

# Κεραμικά φρένα

# Κεραμικά φρένα

- ▶ **Δίσκοι από ανθρακονήματα**
- ▶ Οι δίσκοι από ανθρακονήματα έχουν ένα πολύ μεγάλο πλεονέκτημα σε σχέση με τους απλούς μαντεμένιους δίσκους. Έχουν πολύ μεγάλη αντοχή σε ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες. Έτσι, ενώ ο συντελεστής τριβής τους είναι ίσος ή και ελαφρά μικρότερος από αυτόν των απλών δίσκων μπορούν να λειτουργούν με πολύ υψηλές πιέσεις χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος να σπάσουν. Αυτό αποτελεί σίγουρα ένα πολύ μεγάλο πλεονέκτημα στα χέρια των σχεδιαστών συστημάτων πέδησης αγωνιστικών αυτοκινήτων. Ένα άλλο μεγάλο πλεονέκτημα των δίσκων από ανθρακονήματα είναι το πολύ χαμηλό τους βάρος. Ένας δίσκος από ανθρακονήματα ζυγίζει όσο το 40% ενός συμβατικού δίσκου. Η συνεπαγόμενη μείωση του φερόμενου βάρους σε κάθε τροχό έχει θετική επίδραση στην πρόσφυση καθώς λόγω της χαμηλότερης αδράνειας ο τροχός αναπηδάει λιγότερο όταν περνάει πάνω από ανωμαλίες του οδοστρώματος. Επίσης, επιτυγχάνεται καλύτερη αίσθηση και απόκριση στο τιμόνι. Ένα άλλο θετικό είναι ότι το μικρότερο βάρος οδηγεί και σε μικρότερη φθορά των ελαστικών.

# Κεραμικά φρένα

- ▶ Οι ανθρακονημάτινοι δίσκοι έχουν όμως ένα πολύ μεγάλο μειονέκτημα. Η απόδοσή τους αυξομειώνεται πολύ έντονα με την αυξομείωση της θερμοκρασίας τους. Αυτός είναι άλλωστε και ο λόγος που οι οδηγοί της Formula 1 προσπαθούν να έχουν τα φρένα τους πάντα στην ιδανική θερμοκρασία λειτουργίας. Όπως λένε και οι ίδιοι, όταν οι δίσκοι είναι κρύοι είναι σχεδόν σαν να μην υπάρχουν φρένα, ενώ όταν είναι ζεστά η επιβράδυνση που παρέχουν είναι τεράστια.

# Κεραμικά φρένα

- ▶ Το χαρακτηριστικό αυτό απαγορεύει την χρήση τέτοιων δίσκων σε αυτοκίνητα δρόμου. Αυτή η αστάθεια στην απόδοση θα τους καθιστούσε άκρως επικίνδυνους, για να μην αναφέρουμε και το γεγονός πως δεν θα μπορούσαν να συνεργαστούν με κάποιο σύστημα ABS. Μάλιστα όταν το όχημα κινείται σε βρεγμένο δρόμο η απόδοση πέφτει ακόμη περισσότερο καθώς τα ανθρακονήματα έχουν την τάση να απορροφούν την υγρασία που υπάρχει επάνω τους.

# Κεραμικά φρένα



Οι δίσκοι από ανθρακονήματα είναι κατασκευασμένοι από γραφίτη ενισχυμένο από ένα πλέγμα ανθρακονημάτων. Ένας τέτοιος δίσκος χαρακτηρίζεται ως carbon-carbon. Η κατασκευή του είναι μια ακριβή και χρονοβόρα διαδικασία. Τα ανθρακονήματα είναι πολύ ακριβά και εκτός αυτού απαιτείται ψήσιμο σε ειδικό φούρνο για αρκετές βδομάδες κάτι που αυξάνει το κόστος ακόμη περισσότερο.

# Κεραμικά φρένα

## ▶ Κεραμικοί δίσκοι

Οι μηχανικοί λοιπόν, προσπαθώντας να βρουν μια λύση σκέφτηκαν κάτι πολύ έξυπνο. Αντικατέστησαν τον γραφίτη με ένα υλικό που ανήκει στην ίδια οικογένεια. Το πυρίτιο. Αυτό μπορεί να ρευστοποιηθεί και να πάρει την θέση του γραφίτη πάνω στο πλέγμα από ανθρακονήματα σε πολύ χαμηλότερη θερμοκρασία και σε πολύ πιο σύντομο χρονικό διάστημα. Οι δίσκοι αυτοί ονομάζονται carbon-ceramic. Αξίζει να σημειωθεί πως και οι δύο κατηγορίες δίσκων μπορούν να συνεργαστούν τόσο με οργανικά όσο και με σύνθετα τακάκια. Όταν λέμε σύνθετα στην περίπτωση των carbon-carbon εννοούμε τακάκια από γραφίτη και ανθρακονήματα και στην περίπτωση των carbon-ceramic εννοούμε τακάκια από πυρίτιο και ανθρακονήματα.

# Κεραμικά φρένα



---

Η διαδικασία παραγωγής αυτών των δίσκων είναι μια πολύ ενδιαφέρουσα διαδικασία και μοιάζει κυριολεκτικά με συνταγή μαγειρικής. Η κατασκευή χωρίζεται σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση είναι κοινή και για τις δύο κατηγορίες δίσκων, ενώ η δεύτερη διαφέρει.

# Κεραμικά φρένα

- ▶ 1<sup>η</sup> φάση (κοινή): Παίρνουμε ανθρακονήματα (μαύρο υλικό στην εικόνα) και τα κόβουμε σε κομμάτια που το πάχος τους δεν ξεπερνά τα μερικά χιλιοστά. Το βάρος των ανθρακονημάτων πρέπει να είναι το 40% του συνολικού βάρους του δίσκου. Στην συνέχεια παίρνουμε υγρή ρητίνη (άσπρο υλικό στην εικόνα) με βάρος ίσο με το 70% του συνολικού βάρους του δίσκου ( $40\% + 70\% > 100\%$  – ένα μέρος της ρητίνης εξατμίζεται). Τοποθετούμε τα δύο υλικά σε έναν αναμικτήρα και τα αναμιγνύουμε μέχρι τα ανθρακονήματα να κατανεμηθούν ισομερώς στο μείγμα ώστε αργότερα να υπάρχει ισορροπία στην μηχανικές ιδιότητες του δίσκου. Στην συνέχεια παίρνουμε το μίγμα και αφού το βάλουμε στο καλούπι του δίσκου το ψήνουμε σε φούρνο υψηλής θερμοκρασίας. Μετά το ψήσιμο έχουμε έναν πορώδη δίσκο με πολύ μικρή μηχανική αντοχή.



# Κεραμικά φρένα



2<sup>η</sup> φάση (carbon-carbon): Στην περίπτωση των δίσκων από ανθρακονήματα παίρνουμε το πορώδες υλικό και το βάζουμε σε φούρνο θερμοκρασίας 2000 βαθμών κελσίου ώστε να περνούν από μέσα του οργανικά αέρια. Ύστερα από αρκετές βδομάδες θα έχει προκύψει ένα σώμα σαν ένας μεγαλομοριακός κρύσταλλος γραφίτη.

# Κεραμικά φρένα



2<sup>η</sup> φάση (carbon-ceramic): Στην περίπτωση των κεραμικών δίσκων η διαδικασία είναι διαφορετική. Αρχικά παίρνουμε το πορώδες υλικό και αφού το εμπλουτίσουμε και πάλι με ρητίνη το ψήνουμε για δεύτερη φορά. Στην συνέχεια παίρνουμε τον δίσκο και τον ψήνουμε για μια ακόμη φορά σε θερμοκρασία 1700 βαθμών και χύνουμε πάνω του ρευστό πυρίτιο. Εδώ υπάρχει το ενδιαφέρον κομμάτι. Όταν ένα μόριο πυριτίου αντιδράσει με ένα μόριο άνθρακα προκύπτει ένα μόριο καρβιδίου του πυριτίου. Αυτή είναι μια ένωση με πολύ μεγάλη αντοχή και ιδιαίτερα υψηλή θερμαγωγή. Ως ιδιότητες είναι πολύ κοντά σε αυτές του διαμαντιού. Μετά από αυτήν την διαδικασία τα κενά που υπήρχαν στο πορώδες υλικό έχουν πλέον γεμίσει με αυτό το εξαιρετικά ανθεκτικό υλικό.

# Κεραμικά φρένα



Ο δίσκος από κεραμικό υλικό είναι ιδιαίτερα ανθεκτικός αφού διαθέτει την ίδια περίπου περιεκτικότητα σε ανθρακονήματα με τον δίσκο ανθρακονημάτων, αλλά ταυτόχρονα διαθέτει μια πολύ πιο σκληρή επιφάνεια που εξασφαλίζει την διάρκεια του δίσκου. Επιπλέον, οι κεραμικοί δίσκοι δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα οξείδωσης λόγω της υψηλής χημικής σταθερότητας του καρβιδίου ενώ δεν απορροφούν την υγρασία με αποτέλεσμα ο συντελεστής τριβής τους να παραμένει αναλλοίωτος ανεξάρτητα από τις εξωτερικές περιβαλλοντολογικές συνθήκες. Το γεγονός ότι ο συντελεστής τριβής μένει αναλλοίωτος σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των δίσκων από κεραμικό υλικό. Δεν χρειάζονται χρόνο ώστε να ανεβάσουν θερμοκρασία κι έτσι αποδίδουν άμεσα και φυσικά μπορούν να συνεργαστούν με ένα σύστημα ABS. Επιπλέον, αποδίδουν ακόμη και αν η θερμοκρασία τους ανέβει αρκετά καθώς τα ευθερμαγωγά υλικά μεταφέρουν τα θερμικά φορτία ισομερώς στην μάζα του δίσκου. Όπως αναφέραμε και πιο πάνω σημασία για την δύναμη πέδησης είναι το πόση πίεση μπορούν να ασκήσουν τα τακάκια στον δίσκο. Στην περίπτωση των κεραμικών δίσκων αυτή η πίεση μπορεί να είναι πολύ υψηλή.

# Κεραμικά φρένα

- ▶ Οι κεραμικοί δίσκοι χρησιμοποιούνται πλέον σε όλα τα υπεραυτοκίνητα. Οι λόγοι είναι ξεκάθαροι αφού το κέρδος σε απόδοση είναι τεράστιο. Η Ferrari εδώ και δύο χρόνια έχει τους κεραμικούς δίσκους ως την μοναδική επιλογή στα αυτοκίνητά της. Αργά ή γρήγορα η τεχνολογία αυτή θα φτάσει και σε πιο φτηνές κατασκευές και θα μπορούμε όλοι να χρησιμοποιήσουμε τα απαραίτητα χαρακτηριστικά αυτών των φρένων.