

Τεχνικές Πληροφορίες

Συνθήκες Χαμηλού φορτίου

Εκτός από τις δονήσεις, τη μη οβαλότητα και τις επιρροές του περιβάλλοντος, οι οποίες έχουν ήδη συζητηθεί, η λανθασμένη ηλεκτρική φόρτιση των ψηκτρών άνθρακα είναι πρώτη στον κατάλογο των πιθανών αιτίων όσον αφορά τα προβλήματα που εμφανίζουν οι ψηκτρες. Θα ήθελα να τονίσω τα προβλήματα χαμηλής φόρτισης των ψηκτρών. Θα εξηγήσουμε τους λόγους και θα σχολιάσουμε τις πιθανές διορθωτικές ενέργειες. Προβλήματα που προκαλούνται από χαμηλό φορτίο γίνονται συχνά θέμα σε συζητήσεις και σεμινάρια και πολύ συχνά παρερμηνεύονται.

Ο γενικός μας κανόνας ισχύει ιδιαίτερα για το θέμα αυτό:

"Η ψηκτρα είναι ένα όργανο που δείχνει την κατάσταση της συσκευής."

Η ορθή ερμηνεία της επιφάνειας του συλλέκτη και της επιφάνεια επαφής των ψηκτρών μπορεί να βοηθήσει να αναγνωριστούν τα προβλήματα πρόωρα, ώστε να λάβουμε μέτρα για την πρόληψη ζημιών.

Ορισμοί

Μια ηλεκτρική μηχανή υποφορτίζεται αν λειτουργεί κάτω από την ονομαστική περιοχή λειτουργίας της. Πρέπει να διακρίνουμε προσεκτικά τη διαφορά μεταξύ προσωρινής και μόνιμης υποφόρτισης. Ψηκτρες και συλλέκτες ή δακτύλιοι ολίσθησης είναι τα μόνα μέρη του κινητήρα τα οποία επηρεάζονται αρνητικά από μία κατάσταση μόνιμης υποφόρτισης. Ακόμα και μόνιμες βλάβες μπορούν να συμβούν σε ακραίες καταστάσεις. Το ηλεκτρικό φορτίο των ψηκτρών εκφράζεται ως ρεύμα ανά περιοχή, δηλαδή A/cm^2 ή A/in^2 .

Κάθε ομάδα των ποιοτήτων των ψηκτρών έχει τη δική της διακύμανση βέλτιστου φορτίου:

Grade Group	min. Continuous Current Density $A/cm^2 (A/in^2)$	opt. Continuous Current Density $A/cm^2 (A/in^2)$	max. Continuous Current Density $A/cm^2 (A/in^2)$	Short Term Over-load $A/cm^2 (A/in^2)$
Metal graphite (30 – 75%)	12 (77)	15-20 (97-129)	25 (161)	40 (258)
Metal graphite above (75%)	15 (97)	25-30 (161-193)	35 (226)	50 (322)
Electrographite	4 (25)	10-12 (64-77)	16 (103) (E105:20) (129)	30 (193)
Resin Bonded Graphite	1 (6)	6-8 (39-52)	10 (64)	14 (90)
Pitch Bonded Graphite	3 (19)	6-8 (39-52)	10 (64)	12 (77)

Στην περίπτωση μόνιμης υψηλής πυκνότητας ρεύματος ή υπερφόρτωσης, η διάμετρος της διακλάδωσης πρέπει να προσαρμοστεί αναλόγως.

Ο υπολογισμός της πυκνότητας ρεύματος γίνεται με τους τύπους που έχουν ήδη δοθεί.

Τεχνικές Πληροφορίες

Formula	Example
Spec. Current Density DCMotors	
$S = \frac{I}{(N/2) \times t \times a}$ I = current [A] N = Number of Carbon Brush t = Tangential Brush Dimension [cm] a = Axial Brush Dimension [cm] S = Current Density [A/cm²]	1000 A – 6 pole 5 cb's ea., i.e. 30 brushes, i.e. calculation with 15 brushes 20 x 32 x 50 mm³ $\frac{1000 A}{15 \times 2cm \times 3,2} = 10,4 A/cm^2$ 1000A - 4 pole 5 ea. Tandem Brushes, i.e. 20brushes, calculation with 10 brushes 12,5 x 32 x 50mm³Tandem Brushes i.e. total dimension - t – is 25mm
Spec. Current Density Slip Ring	
$S = \frac{I}{(N/2) \times t \times a}$ I = current [A] N = Number of Carbon Brush t = Tangential Brush Dimension [cm] a = Axial Brush Dimension [cm] S = Current Density [A/cm²]	Turbogenerator 1000A - 2 rings with 10 cb's e.a. i.e. calculation with 10 brushes – 32 x32 x64mm³ $\frac{1000 A}{10 \times 3,2cm \times 3,2cm} = 9,7 A/cm^2$ Asynchronous-Slip-Ring Drive 500A - 3 rings 5 cb's, i.e. calculation with 5 brushes – 40 x 20 x 40 mm³ $\frac{1000 A}{10 \times 3,2cm \times 3,2cm} = 9,7 A/cm^2$

Τεχνικές Πληροφορίες

Αίτια και συνέπειες

Τα ακόλουθα προβλήματα μπορεί να προκύψουν σε περίπτωση χαμηλού ηλεκτρικού φορτίου ή χαμηλής επιφανειακής θερμοκρασίας:

- Ανεπαρκής σχηματισμός φιλμ
- Δονήσεις ψηκτρών
- εμφάνιση αυλακιών
- Αυξημένη φθορά των ψηκτρών

Υπάρχει μια ισχυρή συσχέτιση του ηλεκτρικού φορτίου και της θερμοκρασίας της επιφάνειας του συλλέκτη.

Η θερμοκρασία της επιφάνειας καθορίζεται από τις ηλεκτρικές απώλειες στην επιφάνεια επαφής μεταξύ ψηκτρών και συλλέκτη. Έτσι το χαμηλό φορτίο ισοδυναμεί με χαμηλές ηλεκτρικές απώλειες και χαμηλή θερμοκρασία επιφάνειας.

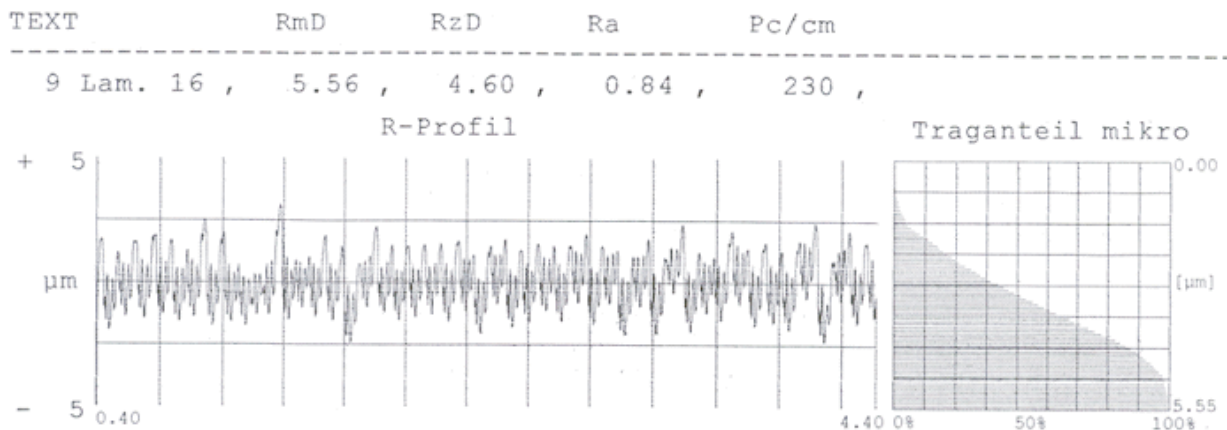
Φαινόμενα που προκαλούνται από χαμηλή θερμοκρασία που οφείλεται στην υπερβολική ψύξη έχουν την ίδια εμφάνιση με τα προβλήματα χαμηλής φόρτισης.

Κακός σχηματισμός φιλμ, θόρυβος ψήκτρας

Ο χαλκός του συλλέκτη οξειδώνεται μόνιμα από το οξυγόνο του αέρα.

Κατά τη βέλτιστη θερμοκρασία (εύρους 60 - 90 ° C – 140 - 195 ° F), η επιφάνεια του συλλέκτη γίνεται τραχύτερη σε μικροσκοπική κλίμακα.

Είναι εύκολο να φανταστούμε ότι μπορεί να συμβεί εναπόθεση άνθρακα από τις ψήκτρες στην επιφάνεια του συλλέκτη και να σχηματιστεί μια στρώση άνθρακα. Το πάχος και το χρώμα αυτής της ταινίας εξαρτάται από την τραχύτητα της επιφάνειας και της ποιότητας ψήκτρας που χρησιμοποιείται.



Αυτή η "φυσική" οξείδωση περιορίζεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (<40 °C). Η επιφάνεια γίνεται όλο και περισσότερο ομαλή από τις ψήκτρες. Η ταινία θα γίνεται όλο και πιο λεπτή. Σε ακραίες περιπτώσεις θα εξαφανιστεί εντελώς.

Λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας σε γραφίτη, ο συντελεστής τριβής είναι αυξημένος και μπορεί να προκύψουν δονήσεις των ψηκτρών (με όλα τα γνωστά αποτελέσματα όπως το σπάσιμο των διαφυγών, σπινθηρισμούς ή και σπάσιμο των ψηκτρών) προκαλώντας ζημιές εξαρτημάτων των ψηκτροθηκών. Ο υψηλότερος συντελεστής τριβής θα προκαλέσει επίσης και αυξημένη φθορά των ψηκτρών.

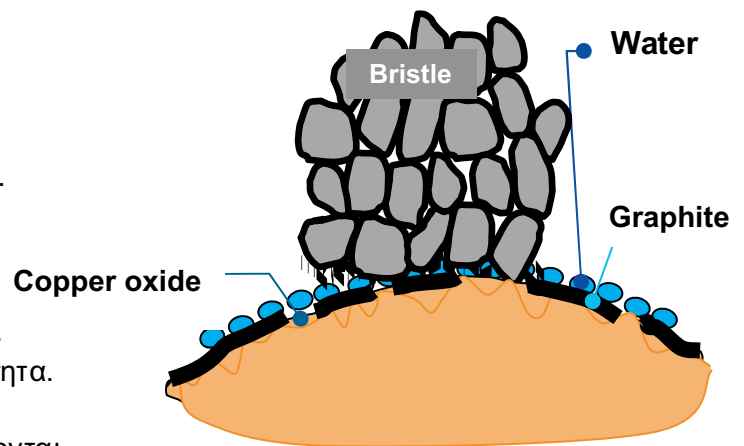
Τεχνικές Πληροφορίες

Σχηματισμός αυλακώσεων



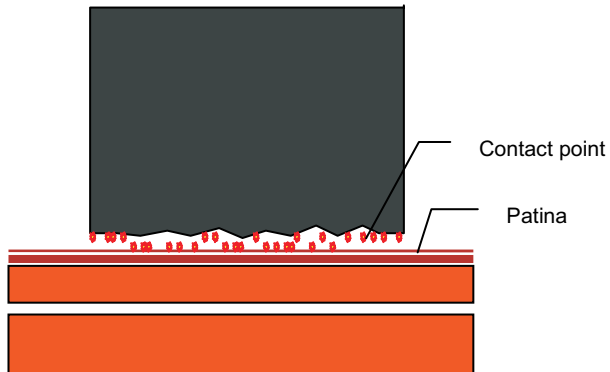
Ο σχηματισμός αυλακώσεων λόγω χαμηλού φορτίου είναι μια αρκετά περίπλοκη διαδικασία. Έτσι, προσπαθούμε να εξηγήσουμε τη μεταξύ τους σχέση όσο πιο απλά γίνεται. Οι ειδικοί μπορεί να δικαιολογήσουν την –ενδεχομένως λανθασμένη επιστημονικά- περιγραφή.

Εκτός του άνθρακα, τα οξειδία του χαλκού είναι τα κύρια συστατικά της ταινίας επιφάνειας των συλλεκτών. Σε γενικές γραμμές αυτά τα στρώματα οξειδίων σε επιφάνειες χαλκού είναι γνωστά ως “πατίνα”. Το οξείδιο του χαλκού (Cu_2O) είναι ένας ημιαγωγός. Με τη μεταφορά φορτίου δημιουργούνται μεταλλικές γέφυρες μέσα στο στρώμα, οι λεγόμενες διάτρητες κηλίδες. Αυτά τα σημεία φροντίζουν για την αγωγιμότητα. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία τόσο περισσότερα από αυτά τα κανάλια σχηματίζονται. Μια εκτίμηση είναι, ότι υπάρχουν περίπου 20 διάτρητα σημεία ανά cm^2 σε κανονική ροή φορτίου. Σε χαμηλό φορτίο υπάρχουν μόνο 5 από αυτά τα σημεία επαφής.

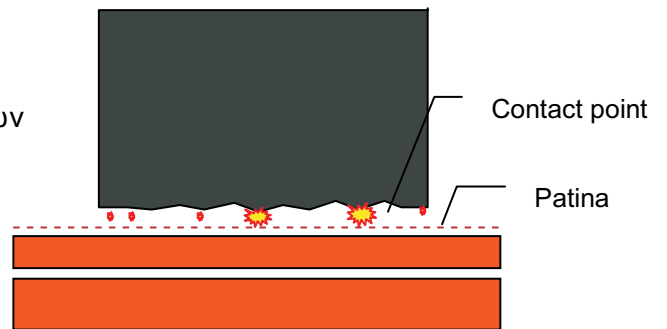


Τεχνικές Πληροφορίες

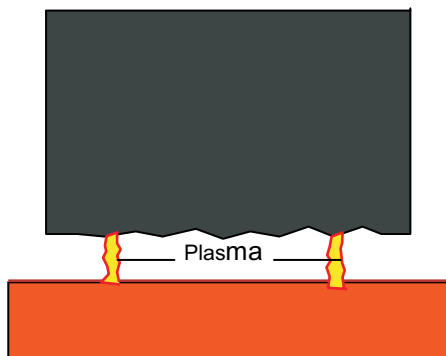
Τυπικές συνθήκες



Σε χαμηλό ηλεκτρικό φορτίο, ο αριθμός των διάτρητων κηλίδων είναι μικρότερος. Έτσι, το φορτίο διανέμεται μόνο σε ορισμένα κανάλια.

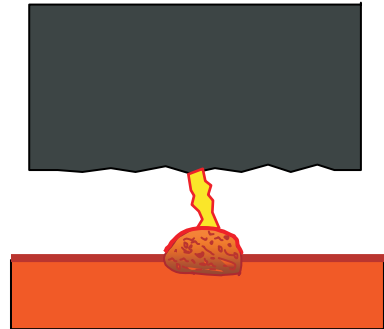


Τοπική υπερφόρτωση και λάμπες σε ορισμένα από αυτά τα κανάλια είναι πιθανόν να συμβούν.



Στο πλάσμα ο χαλκός είναι λιωμένος.

Τεχνικές Πληροφορίες



Τα σωματίδια χαλκού έχουν χαλαρώσει από την επιφάνεια.



...μεμονωμένα τμήματα κάτω από την επιφάνεια επαφής και σχηματισμός αυλακώσεων μπορούν να συμβούν.



Η αντίστοιχη επιφάνεια επαφής μοιάζει κάπως έτσι...

Τεχνικές Πληροφορίες

Διορθωτικές ενέργειες

Όλα τα μέτρα που οδηγούν σε αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του συλλέκτη/δακτυλίου ολίσθησης μπορεί να συμβάλει στην επίλυση των προβλημάτων:

- Μείωση του αριθμού των ψηκτρών (de-brushing)
- προθέρμανση του αέρα ψύξης
- Αλλαγή κατεύθυνσης του ψυκτικού-ψύξη του αέρα μέσω της περιέλιξης πρώτα..
- Χρήση μιας εναλλακτικής ποιότητας ψήκτρας

Μείωση Ψηκτρών (de-brushing)

Σύμφωνα με τον τύπο, μια μείωση του αριθμού των ψηκτρών (N) οδηγεί σε αυξημένη πυκνότητα ρεύματος (S). Γι' αυτό θα πρέπει να ελέγχεται ως ένα πρώτο βήμα, αν η μείωση του αριθμού των ψηκτρών είναι εφικτή. Στην εναλλαγή ψήκτρας πρέπει να ληφθεί υπ όψιν. Πλήρης κομμάτια ψηκτρών θα πρέπει να αφαιρεθούν μόνο. Ψήκτρες θα πρέπει να αφαιρούνται κατά προτίμηση από την πλευρά του ρουλεμάν. Αυτό συμβαίνει γιατί οι ψήκτρες από τη πλευρά της περιέλιξης είναι λίγο πιο ζεστές λόγω της ακτινοβολίας της περιέλιξης.

Εναλλακτικές ποιότητες

Ένα από τα κύρια προβλήματα των συνθηκών χαμηλού φορτίου είναι η κακή δημιουργία της "πατίνας" στην επιφάνεια του συλλέκτη. Σε περίπτωση που η μείωση του αριθμού των ψηκτρών δεν είναι επιτυχής, θα πρέπει να αρχίσουν σκέψεις σχετικά με εναλλακτικές ποιότητες ψηκτρών, π.χ. ποιότητες εμποτισμένες με ρητίνη. Σε κινητήρες επαγωγής, ψήκτρες με υψηλή περιεκτικότητα σε μέταλλα πρέπει να αντικατασταθούν από ψήκτρες ποιότητας με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε μέταλλα.

Συμπέρασμα

- Προβλήματα σε συνθήκες χαμηλού φορτίου είναι:
 - Κακός σχηματισμός φιλμ
 - Δονήσεις ψήκτρας
 - Διαμόρφωση αυλακώσεων
 - Αύξηση της φθοράς των ψηκτρών
- Ο σχηματισμός αυλακώσεων προκαλείται από ημιαγωγικά φαινόμενα
- Μέτρα για την αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας θα βοηθήσουν να μειωθούν οι επιπτώσεις των συνθηκών χαμηλού φορτίου.
- Η μείωση του αριθμού των ψηκτρών δίνει μια αύξηση στην πυκνότητα ρεύματος.
- Η χρήση εναλλακτικών ποιοτήτων εξαρτάται από την εφαρμογή και το είδος του κινητήρα.