



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ-
ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

Φυσική της Formula 1

Υπεύθυνος Καθηγητής: Τσιγαρίδας Γεώργιος

Ονοματεπώνυμα Φοιτητών:
Παπουτσάκης Εφραίμ-Παναγιώτης
Φελεμέγκας Γεώργιος

Εξάμηνο: 1^ο

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Αεροδυναμική αγωνιστικών οχημάτων

- 1.1 Γενική θεωρία
- 1.2 Οπισθέλκουσα
- 1.3 Αρνητική Άντωση
- 1.4 Εξίσωση Bernoulli
- 1.5 Φαινόμενο Coanda
- 1.6 Αεροτομή
- 1.7 Γωνία προσβολής

2. Κατασκευή αγωνιστικών οχημάτων

- 2.1 Επιτάχυνση εργασίας με Selective Laser Sintering
- 2.2 Κατασκευή αμαξώματος
- 2.3 Κινητήρας
- 2.4 Αεροδυναμική

3. Ατυχήματα

- 3.1 Niki Lauda (Nurburgring-1976)
- 3.2 Ayrton Senna (Imola-1994)
- 3.3 Marcus Ericsson (Monza-2018)

4. Βιβλιογραφία

1. ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ:

Η αεροδυναμική είναι ο κλάδος της επιστήμης της μηχανικής ρευστών που μελετά τη ροή του αέρα γύρω από σώματα των οποίων η επιφάνεια δεν παρουσιάζουν ακμές και οι δύο διαστάσεις τους είναι μικρές, σχετικά με την τρίτη διάστασή τους κατά την κατεύθυνση της κίνησης του αέρα.

Σκοπός της μελέτης της κίνησης του αέρα γύρω από τα σώματα αυτά είναι να βρεθούν οι δυνάμεις που ασκούνται πάνω τους ούτως ώστε οι εταιρείες της F1 να σχεδιάσουν κατάλληλα το εκάστοτε όχημά τους για να βελτιστοποιήσουν ορισμένα μεγέθη, π.χ. επίτευξη ελάχιστης αντίστασης στην κίνηση του αυτοκινήτου και επίτευξη μέγιστης άντωσης με ελάχιστη οπισθέλκουσα (αεροδυναμική αντίσταση).



1.2 ΟΠΙΣΘΕΛΚΟΥΣΑ (DRAG):

Η οπισθέλκουσα αναπτύσσεται όταν ένα αντικείμενο κινείται και μετατοπίζει το ρευστό (στην προκειμένη περίπτωση αέρας πάνω σε cockpit οχήματος F1) που συναντά. Γίνεται αντιληπτό πως η αντίσταση του αέρα είναι αντίθετη της φοράς της κίνησης του αυτοκινήτου. Παρατίθεται ο τύπος υπολογισμού της συνολικής αεροδυναμικής αντίστασης:

$$D = \frac{1}{2} C_d \rho A V^2, \text{ όπου:}$$

- C_d : η αεροδυναμική αντίσταση
- ρ : η πυκνότητα του ρευστού
- A : η μετωπική επιφάνεια του οχήματος
- V : η ταχύτητα του οχήματος

Είναι προφανές από την εξίσωση αυτή πως η συνολική αεροδυναμική αντίσταση αυξάνει γεωμετρικά σε σχέση με την ταχύτητα.

1.3 ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΑΝΤΩΣΗ:

Η αρνητική άντωση είναι το κάθετο αεροδυναμικό φορτίο που αναπτύσσεται και προσκολλά ένα όχημα στο έδαφος. Ανάλογα με το φορτίο της αρνητικής

άντωσης η συμπεριφορά ενός οχήματος βελτιώνεται στις υψηλές ταχύτητες (άνω των 100 χλμ./ώρα). Οι αεροτομές και οι πτέρυγες είναι τέτοιου είδους αεροδυναμικά βοηθήματα ενώ αρνητική άντωση μπορεί να δημιουργηθεί από την σχεδίαση του κάτω μέρους του οχήματος καθώς και από την κατάληξη στο πίσω μέρος (αεροδυναμικός διαχύτης).

$$D = \frac{1}{2}WHF\rho v^2$$

- D: η αρνητική άντωση (downforce)
- W: μήκος εμπρόσθιας πτέρυγας
- H: πάχος πτέρυγας
- F: συντελεστής ανύψωσης
- ρ: πυκνότητα του αέρα
- v: ταχύτητα

Οι ομάδες της F1 επιθυμούν τη βέλτιστη απόδοση. Είναι αναγκαίο να έχουν τα ταχύτερα αγωνιστικά. Για να είναι γρηγορότερα χρειάζονται ενέργεια. Υπάρχει όμως ένα όριο στην ποσότητα ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιήσουν. Με σκοπό την αύξηση του ορίου αυτού η δύναμη που ασκείται στο δάπεδο πρέπει να εφαρμοστεί στα ελαστικά. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αύξηση του βάρους, ωστόσο αυτό θα καταστήσει δυσκολότερο τον χειρισμό του αυτοκινήτου

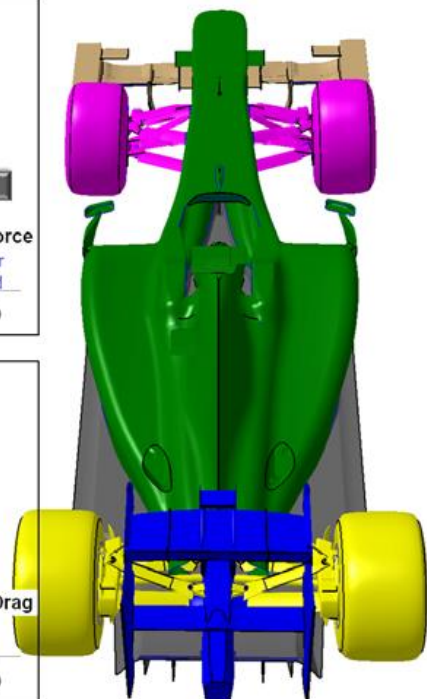
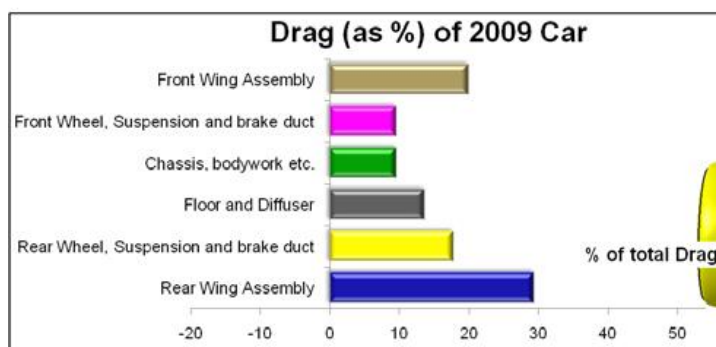
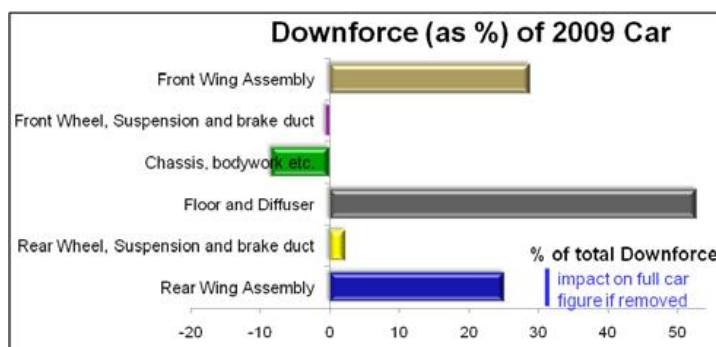
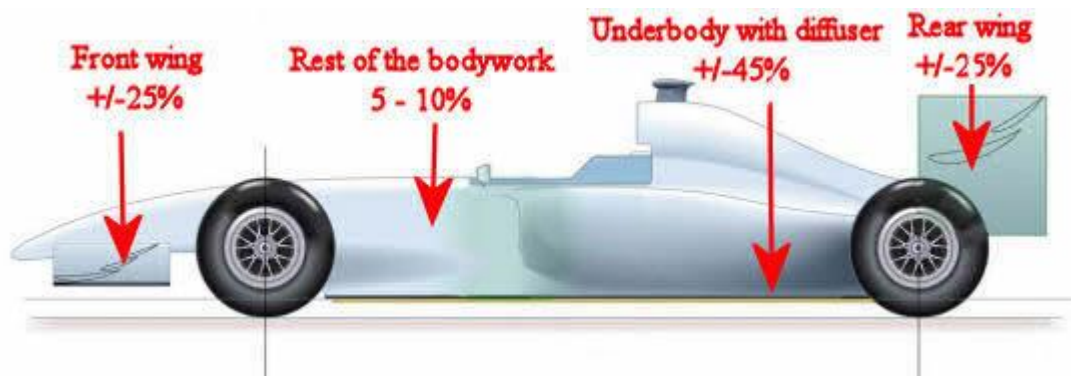
(μεγαλύτερη πιθανότητα αποσταθεροποίησης). Ως εκ τούτου, χρειάζεται περισσότερη ενέργεια (καύσιμα).

Γι' αυτό χρησιμοποιούμε ένα εικονικό βάρος το οποίο ονομάζουμε downforce. Ένα φτερό μπορεί να κάνει ένα αεροπλάνο να πετάξει, όμως ένα ανάποδο φτερό (rear wing) αποτρέπει το όχημα από το να πετάξει.

Στον σύγχρονο μηχανοκίνητο αθλητισμό (F1, IndyCar, Touring Car,...) η αρνητική άντωση παίζει τον πιο σημαντικό ρόλο στην απόδοση του αυτοκινήτου. Τη δεκαετία του '60 η χρήση μαλακών και πλατύτερων ελαστικών έδειξε ότι η καλή πρόσφυση είναι τόσο σημαντική όσο και η ισχύς του κινητήρα, ώστε να γίνει δυνατή η επίτευξη γρήγορων γύρων. Στον σύγχρονο μηχανοκίνητο αθλητισμό η ανάγκη για αύξηση απόδοσης οδήγησε στην περαιτέρω μελέτη και χρήση της αρνητικής άντωσης, η οποία δίνει τη δυνατότητα στα ελαστικά να αποδίδουν με μεγαλύτερη ώθηση χωρίς την εμπλοκή τους, αυξάνοντας τη μέγιστη ταχύτητα. Χωρίς αυτή τα σημερινά αγωνιστικά θα άρχιζαν να ίπτανται στα 160 χλμ. την ώρα. Σε τελικές ταχύτητες λέγεται ότι τα αγωνιστικά παράγουν 5 g downforce.

Η αρνητική άντωση πρέπει να είναι προσαρμοσμένη στις συνθήκες της πίστας και στη συμπεριφορά του

αγωνιστικού. Για να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή αρνητική άντωση στο εμπρός μέρος, πρέπει να εφαρμοστεί υπερστροφή ενώ για να επιτευχθεί η ελάχιστη αρνητική άντωση πρέπει να εφαρμοστεί υποστροφή. Οι εταιρείες οι οποίες πειραματίζονται με την αρνητική άντωση λύνουν προβλήματα που προκαλούνται από την υπερστροφή (oversteering) και την υποστροφή (understeering).



Η επιτυχία αυτών των χαρακτηριστικών βασίζεται κυρίως στην κατάλληλη αξιοποίηση του downforce, το οποίο βασίζεται στις εξισώσεις του Bernoulli.

1.4 ΕΞΙΣΩΣΗ BERNOULLI:

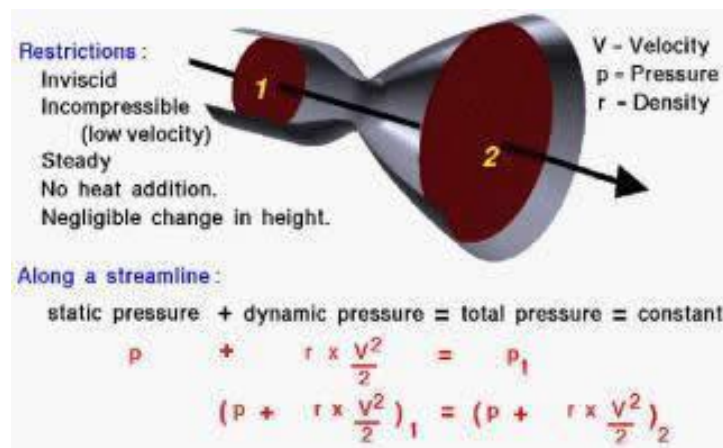
Ο Daniel Bernoulli ήταν ένας Ελβετός μαθηματικός ο οποίος ανακάλυψε την εξίσωση για τα ρευστά η οποία είναι γνωστή ως Εξίσωση Bernoulli.

Η πιο απλές και οι πιο δημοφιλείς εξηγήσεις της αεροδυναμικής ανύψωσης περιλαμβάνουν το αξίωμα Bernoulli, το οποίο προέρχεται από τη θεωρία του Bernoulli. Τον 18^ο αιώνα ο Bernoulli συνέταξε την εξίσωσή του η οποία εξηγεί τους φυσικούς κανόνες πάνω στους νόμους της αεροδυναμικής.

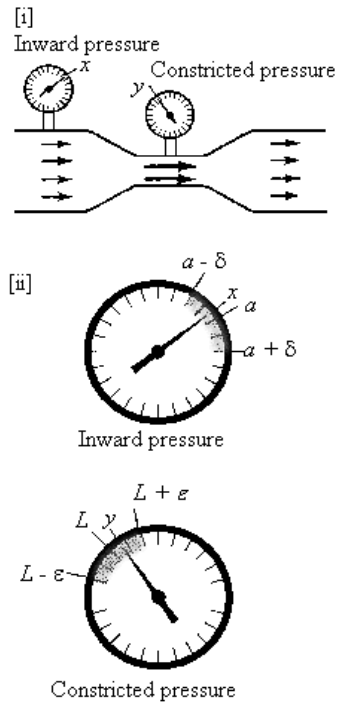
Κάθε προσπάθεια βελτίωσης των αυτοκινήτων της F1 όσον αφορά την αεροδυναμική κατασκευή προέρχεται από αυτή τη φυσική σχέση μεταξύ ταχύτητας ρευστού (υγρού ή αερίου) και πίεσης. Υπάρχουν διάφορες μορφές της εξίσωσης Bernoulli. Οι τρεις σημαντικότερες είναι οι εξής:

1. Κίνηση σε μία φλέβα (streamline)
2. Κίνηση σε πολλαπλές φλέβες (multiple streamlines)
3. Κίνηση στην αεροτομή (airfoil)

Θεωρώντας ότι η ταχύτητα των αυτοκινήτων της F1 είναι μικρότερη Mach 1, αυτές οι μορφές της εξίσωσης Bernoulli μπορούν να δώσουν πολύ ακριβή αποτελέσματα. Στην παρακάτω εικόνα, γίνεται αντιληπτή η κίνηση του ρευστού σε μία η πολλαπλές φλέβες:



Όταν το ρευστό ρέει σε μία φλέβα με εναλλασσόμενη περιοχή διατομής (area) η ταχύτητα μειώνεται από την περιοχή 1 στην περιοχή 2 και η πίεση παραμένει σταθερή. Σε πολλαπλές φλέβες η συνολική πίεση παραμένει σταθερή σε κάθε φλέβα. Αυτό ισχύει μόνο όταν η υψομετρική διαφορά είναι αμελητέα.



$$(\text{πίεση}) + 0.5(\text{πυκνότητα}) \cdot (\text{ταχύτητα})^2 = \text{σταθερό}$$

Αυτή η εξίσωση μας δείχνει ότι σε περίπτωση αύξησης της πίεσης είναι αναγκαία η μείωση της ταχύτητας και αντιστρόφως. Ενσωματώνοντας τη συνολική πίεση σε όλη την επιφάνεια μιας αεροτομής δίνει τη συνολική αεροδυναμική δύναμη στο σώμα του αυτοκινήτου.

Όσο σημαντική είναι η εξίσωση του Bernoulli στην επίλυση προβλημάτων της αεροδυναμικής, το πρόσωπο στην επανάσταση της αεροδυναμικής ακούει στο όνομα Henry Coanda.

1.5 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ COANDA (COANDA EFFECT):

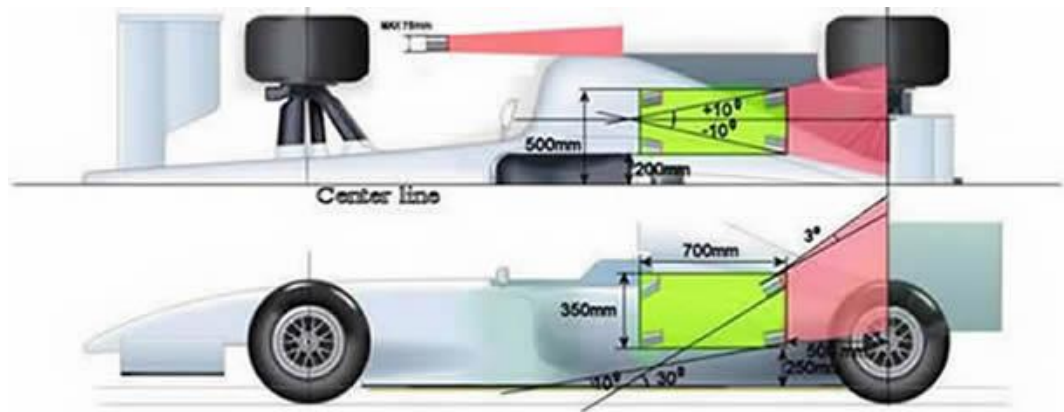
Μία κινούμενη μάζα ρευστού που κινείται μέσα σε μία φλέβα σε επαφή με κυρτή επιφάνεια τείνει να ακολουθήσει την καμπυλότητα της επιφάνειας αντί να συνεχίσει σε μια ευθεία γραμμή.

Το φαινόμενο Coanda αξιοποιείται παντού στα αυτοκίνητα της F1, κάποιες φορές για να παραγάγει downforce και άλλες φορές για να καθοδηγεί τη ροή του αέρα σε ένα μέρος με σκοπό τη μεγιστοποίηση του downforce σε ένα άλλο.

Για παράδειγμα, το σώμα του μοντέρνου αυτοκινήτου της F1 είναι στενευμένο ανάμεσα στις δύο πίσω ρόδες. Με αυτόν τον τρόπο, σε αυτή την περιοχή αυξάνεται η ροή του αέρα με αποτέλεσμα τη μείωση της πίεσης. Στον αντίποδα, αυξάνει τον αέρα ο οποίος εξέρχεται από τον διαχύτη. Επίσης, η φυγή αυτή του αέρα από τα πίσω ελαστικά μειώνει και την οπισθέλκουσα.

Συνοπτικά, με έναν νόμο που πέρασε η FIA το 2011 οι διαχύτες αερίου ήταν αναγκαστικοί με στόχο να περιορίσουν τη διατήρηση της ταχύτητας χωρίς το πάτημα του γκαζιού.

Παρακάτω παρατίθενται οι χώροι που τοποθετήθηκαν οι νέες έξοδοι καυσίμου:



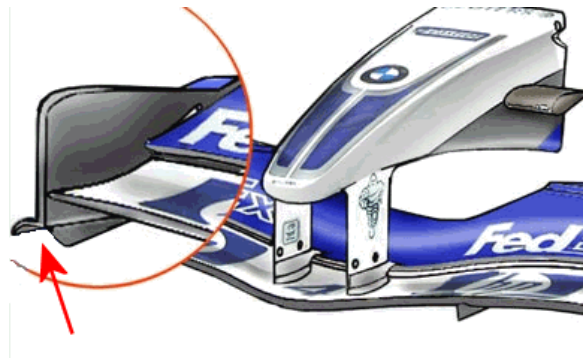
Δεν έχει γίνει ακόμα εφικτή η πάταξη αυτού του φαινομένου, όμως ο συνεχής πειραματισμός με το φαινόμενο Coanda θα λύσει τόσο αυτό όσο και άλλα προβλήματα που θα προκύπτουν στις πίστες.

1.6 ΑΕΡΟΤΟΜΗ (AIRFOIL):

Η αεροτομή είναι το επίμηκες ιχθυοειδές επίπεδο σχήμα του οποίου το εμπρόσθιο μέρος είναι στρογγυλεμένο και καταλήγει σε οξεία ακμή. Από την επανάληψη του σχήματος αυτού στον χώρο προκύπτει η πτέρυγα.



Σύγχρονη πίσω πτέρυγα



Σύγχρονη εμπρόσθια πτέρυγα

Η κίνηση της αεροτομής μέσα στον αέρα προκαλεί την εμφάνιση άντωσης κάθετης προς το ρεύμα του αέρα και οπισθέλκουσας αντίθετης προς αυτό.

Από την παρακάτω εικόνα διαπιστώνουμε την εξέλιξη της τεχνολογίας των αεροτομών από τότε που εμφανίστηκε επίσημα το άθλημα μέχρι και σήμερα:



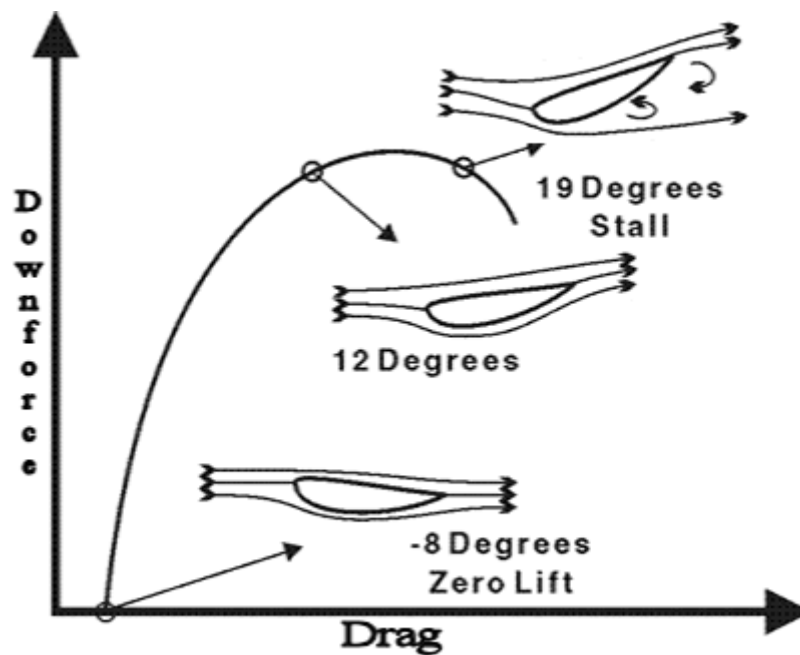
Μοντέλο της F1 από το 1967

1.7 ΓΩΝΙΑ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ (ANGLE OF ATTACK):

Είναι η γωνία υπό την οποία το ρεύμα του αέρα διέρχεται από την αεροτομή. Αυτή μετριέται μεταξύ της χορδής που σχηματίζει η αεροτομή και τη σχετική κίνηση του ανέμου.

Όσο περισσότερο αυξάνεται η γωνία προσβολής, τόσο περισσότερο «μπλοκάρεται» το ρεύμα αέρα (airstream) που διέρχεται μέσα από την αεροτομή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άσκηση πίεσης είτε στην πάνω είτε στην κάτω πλευρά της αεροτομής, κάτι το οποίο εξαρτάται από το πού βρίσκεται η μεγαλύτερη επιφάνειά της. Επιπλέον αυξάνεται η ταχύτητα ροής του αέρα στη μεγαλύτερη πλευρά της αεροτομής. Αυτό στη συνέχεια προκαλεί τη μείωση της πίεσης που ασκείται στο επάνω μέρος του φτερού.

Ο συνδυασμός αυξανόμενης πίεσης στο κάτω μέρος και μειούμενης πίεσης στο επάνω μέρος της αεροτομής, προκαλούν εν τέλει μεγαλύτερη αντίστροφη ανυψωτική δύναμη (downforce), που είναι και ο σκοπός της σχεδίασης του αγωνιστικού.



Επίδραση της γωνίας προσβολής στο διάγραμμα downforce-drag

2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΟΘΕΣΙΟΥ

Οι επιδόσεις ενός αυτοκινήτου F1 την ημέρα του αγώνα έχουν ήδη προσδιοριστεί στο στάδιο του σχεδιασμού. Η διαδικασία σχεδιασμού είναι μια πορεία εξέλιξης κατά την οποία ενισχύονται τα δυνατά σημεία του αυτοκινήτου και εξαλείφονται οι αδυναμίες του. Όλα με στόχο την ανάπτυξη του καλύτερου αυτοκινήτου F1

στον κόσμο. Το σχεδιαστικό τμήμα χρησιμοποιεί τελευταίας τεχνολογίας λογισμικό CATIA (computer-aided design-CAD). Ένα μονοθέσιο της F1 έχει περίπου 3.500 ξεχωριστά εξαρτήματα, η πλειοψηφία των οποίων θα πρέπει να σχεδιαστούν ξεχωριστά, αλλά ταυτόχρονα να ταιριάζουν μεταξύ τους με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια.

Πολύ πριν σχεδιαστεί οτιδήποτε, μια ομάδα F1 καθορίζει τη συνολική φιλοσοφία για το αυτοκίνητό της. Η ομάδα πρέπει να σταθμίσει τις δυνητικά αντικρουόμενες απαιτήσεις χώρου του κινητήρα και του κιβωτίου ταχυτήτων, ενώ η ανάρτηση και η αεροδυναμική πρέπει να συμβιβαστούν σε ένα πακέτο που είναι γρήγορο, αλλά εφικτό παραγωγικά και κατασκευαστικά. Τα αυτοκίνητα της F1 πρέπει να συμμορφώνονται με το κατώτατο όριο βάρους των 691 κιλών (κανονισμός 2014). Παρ' όλα αυτά τα αυτοκίνητα κατασκευάζονται πολύ ελαφρύτερα αυτού του ορίου ώστε οι μηχανικοί να μπορούν να βελτιστοποιήσουν την απόδοσή τους ανάλογα με την πίστα που αγωνίζονται τοποθετώντας έρμα (βάρη) σε διάφορα μέρη του σασί.

2.1 Επιτάχυνση της εργασίας με Selective Laser Sintering (Συσσωμάτωσης με Λέιζερ)

Οι σχεδιαστές πραγματοποιούν πολλές αλλαγές κατά τη διάρκεια της σεζόν, είτε για να δοκιμάσουν νέα αεροδυναμικά κομμάτια είτε αλλαγές στον κινητήρα ή το κιβώτιο ταχυτήτων. Ένας πιο ισχυρός κινητήρας, για παράδειγμα, θα παράγει περισσότερη θερμότητα και έτσι οι σχεδιαστές θα πρέπει να βελτιώσουν την απαγωγή της θερμότητας – ίσως με την εγκατάσταση μεγαλύτερων ψυγείων, ή με την εξεύρεση πιο έξυπνων τρόπων για τη διαφυγή του θερμού αέρα πίσω από τα ψυγεία, χωρίς να αλλάζει η αεροδυναμική. Οι σχεδιαστές πρέπει επίσης να παράγουν αρκετές παραλλαγές ορισμένων κομματιών προκειμένου να ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένες πίστες, όπως για παράδειγμα οι μεγαλύτεροι αγωγοί φρένων για πίστες που απαιτούν δυνατό φρενάρισμα.

Η σύγχρονη τεχνολογία επιτρέπει στους σχεδιαστές να παράγουν πρωτότυπα κομμάτια, εύκολα, γρήγορα και με ακρίβεια. Το τμήμα σύνθετων υλικών έχει lasersintern μηχανή η οποία μπορεί να παράγει υψηλής ποιότητας εξαρτήματα σε λίγες μόνο ώρες. Το lasersintern είναι ένα λέιζερ υψηλής ακρίβειας που συσσωματώνει τοπικά και επιλεκτικά πολυαμιδική σκόνη (υλικό από το οποίο παράγεται το Kevlar) για να

δημιουργήσει το κάθε εξάρτημα. Η πολυαμιδική αυτή σκόνη δεν έχει τη δομική αντοχή των ινών άνθρακα, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αεροσήραγγα ή ως υλικό καλουπιών για μέρη ή εξαρτήματα από ανθρακονήματα.

2.2 Κατασκευή αμαξωμάτων

Για να επιτύχουν υψηλότερα πρότυπα ποιότητας και συνέπειας, οι ομάδες χρησιμοποιούν τον πιο σύγχρονο και εξελιγμένο εξοπλισμό μετρήσεων. Διαθέτουν μηχανές CNC (Computerized Numerical Control) που μπορούν να κατεργαστούν ακόμα και το μικρότερο εξάρτημα με ακρίβεια τεσσάρων μικρομέτρων ($4\ \mu\text{m}$ – 4 χιλιοστά του χιλιοστού – περίπου 25 φορές μικρότερο από το πλάτος μιας ανθρώπινης τρίχας) από ένα ευρύ φάσμα υλικών που περιλαμβάνουν το αλουμίνιο και το μαγνήσιο. Αυτό είναι το είδος της ακρίβειας που απαιτεί η F1. Το εργαστήριο CNC κάνει την πλειοψηφία των εξαρτημάτων τόσο για τον κινητήρα όσο και για την ανάρτηση. Αλλά και πολλά κομμάτια που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή καλουπιών που αργότερα θα χρησιμοποιηθούν στο τμήμα σύνθετων υλικών για την παραγωγή εξαρτημάτων από ανθρακονήματα. Στο τμήμα σύνθετων υλικών, το αυτοκίνητο αρχίζει να παίρνει τη μορφή που γνωρίζουμε.

Οι περισσότερες κατασκευές από σύνθετα υλικά αποτελούνται από έναν πυρήνα από κυψελωτή στρώση αλουμινίου συνδεδεμένο με πολλές στρώσεις ανθρακονημάτων.

Βήμα 1: Κοπή

Ένα ηλεκτρονικά ελεγχόμενο μηχάνημα κοπής υπερήχων κόβει με ακρίβεια τα προεμποτισμένα με ρητίνη φύλλα ανθρακονημάτων. Μέχρι να κοπεί, τα ανθρακονήματα θα πρέπει να αποθηκεύονται στους -18°C , γιατί αλλιώς σε θερμοκρασία δωματίου αρχίζουν να σκληραίνουν. Μια μηχανή κοπής υπερήχων δεν είναι μια πολυτέλεια για μια ομάδα της F1 καθώς η ταχύτητα και η ακρίβεια είναι ζωτικής σημασίας γι' αυτή. Ορισμένες πιο λεπτομερείς εργασίες κοπής εκτελούνται με το χέρι.

Βήμα 2: Διαμόρφωση

Τα κομμένα φύλλα τοποθετούνται σε ειδικό καθαρό κλιματιζόμενο δωμάτιο στα καλούπια σε προκαθορισμένες διευθύνσεις και στην συνέχεια τοποθετούνται σε ένα σάκο με σκοπό την επίτευξη κενού.

Βήμα 3: Φούρνος

Μόλις τα μέρη τοποθετηθούν σε μια αεροστεγή σακούλα και επιτευχθεί κενό, τότε μεταφέρονται στο φούρνο, ο οποίος σφραγίζεται και εφαρμόζεται πίεση (2-6 bar) και θερμοκρασία. Η πίεση, σε συνδυασμό με την σακούλα κενού, εξασφαλίζει ότι τα συστατικά θα εφαρμόσουν ακριβώς στα καλούπια, ενώ η θερμοκρασία (συνήθως μεταξύ 130 και 140 ° C) σκληραίνει τη ρητίνη. Επειδή η διαδικασία αυτή ελέγχεται από υπολογιστή, η ομάδα σχεδιασμού μπορεί να αλλάξει τα προγράμματα ανάλογα με τις ανάγκες.

Βήμα 4: Συναρμολόγηση

Όταν τελειώσει η διαδικασία της σκλήρυνσης, τα μέρη αποστέλλονται στο τμήμα συναρμολόγησης για το φινίρισμα. Ακόμη και τα μέρη που κατασκευάζονται σε αυτές τις ακριβείς προδιαγραφές θα πρέπει να επεξεργαστούν λεπτομερώς από ανθρώπινα χέρια ώστε να ταιριάζουν σωστά. Εάν απαιτείται κάποια τρύπα ή άλλη μηχανική κατεργασία, τα μέρη αποστέλλονται πίσω στο τμήμα CNC.

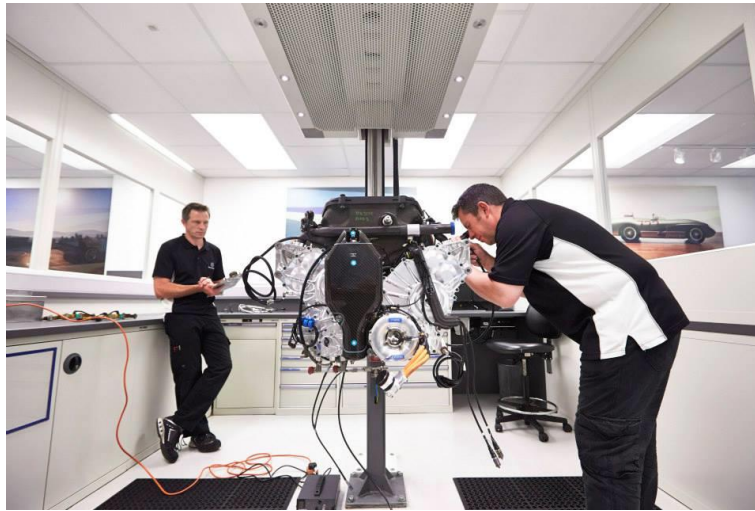


2.3 Κινητήρας

Οι εγκαταστάσεις των κατασκευαστών κινητήρων είναι τελευταίας τεχνολογίας και διαθέτουν τα καλύτερα εργαλεία και ανθρώπους που χρειάζονται για να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν έναν κινητήρα. Η επίτευξη της ισορροπίας μεταξύ της απόδοσης, της αξιοπιστίας και του βάρους απαιτεί μια μεθοδική προσέγγιση. Τόσο οι κινητήρες όσο και τα σασί σχεδιάζονται στον υπολογιστή μέσω του λογισμικού CATIA CAD. Χρειάζονται περίπου 1500 λεπτομερή σχέδια για να κατασκευαστεί ένας ολόκληρος κινητήρας.

Οι εξατμίσεις είναι χειροποίητες και ένας τεχνικός χρειάζεται 50 ώρες για να ολοκληρώσει ένα σύστημα εξατμικής. Κάθε εξατμική έχει ζωή μόνο ενός αγώνα. Οι μηχανικοί που εργάζονται στο εργαστήριο του κινητήρα κατασκευάζουν και ανακατασκευάζουν περίπου 300 κινητήρες ανά έτος. Η διαδικασία της ανακατασκευής συνολικά είναι μια δουλειά των 200 ωρών και δεν είναι απλώς επανασυναρμολόγηση καθώς περίπου το 40 τοις εκατό των 4.500 εξαρτημάτων που απαρτίζουν τον κινητήρα θα πρέπει να αντικατασταθούν με καινούρια. Το τμήμα κινητήρα έχει οκτώ δυναμόμετρα που εκτελούν ελέγχους πριν από κάθε αγώνα. Αυτές οι προσομοιώσεις χρησιμοποιούν πραγματικά δεδομένα αγώνα, τα οποία επιτρέπουν στους μηχανικούς να

αναπαριστούν ρεαλιστικές συνθήκες για έναν κινητήρα χωρίς να φύγει ποτέ από το εργοστάσιο.



2.4 Αεροδυναμική

Η αεροδυναμική σήραγγα σε μια ομάδα της F1 δουλεύει 30 ώρες την εβδομάδα (κανονισμός 2014).

Η αεροδυναμική σήραγγα της Toyota είναι σε θέση να προσομοιώνει ταχύτητες άνω των 320 χιλιομέτρων/ώρα σε μισής κλίμακας μοντέλο του αυτοκινήτου. Η χαλύβδινη ζώνη «κυλιόμενου δρόμου» μιμείται με ακρίβεια την κίνηση του πραγματικού δρόμου κάτω από το αυτοκίνητο – ακόμα και αν το αυτοκίνητο είναι σταματημένο στην αεροδυναμική σήραγγα.

3. ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΤΗ F1

3.1 NIKI LAUDA (NURBURGRING-1976)

Στην πίστα Nürburgring το 1976 ο Niki Lauda έχασε τον έλεγχο του μονοθεσίου του με αποτέλεσμα αυτό να χτυπήσει πάνω στις μπαριέρες που βρίσκονται πλάγια στην πίστα και στη συνέχεια να πάρει φωτιά. Ο Αυστριακός είχε στρίψει σε μια ιδιαίτερα κλειστή στροφή έχοντας αναπτύξει μεγάλη ταχύτητα. Παρ' όλο που ο Lauda ουσιαστικά πρόλαβε να στρίψει, αμέσως μετά τη στροφή το μονοθέσιο αποσταθεροποιήθηκε εντελώς. Συγκεκριμένα υπήρξε πλήρης απώλεια πρόσφυσης με το οδόστρωμα, με συνέπεια το όχημα να γλιστρήσει προς τα πλάγια. Μετά από αυτό το ατύχημα ο Lauda έφερε πολύ σοβαρά εγκαύματα στο κεφάλι και ως εκ τούτου αποσύρθηκε από το άθλημα, έστω και προσωρινά.



3.2 AYRTON SENNA (IMOLA-1994)

Το 1994 στην πίστα της Ίμολα ο Ayrton Senna «κράσαρε» πάνω στις μπαριέρες της πίστας με εξαιρετικά μεγάλη ταχύτητα. Το συμβάν ήταν παρόμοιο με αυτό του Niki Lauda 18 χρόνια πριν, ωστόσο το προκείμενο κατέληξε σε δυστύχημα καθώς ο Βραζιλιάνος οδηγός έχασε τη ζωή του. Κατά τη στροφή η ταχύτητα ήταν τόσο μεγάλη που, λόγω του αξιώματος Bernoulli, δεν επέτρεψε στο μονοθέσιο να παραμείνει σταθερό στη «γραμμή» του. Καθώς ο Senna δεν είχε καν προλάβει να στρίψει κατευθύνθηκε εκτός ελέγχου εκτός πίστας. Το αυτοκίνητο καταστράφηκε και ο Senna σκοτώθηκε μετά από αυτό.



3.3 MARCUS ERICSSON (MONZA-2018)

Σε ένα από τα πιο πρόσφατα και πιο επικίνδυνα ατυχήματα στην ιστορία της F1 ο Marcus Ericsson είδε το μονοθέσιό του να «στριφογυρίζει» στον αέρα για μερικά δευτερόλεπτα μετά από μηχανική αποτυχία και πιο συγκεκριμένα αποτυχία του DRS. Εξερχόμενος από την ιστορική στροφή Parabolica, ο Σουηδός ήταν έτοιμος να ενεργοποιήσει το DRS. Ωστόσο το σύστημα δεν ενεργοποιήθηκε ποτέ και αντ' αυτού το μονοθέσιο βρέθηκε εκτός ελέγχου, με αποτέλεσμα έχοντας μεγάλη ταχύτητα να καταλήξει εκτός πίστας και να διαλυθεί. Ο Ericsson, ευτυχώς, δεν έπαθε κάτι σοβαρό, δείγμα του

πόση έμφαση έχει δοθεί στην ασφάλεια μέσα στα χρόνια, ιδιαίτερα μετά τον τραγικό θάνατο του Senna.



4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <http://www.formula1-dictionary.net/>
- <https://www.autosport.com/>
- <https://autogrip.gr/>
- <http://www.motornews.gr/>
- en.wikipedia.org
- Πάπυρος Larousse
- <https://www.caroto.gr/>

