιστραφεί το τιμόνι σε θέση στάσης ή σε χαμηλές ταχύτητες καθιστώντας τη μοτοσυκλέτα πιο «δυσκολοδήγητη».

Αντίθετα, κατά τις υψηλές ταχύτητες όπου εμφανίζεται το αεροδυναμικό φαινόμενο της άνωσης και υπάρχει η τάση της ανύψωσης του μπροστινού συστήματος, μεγαλύτερο φορτίο στον μπροστινό τροχό θα επιδρούσε θετικά γιατί θα υπήρχε καλύτερη επαφή με το οδόστρωμα και συνεπώς μεγαλύτερη σταθερότητα. Στην περίπτωση που είχαμε μηδενική κατανομή βάρους στον μπροστινό τροχό, είναι φανερό ότι δεν θα υπήρχε ροπή επαναφοράς και επιπλέον ο έλεγχος του οχήματος θα ήταν πιο δύσκολος. Σε κάθε περίπτωση, η σωστή κατανομή του βάρους εξαρτάται από το είδος και το σκοπό για τον οποίο προορίζεται η μοτοσυκλέτα ή καλύτερα, από τις ταχύτητες που είναι ικανή να κινηθεί. Μία μοτοσυκλέτα δρόμου, για παράδειγμα, που κατά τη διάρκεια των στροφών συνήθως κινείται με ταχύτητες που μπορεί να ξεπεράσουν τα 60 km/h, πρέπει αν έχει μεγαλύτερη κατανομή βάρους στον μπροστινό τροχό, αφού τα προβλήματα που θα προκύψουν από αυτό κατά την κίνηση σε χαμηλές ταχύτητες της τάξης των 20-30 km/h είναι μικρής σημασίας. Φυσικά, το βάρος του αναβάτη πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Μια μοτοσυκλέτα μικρού κυβισμού ζυγίζει περίπου 70 kg ενώ μια τουριστική φτάνει μέχρι τα 220 kg, με την κατανομή βάρους 50/50 στον μπροστινό και τον πίσω άξονα. Το μέσο βάρος ενός αναβάτη θεωρείται μέχρι τα 75 kg, οπότε η αναλογία μεταξύ βάρους αναβάτη/ βάρους μοτοσυκλέτας να κυμαίνεται από 1:1 μέχρι 3:3.

Από την παραπάνω παρατήρηση είναι φανερό ότι η θέση του αναβάτη επηρεάζει άμεσα την κατανομή του βάρους, κι αυτό γιατί έχει τη δυνατότητα να μετακινηθεί και να φορτίσει περισσότερο ή λιγότερο τον μπροστινό άξονα (περίπου 5-7 kg), αλλάζοντας την ισορροπία και τη συμπεριφορά της μοτοσυκλέτας. Όμως, ο αναβάτης δεν είναι μία μάζα σταθερά συνδεδεμένη με τη μοτοσυκλέτα. Εφόσον έχει τη δυνατότητα να επηρεάζει κατά πολύ την κατανομή του βάρους με το να αλλάζει θέση ανάλογα με την περίπτωση και τις απαιτήσεις της μοτοσυκλέτας, πρέπει να υπολογίζεται ως ένα σώμα με μεγάλη ελευθερία κινήσεων. Αυτό περιπλέκει κατά πολύ τους υπολογισμούς των μαθηματικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται από τους κατασκευαστές ώστε να περιγραφεί η κατευθυντικότητα και η ευκολία ελέγχου μιας μοτοσυκλέτας. Στην πραγματικότητα είναι πολύ δύσκολο να εξομοιωθεί η συμπεριφορά του αναβάτη π.χ. κατά τη διάρκεια διαφόρων φάσεων μιας στροφής. Γενικά όταν ο αναβάτης βρίσκεται πάνω στη μοτοσυκλέτα, το βάρος που φορτίζει περισσότερο το πίσω τμήμα της, διαμορφώνοντας την κατανομή κοντά στο 60% ως προς τον πίσω τροχό. Το ποσοστό αυτό αυξάνεται όταν στη μοτοσυκλέτα προστεθεί συνεπιβάτης και αποσκευές. Συνοψίζοντας, μειωμένη κατανομή βάρους στον μπροστινό τροχό οδηγεί σε μείωση της ροπής επαναφοράς, ενώ το σωστά τοποθετημένο βάρος έχει επίδραση στην «προθυμία» με την οποία η μοτοσυκλέτα δέχεται τις αλλαγές κλίσεων και γενικώς επηρεάζει τη συμπεριφορά της

b) Ταχύτητα κίνησης

Η ταχύτητα κίνησης επηρεάζει ευνοϊκά τη σταθερότητα της μοτοσυκλέτας, όπως φαίνεται από την εξίσωση (1.3), όπου εμφανίζεται στον όρο της πλευρικής δύναμης. Βάση αυτού, μπορούμε να εξηγήσουμε γιατί ακόμα και σε πολύ μεγάλες ταχύτητες που μπορεί να ξεπερνούν και τα 280 km/h, ο αναβάτης διατηρεί το αίσθημα ότι έχει πλήρη έλεγχο της μοτοσυκλέτας. Η εξίσωση της ροπής επαναφοράς φανερώνει ότι για κάθε μοτοσυκλέτα υπάρχει η μικρότερη τιμή της ταχύτητας για την οποία η τιμή της παραμένει θετική (για θετική τιμή ίχνους). Σε γενικές γραμμές, κατά τις χαμηλές ταχύτητες, η ροπή επαναφοράς είναι ανεπαρκής και ο αναβάτης για να διατηρήσει την ισορροπία πρέπει να βασιστεί στην ικανότητα του να ελέγχει τη μοτοσυκλέτα στρίβοντας το τιμόνι και μετακινώντας το βάρος του. Όσο η ταχύτητα αυξάνεται, η ροπή επαναφοράς βοηθάει στο να διατηρηθεί όρθια η μοτοσυκλέτα και έτσι απαιτείται λιγότερη προσπάθεια από πλευράς αναβάτη.

c) Συντελεστής τριβής

Εύκολα μπορεί να περιγραφεί η επίδραση που έχει ο συντελεστής τριβής στον δυναμικό παράγοντα. Όταν ο συντελεστής τριβής είναι μεγάλος, η μοτοσυκλέτα κινείται καλύτερα. Με μηδενική τιμή συντελεστή τριβής δε θα ήταν δυνατό να ελέγξουμε το όχημα. Αρκεί να φανταστούμε πως είναι να κινείσαι πάνω σε πάγο. Η τιμή του εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του οδοστρώματος, του ελαστικού και την παρουσία ή όχι άλλων υλικών ανάμεσα στην επιφάνεια επαφής τους. Η μέγιστη ωφέλιμη δύναμη τριβής δίνεται από τον τύπο:

$$F_{\tau\rho} = f \cdot C \quad (1.7)$$

όπου:

f: ο συντελεστής τριβής (η μέγιστη τιμή του είναι 1)

C: Το κάθετο φορτίο στον τροχό

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ο ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΜΟΤΟΣΥΚΛΕΤΑΣ ΣΤΙΣ ΣΤΡΟΦΕΣ

Κατά την κίνηση μιας μοτοσυκλέτας σε στροφή ενεργούν δύο φαινόμενα που παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στο να διατηρεί τη γραμμή και τη σταθερότητα της. Αυτά είναι:

- Φυγόκεντρος δύναμη
- Γυροσκοπικές ροπές

2.1 Φυγόκεντρος δύναμη

Η φυγόκεντρος δύναμη είναι μία προφανής δύναμη που ενεργεί στο κέντρο βάρους ενός σώματος και τείνει να το τραβήξει εξωτερικά όταν περιστρέφεται γύρω από ένα κέντρο. Η διεύθυνση του είναι όμοια με την νοητή ευθεία που ενώνει το κέντρο βάρους του σώματος με το κέντρο καμπυλότητας της τροχιάς και κατευθύνεται προς το εξωτερικό της καμπύλης. Ο τύπος με τον οποίο υπολογίζουμε την φυγόκεντρο δύναμη που ασκείται σε μία μοτοσυκλέτα είναι:

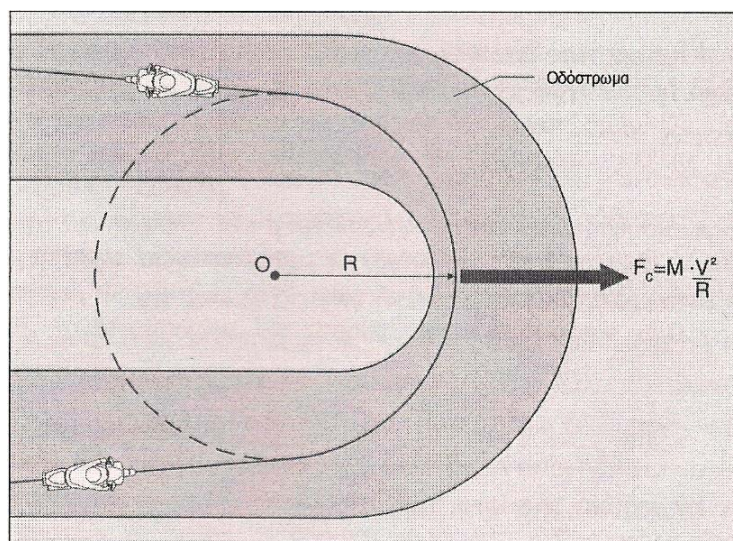
$$F_c = \frac{MV^2}{R} \quad (2.1)$$

όπου:

M: η μάζα της μοτοσυκλέτας

V: η ταχύτητα της μοτοσυκλέτας

R: η ακτίνα της καμπυλότητας της τροχιάς



Εικόνα 2.1

2.2 Γυροσκοπικές ροπές

Ας θυμηθούμε από το προηγούμενο κεφάλαιο πως, αν περιστρέψουμε τον άξονα πάνω στον οποίο περιστρέφεται ένας τροχός, θα εμφανιστεί μία ροπή που τείνει να περιστρέψει το σύστημα τροχού-άξονα προς την αντίθετη κατεύθυνση από την επιθυμητή τροχιά.

2.3 Γενικά για τις στροφές

Ας κρατήσουμε στο μυαλό μας τους ορισμούς της φυγόκεντρης δύναμης και της γυροσκοπικής ροπής και να ετοιμαστούμε να στρίψουμε στην πρώτη μας στροφή, για παράδειγμα προς τα δεξιά. Παρ' όλη την πρόθεσή μας να στρίψουμε δεξιά, κατά τη διάρκεια της κίνησης ας στρίψουμε το τιμόνι προς τα αριστερά με μία απότομη και σύντομη κίνηση. Εφόσον η μοτοσυκλέτα αλλάζει διεύθυνση, δημιουργείται φυγόκεντρος δύναμη και γυροσκοπική ροπή με τις εξής συνέπειες:

- Η φυγόκεντρος δύναμη που ενεργεί στο κέντρο βάρους και έχει διεύθυνση προς το εξωτερικό της τροχιάς, τείνει να ανατρέψει την μοτοσυκλέτα γέροντάς τη προς τα δεξιά.
- Η γυροσκοπική ροπή θα δημιουργηθεί από την περιστροφή προς τα αριστερά του άξονα του περιστρεφόμενου τροχού και θα περιστρέψει τη μοτοσυκλέτα προς τα δεξιά.

Σε αυτή τη στιγμή θα αισθανθούμε ότι χάνουμε τον έλεγχο της μοτοσυκλέτας η οποία θα πλαγιάσει προς τα δεξιά. Εάν στρίψουμε το τιμόνι ελαφρώς προς τα δεξιά, πράγμα που γίνεται ανεπαίσθητα κάθε φορά, η μοτοσυκλέτα θα κινηθεί σε καμπύλη τροχιά. Το αποτέλεσμα της κίνησης είναι η εμφάνιση φυγόκεντρος δύναμης που τείνει να ανατρέψει το δίκυκλο προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτή της στροφής δημιουργώντας μια νέα εξίσωση ισορροπίας.

Η δύναμη που δημιουργείται από το βάρος της μοτοσυκλέτας και τείνει να τη <<ρίξει>> προς το εσωτερικό της στροφής, σε συνδυασμό με τη φυγόκεντρο δύναμη οδηγούν στη δημιουργία μιας συνισταμένης δύναμης με διεύθυνση όμοια με την ευθεία που ενώνει το κέντρο βάρους του συστήματος αναβάτη-μοτοσυκλέτας με το σημείο επαφής του τροχού στο έδαφος.

Ας σημειώσουμε ότι, παρόλο που η πρόθεση μας ήταν να στρίψουμε προς τα δεξιά, η αρχική κίνηση ήταν να περιστρέψουμε το τιμόνι προς τα αριστερά. Όπως είναι φανερό, σε χαμηλές ταχύτητες όπου οι γυροσκοπικές ροπές έχουν σχεδόν μηδενική τιμή, η μοτοσυκλέτα θα επηρεάζεται περισσότερο από τη φυγόκεντρο δύναμη.

2.4 Τεχνική οδήγησης σε στροφή

Στην πραγματικότητα, η πραγματοποίηση μιας στροφής μπορεί να γίνει χωρίς ο αναβάτης να κρατάει το τιμόνι. Η τεχνική παραμένει ίδια, απλά εφαρμόζεται με διαφορετικό τρόπο, μεταβάλλοντας τη γωνία κλίσης της μοτοσικλέτας.

Ας υποθέσουμε ότι κινούμαστε σε ευθεία τροχιά χωρίς να έχουμε τα χέρια στο τιμόνι. Για να στρίψουμε τη μοτοσικλέτα προς τα δεξιά, αρχικά θα την πλαγιάσουμε ελαφρά προς τα αριστερά. Το τιμόνι θα ακολουθεί την κίνηση του πλαισίου και θα περιστραφεί προς την ίδια κατεύθυνση, δημιουργώντας μία μικρή γωνία προς τη διεύθυνση της στροφής, η οποία είναι απαραίτητη για να στρίψουμε με τον <<παραδοσιακό>> τρόπο. Σε αυτό το σημείο θα γείρουμε το σώμα μας προς τα δεξιά στρίβοντας ακριβώς στην ίδια θέση με την προηγούμενη τεχνική στροφής.

Συνεπώς υπάρχουν δύο τεχνικές για την πραγματοποίηση μιας στροφής: η πρώτη βασίζεται στην κίνηση του τιμονιού, ενώ η δεύτερη αποκλειστικά στην τοποθέτηση του σώματος του αναβάτη πάνω στη μοτοσικλέτα χωρίς την χρήση χεριών.

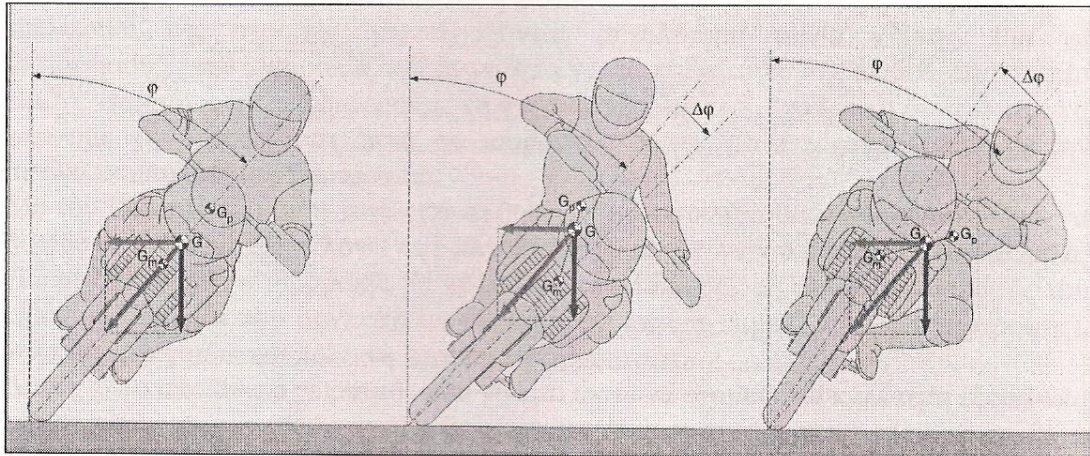
Σε πραγματικές συνθήκες κίνησης, οι μοτοσικλέτες οδηγούνται με διάφορους τρόπους, ενώ σχεδόν πάντα ο αναβάτης χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό των δύο παραπάνω τεχνικών. Η τεχνική που θα χρησιμοποιήσει ο αναβάτης, εξαρτάται από το είδος της μοτοσικλέτας, από το προσωπικό στυλ του αναβάτη και φυσικά από τις συνθήκες κίνησης της στιγμής.

2.5 Στυλ οδήγησης

Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση, είναι εύκολο να καταλάβει κανείς γιατί είναι δυνατό να οδηγήει ο καθένας μοτοσικλέτα με τόσο διαφορετικό και ιδιαίτερο στυλ, σαν αυτά που συναντάμε σε αγώνες ταχύτητας ή εκτός δρόμου:

- Μερικοί αναβάτες είναι εξαιρετικά ευέλικτοι πάνω στη μοτοσικλέτα και προτιμούν να πλαγιάζουν πιο πολύ τη μοτοσικλέτα, χρησιμοποιώντας ελάχιστα το τιμόνι.
- Άλλοι, υιοθετούν ένα πιο συμπαγές στυλ, τείνοντας να γίνουν <<ένα σώμα>> με τη μοτοσικλέτα, χρησιμοποιώντας περισσότερο το τιμόνι.

Κάθε στυλ είναι αποτελεσματικό και αυτό φαίνεται από τους αγώνες, όπου υπάρχουν νικητές που χρησιμοποιούν μία απ' τις δύο τεχνικές. Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα διαφορετικά στυλ οδήγησης, όπου σε κάθε περίπτωση, η κλίση που παρουσιάζει το σύστημα αναβάτη-μοτοσικλέτας σε σχέση με το έδαφος, είναι ακριβώς ίδια.



58

Εικόνα 2.2

Ο πρώτος αναβάτης δεν γέρνει τόσο σε σχέση με το πλαίσιο: το συνολικό κέντρο βάρους παραμένει στον άξονα συμμετρίας της μοτοσικλέτας. Ο δεύτερος αναβάτης παραμένει σε πιο όρθια θέση με αποτέλεσμα την αύξηση της γωνίας κλίσης της μοτοσικλέτας κατά $\Delta\varphi$. Ο τελευταίος αναβάτης γέρνει προς το εσωτερικό της στροφής, γέρνοντας τη μοτοσικλέτα λιγότερο σε σχέση με τους άλλους δύο.

Ας εξετάσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν το οδηγικό στυλ του κάθε αναβάτη:

- Μοτοσικλέτες που χαρακτηρίζονται από <<βαρύ>> τιμόνι με μεγάλη αντίσταση στην περιστροφή του συστήματος διεύθυνσης, κυρίως στρίβουν με την κλίση της μοτοσικλέτας.
- Μοτοσικλέτες που χαρακτηρίζονται από δυσκολία τοποθέτησής τους σε κλίση, στρίβουν με περιστροφή του τιμονιού.

Επίδραση των συνθηκών οδήγησης:

- Κατά το φρενάρισμα, το βάρος της μοτοσικλέτας μετατοπίζεται και φορτίζει περισσότερο το μπροστινό σύστημα και κατ' επέκταση τον τροχό. Τότε, είναι καλύτερα ο αναβάτης να μετακινήσει το σώμα του ή να γείρει τη μοτοσικλέτα ώστε να στρίψει.
- Κατά την επιτάχυνση σε μία στροφή, φορτίζεται περισσότερο το πίσω σύστημα και συγχρόνως αποφορτίζεται το μπροστινό. Σε αυτή την περίπτωση είναι καλύτερα ο αναβάτης να στρίβει το τιμόνι.

⁵⁸ Vittore Cossalter , « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614, κεφάλαιο 1.3 fig1-6, κεφάλαιο 2.5.5, fig 2-17

Δεν υπάρχει κατάλληλη μαθηματική έκφραση που να προσδιορίζει τον καλύτερο τρόπο οδήγησης για κάθε περίπτωση ή τύπο μοτοσικλέτας. Στην πραγματικότητα κατά την διάρκεια μιας στροφής μεγάλης διάρκειας, ο αναβάτης μπορεί να περάσει από το ένα στυλ στο άλλο.

Πώς όμως μπορούμε να αλλάξουμε την ακτίνα της καμπυλότητας τροχιάς; Να μεγαλώσουμε ή να μικρύνουμε την τροχιά μας;

Όπως περιγράψαμε παραπάνω, μπορούμε να πλαγιάσουμε τη μοτοσικλέτα περισσότερο, να στρίψουμε το τιμόνι περισσότερο, ή να μεταβάλλουμε την ταχύτητα. Ας υποθέσουμε ότι κινούμαστε σε μία στροφή με σταθερή κλίση της μοτοσικλέτας και του τιμονιού. Με τη μείωση της ταχύτητας, μειώνεται παράλληλα και η φυγόκεντρος δύναμη με αποτέλεσμα η μοτοσικλέτα να γέρνει περισσότερο προς το εσωτερικό της στροφής παρουσιάζοντας μεγαλύτερη γωνία κλίσης. Για να διατηρήσουμε την ισορροπία, αυξάνουμε τη γωνία πηδαλιούχησης περιστρέφοντας το τιμόνι, επομένως αν επαναφέρουμε την φυγόκεντρο δύναμη, έχουμε τη δυνατότητα να φέρουμε την μοτοσικλέτα ξανά σε ισορροπία. Ταυτόχρονα, έχουμε μικρύνει την ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς.

Με τον ίδιο τρόπο, εάν η ταχύτητα αυξηθεί, η μοτοσικλέτα θα παρουσιάσει τάση να σηκωθεί σε όρθια θέση λόγω της μεγαλύτερης φυγόκεντρος δύναμης. Παράλληλα, για να διατηρηθεί η ισορροπία θα πρέπει να ελαττώσουμε τη γωνία περιστροφής του τιμονιού (πράγμα που συνεπάγεται μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας της στροφής), και έτσι ανοίγουμε πιο πολύ τη <<γραμμή>> της τροχιάς. Αυτός είναι ακριβώς ο χειρισμός που γίνεται ώστε να έχουμε την καλύτερη έξοδο από μία στροφή.

Και στις δύο περιπτώσεις, η μοτοσικλέτα παραμένει εξαιρετικά φιλική προς τον αναβάτη και απόλυτα κατευθυνόμενη.

- Ας υποθέσουμε ότι την στιγμή που κινούμαστε σε μία στροφή, η τροχιά της κλείνει απότομα χωρίς ο αναβάτης να το προβλέψει, και κλείνει το γκάζι με αποτέλεσμα να επιβραδύνει. Το αποτέλεσμα θα είναι η μοτοσικλέτα να κλείσει και άλλο την τροχιά της και παράλληλα να διατηρήσει το μονοπάτι της.
- Στην αντίθετη περίπτωση, σε μία στροφή πιο <<απλωτή>> με μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας, με το να επιταχύνουμε και να αυξήσουμε την ταχύτητα, η μοτοσικλέτα αυτόματα θα <<ανοίξει>> την τροχιά της.

2.6 Γωνία κλίσης και μέγιστη ταχύτητα

Είδαμε στην εικόνα 2.2 πως επιτυγχάνεται η εξίσωση ισορροπίας κατά την στροφή:

Όσο αυξάνεται η ταχύτητα στη διάρκεια της στροφής, αυξάνεται και η φυγόκεντρος δύναμη και παράλληλα, η γωνία κλίσης της μοτοσικλέτας. Είναι δυνατό να αυξήσουμε τη γωνία κλίσης και συνεπώς την ταχύτητα, μέχρι το σημείο όπου η κάθετη δύναμη που ασκεί το ελαστικό στο οδόστρωμα είναι αρκετά ικανοποιητική ώστε να εξουδετερώσει τη φυγόκεντρο δύναμη. Αυτή η απλή παρατήρηση εξηγεί γιατί τα ελαστικά που χρησιμοποιούμε πρέπει να προσφέρουν καλό κράτημα ώστε να καταφέρνουμε να στρίβουμε με μεγάλες κλίσεις και το σημαντικότερο, να επιτρέπουν να στρίβουμε σε στεγνό ή υγρό οδόστρωμα.

Ας αναλύσουμε την απλή εξίσωση του συντελεστή τριβής θεωρώντας την τιμή του ίση με 1. Σε αυτή την περίπτωση το βάρος της μοτοσικλέτας μαζί με του αναβάτη είναι ίσο με την κάθετη δύναμη και παράλληλα, η πιθανή γωνία κλίσης είναι 45° . Η ταχύτητα κίνησης σε τροχιά με ακτίνα καμπυλότητας R και η γωνία κλίσης της μοτοσικλέτας, είναι δύο έννοιες αυστηρά αλληλένδετες. Μόνο μία συγκεκριμένη γωνία κλίσης μπορεί να υπάρξει ώστε να υπάρξει η δυνατότητα να διατηρήσουμε την ισορροπία σε κάθε δεδομένη ταχύτητα όσο στρίβουμε.

Σύμφωνα με την εικόνα 2.2 έχουμε:

$$\tan\varphi = \frac{v^2}{R^2 \cdot g} \quad (2.2) \quad \text{ή ομοίως} \quad \varphi = \arctan \frac{v^2}{R^2 \cdot g} \quad (2.3)$$

Όπου: **V**: ταχύτητα κίνησης της μοτοσικλέτας

R: ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς

g: επιτάχυνση της βαρύτητας

Η μέγιστη ταχύτητα κίνησης σε στροφή επιτυγχάνεται όταν η φυγόκεντρος δύναμη είναι ίση με τη δύναμη της τριβής:

$$\frac{m \cdot v^2}{R} = f \cdot m \cdot g \rightarrow v_{\max} = \sqrt{f \cdot g \cdot R} \quad (2.4) \quad (2.5)$$

Όπου: **f**: συντελεστής τριβής

m: μάζα μοτοσικλέτας μαζί με τον αναβάτη

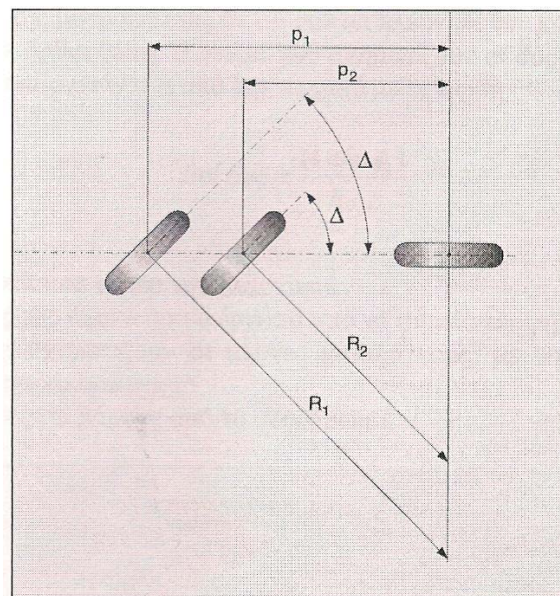
Όπως παρατηρούμε από την εξίσωση, η γωνία κλίσης της μοτοσικλέτας και η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να διατηρήσει κατά τη διάρκεια της στροφής, δεν εξαρτάται από τη μάζα της. Δηλαδή, μοτοσικλέτες διαφορετικού βάρους μπορούν αν κινηθούν στην ίδια στροφή με την ίδια ταχύτητα.

Εάν ισχύει το παραπάνω, γιατί οι μοτοσικλέτες αγώνων κατασκευάζονται 'οσο πιο ελαφριές γίνονται;

Η απάντηση είναι απλή: η εξίσωση (2.4) ισχύει μόνο όταν η μοτοσικλέτα είναι ήδη στη στροφή και διατηρεί σταθερή την ταχύτητα της, πράγμα που ισχύει μόνο θεωρητικά. Όσο διαρκεί η στροφή, διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την τροχιά, την ταχύτητα ή ακόμα και τη γωνία κλίσης, ώστε να είναι απαραίτητο ο αναβάτης να εκτελεί συνεχώς μικροδιορθώσεις για να διατηρήσει την ισορροπία και την επιθυμητή τροχιά. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την εμφάνιση αποδοτικότερων μηχανημάτων συλλογής δεδομένων κατά την κίνηση, έχει αποδειχθεί ότι εάν υπάρχει κάποια στιγμή όπου η μοτοσικλέτα είναι απολύτως σταθερή, είναι πολύ μικρής διάρκειας. Όσο πιο ελαφριά είναι η μοτοσικλέτα, τόσο λιγότερη προσπάθεια θα χρειαστεί από πλευράς αναβάτη ώστε να διορθωθούν οι απολίσεις από την επιθυμητή τροχιά.

2.7 Η επίδραση του μεταξονίου της μοτοσικλέτας στην ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς⁵⁹

Το μήκος της μοτοσικλέτας όπως είδαμε και στις εξισώσεις ισορροπίας σε προηγούμενο κεφάλαιο, είναι μία πολύ σημαντική παράμετρος, η επίδραση της οποίας μπορεί να περιγραφεί με απλές παρατηρήσεις.

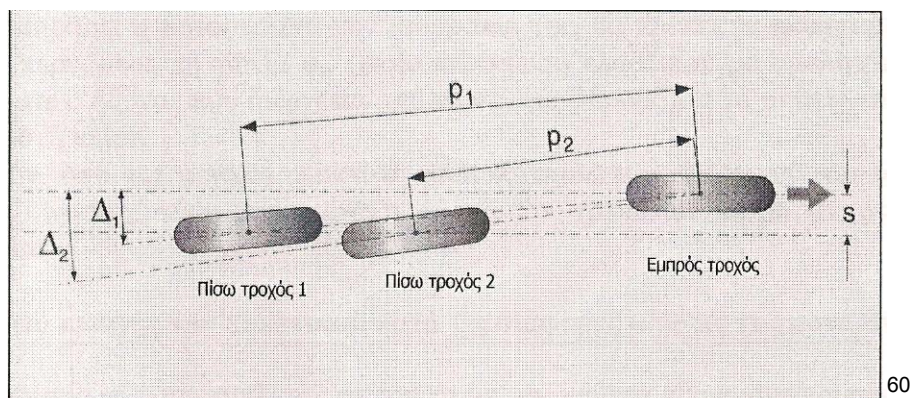


Εικόνα 2.3

Σύμφωνα με την εικόνα 2.3, είναι φανερό ότι μία μοτοσικλέτα με μεγάλο μεταξόνιο θα διαγράψει τροχιά με μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας σε σχέση με μία μικρότερου μεταξονίου, για την ίδια γωνία περιστροφής του τιμονιού.

⁵⁹ Vittore Cossalter, « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614, κεφάλαιο 1.9, fig 1-30

Έστω ότι στο οδόστρωμα υπάρχει μία λακκούβα, ή μια ριπή αέρα ή κάποια άλλη δύναμη που διαταράσσει τη μοτοσικλέτα και εμφανίζεται η κατάσταση που εμφανίζεται από την εικόνα 2.4, στην οποία ο πίσω τροχός μετακινείται κατά απόσταση S . Η γωνία κλίσης του τιμονιού είναι μικρότερη όταν το μεταξόνιο είναι μεγαλύτερο, άρα για την ίδια μετατόπιση, ο αναβάτης της πρώτης μοτοσικλέτας θα νιώσει μικρότερη ταλάντωση στο τιμόνι και συνεπώς το όχημα θα είναι πιο σταθερό.



Εικόνα 2.4

2.8 Η επίδραση του πλάτους του ελαστικού στην ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς

Όπως είδαμε σε προηγούμενο σημείο, για κάθε ταχύτητα κίνησης και ακτίνα καμπυλότητας, υπάρχει μία συγκεκριμένη γωνία κλίσης της μοτοσικλέτας. [εικόνα 2.2-εξίσωση (2.4)]

Εάν εξετάσουμε ένα ελαστικό μοτοσικλέτας κατά την διάρκεια στροφής, θα παρατηρήσουμε ότι το σημείο επαφής του ελαστικού με το οδόστρωμα μετακινείται προς το εσωτερικό της στροφής και ο άξονας που διέρχεται από το σημείο αυτό και το κέντρο βάρους της μοτοσικλέτας δε συμπίπτει πλέον με τον κάθετο άξονα της όσο αυτή βρισκόταν σε όρθια θέση. Η γωνία που σχηματίζουν οι δύο άξονες μεταξύ τους ονομάζεται $\Delta\varphi$ και παριστάνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$\sin(\Delta\varphi) = \frac{(t \cdot \sin\varphi_i)}{h-t} \quad (2.6)$$

Όπου:

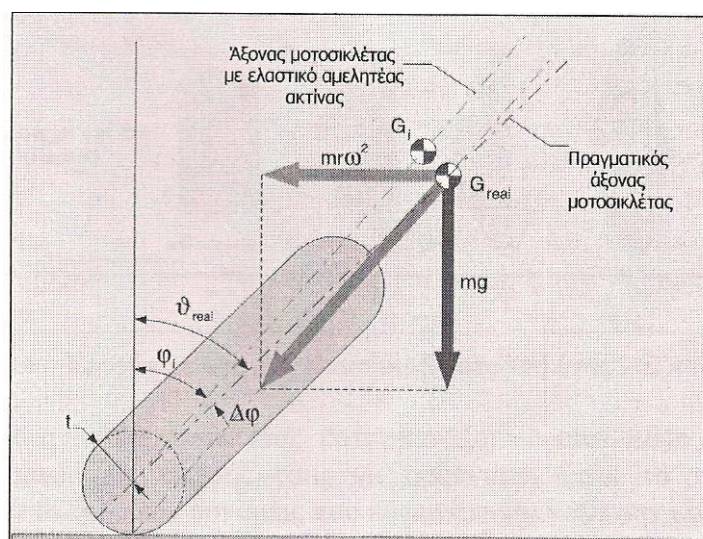
t: η ακτίνα του κυκλικού τομέα του ελαστικού

φ_i : η γωνία κλίσης του άξονα που διέρχεται από το σημείο επαφής

⁶⁰ Vittore Cossalter, « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614, κεφάλαιο 1.9, fig 1-30

$\Delta\phi$: η γωνία που σχηματίζουν οι άξονες μεταξύ τους, με την παραδοχή ότι το ελαστικό είναι μη παραμορφώσιμο

h: το ύψος του κέντρου βάρους από το οδόστρωμα



Εικόνα 2.5

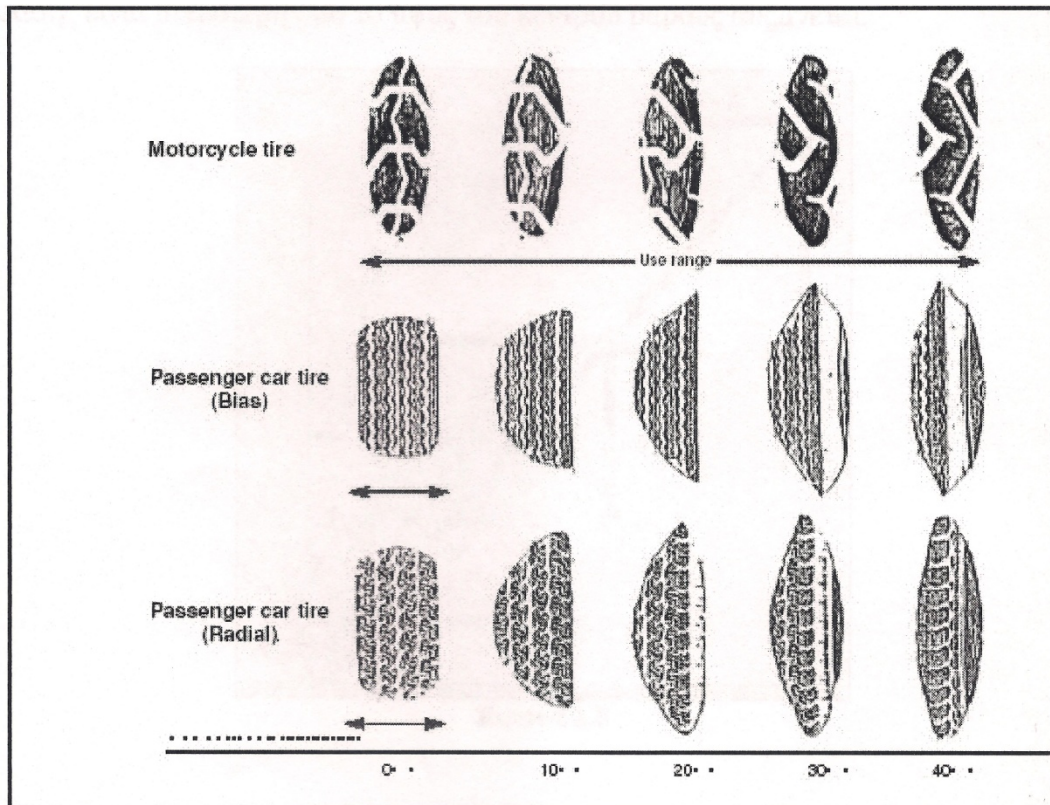
Για να διατηρήσει η μοτοσικλέτα την ισορροπία της, θα πρέπει να πλαγιάσει ακόμα πιο πολύ, περνώντας τη γωνία φ_i , (στην περίπτωση ελαστικού με αμελητέα ακτίνα $\varphi_i + \Delta\phi$), ώστε ο άξονας που διέρχεται από το κέντρο βάρους και το σημείο επαφής να έχει τη σωστή κλίση.

Άρα λοιπόν, όσο πιο μεγάλη είναι η ακτίνα καμπυλότητας του ελαστικού και ομοίως η ταχύτητα κίνησης, τόσο πιο μεγάλη κλίση θα χρειαστεί ώστε να στρίψει η μοτοσικλέτα.

2.9 Η επιφάνεια επαφής του ελαστικού κατά τις διάφορες κλίσεις της μοτοσικλέτας⁶¹

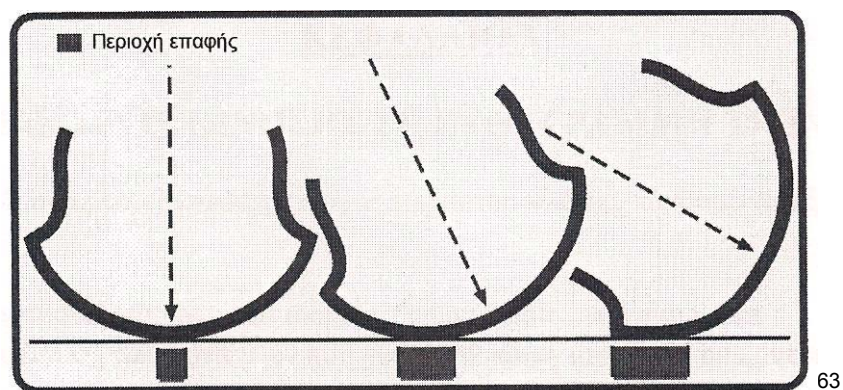
Η γωνία κλίσης της μοτοσικλέτας σε σχέση με τον κάθετο άξονα αντιπροσωπεύει την αντίστοιχη γωνία κάμπερ των αυτοκινήτων. Όπως είναι φανερό, το εύρος των τιμών που μπορεί να πάρει η γωνία κάμπερ στις μοτοσικλέτες είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό των αυτοκινήτων. Οι σημερινές αγωνιστικές μοτοσικλέτες, μπορούν να διαγράψουν κυκλικές τροχιές ενώ βρίσκονται υπό κλίση 50° τη στιγμή που το ελαστικό του αυτοκινήτου φτάνει το μέγιστο των 5° κλίσης. Εάν η γωνία κάμπερ ενός αυτοκινήτου είναι 30° , το ελαστικό θα κινείται με το πλαϊνό του τμήμα, πράγμα που επηρεάζει κατά πολύ την επιφάνεια επαφής του με το οδόστρωμα. Αντίθετα, η επιφάνεια επαφής του ελαστικού μιας μοτοσικλέτας, ελάχιστα μεταβάλλεται ακόμα και όταν αυτή βρίσκεται υπό μεγάλη κλίση. (εικόνα 2.6)

⁶¹ Vittore Cossalter, « Motorcycle Dynamics », lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614, κεφάλαιο 2.8, fig 2-34



Εικόνα 2.6 επιφάνεια επαφής ελαστικού μοτοσικλέτας και αυτοκινήτου

Τα σημερινά ελαστικά μοτοσικλέτας κατασκευάζονται έτσι ώστε όταν βρίσκονται υπό κλίση η επιφάνεια επαφής τους να αυξάνεται ώστε να είναι δυνατό να αντισταθμιστούν οι επιπλέον δυνάμεις που εμφανίζονται κατά την κίνηση.



Εικόνα 2.7

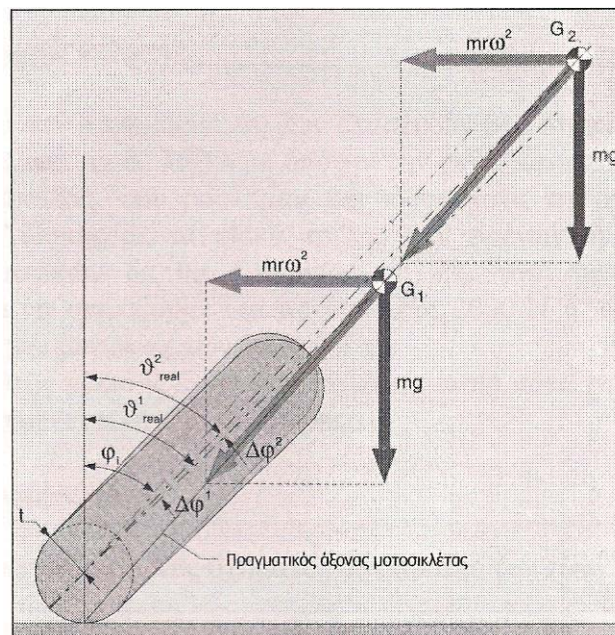
⁶² Vittore Cossalter , « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614, κεφάλαιο 2.8, fig 2-34, fig 2-35

⁶³ Lee Parks, Total Control: high performance street riding techniques, MBI publishing company 2003, ISBN 9780760314036, , chapter 1 traction

2.10 Η επίδραση του ύψους του κέντρου βάρους στη γωνία κλίσης της μοτοσικλέτας

Εάν παρατηρήσουμε στην εξίσωση (2.6), θα δούμε ότι η γωνία $\Delta\phi$ στην περίπτωση ελαστικού με αμελητέα ακτίνα, εξαρτάται τόσο από το ύψος του κέντρου βάρους όσο και από την ακτίνα του ελαστικού.

Αν αυξήσουμε το ύψος του κέντρου βάρους, με την ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς και την ταχύτητα κίνησης να παραμένουν σταθερές, η κλίση της μοτοσικλέτας μπορεί να είναι μικρότερη. Από την εικόνα 2.8 παρατηρούμε ότι η αύξηση κατά $\Delta\phi_i$ της θεωρητικής γωνίας κλίσης είναι μικρότερη όσο το ύψος του κέντρου βάρους αυξάνεται.



Εικόνα 2.8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΤΡΟΧΙΑ

Πριν αναλύσουμε τις εξισώσεις κίνησης της μοτοσικλέτας, κάνουμε τις εξής παραδοχές:

- Η μοτοσικλέτα είναι ένα άκαμπτο σώμα χωρίς αναρτήσεις
- Η ανάλυση των δυνάμεων που ενεργούν πάνω της έχουν οριζόντια διεύθυνση

3.1 Απαραίτητη ισχύς για κίνηση

Η απαραίτητη ισχύς για υπερνίκηση της αδράνειας ώστε το όχημα να κινηθεί στο οδόστρωμα με σταθερή ταχύτητα δίνεται από το άθροισμα της δύναμης αντίστασης αδράνειας και αεροδυναμικής αντίστασης.

$$P_{\text{απαρ}} = V \cdot (F_r + F_A) \quad (3.1)$$

Όπου: **V**: η ταχύτητα κίνησης

F_r: η δύναμη αντίστασης κύλισης των ελαστικών

F_A: η αεροδυναμική αντίσταση

3.1.1 Η δύναμη αντίστασης κύλισης

Δημιουργείται από την παραμόρφωση των ελαστικών στο σημείο επαφής τους με το οδόστρωμα. Κανονικά, αν δε λάβουμε υπόψη την αντίσταση που δημιουργείται από την τριβή της αλυσίδας, των ρουλεμάν και πιθανότατα την ελάχιστη επαφή που μπορεί να έχει οδίσκος με τα υλικά τριβής των φρένων, η δύναμη αντίστασης κύλισης των ελαστικών δε θα ξεπερνάει το 2% του συνολικού βάρους της μοτοσικλέτας. Για να σπρώξουμε μία μοτοσικλέτα 2000 N ή 200 kg με το χέρι, θα χρειαστεί δύναμη του μεγέθους των 40 N ή 4 kg. Η δύναμη αντίστασης κύλισης έχει μεγαλύτερη σημασία κατά την κίνηση σε χαμηλές ταχύτητες και ελαττώνεται στις μεγαλύτερες.

3.1.2 Αεροδυναμική αντίσταση

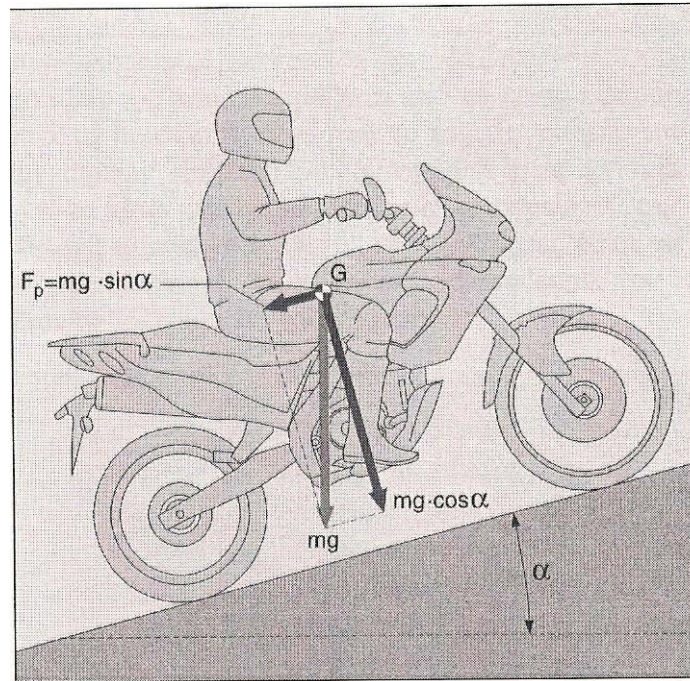
Η αεροδυναμική αντίσταση ενός οχήματος δίνεται από τον τύπο:

$$F_A = \frac{\rho \cdot V^2 \cdot C_x \cdot S}{2} \quad (3.2)$$

Όπως παρατηρούμε, η αντίσταση είναι ανάλογη με το τετράγωνο της ταχύτητας κίνησης, οπότε, η σημασία της είναι μεγαλύτερη όσο η ταχύτητα αυξάνεται.

Εάν η κίνηση δεν είναι σε οριζόντιο οδόστρωμα, αλλά σε πλαγιά υπό γωνία α , θα πρέπει να προσθέσουμε ακόμα μία δύναμη που χρειάζεται ώστε να υπερνικήσουμε τη συνισταμένη του βάρους που είναι παράλληλη στην ταχύτητα:

$$F_p = mg \cdot \sin \alpha \quad (3.3)$$



Εικόνα 3.1

Άρα η ισχύς που απαιτείται για να ανέβει η μοτοσικλέτα την πλαγιά είναι:

$$P_p = V \cdot mg \cdot \sin \alpha \quad (3.4)$$

Τα αποθέματα ισχύος μιας μοτοσικλέτας είναι αρκετά μεγάλα. Παρόλα αυτά δεν είναι πάντα αξιοποιήσιμα γιατί πάντα υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν την πρόσφυση του ελαστικού.

3.2 Όριο πρόσφυσης

Μερικές φορές δεν είναι δυνατό να μεταφερθεί η δύναμη του κινητήρα πλήρως στο έδαφος λόγω ανεπαρκούς συντελεστή τριβής. Η μέγιστη μεταδιδόμενη ισχύς είναι ίση με το φορτίο στον πίσω τροχό πολλαπλασιαζόμενη με το συντελεστή τριβής. Εάν ξεπεραστεί αυτό το όριο, ο τροχός θα χάσει την πρόσφυσή του.

$$P_{\max \text{μεταφ}} = V \cdot N_r \cdot f \quad (3.5)$$

Όπου:

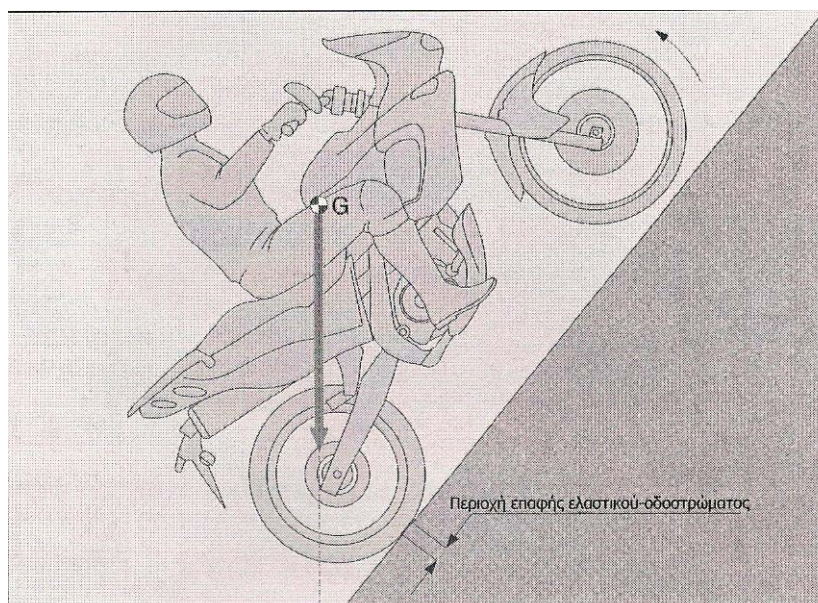
f: ο συντελεστής τριβής

N_r: το φορτίο στον πίσω τροχό

Όταν με τις συνθήκες κίνησης ο συντελεστής τριβής ελαττώνεται, για παράδειγμα λόγω ολισθηρού οδοστρώματος, ή παρουσία χύματος, η μοτοσικλέτα δε θα μπορέσει να μεταδώσει τη δύναμη του κινητήρα επιτυχώς στο οδόστρωμα ώστε να μπορέσει να ανέβει μία απότομη πλαγιά.

3.3 Όριο ανατροπής

Όταν η δύναμη του βάρους που εφαρμόζεται από το κέντρο βάρους του συστήματος μοτοσικλέτας-αναβάτη βρίσκεται πίσω από το σημείο επαφής του ελαστικού με το οδόστρωμα, είναι σχεδόν απίθανο να διατηρηθεί η ισορροπία. Η μοτοσικλέτα περιστρέφεται προς τα πίσω με σημείο αναφοράς το σημείο επαφής του πίσω τροχού. Η ενέργεια διόρθωσης που κάνουν οι έμπειροι αναβάτες είναι να μετακινήσουν το σώμα τους προς τα μπροστά φορτίζοντας περισσότερο τον μπροστινό τροχό μεταβάλλοντας έτσι τη θέση του κέντρου βάρους.



Εικόνα 3.2

3.4 Εξισώσεις κίνησης

Θεωρούμε ότι η μοτοσικλέτα δε διαθέτει αναρτήσεις και συμπεριφέρεται ως ένα άκαμπτο σώμα και ότι η ταχύτητα κίνησης είναι μικρή ώστε η αεροδυναμική αντίσταση να είναι αμελητέα.

Σε μικρή και σταθερή ταχύτητα μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε την κάθετη αντίδραση κάθε τροχού.

$$N_f = mg \frac{b}{L} \quad (3.6)$$

$$N_r = mg \frac{wb-b}{L} \quad (3.7)$$

Όπου:

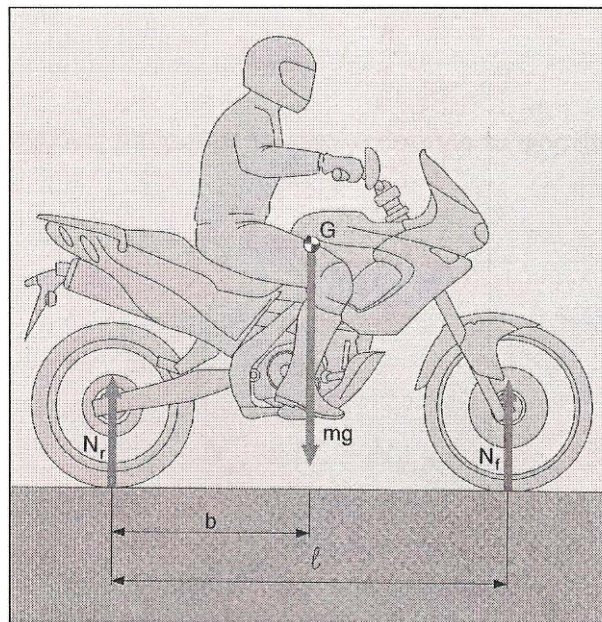
N_r : η αντίδραση στον πίσω τροχό

N_f : η αντίδραση στον μπροστά τροχό

b : η απόσταση ανάμεσα στο σημείο επαφής του πίσω τροχού και την προβολή του κέντρου βάρους στο οδόστρωμα

L : το μεταξόνιο της μοτοσικλέτας

Η τιμή των αντιδράσεων εξαρτάται αποκλειστικά από τη θέση του κέντρου βάρους στη μοτοσικλέτα και από το συνολικό της βάρος. Πιο συγκεκριμένα, όσο πιο μπροστά βρίσκεται το κέντρο βάρους, τόσο πιο μεγάλο φορτίο θα δέχεται ο εμπρός τροχός. Στην περίπτωση που το κέντρο βάρους βρίσκεται ακριβώς στο μέσο της μοτοσικλέτας, η κατανομή του ανάμεσα στο πίσω και το εμπρός μέρος θα είναι 50%.

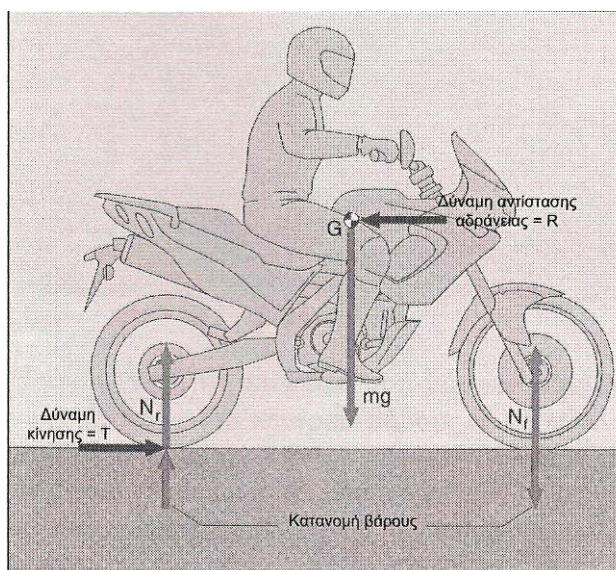


Εικόνα 3.3

3.5 Η συμπεριφορά της μοτοσικλέτας κατά την επιτάχυνση

Κατά την επιτάχυνση ενεργούν οι εξής δυνάμεις:

- Η δύναμη κίνησης T που ασκείται από το ελαστικό στο οδόστρωμα στο σημείο επαφής τους
- Η δύναμη αντίστασης κύλισης του ελαστικού, που θα τη θεωρούμε αμελητέα
- Η δύναμη αδράνειας R που εφαρμόζεται στο κέντρο βάρους του συστήματος αναβάτη-μοτοσικλέτας.



Εικόνα 3.4

Για να βρίσκεται το σύστημα σε ισορροπία σε σχέση με την προηγούμενή του κατάσταση, θα πρέπει να δημιουργήσουμε μία εξίσωση για τα κάθετα φορτία που ενεργούν στους τροχούς, ή αλλιώς τη μεταφορά βάρους:

$$N_{\text{καθ}} = T \frac{h}{l} \quad (3.8)$$

Από τις παρακάτω σχέσεις μπορούμε να υπολογίσουμε τα φορτία στους τροχούς:

$$N_{\text{sf}} = mg \frac{b}{l} - T \frac{h}{l} \quad (3.9)$$

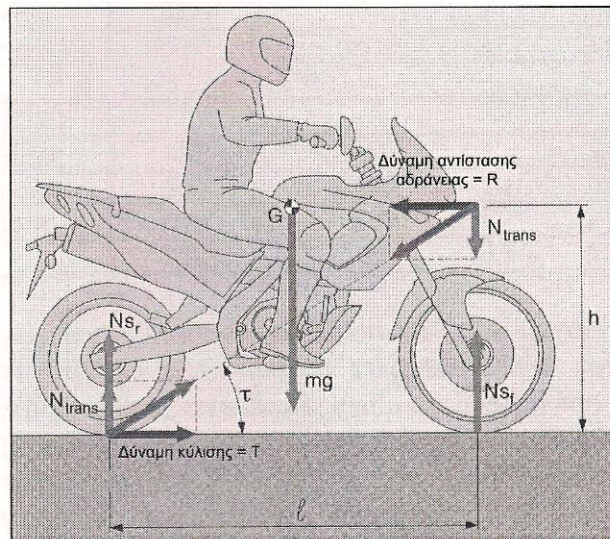
Ή

$$N_{\text{sf}} = N_f - N_{\text{καθ}} \quad (3.10)$$

Ομοίως για το πίσω ελαστικό:

$$N_{sr} = N_r + N_{καθ} \quad (3.11)$$

Χάριν στη μεταφορά βάρους, κατά την επιτάχυνση φορτίζεται περισσότερο ο πίσω τροχός και παράλληλα μειώνεται το φορτίο στον μπροστινό, επιτρέποντας έτσι μεγαλύτερη δύναμη να μεταφερθεί στο έδαφος. Η συνολική κάθετη αντίδραση όμως παραμένει σταθερή.



Εικόνα 3.5

Σύμφωνα με την εξίσωση (3.8), η μεταφορά του βάρους εξαρτάται πλήρως από τη δύναμη πρόσφυσης και το ύψος του κέντρου βάρους. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι, μοτοσικλέτες με μικρό μεταξόνιο και κέντρο βάρους τοποθετημένο ψηλά, θα έχουν την τάση να σηκώνουν στον αέρα τον μπροστινό τους τροχό κατά την επιτάχυνση. Η συνισταμένη των δυνάμεων της πρόσφυσης και του φορτίου του πίσω ελαστικού, είναι όμοια με αυτή της δύναμης αδράνειας σε συνδυασμό με το φορτίο του εμπρός τροχού (εικόνα 3.5). Η διεύθυνσή της θα παρουσιάζει κλίση σε σχέση με τον οριζόντιο άξονα, τέτοια που θα ισούται με την εφαπτόμενη του ύψους του κέντρου βάρους σε σχέση με το μεταξόνιο. Η γωνία τ που σχηματίζεται, ονομάζεται γωνία μεταφοράς φορτίου και ο ρόλος της είναι πολύ σημαντικός για τη συμπεριφορά της μοτοσικλέτας:

$$\tau = \arctan\left(\frac{h}{l}\right) \quad (3.12)$$

Μια μοτοσικλέτα με μεγάλη τιμή της γωνίας τ , χαρακτηρίζεται από μεγάλη μεταφορά βάρους. Ένας δείκτης της επιτάχυνσης ενός οχήματος είναι η αναλογία βάρους προς ιπποδύναμη ή αλλιώς κιλών ανά ίππο: όσο μικρότερη είναι, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιτάχυνση για την ίδια απόδοση δύναμης του κινητήρα. Ας συγκρίνουμε τη συμπεριφορά ενός αυτοκινήτου με μία μοτοσικλέτα:

Κατά την εκκίνηση από στάση, πχ σε ένα φανάρι, μοτοσικλέτες με κινητήρα ακόμα και 10 φορές μικρότερου κυβισμού από ένα αυτοκίνητο, είναι απολύτως ικανές να αφήσουν πολύ πίσω τα αυτοκίνητα.

Ας αναλύσουμε την αναλογία κιλών ανά ίππο σε μερικές διαφορετικές κατηγορίες αυτοκινήτων και μοτοσικλετών.

Είδος οχήματος	Κυβισμός (cc)	Βάρος με Επιβάτη (kg)	Απόδοση Κινητήρα (KW)	Kg/KW
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ				
Μικρού κυβισμού	1200	980	53,7	18,25
Μεσαίου κυβισμού	2000	1415	97	14,59
Υψηλής απόδοσης	2800	1570	142	11,06
αυτοκίνητο επιδόσεων	3200	1515	236	6,42
ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΕΣ				
Χαμηλής απόδοσης	125	150	24	6,25
Μεσαίας απόδοσης	600	200	70	2,86
Υψηλής απόδοσης	1100	230	110	2,09
superbike	900	180	130	1,38

Όπως είναι φανερό, σε σχέση με τα αυτοκίνητα, όλες οι μοτοσικλέτες, υψηλής και μη απόδοσης, ευνοούνται από την αναλογία κιλών ανά ίππο κατά την επιτάχυνση. Η απάντηση στο γιατί βρίσκεται στο διαφορετικό σχεδιασμό των δύο τύπων οχημάτων:

Οι μοτοσικλέτες σχεδιάζονται για γρήγορη οδήγηση, και λιγότερο για άνεση, ενώ αντίθετα, τα αυτοκίνητα για δυνατότητα μεταφοράς αποσκευών, άνεση, χαμηλή κατανάλωση, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής κινητήρα.

Τα αυτοκίνητα συχνά έχουν πέντε ταχύτητες με την τελευταία να αποτελεί την ταχύτητα <<ξεκούρασης>> του κινητήρα, ενώ σχεδόν πάντα οι μοτοσικλέτες έχουν έξι ταχύτητες <<κοντής>> κλιμάκωσης, ώστε να έχουμε πάντα τη μέγιστη δυνατή επιτάχυνση.

Μία άλλη διαφορά που θα μπορούσε κανείς να θέσει, είναι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τις μοτοσικλέτες και τα αυτοκίνητα. Η μοτοσικλέτα είναι ένα όχημα σχεδιασμένο να μεταφέρει δύο άτομα, με ελάχιστες αποσκευές, και αποτελεί μία πολύ απλή κατασκευή με μικρό βάρος. Αντιθέτως το αυτοκίνητο, κατασκευάζεται ώστε να μεταφέρει πέντε επιβάτες απολύτως προφυλαγμένους από τις εξωτερικές συνθήκες. Αυτό οδηγεί στη χρήση μεγάλου όγκου υλικών και τελικά στο μεγαλύτερο βάρος. Οπότε, η κατανάλωση ενέργειας των δύο διαφορετικών μέσων μεταφοράς, είναι ακόμα πιο ευδιάκριτη εάν σκεφτούμε ότι ένα άτομο που χρησιμοποιεί το οικονομικό κατά τα άλλα αυτοκίνητό του κάθε μέρα για να πάει στη δουλειά, έχει να επιταχύνει και να επιβραδύνει ένα όχημα που ζυγίζει, ας πούμε, 1100kg, ενώ το ίδιο άτομο θα μπορούσε να μετακινηθεί με μία μοτοσικλέτα μεσαίου κυβισμού και να μετακινήσει μία συνολική μάζα μέχρι και 10 φορές μικρότερη από το αυτοκίνητο.

3.6 Όριο επιβράδυνσης

Όπως και κατά την επιτάχυνση, τα όρια χαρακτηρίζονται είτε από την έλλειψη πρόσφυσης, είτε από υπερβολική μετατόπιση βάρους στον εμπρός τροχό αναγκάζοντας τον πίσω τροχό να σηκωθεί από το έδαφος.

Ας υποθέσουμε ότι εκτελούμε <<φρενάρισμα πανικού>> χρησιμοποιώντας αποκλειστικά το εμπρός φρένο:

Στην αρχή του φρεναρίσματος, το φορτίο στον εμπρός τροχό αντιστοιχεί περίπου στο 40% του συνολικού βάρους της μοτοσικλέτας, ώστε ένα απότομο και δυνατό πάτημα των φρένων μπορεί να οδηγήσει σε μπλοκάρισμα του τροχού. Σε αυτή την περίπτωση, το όριο δίνεται από την δυνατότητα πρόσφυσης του τροχού στο οδόστρωμα, και ισχύει μόνο όταν η πίεση που ασκούμε στο μπροστινό φρένο είναι μεγάλη και απότομη.

Μετά την αρχική πιβράδυνση, το φορτίο στον μπροστινό τροχό αυξάνεται, και μικραίνει η πιθανότητα να μπλοκάρει ο τροχός δίνοντας την δυνατότητα να επιβραδύνουμε ακόμα περισσότερο.

Με μεγαλύτερη επιβράδυνση φτάνουμε το όριο F_{max} της δύναμης φρεναρίσματος στο έδαφος και το φορτίο στον πίσω τροχό ενδέχεται να μηδενιστεί, με αποτέλεσμα να σηκωθεί δημιουργώντας μία επικύνδυνη κατάσταση. Η ενέργεια του αναβάτη τότε είναι να αφήσει το φρένο ώστε να επανέλθουν ξανά τα φορτία των τροχών σε ισορροπία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

4.1 Γενικά

Εδώ και αρκετά χρόνια οι εξετάσεις στις μοτοσικλέτες για την απόκτηση του κατάλληλου διπλώματος αλλάζουν και διαφοροποιούνται συνεχώς, ώστε να βελτιστοποιηθεί η ικανότητα και η ετοιμότητα των νέων οδηγών, για να μπορούν να οδηγούν με ασφάλεια σε όλο το κυκλοφοριακό δίκτυο της χώρας μας και όχι μόνο. Στόχος βέβαια είναι και η αποφυγή και μείωση του ποσοστού των τροχαίων ατυχημάτων. Έτσι λοιπόν πρέπει να γίνεται συνεχώς αρκετή δουλειά και αυτός είναι και ο λόγος που υπάρχουν τόσες συχνές τροποποιήσεις στον τρόπο των εξετάσεων.

4.2 Κατηγορίες μοτοσικλετών

Όπως είναι φυσικό δεν μπορούμε να οδηγήσουμε όλες τις μοτοσικλέτες με την ίδια ευκολία και τον ίδιο τρόπο οδήγησης. Έτσι έχουμε τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες διπλώματος. Αυτές έχουν χωριστεί ανάλογα με την ηλικία του εκπαιδευόμενου και τα κυβικά της μοτοσικλέτας.

Η πρώτη κατηγορία ονομάζεται **AM** και αφορά άτομα από 16 έως 18 ετών και μοτοσικλέτες αυτόματες, τύπου vespa, μέχρι 50cc. Η όλη διαδικασία απόκτησης του διπλώματος χρειάζεται έγκριση και από τους δύο γονείς του μαθητευόμενου, λόγω του νεαρού της ηλικίας (ανήλικος).

Η επόμενη κατηγορία ονομάζεται **A1** και αφορά άτομα από 18 ετών και άνω και μοτοσικλέτες μέχρι 125 cc. Βέβαια το υπουργείο μεταφορών και επικοινωνιών υποχρεώνει τους εξεταζόμενους να εκπαιδευτούν και να εξεταστούν με μοτοσικλέτα 125 cc η οποία να έχει συμπλέκτη χειρός. Η απόφαση αυτή βοηθάει τους νέους οδηγούς ώστε να αποκτήσουν την εμπειρία οδήγησης μοτοσικλέτας με συμπλέκτη από μικρή ηλικία. Αποκτώντας την **A1** κατηγορία κάποιος θα μπορεί να οδηγεί οποιουδήποτε είδος μοτοσικλέτας μέχρι 125 cc.

Η επόμενη κατηγορία ονομάζεται **A2** και αφορά άτομα από 21 ετών και άνω και μοτοσικλέτες μέχρι 400 cc. Με αυτή τη κατηγορία θα μπορούν να οδηγούν οποιαδήποτε μοτοσικλέτα μέχρι 400 cc.

Η τελευταία κατηγορία ονομάζεται **A** και αφορά άτομα από 24 ετών και άνω και μοτοσικλέτες όλων των τύπων και των κυβικών. Οι εξεταζόμενοι δίνουν εξετάσεις με μοτοσικλέτες 600 cc και αφού αποκτήσουν την κατηγορία μπορούν να οδηγούν όλων των τύπων τις μοτοσικλέτες.

Όπως βλέπουμε δηλαδή για να μπορεί κανείς να οδηγεί όλων των τύπων τις μοτοσικλέτες, πρέπει να έχει κλείσει το 24^ο έτος της ηλικίας του. Αυτό αποσκοπεί στην καλύτερη και πιο ώριμη κατανόηση της μοτοσικλέτας από τον μαθητευόμενο.

4.3 Στάδια εξέτασης

Τα στάδια που πρέπει να περάσει ένας μαθητευόμενος ώστε να επιτύχει στις εξετάσεις είναι σχεδόν ίδια σε όλες τις κατηγορίες. Οι μικρές διαφορές που θα αναφέρουμε θα δούμε πως αντιστοιχούν στην διαφορά της μικρής από τη μεγάλη μοτοσικλέτα.

4.3.1 Ειδικές δοκιμασίες

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΜ:

- 1. Έλεγχος της μοτοσικλέτας:** ο εξεταζόμενος πρέπει να ελέγξει τη μοτοσικλέτα πριν ξεκινήσει οποιαδήποτε άλλη ενέργεια. Οι έλεγχοι αφορούν τα ελαστικά, την αλυσίδα, τα φρένα, τα φώτα, τους δείκτες κατεύθυνσης (φλας) και τον δείκτη των λαδιών. Ενέργειες που πρέπει να κάνουμε καθημερινά πριν από κάθε χρήση της μοτοσικλέτας, για ασφαλή οδήγηση.
- 2. Πέρασμα από κώνους (ζιγκ-ζαγκ):** ο εξεταζόμενος πρέπει να περάσει ανάμεσα από επτά κώνους, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σε ευθεία, μία από τα δεξιά και μία από τα αριστερά εναλλάξ, κρατώντας την ισορροπία του. Οι κώνοι απέχουν 3,5 μέτρα μεταξύ τους και ο εξεταζόμενος έχει δικαίωμα να απομακρυνθεί έως 3,5 μέτρα δεξιά ή αριστερά του κώνου κατά τον αντίστοιχο ελιγμό.
- 3. Ισορροπία σε λωρίδα με αργή ταχύτητα:** ο εξεταζόμενος πρέπει να περάσει μια λωρίδα μήκους 25 μέτρων και πλάτους 0,4 μέτρων, κρατώντας την ισορροπία του. Αυτά τα 25 μέτρα πρέπει να τα διασχίσει σε 15 δευτερόλεπτα, τουλάχιστον.
- 4. Ισορροπία σε λωρίδα με γρήγορη ταχύτητα:** ο εξεταζόμενος πρέπει να διασχίσει μια λωρίδα μήκους 50 μέτρων και πλάτους 0,4 μέτρων, κρατώντας την ισορροπία του. Αυτή τη φορά πρέπει να το κάνει με γρήγορη ταχύτητα και δεν έχει κανένα χρονικό όριο.
- 5. Φρενάρισμα:** ο εξεταζόμενος πρέπει να διασχίσει έναν διάδρομο μήκους 55 μέτρων και πλάτους 2 μέτρων. Περνώντας λοιπόν αυτά τα 55 μέτρα, ο αναβάτης εισέρχεται σε έναν δεύτερο διάδρομο μήκους 20 μέτρων και πλάτους 2 μέτρων όπου είναι υποχρεωμένος να ακινητοποιήσει την μοτοσικλέτα σε οποιοδήποτε σημείο του διαδρόμου θέλει.
- 6. Αποφυγή εμποδίου:** ο εξεταζόμενος πρέπει να διασχίσει έναν διάδρομο μήκους 55 μέτρων και πλάτους 2 μέτρων. Στο τέλος του διαδρόμου και σε απόσταση 7 μέτρων υπάρχει ένα εμπόδιο πλάτους 2 μέτρων όπου ο εξεταζόμενος είναι υποχρεωμένος να το αποφύγει είτε από τα δεξιά είτε από τα αριστερά. Σε απόσταση 7 μέτρων από το εμπόδιο υπάρχει ένας διάδρομος σε σχήμα κώνου με πλάτος εισόδου 4 μέτρα και πλάτος εξόδου 2 μέτρων, όπου ο αναβάτης είναι υποχρεωμένος να τον διασχίσει μετά την αποφυγή του εμποδίου.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α1⁶⁴:

- 1. Έλεγχος της μοτοσικλέτας:** ο εξεταζόμενος πρέπει να ελέγξει τη μοτοσικλέτα πριν ξεκινήσει οποιαδήποτε άλλη ενέργεια. Οι έλεγχοι αφορούν τα ελαστικά, την αλυσίδα, τα φρένα, τα φώτα, τους δείκτες κατεύθυνσης (φλας) και τον δείκτη των λαδιών. Ενέργειες που πρέπει να κάνουμε καθημερινά πριν από κάθε χρήση της μοτοσικλέτας, για ασφαλή οδήγηση.
- 2. Πέρασμα από κώνους (ζιγκ-ζαγκ):** ο εξεταζόμενος πρέπει να περάσει ανάμεσα από επτά κώνους, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σε ευθεία, μία από τα δεξιά και μία από τα αριστερά εναλλάξ, κρατώντας την ισορροπία του. Οι κώνοι απέχουν 3,5 μέτρα μεταξύ τους και ο εξεταζόμενος έχει δικαίωμα να απομακρυνθεί έως 3,5 μέτρα δεξιά ή αριστερά του κώνου κατά τον αντίστοιχο ελιγμό.
- 3. Ισορροπία σε λωρίδα με αργή ταχύτητα:** ο εξεταζόμενος πρέπει να περάσει μια λωρίδα μήκους 25 μέτρων και πλάτους 0,4 μέτρων, κρατώντας την ισορροπία του. Η μηχανή πρέπει να κινείται με την πρώτη σχέση στο κιβώτιο ταχυτήτων και χωρίς άνοιγμα γκαζιού (ρελαντί), δηλαδή η ταχύτητα είναι σχεδόν μηδαμινή. Αυτά τα 25 μέτρα πρέπει να τα διασχίσει σε 15 δευτερόλεπτα, τουλάχιστον.
- 4. Ισορροπία σε λωρίδα με γρήγορη ταχύτητα:** ο εξεταζόμενος πρέπει να διασχίσει μια λωρίδα μήκους 50 μέτρων και πλάτους 0,4 μέτρων, κρατώντας την ισορροπία του. Αυτή τη φορά πρέπει να το κάνει με γρήγορη ταχύτητα και είναι υποχρεωμένος να αλλάξει και σχέση στο κιβώτιο ταχυτήτων. Επίσης δεν έχει κανένα χρονικό περιθώριο.
- 5. Φρενάρισμα:** ο εξεταζόμενος πρέπει να διασχίσει έναν διάδρομο μήκους 55 μέτρων και πλάτους 2 μέτρων σε ένα χρονικό όριο έως 8 δευτερόλεπτα. Περνώντας λοιπόν αυτά τα 55 μέτρα, ο αναβάτης εισέρχεται σε έναν δεύτερο διάδρομο μήκους 20 μέτρων και πλάτους 2 μέτρων όπου είναι υποχρεωμένος να ακινητοποιήσει την μοτοσικλέτα σε οποιοδήποτε σημείο του διαδρόμου θέλει.
- 6. Αποφυγή εμπόδιου:** ο εξεταζόμενος πρέπει να διασχίσει έναν διάδρομο μήκους 55 μέτρων και πλάτους 2 μέτρων στο ίδιο χρονικό όριο (8 δευτερόλεπτα). Στο τέλος του διαδρόμου και σε απόσταση 7 μέτρων υπάρχει ένα εμπόδιο πλάτους 2 μέτρων όπου ο εξεταζόμενος είναι υποχρεωμένος να το αποφύγει είτε από τα δεξιά είτε από τα αριστερά. Σε απόσταση 7 μέτρων από το εμπόδιο υπάρχει ένας διάδρομος σε σχήμα κώνου με πλάτος εισόδου 4 μέτρα και πλάτος εξόδου 2 μέτρων, όπου ο αναβάτης είναι υποχρεωμένος να τον διασχίσει μετά την αποφυγή του εμπόδιου.

⁶⁴ <http://www.ekpaideftis.gr/frontend/>

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ Α2, Α⁶⁵:

- 1. Έλεγχος της μοτοσικλέτας:** ο εξεταζόμενος πρέπει να ελέγξει τη μοτοσικλέτα πριν ξεκινήσει οποιαδήποτε άλλη ενέργεια. Οι έλεγχοι αφορούν τα ελαστικά, την αλυσίδα, τα φρένα, τα φώτα, τους δείκτες κατεύθυνσης (φλας) και τον δείκτη των λαδιών. Ενέργειες που πρέπει να κάνουμε καθημερινά πριν από κάθε χρήση της μοτοσικλέτας, για ασφαλή οδήγηση.
- 2. Πέρασμα από κώνους (ζιγκ-ζαγκ):** ο εξεταζόμενος πρέπει να περάσει ανάμεσα από επτά κώνους, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σε ευθεία, μία από τα δεξιά και μία από τα αριστερά εναλλάξ, κρατώντας την ισορροπία του. Οι κώνοι απέχουν 4 μέτρα μεταξύ τους και ο εξεταζόμενος έχει δικαίωμα να απομακρυνθεί έως 4 μέτρα δεξιά ή αριστερά του κώνου κατά τον αντίστοιχο ελιγμό.
- 3. Ισορροπία σε λωρίδα με αργή ταχύτητα:** ο εξεταζόμενος πρέπει να περάσει μια λωρίδα μήκους 25 μέτρων και πλάτους 0,4 μέτρων, κρατώντας την ισορροπία του. Η μηχανή πρέπει να κινείται με την πρώτη σχέση στο κιβώτιο ταχυτήτων και χωρίς άνοιγμα γκαζιού (ρελαντί), δηλαδή η ταχύτητα είναι σχεδόν μηδαμινή. Αυτά τα 25 μέτρα πρέπει να τα διασχίσει σε 15 δευτερόλεπτα, τουλάχιστον.
- 4. Ισορροπία σε λωρίδα με γρήγορη ταχύτητα:** ο εξεταζόμενος πρέπει να διασχίσει μια λωρίδα μήκους 50 μέτρων και πλάτους 0,4 μέτρων, κρατώντας την ισορροπία του. Αυτή τη φορά πρέπει να το κάνει με γρήγορη ταχύτητα και είναι υποχρεωμένος να αλλάξει και σχέση στο κιβώτιο ταχυτήτων. Επίσης δεν έχει κανένα χρονικό περιθώριο.
- 5. Φρενάρισμα:** ο εξεταζόμενος πρέπει να διασχίσει έναν διάδρομο μήκους 40 μέτρων και πλάτους 2 μέτρων σε ένα χρονικό όριο έως 5 δευτερόλεπτα. Περνώντας λοιπόν αυτά τα 40 μέτρα, ο αναβάτης εισέρχεται σε έναν δεύτερο διάδρομο μήκους 20 μέτρων και πλάτους 2 μέτρων όπου είναι υποχρεωμένος να ακινητοποιήσει την μοτοσικλέτα σε οποιοδήποτε σημείο του διαδρόμου θέλει.
- 6. Αποφυγή εμποδίου:** ο εξεταζόμενος πρέπει να διασχίσει έναν διάδρομο μήκους 40 μέτρων και πλάτους 2 μέτρων στο ίδιο χρονικό όριο (5 δευτερόλεπτα). Στο τέλος του διαδρόμου και σε απόσταση 7 μέτρων υπάρχει ένα εμπόδιο πλάτους 2 μέτρων όπου ο εξεταζόμενος είναι υποχρεωμένος να το αποφύγει είτε από τα δεξιά είτε από τα αριστερά. Σε απόσταση 7 μέτρων από το εμπόδιο υπάρχει ένας διάδρομος σε σχήμα κώνου με πλάτος εισόδου 4 μέτρα και πλάτος εξόδου 2 μέτρων, όπου ο αναβάτης είναι υποχρεωμένος να τον διασχίσει μετά την αποφυγή του εμποδίου.

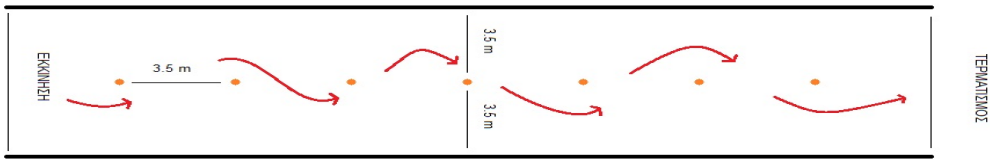
⁶⁵ <http://www.ekpaideftis.gr/frontend/>

4.3.2 Πορεία⁶⁶

Πέρα λοιπόν από αυτές τις ειδικές δοκιμασίες που αναφέραμε, ο εξεταζόμενος πρέπει να δοκιμαστεί και σε πορεία εντός της πόλης. Κάποια από τα βασικά στοιχεία, ανεξάρτητα κατηγορίας μοτοσικλέτας, που πρέπει να γνωρίζει είναι τα εξής:

- 1. Εκκίνηση από θέση στάσης ή στάθμευσης:** ο υποψήφιος οδηγός πρέπει να ελέγξει σωστά πριν ξεκινήσει. Να στρίψει δηλαδή το κεφάλι του πάνω από τον ώμο, να χρησιμοποιήσει τον κατάλληλο δείκτη κατεύθυνσης και να ξεκινήσει ομαλά και σταθερά την μοτοσικλέτα.
- 2. Σωστή τοποθέτηση της μοτοσικλέτας στο οδόστρωμα και σωστή συμπεριφορά οδηγού κατά τις υπάρχουσες συνθήκες:** ο οδηγός πρέπει να βρίσκεται λίγο πιο δεξιά από το μέσο της λωρίδας όπου κινείται. Πρέπει να ξέρει να χρησιμοποιεί σωστά τους καθρέπτες και τους δείκτες κατεύθυνσης πριν από οποιοδήποτε ελιγμό. Να ξέρει ποια πρέπει να είναι η θέση του πάνω στο οδόστρωμα σε περίπτωση αλλαγής λωρίδας ή κατεύθυνσης. Να τηρεί σωστά την απόσταση ασφαλείας από τα άλλα οχήματα. Να χρησιμοποιεί την κατάλληλη σχέση στο κιβώτιο ταχυτήτων ανάλογα με τις συνθήκες. Να κρίνει σωστά το πότε μπορεί να κάνει προσπέραση.
- 3. Πέδηση:** να μπορεί να ελέγξει τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να φρενάρει, κρατώντας την ισορροπία του και την σταθερότητα της μηχανής, σε οποιοδήποτε συνθήκες παρουσιαστούν.
- 4. Τήρηση των διατάξεων του Κ.Ο.Κ:** πρέπει καθ' όλη την διάρκεια της εξέτασης να γνωρίζει και να εφαρμόζει ορθά τις διατάξεις του Κ.Ο.Κ.

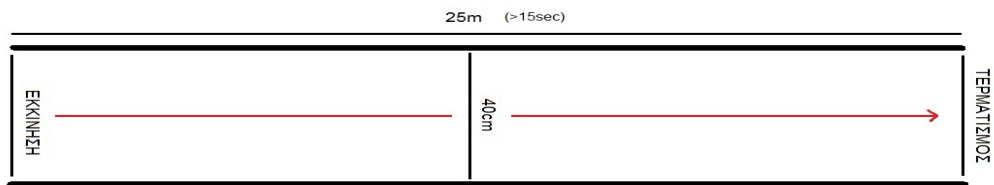
⁶⁶ <http://www.ekpaideftis.gr/frontend/decisions/pd%20552.pdf>



Εικόνα 4.1 γράφημα διαδρόμου με κώνους κατηγορίας A1



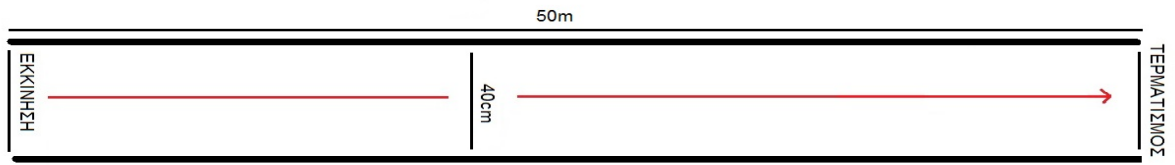
Εικόνα 4.2 διάδρομος με τους κώνους κατηγορίας A1



Εικόνα 4.3 γράφημα διαδρόμου για την αργή κίνηση



Εικόνα 4.4 διάδρομος για την αργή κίνηση



Εικόνα 4.5 γράφημα διαδρομής για γρήγορη κίνηση



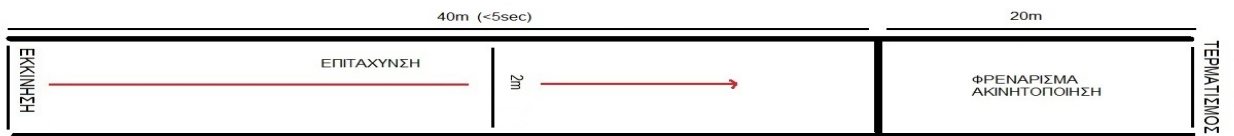
Εικόνα 4.6 διάδρομος για γρήγορη κίνηση



Εικόνα 4.7 γράφημα διαδρόμου επιτάχυνσης-φρεναρίσματος κατηγορίας A1



Εικόνα 4.8 διάδρομος επιτάχυνσης κατηγορίας A1



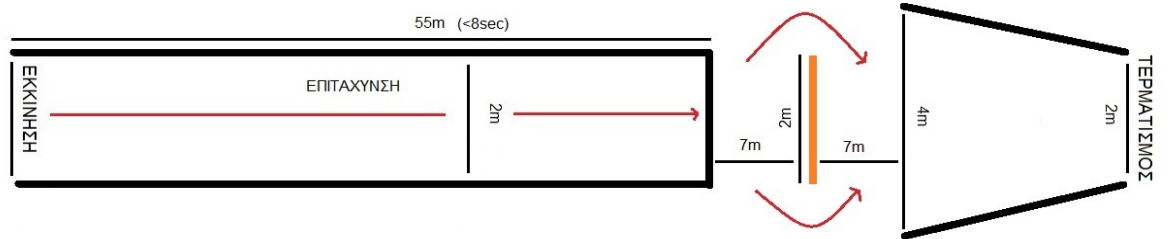
Εικόνα 4.9 γράφημα διαδρόμου επιτάχυνσης-φρεναρίσματος κατηγορίας A, A2



Εικόνα 4.10 διάδρομος επιτάχυνσης κατηγορίας A, A2



Εικόνα 4.11 διάδρομος φρεναρίσματος κατηγορίας A1, A2, A



Εικόνα 4.12 γράφημα από διάδρομο αποφυγής εμποδίου κατηγορίας A1



Εικόνα 4.13 τέλος διαδρόμου επιτάχυνσης και εμφάνιση εμποδίου και κωνικού διαδρόμου



Εικόνα 4.14 εμπόδιο και κωνικός διάδρομος

ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Πέρα από όλα αυτά που έχουν προαναφερθεί περί σωστής και ασφαλούς οδήγησης και τρόπους εκμάθησης και εξέτασης, καλό θα ήταν να αναφερθεί το πιο σπουδαίο στοιχείο για σωστή οδήγηση που δυστυχώς δεν μπορεί να μας το μάθει κανένας. Την εμπειρία. Μέσα από αυτή γεννιούνται καλύτεροι και σωστότεροι οδηγοί. Θα γίνει μια προσπάθεια λοιπόν να ειπωθούν ορισμένες ενέργειες που ανεξάρτητα κυβισμού και τύπου μοτοσικλέτας, πρέπει πάντα να τηρούνται.

Το κυριότερο είναι να υπάρχει γνώση συνεχώς για την κατάσταση που βρίσκεται η μοτοσικλέτα που θα οδηγήσει κάποιος. Άρα λοιπόν πρέπει να μεριμνεί για την σωστή συντήρηση της. Να ελέγχετε η στάθμη των λαδιών, η πίεση των ελαστικών, η χαλαρότητα της αλυσίδας, τα φώτα πορείας και η σωστή λειτουργία των φρένων. Ενέργειες που πρέπει να γίνονται πριν από κάθε χρήση. Έπειτα να γίνεται το σωστό σέρβις σε κατάλληλο συνεργείο όποτε ορίζει ο κατασκευαστής. Να γίνεται χρήση πάντα του προστατευτικού κράνους, κατάλληλου τύπου για τον καθένα. Να γίνει γνώση ότι η μοτοσικλέτα είναι μέσω μεταφοράς και όχι αγωνιστικό όχημα, τουλάχιστον για το οδικό δίκτυο. Η μοτοσικλέτα να κινείται πάντα στην σωστή λωρίδα, προσέχοντας να είναι σε θέση τέτοια, ώστε να είναι ορατή από τους άλλους οδηγούς. Να υπάρχει σε όλη την διάρκεια της οδήγησης, έντονη προσοχή, ώστε τα αντανακλαστικά να είναι σε εγρήγορση, σε περίπτωση που χρειαστεί.

Σε περιπτώσεις βέβαια που κάποιος θα χρησιμοποιήσει την μοτοσικλέτα για γρήγορη οδήγηση, κάτι που μπορεί να γίνει μόνο μέσα σε κάποια ειδική πίστα, θα πρέπει να ξέρει επιπλέον κάποια πράγματα. Να κρατάει πάντα την μοτοσικλέτα του σε συγκεκριμένη γραμμή οδήγησης και όχι να προσπαθήσει να αλλάξει θέση την ώρα που κινείται με ταχύτητα. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα να χάσει την ισορροπία του. Να έχει τα πόδια του κοντά και μαζεμένα στην μοτοσικλέτα και να τα χρησιμοποιεί στις στροφές σαν υποβοήθημα. Δεν χρειάζεται να προσπαθεί να πλαγιάζει πολύ την μοτοσικλέτα, νομίζοντας ότι έτσι κερδίζει χρόνο ή ότι είναι πιο καλός οδηγός. Σημασία έχει με πόση ταχύτητα κινείται μέσα στην στροφή και πόσο καλά θα καταφέρει να επιταχύνει μετά από αυτή. Μέσα σε μια στροφή δεν συνιστάτε χρήση φρένων γιατί θα πετάξει εκτός γραμμής τον αναβάτη και θα χάσει την ισορροπία του. Για να μπορεί κανείς να πλαγιάζει αρκετά την μηχανή πρέπει να κρατάει σταθερή γραμμή οδήγησης, να μην κάνει χρήση των φρένων και να κινείται με υψηλή ταχύτητα. Όλα αυτά βέβαια είναι ενέργειες που τις μαθαίνει κανείς μέσα από αρκετή οδήγηση και δύσκολες διαδρομές ώστε να αποκτήσει την κατάλληλη εμπειρία.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Gaetano Cocco, “Motorcycle Design and Technology” , GIORGIO NADA EDITORE, 2001, ITALY, ISBN88-7911-189.2
2. Vittore Cossalter , « Motorcycle Dynamics», lulu.com, 2nd English edition 2006, ISBN 9781430308614,
http://books.google.gr/books?id=rJTQxITnkgC&printsec=frontcover&hl=el&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
3. Lee Parks, «Total Control: high performance street riding techniques», MBI publishing company 2003, ISBN 9780760314036,
www.motorbooks.com
4. Δρ. Νικολίνα Στολάκη, «Οχήματα: συστήματα μετάδοσης της κίνησης», Νοέμβρης 2010, ISBN 9604183036
5. http://www.dansmc.com/MC_repaircourse.htm
6. <http://www.msgroup.org/DISCUSS.asp>
7. http://www.flexistentialist.org/archives/2003/10/27/ctv_basics_const.shtml
8. <http://epubl.ltu.se/1402-1544/2005/28/LTU-DT-0528-SE.pdf>
9. Περιοδικό MOTO – τεύχος 311
10. Περιοδικό R&D – τεύχος 04
11. <http://www.ekpaideftis.gr/frontend/decisions/pd%20552.pdf>
12. <http://www.bmw bikers.org/forum/showthread.php?t=196>, 2007
13. Tubeless tire”, Wikipedia the free encyclopedia,
http://en.wikipedia.org/wiki/Tubeless_tire
14. Honda service manual, Honda motor co 1988-1991, κεφάλαιο 13 (rear wheel, suspension), <http://liucrative.com/hawkggtmanual.pdf>

15. Πτυχιακή εργασία τμήματος οχημάτων Α.Τ.Ε.Ι Θεσσαλονίκης,
σπουδαστής: Αποστόλου Ζίκος
<http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4703/Apostolou-Zikos.pdf?sequence=1>
16. <http://iceal.wikidot.com/gearbox-genika>
17. STEYR MOTORS GmbH Im Stadtgut B1, A-4407 Steyr-Gleink,
AUSTRIA, www.steyr-motors.com
18. Ενημερωτικό site σχετικά με μοτοσυκλέτες, 25 Απριλίου 2012,
<http://blog.ebike.gr/?cat=932>
19. <http://www.mybike.gr>
20. <http://www.google.gr>
21. <http://www.wikipedia.org>

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ, ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗ



Σπουδαστής: Φρυγανιώτης Νικόλαος

Υπεύθυνος καθηγητής: Τζιράκης Ευάγγελος

Ηράκλειο - Φεβρουάριος 2014