



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΟΥ
ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ:**

Αεροδυναμικής

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: κ. Δελληπορανίδης Γεώργιος

Του φοιτητή

Χρήστου Βεζύρη

Θέμα εργασίας

Vortex Generator's

(Γεννήτριες δίνης)



Περιεχόμενα

1)Εισαγωγή στην αεροδυναμική.....4

2)Εισαγωγή στα VGs.....	
2.1)Συνημμένες και χωρισμένες ροές.....	7
2.2) Στρώμα ορίου.....	8
2.3) Χωρισμός ροής.....	9
3) Παρουσίαση Vortex Generator.....	13
4) Μελέτη της κατανάλωσης με την χρήση των VGs.....	21
5) Φτιάξτε το δικό σας Vortex Generator.....	22
6) Εμπορικές αξιώσεις.....	29
7)Παρουσίαση μελέτης στο Lancer Evolution.....	33
7.1)Εισαγωγή.....	33
7.2)Μηχανισμός του χωρισμού και των στόχων ροής.....	35
7.3)Πειραματικές μέθοδοι.....	37
7.4)Εύρεση του βέλτιστου VGs.....	38

7.5)Επαλήθευση του μηχανισμού VGs.....	43
7.6)Συμπεράσματα.....	49
8)Βιβλιογραφία.....	51

Εισαγωγή στην αεροδυναμική

Αεροδυναμική είναι ένας κλάδος δυναμικής που ασχολείται με τη μελέτη της κίνησης του αέρα, ιδιαίτερα όταν αλληλεπιδρά με ένα κινούμενο αντικείμενο. Η αεροδυναμική είναι στενά συνδεδεμένη με τη ρευστή δυναμική και δυναμική αερίου, με πολλή κοινή θεωρία μεταξύ τους. Η αεροδυναμική χρησιμοποιείται ταυτόχρονα με τη δυναμική αερίου, με τη διαφορά ότι η δυναμική αερίου ισχύει για όλα τα αέρια. Η κατανόηση της κίνησης του αέρα γύρω από ένα αντικείμενο επιτρέπει τον υπολογισμό των δυνάμεων και των στιγμών ενεργώντας στο αντικείμενο. Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες που υπολογίζονται για έναν τομέα ροής περιλαμβάνουν ταχύτητα, πίεση, πυκνότητα και

θερμοκρασία σαν λειτουργία της θέσης και του χρόνου. Με τον καθορισμό του όγκου ελέγχου γύρω από τον τομέα ροής, οι εξισώσεις για τη συντήρηση της μάζας, της ορμής, και της ενέργειας μπορούν να καθοριστούν και να χρησιμοποιηθούν για να λύσουν τις ιδιότητες. Η χρήση της αεροδυναμικής μέσω της μαθηματικής ανάλυσης, η εμπειρική προσέγγιση και ο πειραματισμός σηράγγων αέρα αποτελούν την επιστημονική βάση.

Τα αεροδυναμικά προβλήματα μπορούν να προσδιοριστούν με διάφορους τρόπους. Το περιβάλλον ροής καθορίζει το πρώτο κριτήριο ταξινόμησης. *Εξωτερικός* η αεροδυναμική είναι η μελέτη της ροής γύρω από τα στερεά αντικείμενα των διάφορων μορφών. Αξιολόγηση και έλξη αεροπλάνου, κύματα κλονισμού η μορφή εκείνη μπροστά από τη μύτη του πυραύλου ή η ροή του αέρα πέρα από ένα σκληρό κεφάλι κίνησης είναι παραδείγματα της εξωτερικής αεροδυναμικής. *Εσωτερικός* είναι η αεροδυναμική μελέτη της ροής μέσω των μεταβάσεων στα στερεά αντικείμενα. Για παράδειγμα, η εσωτερική αεροδυναμική καλύπτει τη μελέτη της ροής αέρος μέσω μίας αεριοθούμενης μηχανής.

Η αναλογία της χαρακτηριστικής ταχύτητας ροής του προβλήματος της ταχύτητας του ήχου περιλαμβάνει μια δεύτερη ταξινόμηση των αεροδυναμικών προβλημάτων. Ένα πρόβλημα καλείται υποηχητικός εάν όλες οι ταχύτητες στο πρόβλημα είναι λιγότερες από την ταχύτητα του ήχου, transonic εάν οι ταχύτητες και κάτω από και επάνω από την ταχύτητα του ήχου είναι παρούσες (κανονικά όταν η χαρακτηριστική ταχύτητα είναι περίπου η ταχύτητα του ήχου), υπερηχητικός όταν η χαρακτηριστική ταχύτητα ροής είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του ήχου, και υπερηχητικός όταν η ταχύτητα ροής είναι πολύ μεγαλύτερη από την ταχύτητα του ήχου. Το Aerodynamicists διαφωνεί πέρα από τον ακριβή καθορισμό της υπερηχητικής ροής ελάχιστος αριθμός Mach για την υπερηχητική σειρά ροής από 3 έως 12. Τα περισσότερα aerodynamicists χρησιμοποιούν τους αριθμούς μεταξύ 5 και 8.

Η επιρροή του ιξώδους στη ροή υπαγορεύει μια τρίτη ταξινόμηση. Μερικά προβλήματα περιλαμβάνουν μόνο τα αμελητέα ιξώδη αποτελέσματα στη λύση, οπότε σ'αυτή την περίπτωση το ιξώδες μπορεί να θεωρηθεί ανύπαρκτο. Οι προσεγγίσεις σε αυτά τα προβλήματα

καλούνται inviscid ροές. Οι ροές για τις οποίες το ιξώδες δεν μπορεί να παραμεληθεί καλούνται ιξώδεις ροές.

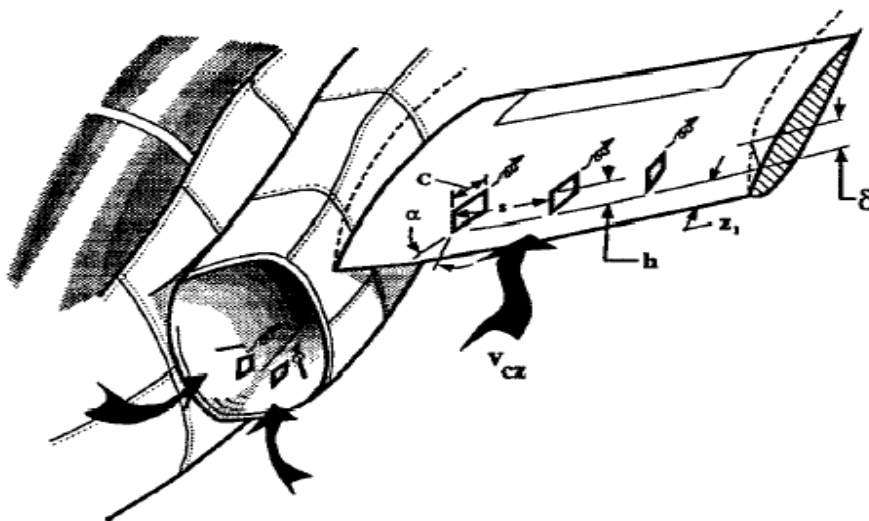
Εισαγωγή στα VGs

Ιστορία των γεννητριών δίνης

Πρώτα χρησιμοποιήθηκαν στην Αγγλία

Χρησιμοποιήθηκαν πρώτα στα αεριωθούμενα αεροπλάνα Bizjets μεταφορών

Χρησιμοποιημένος για να εντοπίσουν τα προβλήματα ροής σε Cessna 206





Συνημμένες και χωρισμένες ροές

Η ροή αέρος που πέρνα από τις επιφάνειες ενός αυτοκινήτου μπορεί να διαιρεθεί σε δύο απλούς τύπους - ελασματική (συνημμένη) ροή, και ταραχώδη (χωρισμένη) ροή. Μια εύκολη και αποτελεσματική μέθοδος που παρουσιάζει ποιος τύπος ροής εμφανίζεται πραγματικά καθώς το αυτοκίνητο οδηγείται εμπρός είναι η μέθοδος της(τούφας μαλλιών) κατά την οποία τοποθετούνται κατά μήκος του οχήματος οι τούφες έτσι ώστε να πραγματοποιήσουμε την μελέτη μας.

Η Porsche 993 παρουσιάζει σαφώς συνημμένη ροή πέρα από το μέτωπο του αυτοκινήτου. Ο αέρας ρέει ομαλά πέρα από τις επιτροπές, ακόμη και πέρα από τις απότομες αλλαγές στη γωνία όπως από το πρόσωπο του προβολέα επάνω στην κορυφή του κιγκλιδώματος. (Εάν ο αέρας χωριστεί σε αυτό το σημείο, οι τούφες μαλλιού στην κορυφή του κιγκλιδώματος εκεί γύρω και στη στιγμή που λήφθηκε η φωτογραφία, θα μπορούσε να πάει σε οποιαδήποτε κατεύθυνση... ακόμα και κατ' ευθείαν επάνω!)



Στρώμα ορίου

Ένας λόγος ότι η ροή είναι τόσο καλή στο μέτωπο της Porsche ακόμη και πέρα από αυτές τις αλλαγές της μορφής - είναι ότι στο μέτωπο του αυτοκινήτου, το στρώμα ορίου είναι αρκετά λεπτό. Το στρώμα ορίου είναι εκείνο το λεπτό κάλυμμα της συνεδρίασης αέρα στην επιφάνεια του σώματος που σέρνεται μαζί με το αυτοκίνητο. Ποικίλλει σε βάθος και παίρνοντας κανονικά γίνεται παχύτερο προς το οπίσθιο τμήμα του αυτοκινήτου. Όσο παχύτερο το στρώμα ορίου, η τόσο ευκολότερη είναι η ροή αέρος που θα χωριστεί από το σώμα, και θα οδηγήσει στην ταραχώδη ροή.

Χωρισμός ροής

Το Lexus LS400(βλέπε σχήμα) δείχνει ότι ο χωρισμός ροής εμφανίζεται κάτω από τη μέση του οπίσθιου παραθύρου και εν μέρει επάνω στην πόρτα. Εντούτοις, η ροή προσαρτείται στο καπάκι πορτών. Το γεγονός ότι η ροή χωρίζεται είναι σημαντικό επειδή το γενικό μέγεθος των ιχνών (η περιοχή του διαταραγμένου αέρα που σέρνεται εμπρός πίσω από το αυτοκίνητο) είναι πολύ μικρότερο από εάν η ροή χωριστεί από την άκρη της οροφής.



Αυτό το διάγραμμα, που σύρεται βάσει της δοκιμής τουφών, δείχνει ότι υπάρχει αφθονία χωρισμού ροής στα οπίσθια μέρη του Impreza WRX. Σημειώστε τις συνημμένες ροές στις περισσότερες περιοχές, με την αναταραχή που περιορίζεται σε τρεις ευδιάκριτες περιοχές: οι (aftermarket) ρόδες, πίσω από τον πλαϊνό καθρέφτη, και ακριβώς πίσω από την μπροστινή ρόδα. Η ροή στους γ-στυλοβάτες και σύροντας την άκρη της στέγης είναι συνημμένη, αλλά χωρίζει μόνο έναν πολύ σύντομο τρόπο κάτω από το οπίσθιο παράθυρο, που δημιουργεί έναν σημαντικό τομέα της αναταραχής πέρα από το οπίσθιο καπάκι παραθύρων και πορτών. Εντούτοις, το ψηλό φτερό είναι αρκετό για να έχει καθαρό αέρα, όπως φαίνεται από τη συνημμένη ροή πέρα από την αεροτομή. Τα ίχνη πίσω από το WRX μπορούν επομένως να υπολογιστούν ως το πλήρες πλάτος του αυτοκινήτου, με το ύψος του ελάχιστα μεγαλύτερος από την ανώτερη άκρη του χερουλιού πορτών.



Ο χωρισμός ροής είναι κακός επειδή οδηγεί σε μεγαλύτερα ίχνη και λιγότερη πίεση στις οπίσθιες επιφάνειες, μειώνοντας την αποκατάσταση πίεσης, δηλ. μειώνοντας την πίεση του αέρα που μπορεί να βοηθήσει να ωθήσει το αυτοκίνητο προς τα εμπρός. Για να αποφύγουν το χωρισμό ροής, οι αλλαγές της γωνίας στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου (π.χ. τις μεταβάσεις από τη στέγη στο οπίσθιο παράθυρο στο Πορτ μπαγαζ) πρέπει να είναι πολύ ευγενείς.

Τα αυτοκίνητα με μορφή π.χ. hatchbacks και station wagon) είναι πάντα κολλημένα με το χωρισμό ροής στο τέλος της οροφής, δημιουργώντας έτσι μεγαλύτερα ίχνη. Σε εκείνα τα αυτοκίνητα ο χωρισμός πρέπει να είναι καθαρός δηλαδή η ροή δεν πρέπει να τυλιχτεί γύρω από το τέλος της οροφής ή του Πορτ μπαγάζ.



Στα hatchbacks και τα station wagon ,τα spoilers επιτυγχάνουν αυτόν τον καθαρό χωρισμό...(όπως στην φωτογραφία παρακάτω)



Όπως τα φορεία με τη βοήθεια της ξαφνικής μετάβασης από οριζόντιο στην κατακόρυφο στις σύροντας άκρες του Πορτ μπαγάζ .Ο πρόωρος χωρισμός οδηγεί σε μεγαλύτερα ίχνη που δημιουργούν στη συνέχεια

περισσότερη έλξη. Επιπλέον, οποιεσδήποτε συσκευές αεροδυναμικών βοηθημάτων πρέπει να δουλεύουν αποτελεσματικά.

Vortex Generator

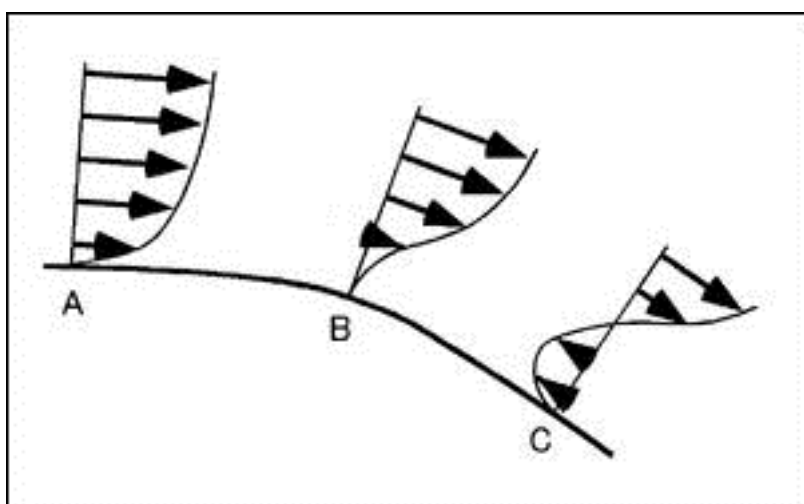
Οι γεννήτριες δίνης χρησιμοποιούνται τώρα σε ποικίλα αυτοκίνητα υψηλής επίδοσης, με την πιο γνωστή ύπαρξη στο Mitsubishi Evo. Επειδή η ίδια προσέγγιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα αυτοκίνητα, δείτε μία λεπτομερή εξετάσει για το πώς οι γεννήτριες δίνης στο Evo αναπτύχθηκαν, πώς λειτουργούν και τι οφέλη έχουν.

Πώς λειτουργούν

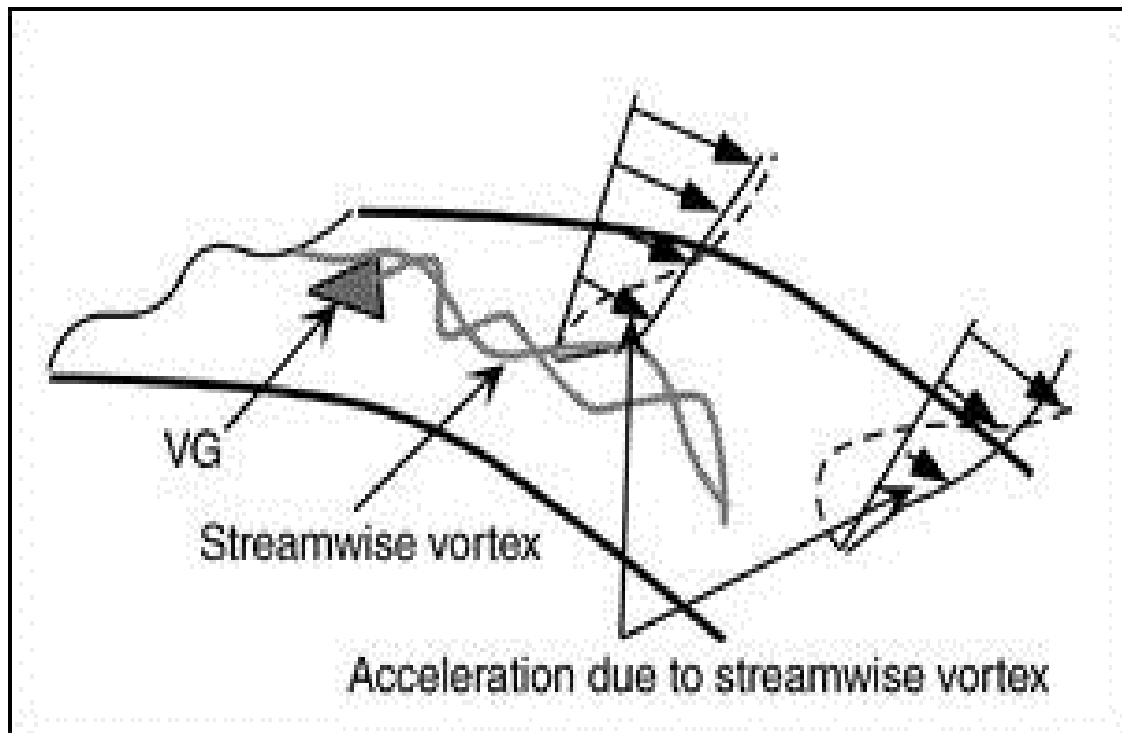
Η ροή αέρος τείνει να χωρίσει τη μορφή του σώματος αέρα στο τέλος της οροφής. Με άλλα λόγια ο αέρας δεν κολλά στο αυτοκίνητο στην οροφή αλλά αντ' αυτού τείνει να φύγει σε αυτό το σημείο. Το αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερα ίχνη διαταραγμένου αέρα και μια έλλειψη αποκατάστασης πίεσης στο οπίσθιο παράθυρο. Αυτός ο χωρισμός είναι εν μέρει που προκαλείται από το πάχος του στρώματος του ορίου που αυξάνεται σε βάθος καθώς κινείστε προς το οπίσθιο τμήμα του οχήματος. Ένα παχύ στρώμα ορίου σημαίνει - εξ ορισμού - ότι η ροή αέρος δεν κινείται πλέον πέρα από την επιφάνεια του

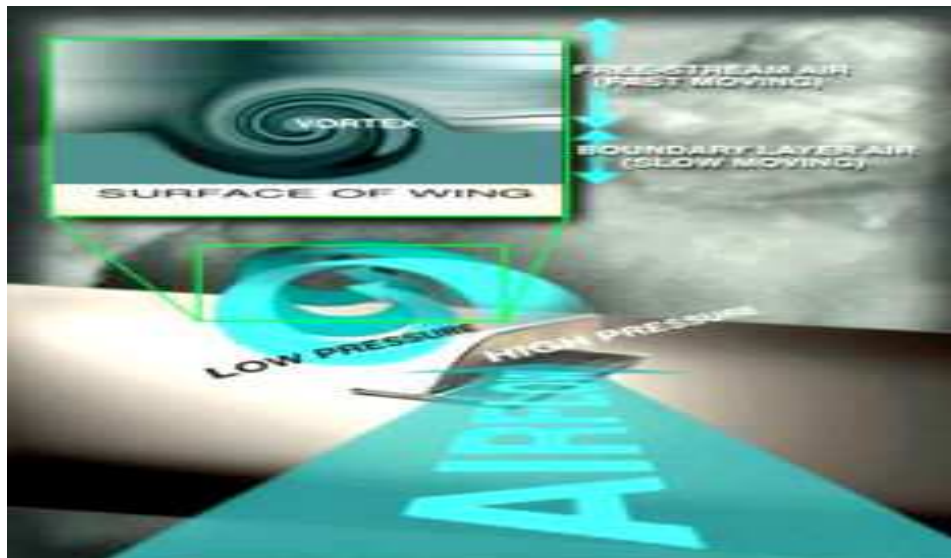
οχήματος στην ανεμομετρική ταχύτητα στην οποία το αυτοκίνητο ταξιδεύει. Με άλλα λόγια, η ροή αέρος κοντά στο αυτοκίνητο έχει χάσει την ενέργεια ροής της. Εντούτοις, εάν οι γεννήτριες δίνης τοποθετούνται ακριβώς μπροστά από το σημείο χωρισμού, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βάλουν την ανεμομετρική ταχύτητα πίσω στο στρώμα ορίου. Το στρώμα ορίου έπειτα ενεργοποιείται και κατά συνέπεια, η ροή αέρος είναι πιθανότερο να κολλήσει στο σώμα.

Αυτό το διάγραμμα παρουσιάζει ταχύτητες ροής σε διαφορετικά σημεία στην οροφή. Όσο μακρύτερο το βέλος, τόσο γρηγορότερη η ανεμομετρική ταχύτητα. Η κατεύθυνση των βελών παρουσιάζει την κατεύθυνση της ροής αέρος. Σε Α, που ξεπερνά το οπίσθιο παράθυρο στη οροφή, η ταχύτητα αέρα είναι πιο αργή πλησίον στην οροφή και αυξάνεται έπειτα σε ταχύτητα καθώς κινείστε προς τα πάνω και μακριά από τη στέγη. Σε Β, που είναι στην αρχή του οπίσθιου παραθύρου, μπορείτε να δείτε ότι η ταχύτητα της ροής αέρος στην επιφάνεια του αυτοκινήτου είναι μηδέν. Αυτό είναι ενδεικτικό του στρώματος ορίου πυκνότητας. Σε Γ, που είναι τρόπος μερών κάτω από το οπίσθιο παράθυρο, μπορείτε να δείτε ότι η ροή αέρος στο σώμα διευθύνει πραγματικά στην αντίθετη κατεύθυνση στη ροή αέρος μετά από το αυτοκίνητο! Η ροή έχει χωρίσει.



Εντούτοις, εάν μια γεννήτρια δίνης τοποθετείται μπροστά από το σημείο του χωρισμού, η ενέργεια τίθεται στο ειδήλλως αργό στρώμα ορίου, όπως μπορεί να δείτε από τα μακρύτερα βέλη ταχύτητας πιο κοντά στην επιφάνεια σωμάτων. Επιπλέον, η ροή αέρος συνεχίζει τη σωστή κατεύθυνση. Εάν ως αποτέλεσμα της παρουσίας των γεννητριών δίνης τα ίχνη μειώνονται στο μέγεθος, ή αυξάνονται στην πίεση, ή εάν υπάρχει αυξανόμενη πίεση ενεργώντας στις κάθετες ή οπίσθιες επιφάνειες, η έλξη θα μειωθεί. Εντούτοις, οι γεννήτριες δίνης οι ίδιες θα αναπτύξουν κάποια έλξη έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα είναι η ισορροπία της μειωμένης έλξης σωμάτων αυτοκινήτων μείον τις αυξανόμενης έλξης των γεννητριών δίνης.





Μεταβαλλόμενη κατεύθυνση ροής

Τα VGs χρησιμοποιούνται για να βάλουν την ενέργεια πίσω στο στρώμα ορίου, έτσι ώστε να αναγκάσουν τη ροή αέρος να κολλήσει καλύτερα στο σώμα κατά τη μετάβαση από τη στέγη στο οπίσθιο παράθυρο. Κατά συνέπεια, υπάρχει αυξανόμενη πίεση στο οπίσθιο γυαλί (καλό για τη μείωση της έλξης και επίσης καλό για την καλύτερη ροή αέρος στο οπίσθιο φτερό).



Αυτό είναι το σχέδιο ροών αέρος πέρα από το οπίσθιο παράθυρο του Prius σε περίπου 50 km/h. Όπως μπορούμε να δούμε, υπάρχει συνημμένη ροή πέρα κατά τη μετάβαση από την οροφή στο οπίσθιο παράθυρο (δηλ. το μαλλί σχηματίζει τούφες). Η συνημμένη ροή συνεχίζεται κάτω από το παράθυρο και στις δύο άκρες του οπίσθιου γυαλιού, εντούτοις, στη χαμηλότερη μέση περιοχή (που περιβάλλεται) εκεί γίνεται η αναταραχή. Με άλλα λόγια, μια φυσαλίδα χωρισμού διαμορφώνεται στο μέσο του οπίσθιου παραθύρου και έχει επιπτώσεις στη ροή επάνω στο πορτ μπαγάζ



Για να δούμε εάν η φυσαλίδα χωρισμού στη βάση του οπίσθιου γυαλιού θα μπορούσε να μειωθεί, τέσσερις γεννήτριες δίνης που τοποθετούνται στην άκρη της στέγης. (Είναι δύσκολο να φανούν επειδή είναι άσπροι και υπάρχει έντονο φως στην κορυφή της οροφής.) Με τις τέσσερις γεννήτριες δίνης σ, η διαφορά στη ροή αέρος ήταν αμέσως προφανής. Αυτή τη φορά, η ροή αέρος κάτω από τη μέση του οπίσθιου παραθύρου παρέμεινε συνδεδεμένη με το γυαλί (που περιβάλλεται). Αυτή η αλλαγή στο σχέδιο ροής είναι άμεσα προς τα κάτω των γεννητριών δίνης. Εντούτοις, η καθεμία πλευρά της πορείας της επιρροής παρέμεινε.



Άλλες δύο γεννήτριες δίνης προστέθηκαν, συνολικά έξι που τοποθετήθηκαν στην άκρη της οροφής. Πάλι, η διαφορά ήταν προφανής. Όπως φαίνεται εδώ, το σχέδιο ροών αέρος μετασχηματίζεται εντελώς, χωρίς τη φυσαλίδα χωρισμού. Εντούτοις, με μία τέτοια καλή ροή αέρος, οποιαδήποτε αναταραχή γίνεται πιο ορατή και όπως φαίνεται στη βάση του παραθύρου σε κάθε ακραίο τέλος.



Στην συνέχεια τοποθετήσαμε οκτώ γεννήτριες δίνης στην οροφή, ο χωρισμός στις χαμηλότερες άκρες του οπίσθιου γυαλιού παραμένει - ίσως προκαλούμενος από τη ροή αέρος στο τύλιγμα γύρω από τα πισινά φτερά.



Εντούτοις, ένα πράγμα είναι σαφές από αυτήν την δοκιμή. Οι γεννήτριες δίνης μπορούν να ενεργοποιήσουν το στρώμα ορίου έτσι ώστε προωθείτε η συνημμένη ροή που προηγουμένως είχε αναταράξεις.

Μελέτη της κατανάλωσης με την χρήση των VGs

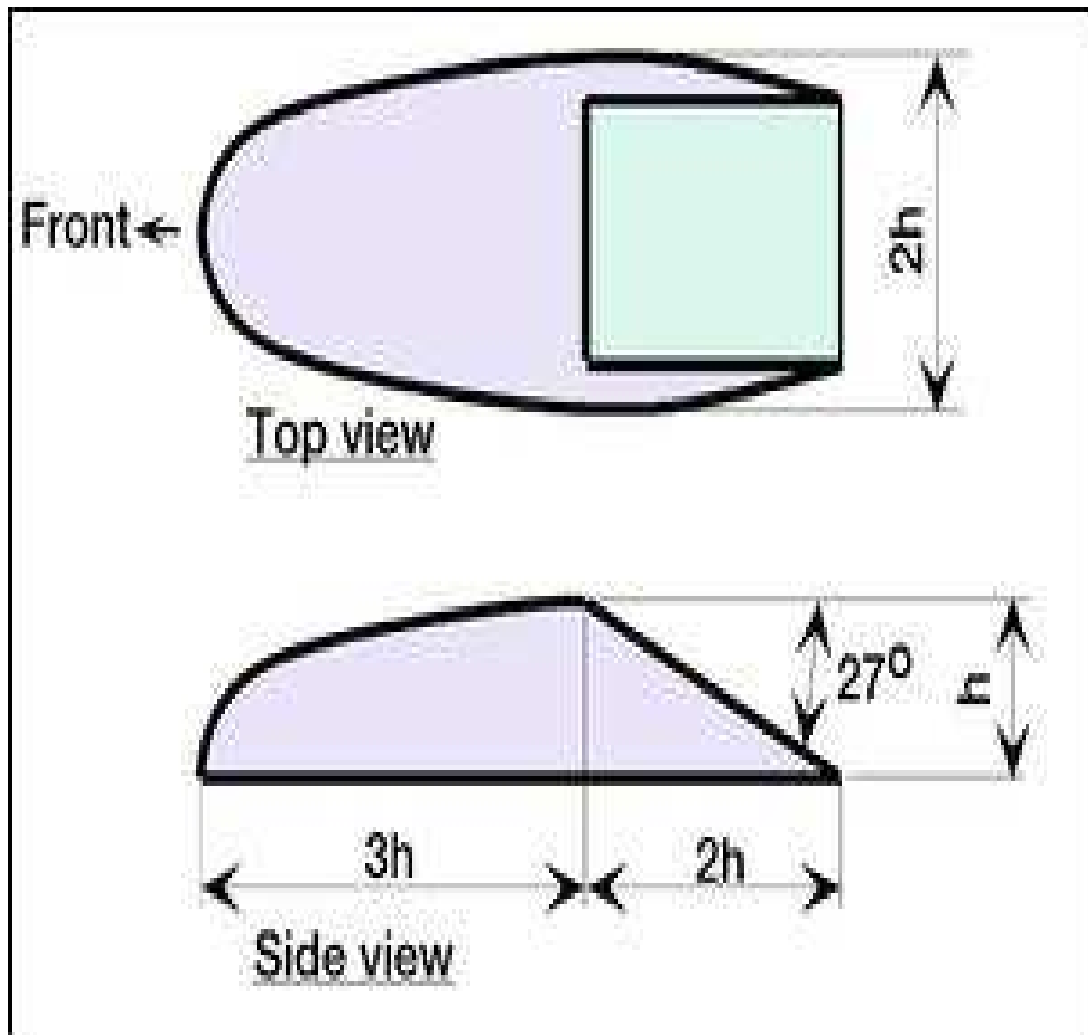
Το αυτοκίνητο δοκιμής ήταν Honda. Κάθε εβδομάδα για τέσσερις εβδομάδες ταξίδεψε μια ίδια διαδρομή 86 χιλιομέτρων, συνήθως σε αυτοκινητόδρομο με 80 - 110 km/h. Το μετρήσαμε την κατανάλωση καυσίμου σε καθημερινή βάση για το αυτοκίνητο. Η κατανάλωση καυσίμων ήταν απίστευτα συνεπής για αυτήν την απόσταση, κάθε

ταξίδι είναι 2.9 litres/100 χλμ εκτός από ένα που ήταν 2.8 litres/100km και ένα άλλο που ήταν 3.0 litres/100km.

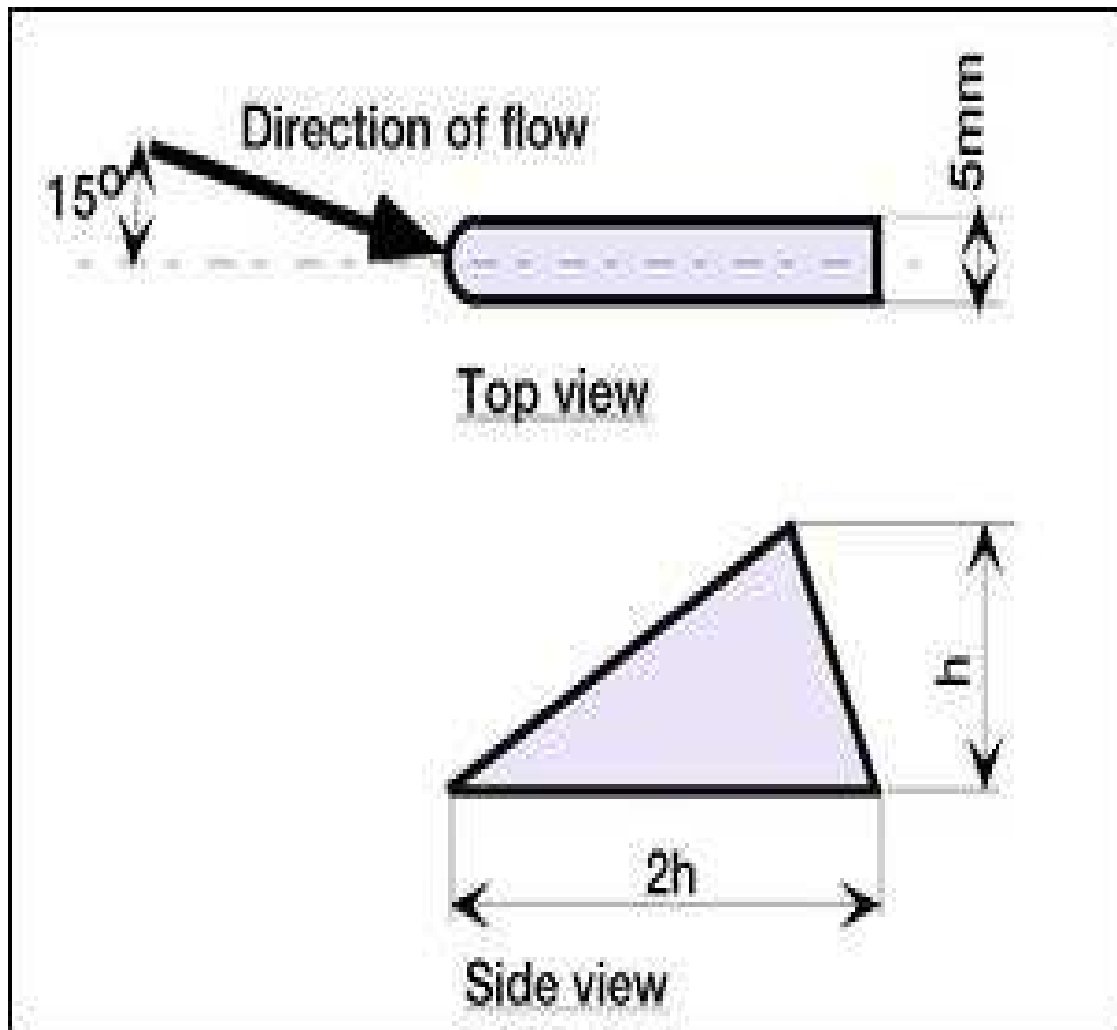
Πέντε γεννήτριες δίνης AirTab τοποθετήθηκαν. Μετά από την εγκατάσταση των γεννητριών δινών, η μετρημένη κατανάλωση καυσίμων ταξιδιού ανήλθε αμέσως σε 3.0 - 3.1 litres/100 χλμ, μια αύξηση 3-7 τις εκατό πέρα από το μέσο όρο 2.9 litres/100km.

Φτιάξτε το δικό σας Vortex Generator

Οι γεννήτριες δίνης είναι συχνά αρκετά απλές μορφές. Εδω παρουσιάζονται το πώς είναι στο Lancer Evolution.



Οι διαστάσεις δίνονται ως πολλαπλάσια του ύψους (h) και παρουσιάζουν υψηλά χαρακτηριστικά για να είναι αποτελεσματικότερες. Για εξεταστικούς λόγους, αυτές οι γεννήτριες δίνης μπορούν αποτελούνται από εύκολα διαμορφωμένα υλικά (ξύλο, άργιλος, ακόμη και πεπιεσμένο χαρτί).



Αυτό το εμπορικό σήμα Décor που το πλαστικό κουτάλι μοιάζει με τις γεννήτριες δίνης στο Eno. Με τις λαβές που κόβονται....



... είναι δύσκολο να κατασταθεί γρήγορα μια δέσμη γεννητριών δίνης παρόμοια στη μορφή με τους αυτούς της Mitsubishi και να δούμε πόσο καλά λειτουργούν.



Οι γεννήτριες δίνης αεροσκαφών που χρησιμοποιούνται στα φτερά είναι συχνά επίπεδα κομμάτια του αλουμινίου που αλλάζουν ελαφρώς την ροή....



... τα όποια είναι αρκετά εύκολο να δημιουργηθούν με τη χρησιμοποίηση της μεθόδου εξώθησης αλουμινίου.



Εντούτοις, αξίζει για τους απλούς αυτούς λόγους δοκιμής να γίνουν με φτηνές γεννήτριες δίνης, η παραγωγή των αποτελεσματικών και ανθεκτικών γεννητριών δίνης είναι μια δυσκολότερη διαδικασία και μπορεί να είναι περισσότερο προβληματική από αξίζει με βάση το τι

πλεονεκτήματα έχει για το αυτοκίνητο. Αυτή ειδικά η περίπτωση γίνεται όταν υπάρχουν τουλάχιστον δύο διαφορετικές γεννήτριες δίνης εμπορικά διαθέσιμες αρκετά φτηνές, και οι δύο που σχεδιάζονται για τα οδικά οχήματα. Όπως στην φωτογραφία στην οποία βλέπουμε μια γεννήτρια δίνης μια αυστραλιανής εταιρίας με κόστος μόλις 25 δολαρίων...



Στις ΗΠΑ είναι ευρέως διαθέσιμα μπορούν να αγοραστούν άμεσα από το www.buyairtab.com με κόστος 2.50\$ κάθε ένα και είναι διαθέσιμοι σε μαύρο ή άσπρο.

Η συγκεκριμένη γεννήτρια γίνεται από πλαστικό ABS και διαφέρει από τις γεννήτριες δίνης που έχουμε εξετάσει μέχρι τώρα και η μορφή του

χρησιμοποιείται σε μερικές εφαρμογές φτερών. Εφαρμόζονται με μια κολλητική ταινία στη βάση τους.



Εμπορικές αξιώσεις

Οι κατασκευαστές των γεννητριών δίνης κάνουν σημαντικές αξιώσεις για την αποτελεσματικότητα των προϊόντων τους. Οι βελτιώσεις οικονομίας καυσίμων αξίωσης «μέχρι 11 τοις εκατό» και βελτιώσεις οικονομίας καυσίμων 11 τοις εκατό στα φορτηγά 5 και 8 τόνων. Είναι μερικά από τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων γεννητριών. Για ένα

μέσου μεγέθους αυτοκίνητο με έναν συντελεστή έλξης 0.30, μια μείωση της έλξης από 0.04 (δηλ. μια μείωση 13 τοις εκατό) μειώνει την κατανάλωση καυσίμων σε μια σταθερά ταχύτητα 120 km/h κατά 7 τοις εκατό. Στον ευρωπαϊκό κύκλο εθνικών οδών μειώνει την κατανάλωση καυσίμων κατά 2 τοις εκατό και στον κύκλο πόλεων, κατά 0,2 τοις εκατό.



Με βάση αυτό το στοιχείο είναι δύσκολο να θεωρηθεί ότι η συναρμολόγηση των γεννητριών δίνης θα μείωνε την έλξη μέχρι το σημείο που οι βελτιώσεις κατανάλωσης καυσίμων πάνω από 10 τοις εκατό θα πραγματοποιούνταν σε κανονική χρήση. Οι κατασκευαστές γεννητριών δίνης προτείνουν ότι χρησιμοποιώντας τα μέρη των γεννητριών δίνης και ενθαρρύνουν να τοποθετηθούν στο τέλος του οχήματος καθώς επίσης και στις μεταβάσεις σωμάτων (π.χ. από τη στέγη στο οπίσθιο παράθυρο). Εντούτοις, ακόμη και λαμβάνοντας υπόψη την πιο πολυάριθμη χρήση τους, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι

όταν τοποθέτησε η Mitsubishi τις γεννήτριες δίνης στο τέλος της στέγης του Ενο, η μείωση έλξης ήταν λιγότερο από 2 τοις εκατό (που υποθέτουν έναν 0.35 συντελεστή έλξης). Οι αξιώσεις οικονομίας καυσίμων είναι μετριότερες, με μια βελτίωση 4-6 τοις εκατό που αναφέρεται. Οι συσκευές έχουν εγκατασταθεί σε πολλά φορτηγά και ρυμουλκούμενα οχήματα και για αυτά τα οχήματα οι αξιώσεις είναι ίδιες.



Η καταπληκτική φωτογραφία επιδεικνύει πώς τα 16 VGs στη στέγη κάμπτουν ομαλά τη ροή αέρος κάτω στην περιοχή πίσω από το αμάξι. Το VGs δημιουργεί μια σειρά δινών που λειαίνει τη ροή αέρος πίσω από το αμάξι έτσι αυτό μπορεί να ακολουθήσει το περίγραμμα του φτερού για να δημιουργήσει έλξη. Η κάμψη του αέρα που έρχεται από το αμάξι επιτρέπει στο φτερό να λειτουργήσει στον καθαρό,

ανενόητο αέρα, και βελτιώνει την αποτελεσματικότητα του φτερού..Οι σπάνιες καιρικές συνθήκες κάνουν τις δίνες να μοιάζουν με ένα στρώμα άσπρης ομίχλης σε αυτήν την φωτογραφία.



Παρουσίαση Μελέτης στο Lancer Evolution

Μια από τις κύριες αιτίες της αεροδυναμικής έλξης για τα οχήματα είναι ο χωρισμός της ροής κοντά στο οπίσθιο μέρος του οχήματος. Για να καθυστερήσουν το χωρισμό της ροής, οι διαμορφωμένες γεννήτριες δίνης εξετάζονται για την εφαρμογή τους στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου. Συνήθως χρησιμοποιούνται στα αεροσκάφη για να αποτρέψουν το χωρισμό ροής, οι γεννήτριες δίνης οι ίδιες δημιουργούν έλξη, αλλά μειώνουν επίσης την έλξη με αποτέλεσμα το χωρισμό της ροής προς τα κάτω. Η γενική επίδραση των γεννητριών δίνης μπορεί να υπολογιστεί με είτε θετικά είτε αρνητικά αποτελέσματα. Δεδομένου ότι αυτή η επίδραση εξαρτάται από τη μορφή και το μέγεθος των γεννητριών δίνης, εκείνοι στη οροφή οχημάτων βελτιστοποιούνται.

Εισαγωγή

Τι ανησυχεί τον άνθρωπο και τι τον προβληματίζει

- Για να σώσει την ενέργεια και για να προστατεύσει το παγκόσμιο περιβάλλον,
- Η μείωση κατανάλωσης καυσίμων είναι αρχική ανησυχία
- Η μείωση της έλξης είναι ουσιαστική για τη βελτίωση των καυσίμων
- Ένα aerodynamically καθαρισμένο σώμα είναι επίσης αισθητικά ελκυστικό,
- Θα συμβάλει πολύ για να αυξήσει την αγορασσιμότητα του οχήματος στους πιθανούς πελάτες.
- Εντούτοις δεδομένου ότι το επιβατικό αυτοκίνητο πρέπει να έχει αρκετούς χώρους για να φιλοξενηθούν οι επιβάτες και οι αποσκευές μέσα.

Προσθήκη στο ελάχιστο απαραίτητο διάστημα για τη μηχανή του και τα άλλα περιεχόμενα, αυτό είναι εξαιρετικά δύσκολο να

πραγματοποιήσουν μια aerodynamically ιδανική μορφή οχημάτων. Το αυτοκίνητο είναι επομένως είναι υποχρεωμένο για να έχει μια μορφή σωμάτων που είναι μάλλον aerodynamically Bluff, όχι ένα ιδανικό βελτιώνει τη μορφή όπως βλέπει στα ψάρια και τα πουλιά. Μια τέτοια μορφή σωμάτων είναι αναπόφευκτα συνοδευόμενος από το χωρισμό ροής στο οπίσθιο άκρο. αεροδυναμικό bluffness του επιβατικού σώματος αυτοκινήτων, όταν εκφράζεται από το συντελεστή έλξης (CD), γενικά μεταξύ 0.2 και 0.5, ενώ αυτό περισσότερο Bluff κυβικού τα αντικείμενα είναι μεγαλύτερα από 1.0 και αυτή των λιγότερων σφαιρών του Bluff είναι λιγότερο από 0.1. Δύο στοιχεία που έχουν σημαντικό συντελεστή έλξης ενός αντικειμένου του Bluff είναι η στρογγυλάδα των μπροστινών γωνιών της και ο βαθμός κωνικότητας στο οπίσθιο άκρο του.

Σχ. 1 σχηματικά παρουσιάζει τη ροή γύρω από ένα φορείο.



Η σημασία της επιρροής στην οπίσθια κωνικότητα στα επιβατικά αυτοκίνητα μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

Λόγω της παρουσίας ενός κορμού στο οπίσθιο τμήμα, η ροή χωρίζει στο τέλος στεγών και διαδίδει έπειτα προς τα κάτω. Κατά συνέπεια, η ροή γύρω από το αυτοκίνητο είναι παρόμοια με ένα διαμορφωμένο αντικείμενο με μια κωνικότητα στο οπίσθιο τμήμα. Για αυτόν τον λόγο, ένα φορείο με έναν κορμό τείνει να έχει τη μικρότερη αξία συντελεστή έλξης από ένα αυτοκίνητο βαγόνι εμπορευμάτων-τύπων. Με άλλα

λόγια, η κωνικότητα στο οπίσθιο τμήμα έχει την επίδραση της καθυστέρησης του χωρισμού ροής (ή της μετατόπισης του χωρισμού ροής σημείο προς τα κάτω).

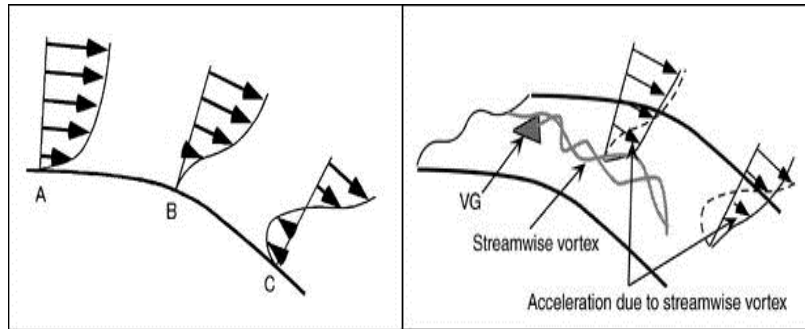
Ένα γνωστό παράδειγμα για την επίδραση καθυστέρησης χωρισμού ροής χρησιμοποιεί ένα λακκάκι (όπως αυτά στις σφαίρες γκολφ). Η προσθήκη των διαμορφωμένων κομματιών μπορεί να χαμηλώσει το CD σε ένα μέρος της αρχικής αξίας της. Αυτό είναι επειδή τα λακκάκια προκαλούν μια αλλαγή στον κρίσιμο αριθμό Reynolds (ο αριθμός Reynolds στον οποίο μια μετάβαση από ελασματική σε ταραχώδη ροή αρχίζει στο στρώμα ορίου). Υπάρχουν αναφερόμενα παραδείγματα των φτερών αεροσκαφών που ελέγχουν το στρώμα ορίου, στο οποίο οι γεννήτριες δίνης επιτυγχάνουν καθυστερημένα τον χωρισμό της ροής ακόμα και όταν ο κρίσιμος.

Ο αριθμός Reynolds ξεπερνιέται

Αν και ο σκοπός των VGs είναι η ροή ελέγχου και ο χωρισμός στο τέλος των στεγών ενός φορείου, είναι παρόμοιος με το σκοπό των VGs στα αεροσκάφη. Για να καθορίσουν τη μορφή του φορείου VGs, τα στοιχεία όσον αφορά τα αεροσκάφη VGs.

2. Μηχανισμός του χωρισμού και των στόχων ροής

Σχ. 2 παρουσιάζουν μια σχηματική αναπαράσταση του σχεδιαγράμματος ταχύτητας ροής στο αεροπλάνο κεντρικών γραμμών του οχήματος κοντά στο τέλος στεγών.



σχ2

σχ3

Από τότε το ύψος σε αυτό το τμήμα γίνεται σταδιακά χαμηλότερο ως ροή κινείται προς τα κάτω, επεκταμένα η ροή αέρος διαμορφώνεται εκεί. Αυτό προκαλεί την προς τα κάτω πίεση να αυξηθεί, η οποία δημιουργεί στη συνέχεια την αντίστροφη δύναμη ενεργώντας ενάντια στην κύρια ροή και παράγει την αντίστροφη ροή προς τα κάτω Point Γ. Καμία αντίστροφη ροή δεν εμφανίζεται στο σημείο A τοποθετημένος περαιτέρω προς τα πάνω του σημείου Γ επειδή η ορμή του στρώματος ορίου είναι η επικρατούσα κλίση πίεσης (dp/dx). Μεταξύ των σημείων A και Γ, υπάρχει και το σημείο B χωρισμού, όπου η κλίση πίεσης και η ορμή του στρώματος ορίου είναι ισορροπημένες. Όπως φαίνεται στο σχήμα 2, στη χαμηλότερη ζώνη κοντά στην επιφάνεια του οχήματος μέσα στο στρώμα ορίου, η ροή αέρος γρήγορα χάνει την ορμή καθώς κινείται προς τα κάτω οφειλόμενο στην ταχύτητα του αέρα.

Ο σκοπός VGs είναι να παρέχει από την υψηλότερη περιοχή που έχει μεγάλη πίεση στη χαμηλότερη περιοχή που έχει μικρή. Η ορμή κοντά στις δίνες που παράγονται από τα VGs που βρίσκονται αμέσως πριν από το σημείο χωρισμού, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 3. Αυτό επιτρέπει στο σημείο χωρισμού για να μετατοπιστεί περαιτέρω προς τα κάτω. Μετατοπίζοντας το σημείο χωρισμού προς τα κάτω επιτρέπει στην επεκταθείς ροή αέρος να εμμένει αναλογικά περισσότερο, η ταχύτητα ροής στο σημείο χωρισμού να γίνει πιο αργή, και συνεπώς ο στατική πίεση να γίνει υψηλότερη. Η στατική πίεση στο σημείο χωρισμού κυβερνά σε όλες τις πιέσεις σε ολόκληρη τη περιοχή χωρισμού της ροής. Λειτουργεί για να μειώσει την έλξη της πίσω πίεσης. Μετατόπιση

του σημείου χωρισμού προς τα κάτω, επομένως, παρέχει τα διπλά πλεονεκτήματα στη μείωση έλξης:

- Ένα είναι για να μειωθεί ο χωρισμός στην περιοχή στην οποία η χαμηλή πίεση αποτελεί την κύρια αιτία
- Μια άλλη είναι για να αυξηθεί η πίεση της περιοχής χωρισμού ροής. Ένας συνδυασμός αυτών των δύο αποτελεσμάτων μειώνει την έλξη ενεργώντας στο όχημα.

Η αποτελεσματικότητα της εγκατάστασης των VGs επομένως συνάγεται με την αφαίρεση του ποσού έλξης από το από το ποσό μείωσης της έλξης που παράγεται για να μετατοπίσει το σημείο χωρισμού προς τα κατω.

3. Πειραματικές μέθοδοι

Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας VGs και η βελτιστοποίηση πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το σύνολο MMC - σήραγγα αέρα κλίμακας (3). Το τμήμα δοκιμής ήταν κλειστό και η κύρια ροή η ταχύτητα τέθηκε στο evolutionVIII 50 m/s. Mitsubishi Lancer χρησιμοποιήθηκε ως όχημα δοκιμής. Για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα VGs, έξι συστατικές δυνάμεις του οχήματος μετρήθηκαν και εξετάστηκαν η μορφή και το μέγεθος των VGs. Επιπλέον, προκειμένου να διευκρινιστεί η συμβολή παραγόντων με την έννοια που παρέστηκε από τα VGs, η συνολική διανομή πίεσης της ροής ιχνών μετρήθηκαν με τη pitot , η διανομή ταχύτητας μετρήθηκε με

τη velocimetry μέθοδο εικόνας (PIV) μορίων, και ο τομέας ροής αναλύθηκε λεπτομερώς χρησιμοποιώντας την υπολογιστική ρευστό δυναμική (CFD).

4. Εύρεση του βέλτιστου VGs

Για να επιλέξει την κατάλληλα μορφή και το μέγεθος του VG ο οποίος παράγει την δίνη αποτελεσματικότερα (με τη λιγότερη έλξη) είναι σημαντικό να επιτύχει τους στόχους.

Σχετικά με το μέγεθος, το πάχος το στρώμα ορίου μετριέται βασισμένος στην υπόθεση ότι το βέλτιστο ύψος του VG θα ήταν σχεδόν ίσος στο πάχος στρώματος ορίου. Σχ. 4 παρουσιάζουν σχεδιάγραμμα ταχύτητας στη στέγη του φορείου. Από αυτόν τον αριθμό, το πάχος στρώματος ορίου στο τέλος στεγών αμέσως μπροστά από το σημείο χωρισμού είναι περίπου 30 χιλ.

Συνεπώς, το βέλτιστο ύψος για το VG υπολογίζεται για να είναι μέχρι περίπου 30 χιλ. Όσον αφορά στη μορφή, ένα πρόσκρουση-διαμορφωμένο κομμάτι με ένα οπίσθιο τμήμα η γωνία κλίσεων 25 σε 30° επιλέγεται. Αυτό είναι βασισμένο στο γεγονός ότι η δίνη παράγεται σε ένα αυτοκίνητο hatchback-τύπων με τέτοια οπίσθια γωνία

παραθύρων . η μορφή του δέλτα φτερών μισό-έκτασης συστήνεται επίσης για το VG. Αυτή η μορφή προκύπτει από ένα aircraft του δέλτα φτερό που παράγει μια ισχυρή δίνη στην αιχμή του (2).

Όσον αφορά στη θέση VGs, ένα σημείο αμέσως προς τα πάνω του χωρισμού ροής το σημείο υποτίθεται ότι είναι βέλτιστο, και ένα σημείο 100 χιλ. μπροστά από το τέλος στεγών επιλέχτηκε όπως φαίνεται στο σχήμα 5. Τα αποτελέσματα VGs που τοποθετήθηκε σε αυτό το σημείο παρουσιάζονται στο σχήμα 6. Το μπροστινό μισό περίγραμμα του πρόσκρουση-διαμορφωμένου VG ήταν ομαλά καπτόμενο για να ελαχιστοποιήσει την έλξη και το οπίσθιο μισό του κόπηκε σε μια ευθεία γραμμή σε μια γωνία περίπου 27° για την μέγιστη παραγωγή της δίνης. Όπως παρουσιάζετε στο σχήμα 6, τρία διαμορφωμένα VGs που ήταν παρόμοια στη μορφή αλλά είχαν διαφορετικό στο ύψος (15 χιλ., 20 χιλ., και 25 χιλ.) εξετάζονται. Η γραφική παράσταση στο σχήμα 6 δείχνει ότι ο συντελεστής έλξης ήταν μικρότερος στο ύψος 20 έως 25 χιλ., έτσι ένα ύψος σε αυτήν την σειρά θεωρήθηκε βέλτιστος για το VG. Εντούτοις, ένα ψηλό VG μπορεί να προκαλέσει μείωση στον ανελκυστήρα. Η μάλλον μικρή αλλαγή στο συντελεστή έλξης είχε ως αποτέλεσμα της αλλαγής στο ύψος .Η αύξηση στο ύψος του VG προκαλεί ταυτόχρονα δύο αποτελέσματα: ένα είναι η μειωμένη έλξη ως αποτέλεσμα του καθυστερημένου χωρισμού ροής και άλλο είναι η αυξανόμενη έλξη από το ίδιο το VG. Αυτά τα δύο αποτελέσματα είναι ισορροπημένα όταν το ύψος του VG μεταξύ 20 και 25 χιλ.

Από αυτά τα αποτελέσματα, μια μείωση του CD είναι 0.003 όταν το διαμορφωμένο VG βελτιστοποιείται η μορφή και το μέγεθος του.

Η αποτελεσματικότητα του διαμορφωμένου VG είναι επίσης εξετάζουσα. Η συνιστώμενη μορφή του διαμορφωμένου delta wing- VG καθορίζεται από τα εξής (2):

Μήκος/ύψος = 2

Γωνία παρεκκλίσεων = 15°

Διάστημα/ύψος = 6

Με βάση αυτό το στοιχείο, το διαμορφωμένο VGs δημιουργείται με τις ακόλουθες προδιαγραφές:

Μήκος/ύψος = 2

Υψος = 15 χιλ., 20 χιλ. και 25 χιλ. (τρεις τύποι)

Πάχος = 5 χιλ.

Το διαμορφωμένο VGs πρέπει να εγκατασταθεί στην α γωνία παρεκκλίσεων 15° στην κατεύθυνση ροών αέρος. Προκειμένου να ικανοποιηθεί αυτός ο όρος, η κατεύθυνση της ροής αέρος στο τέλος στεγών ερευνήθηκε από τη μέτρηση ροής πετρελαίου. Η κατεύθυνση ροών αέρος βρέθηκε για να είναι διαφορετική μεταξύ λοξών θέσεων στη στέγη. Η ροή αέρος ευθυγραμμίζεται άμεσα με την οπίσθια κατεύθυνση στο κέντρο ενός αυτοκινήτου, αλλά παρεκκλίνει όλο και περισσότερο προς το κέντρο της μετατοπίσεις του σημείου μέτρησης μακριά από την κεντρική θέση. Για αυτό ο λόγος, του -διαμορφωμένο VGs πρέπει να είναι εγκατεστημένος διαγωνίως 15° ενάντια στην κεντρική γραμμή οχημάτων για την κεντρική θέση, ενώ πρέπει να είναι εγκατεστημένος διαγωνίως κοντά σε 0° για τις πιο ακραίες θέσεις.

Τα αποτελέσματα αυτών των δοκιμών παρουσιάζονται στο σχήμα 7.

Διαμορφωμένο Delta wing- VGs βρέθηκε για να είναι λιγότερο ευαίσθητο στην αλλαγή στο ύψος από διαμορφωμένο VGs .

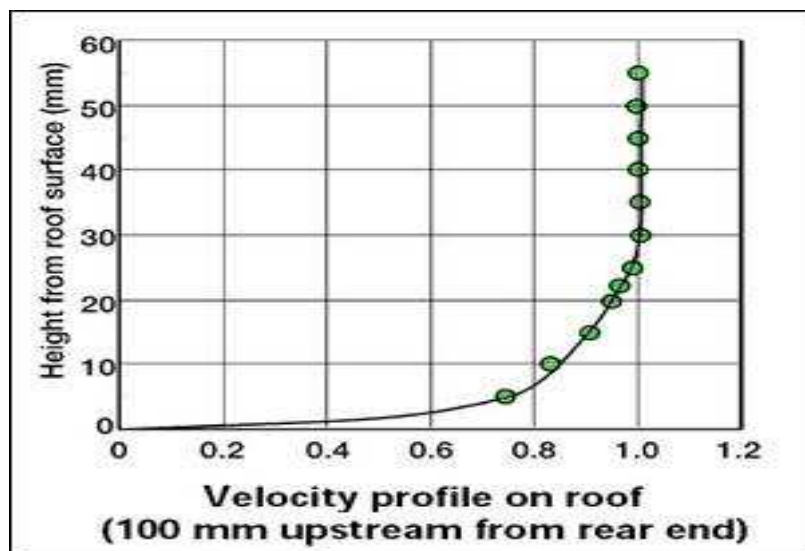
Αποτελέσματα μείωσης για το VGs των τριών διαφορετικών υψών 15 χιλ., 20 χιλ. και 25 χιλ.) ήταν όλα ισοδύναμα με

- 0.006. Η επίδραση της μείωσης αυξήθηκε μόνο ελαφρώς με το ύψος. Η μείωση έλξης διέφερε επίσης μόνο ελαφρώς με τις αλλαγές στον αριθμό VGs και τις θέσεις. Ο αριθμός και οι θέσεις του δοκιμασμένου VGs φαίνεται να είναι στις βέλτιστες σειρές τους.

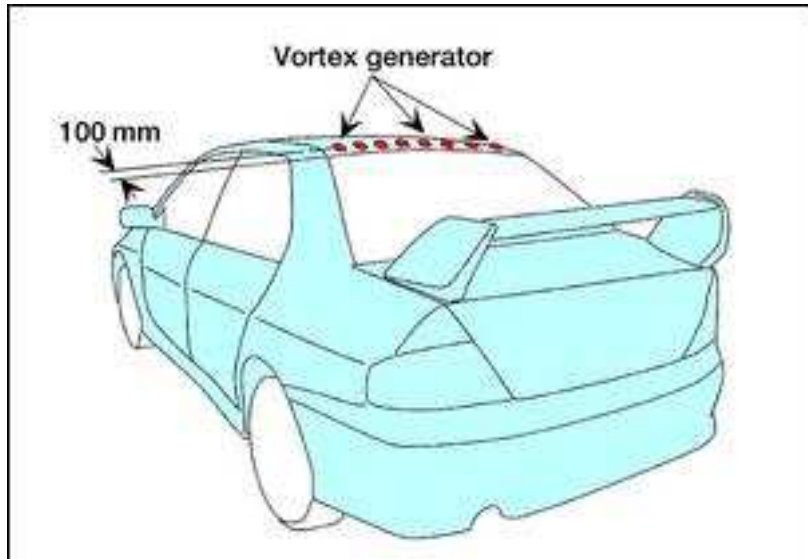
Από αυτά τα αποτελέσματα, το διαμορφωμένο VGs ήταν ικανό στην έλξη κοντά - 0.006.

Ο λόγος για το διαμορφωμένο VGs είναι αποτελεσματικότερος από πρόσκρουση-διαμορφωμένο VGs μπορεί να εξηγηθεί ως εξής:

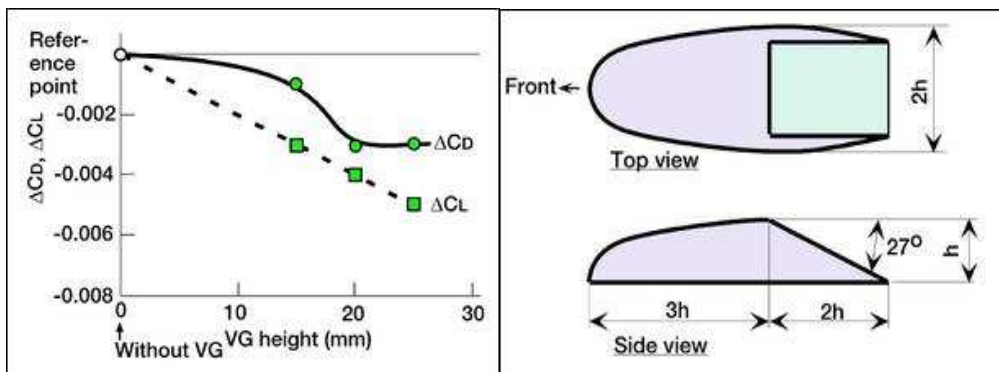
Το διαμορφωμένο VGs έχει μια μικρότερη μετωπική περιοχή προβολής, έτσι αυτό σημαίνει ότι οι ίδιοι δημιουργούν τη μικρότερη έλξη. Επιπλέον, η δίνη που παράγεται στην άκρη ενός διαμορφωμένου VG κρατά τη δύναμη της ροής προς τα κάτω της άκρης μόλις παρεμποδίζει το ίδιο το VG λόγω της πλατυ μορφής του VG. Αφετέρου η δίνη παράγεται σε ένα σημείο κοντά στην προς τα κάτω άκρη της πρόσκρουσης, η οποία προκαλεί τη δίνη.



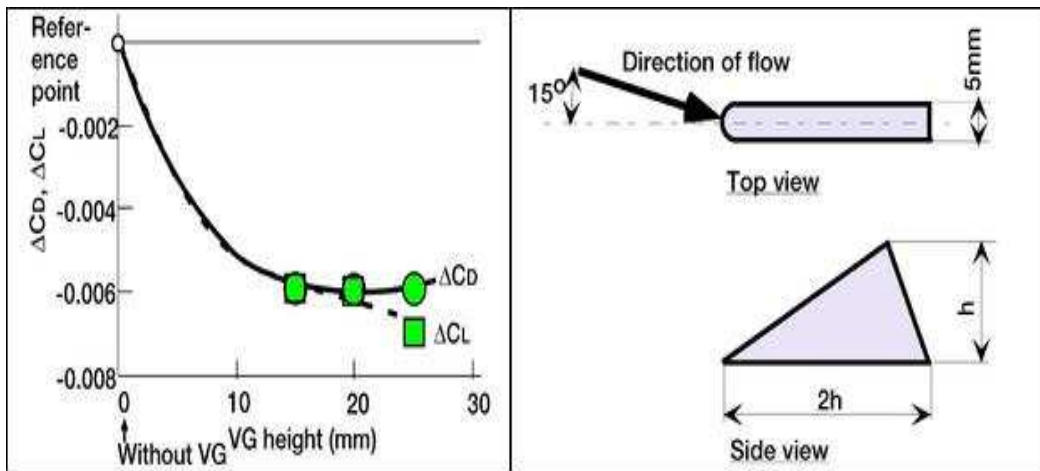
σχ.4



σχ.5



σχ.6



σχ.7

5. Επαλήθευση του μηχανισμού VGs

Στην παράγραφο πιο πάνω, η επίδραση VGs υπολογίζει ότι το σημείο χωρισμού μετατοπίζεται προς τα κάτω, το οποίο στενεύει στη συνέχεια την περιοχή χωρισμού ροής. Ο τομέας ροής ερευνηθήκε έτσι ώστε προκειμένου να ελεγχθεί η ακρίβεια αυτής της εκτίμησης. Στο Σχ. 8 παρουσιάζετε η συνολική διανομή πίεσης στη ροή ιχνών αμέσως προς τα πάνω οπίσθιο spoiler και για τις δύο περιπτώσεις με και χωρίς VGs. Υψηλή συνολική πίεση οι περιοχές αυτές αντιστοιχούν στις περιοχές υψηλής ταχύτητας. Όπως και ο αριθμός που παρουσιάζει, η περιοχή υψηλής ταχύτητας επεκτείνεται προς τα κάτω από την προσθήκη VGs, που δηλώνει ότι την περιοχή χωρισμού ροής στενεύουν.

Στο Σχ. 9 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της διανομής ταχύτητας χρησιμοποιώντας τη μέθοδο PIV. Το φύλλο ακτίνας λέιζερ PIV φωτίστηκε από ανωτέρω στο κεντρικό του σώματος οχημάτων και η επιφάνεια μέτρησης φωτογραφίστηκε από την κάθε πλευρά (όπως υποδεικνύεται από το βέλος άποψης στο σχήμα 9) για να υπολογίσει τη δισδιάστατη διανομή ταχύτητας. Σχ. 9 (α) παρουσιάζουν διανομή ταχύτητας για την περίπτωση με VGs, και Σχ. 9 (β) παρουσιάζουν διανομή ταχύτητας για την περίπτωση χωρίς VGs. Όπως είναι εμφανές από τον αριθμό, η περίπτωση με VGs παρουσιάζει μια αύξηση στην ταχύτητα και στην επιφάνεια του σώματος (οπίσθιο παράθυρο) ακριβώς πίσω από το VG (ζώνη A στον αριθμό) και την επέκταση της ζώνης υψηλής ταχύτητας προς τα κάτω (ζώνη B στον αριθμό). Αυτό υποστηρίζει η εκτίμηση στο προηγούμενο τμήμα που ροές αέρος αιτίας VGs επάνω από το οπίσθιο παράθυρο για να συνδεθεί με τις επιφάνειες από το σώμα.

Αυτό το φαινόμενο εξετάστηκε λεπτομερώς χρησιμοποιώντας CFD ανάλυση. Το CD χρησιμοποιήθηκε ως solver και πρότυπο RNG K-ε ως πρότυπο αναταραχής σε αυτήν την ανάλυση. Προκειμένου να ανιχνευθεί ο χωρισμός ροής στο οπίσθιο παράθυρο, ένα κύτταρο πρισμάτων παρεμβλήθηκε κοντά στο όχημα, και η « γ^+ » αξία του υπολογιστικού πλέγματος κανονίζεται για να γίνει μια κατάλληλη αξία μεταξύ 20 και 50 κοντά στο σημείο χωρισμού. Σχ. 10 παρουσιάζουν αποτελέσματα υπολογισμού για την περίπτωση με VGs και η περίπτωση χωρίς VGs. Αυτά τα αποτελέσματα παρουσιάζουν καλή συμφωνία με το

πειραματικό τα αποτελέσματα που χρησιμοποιούν τη μέθοδο PIV. και σαφώς δείχνουν ότι η χαμηλή περιοχή ταχύτητας από η προσθήκη στενεύει VGs.

Οι αλλαγές στην έλξη που υπολογίζεται από CFD που παρουσιάζεται κατωτέρω και συμφωνεί σχεδόν με τα πειραματικά αποτελέσματα (Σχ. 7).

$$\Delta CD = - 0.004$$

$$\Delta CL = - 0.013$$

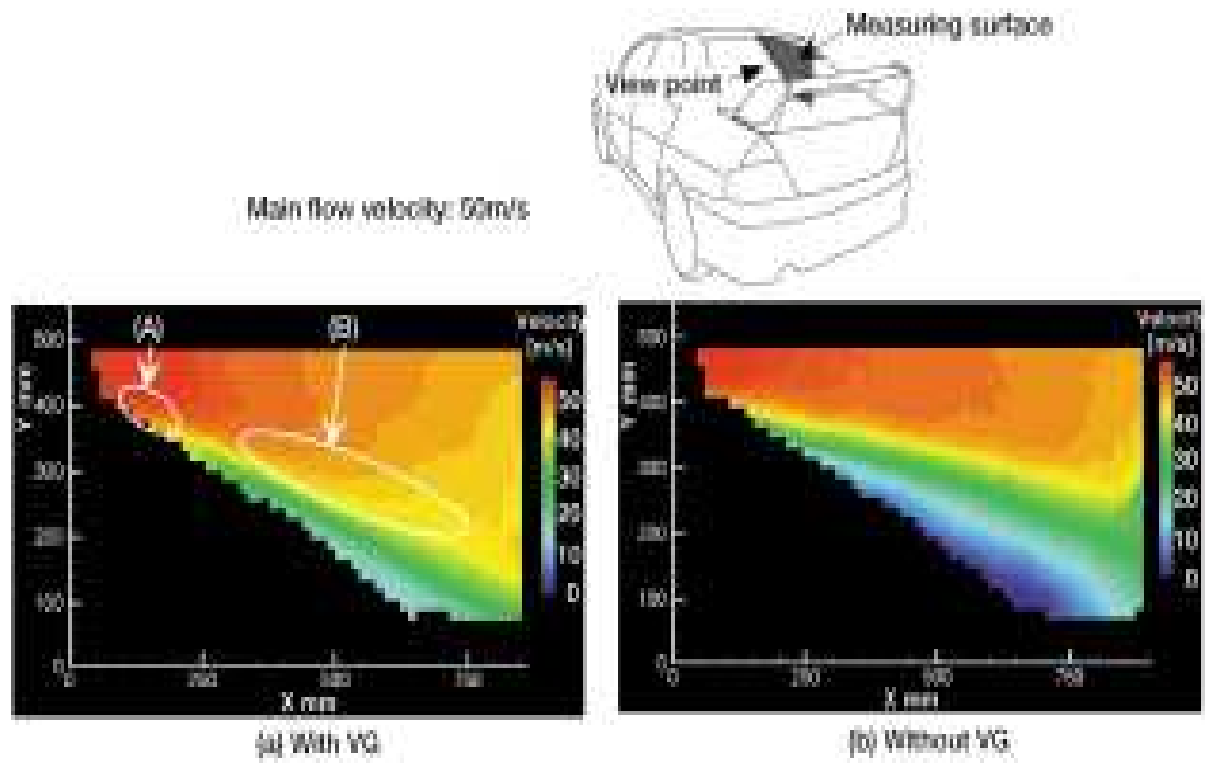
Ο υπολογισμός CFD, επομένως, θα μπορούσε να μιμηθεί το πραγματικό φαινόμενο. Τα αποτελέσματα CFD στο σχήμα 10 επίσης παρουσιάζουν ότι η ταχύτητα της ροής αέρος κατά μήκος της κατώτατης επιφάνειας οπίσθιο spoiler αυξάνεται από την προσθήκη VGs, η οποία αποκαλύπτει ότι μια μείωση (μια αύξηση στην κάτω-δύναμη) εμφανίστηκε. Αυτά τα αποτελέσματα επίσης δείχνουν ότι η περιοχή χωρισμού ροής (χαμηλή περιοχή ταχύτητας) στην οπίσθια μερίδα στον κορμό στενεύουν ελαφρώς.

Σχ. 11 παρουσιάζεται η διανομή πίεσης στην επιφάνεια σωμάτων οχημάτων. Η προσθήκη VGs δίνει την επίδραση από την αύξηση της πίεσης επιφάνειας πέρα από μια ευρεία περιοχή η έκταση από το οπίσθιο παράθυρο στον κορμό και αυτό μειώνει στη συνέχεια την έλξη. Εντούτοις η αρνητική πίεση εμφανίζεται στην περιοχή γύρω από το VGs .

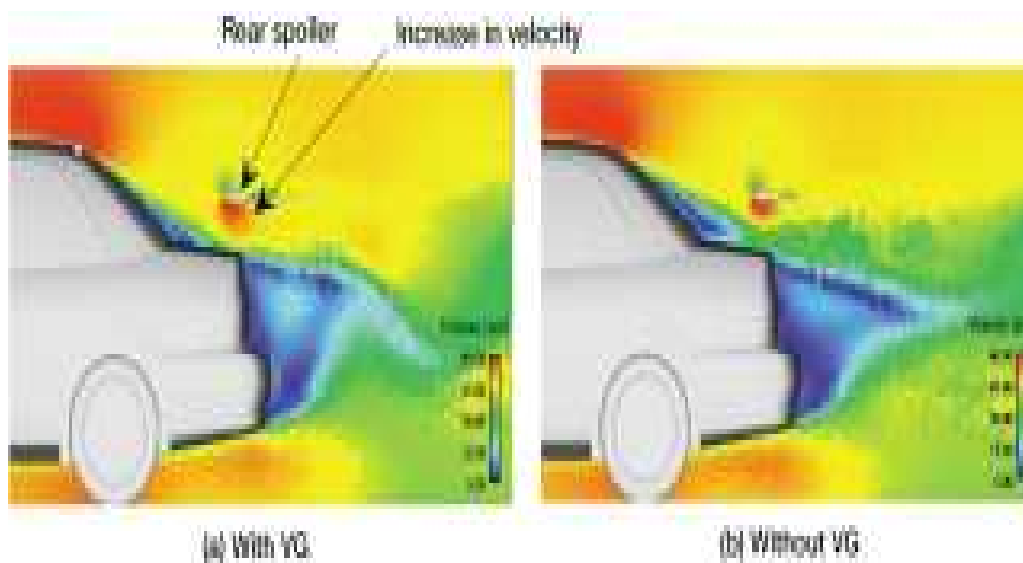
Τέτοιες αλλαγές στη ροή αέρος μπορούν να αποδοθούν σε VGs εκείνη η εργασία για να καταστείλει το χωρισμό ροής στο οπίσθιο παράθυρο. Για να ελέγξει αυτόν τον μηχανισμό, η ροή αέρος μελετήθηκε με περαιτέρω λεπτομέρειες. Σχ. 12 παρουσιάζουν vorticity διανομή πίσω από το VGs. Οι δίνες Streamwise παράγονται πίσω από το VGs.

Η εκτίμησή μας ότι οι αιτίες δίνης από το σημείο χωρισμού στη μετατόπιση προς τα κάτω επιβεβαιώνεται από CFD τα αποτελέσματα. Σχ. 13 παρουσιάζουν απόψεις κινηματογραφίσεων σε πρώτο πλάνο του τομέα ροής κοντά στο σημείο χωρισμού. Η περίπτωση με VGs

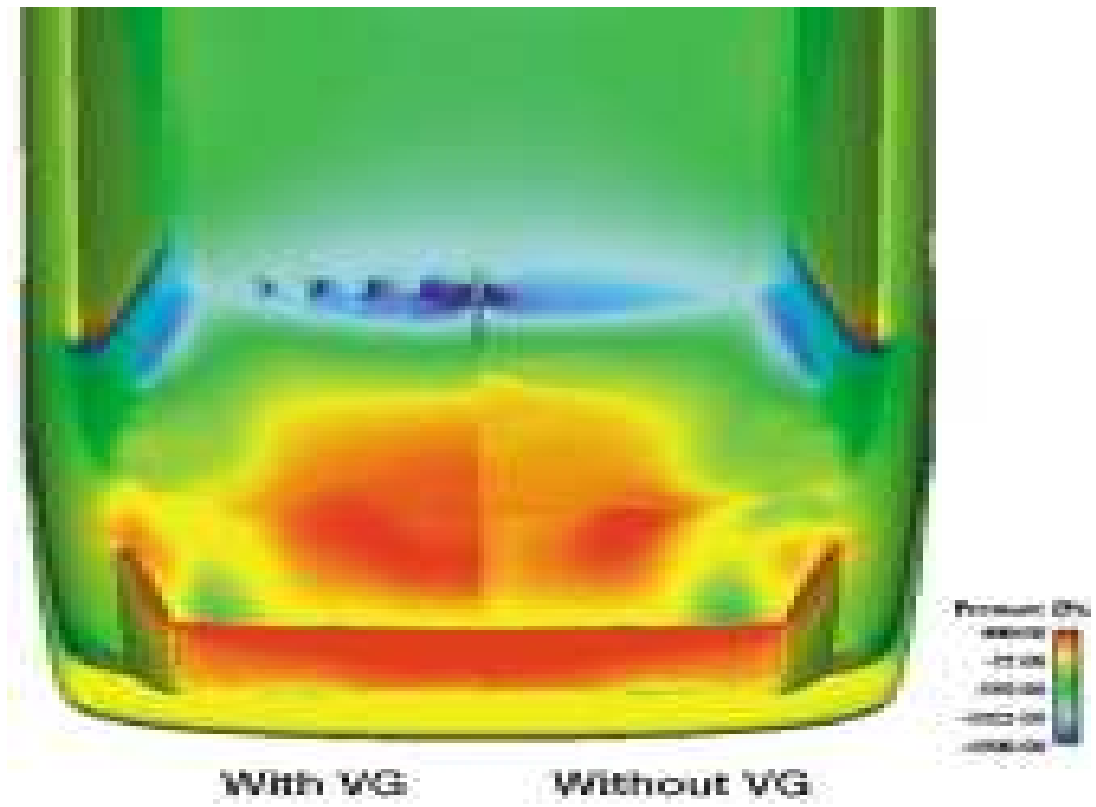
παρουσιάζει χωρισμό ροής που εμφανίζεται περαιτέρω προς τα κάτω από ο τι στην περίπτωση χωρίς VGs.



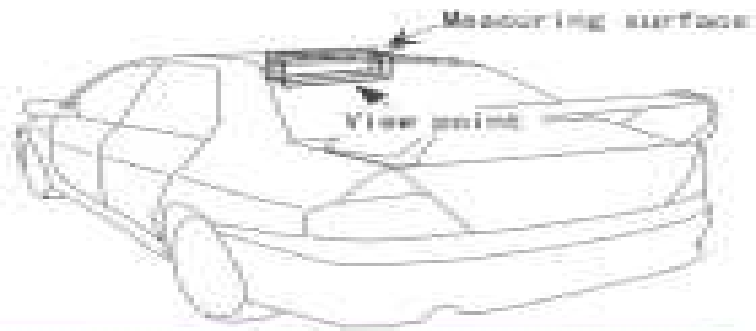
σχ.9



$\sigma_{\chi.10}$



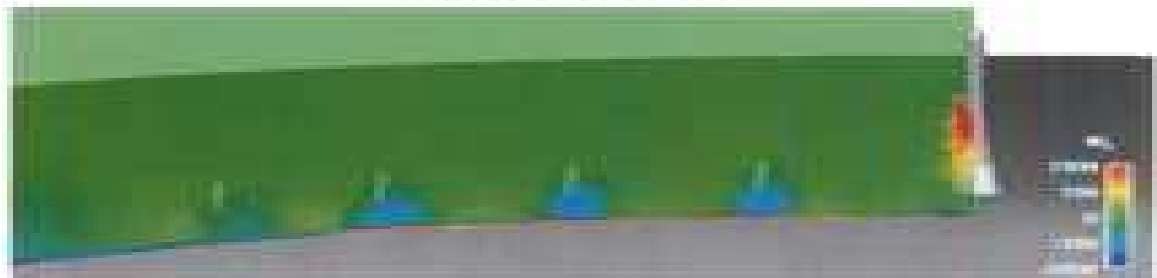
$\sigma_{\chi.11}$



(a) 20mm behind VCG



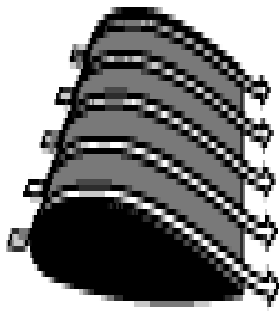
(b) 40mm behind VCG



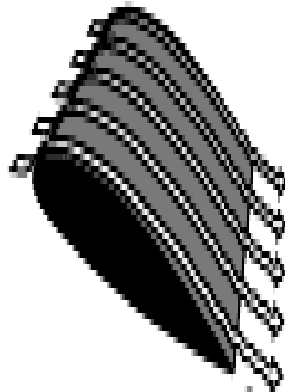
(c) 60mm behind VCG

σχ.12

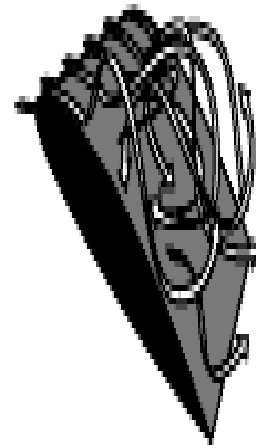
Before VGs



Smooth airflow

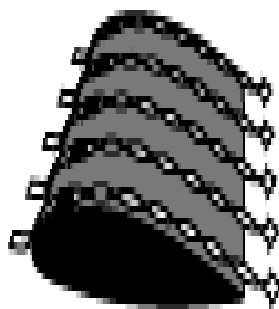


Boundary layer
begins to separate

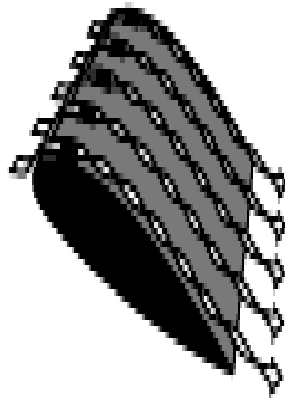


Wing stalls

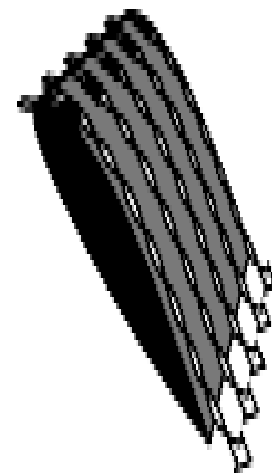
After VGs



Vortex airflow



Boundary layer
energized by vortices

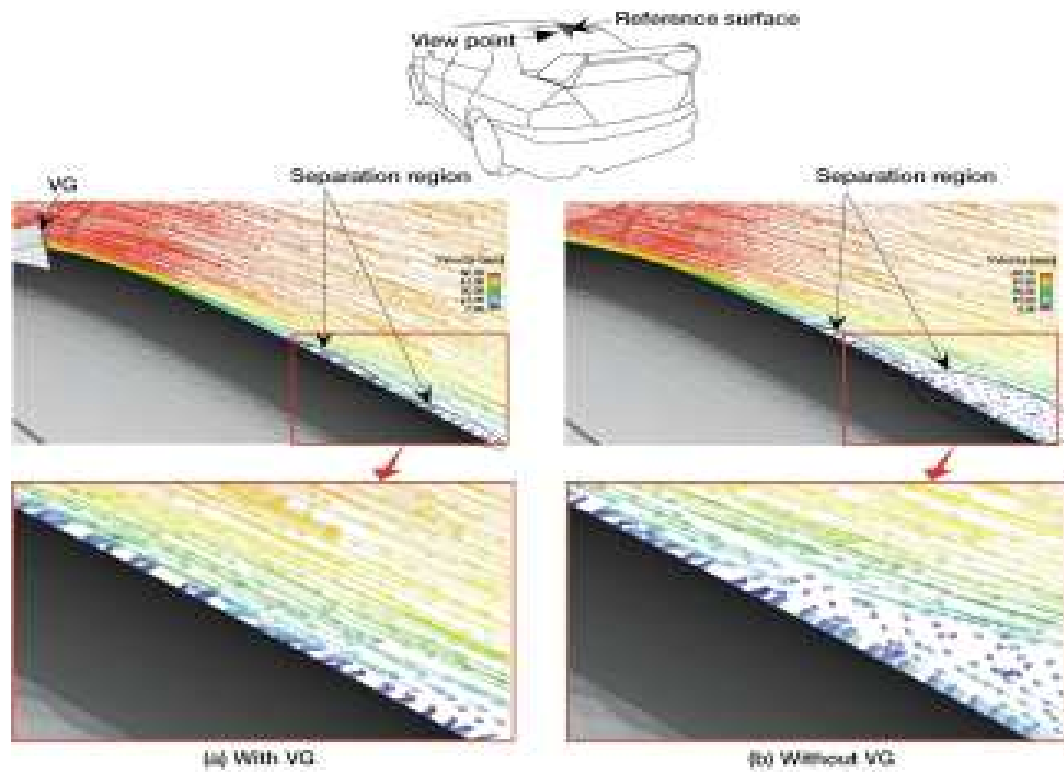


Boundary layer
remains attached

σ.χ13

6. Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα αυτής της έρευνας μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα σημεία(1) οι γεννήτριες δίνης (VGs) μελετήθηκαν για να εγκαταστήσουν αμέσως προς τα πάνω του σημείου χωρισμού ροής προκειμένου να ελεγχθεί ο χωρισμός της ροής αέρος επάνω από το οπίσθιο παράθυρο του φορείου και βελτιώνει τα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά. Διαπιστώθηκε ότι το βέλτιστο ύψος του VGs είναι σχεδόν ισοδύναμο με το πάχος από το στρώμα ορίου (15 έως 25 χιλ.) και η βέλτιστη μέθοδος τοποθέτησης είναι να τοποθετηθούν σε μια σειρά στην πλευρική κατεύθυνση 100 χιλ. προς τα πάνω στο τέλος των στεγών σε διαστήματα 100 χιλ. Το VGs δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο σε αυτές τις παραμέτρους και οι σειρές αξίας είναι ευρείες. Τα καλύτερα αποτελέσματα είναι από διαμορφωμένο VGs από, τι από πρόσκρουση-διαμορφωμένο VGs.(2) εφαρμογή του VGs της βέλτιστης μορφής που καθορίζεται μέσω των προαναφερθεισών αναλύσεων. Η ΕΞΕΛΙΞΗ του Mitsubishi Lancer παρουσίασε 0.006μείωση και του συντελεστή έλξης και του συντελεστή ανελκυστήρων.(3) οι παράγοντες που συμβάλλουν με την έννοια VGs ελέγχθηκαν με τη διεύθυνση της μέτρησης της συνολικής πίεσης, διανομή ταχύτητας και CFD. Ως αποτέλεσμα των επαληθεύσεων, επιβεβαιώνεται ότι VGs δημιουργεί δίνες, οι δίνες αναμιγνύουν τα υψηλότερα και χαμηλότερα στρώματα στρώμα ορίου και το μίγμα προκαλούν το σημείο χωρισμού ροής στη μετατόπιση προς τα κάτω, συνεπώς στην περιοχή χωρισμού στενεύουν. Από αυτό, θα μπορούσαμε να προβλέψουμε ότι το VGs προκαλεί την αύξηση της πίεσης του οχήματος σε ολόκληρη την οπίσθια επιφάνεια επομένως μειώνεται η έλξη, επίσης η ταχύτητα γύρω από οπίσθιο spoiler αυξάνεται.



σχ.14

Βιβλιογραφία

1. Hoerner, S. F., Fluid-dynamic Drag, Published by the
2. author, 1958

3. Hoerner, S. F., Fluid-dynamic Lift, Published by the author,
4. 1985

5. Shibata, H., MMC's Vehicle Wind Tunnel, Automobile
6. Research Review (JARI) Vol. 5, No. 9, 1983

7. Hucho, W. H., Aerodynamics of Road Vehicles, Fourth
8. Edition, SAE International 1998
9. Clancy, L.J. "Aerodynamics." Halsted Press, 1975.
10. Wendt, B.J. and B.A. Reichert, "The Modelling of Symmetric Airfoil Vortex Generators." AIAA Paper 96-0807.
11. <http://home1.gte.net.pjbemail/VortexGen.html>
12. www.avweb.com/news/reviews/182564-1.html
13. Klausmeyer, Steven; Papadakis, Michael; and Lin, John, "A Flow Physics Study of Vortex Generators on a Multi-element Airfoil." AIAA Paper 96-0548
14. Broadley, Ian and Garry, Kevin, "Effectiveness of Vortex Generator Position and Orientation on Highly Swept Wings." AIAA-97-2319
15. www.airliners.net/info
16. www.greenwoodcorvettes.net
17. AutoSpeed - Blowing the Vortex, Part 1
18. AutoSpeed - Blowing the Vortex, Part 2
19. AutoSpeed - Blowing the Vortex, Part 3
20. AutoSpeed - Blowing the Vortex, Part 4
21. Εργαστηριακές σημειώσεις για το μάθημα της αεροδυναμικής του κυρίου Δελληπορανίδη Γεώργιου