

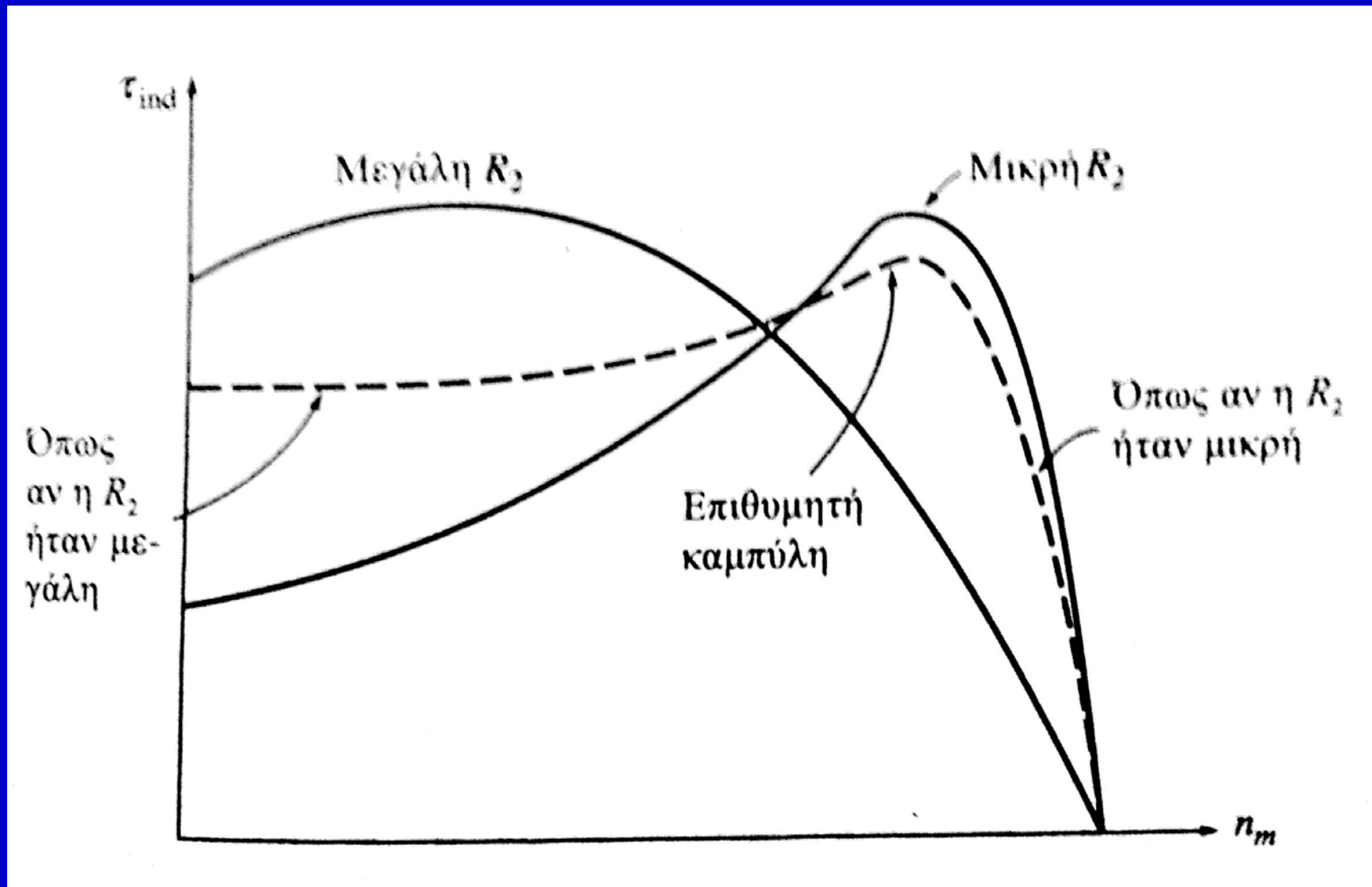
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Ένας που κατασκευάζεται ώστε να παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση δρομέα η ροπή εκκίνησης του είναι αρκετά υψηλή αλλά το ίδιο υψηλή είναι και η ολίσθηση του στις κανονικές συνθήκες λειτουργίας
- Όμως επειδή $P_{conv} = (1-s)P_{AG}$, όσο μεγαλύτερη είναι η ολίσθηση τόσο μικρότερο τμήμα της ισχύος διακένου μετατρέπεται σε μηχανική μορφή και τόσο μικρότερη είναι η απόδοση του κινητήρα
- Ένας κινητήρας με μεγάλη αντίσταση δρομέα παρουσιάζει ικανοποιητική ροπή εκκίνησης αλλά η απόδοση του είναι πολύ μικρή στις κανονικές συνθήκες λειτουργίας
- Αντίθετα, ένας κινητήρας με μικρή αντίσταση στο δρομέα παρουσιάζει μικρή ροπή εκκίνησης και μικρό ρεύμα εκκίνησης αλλά η απόδοση του στις κανονικές συνθήκες λειτουργίας είναι αρκετά υψηλή

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Ένας σχεδιαστής επαγωγικών κινητήρων είναι συνήθως αναγκασμένος να επιλέξει ανάμεσα στις δυο αλληλοσυγκρουόμενες απαιτήσεις για μεγάλη ροπή εκκίνησης και ικανοποιητική απόδοση
- Μια πιθανή λύση στο πρόβλημα αυτό δίνεται με τη χρήση του κινητήρα δακτυλιοφόρου δρομέα σε συνδυασμό με την εισαγωγή μιας αντίστασης στο δρομέα της μηχανής κατά την εκκίνηση
- Η εξωτερική αντίσταση είναι δυνατό να απομακρύνεται εντελώς κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας με σκοπό την αύξηση της απόδοσης
- Δυστυχώς οι κινητήρες με δακτυλιοφόρο δρομέα είναι πιο δαπανηροί, απαιτούν πιο συχνή συντήρηση και πιο πολύπλοκα κυκλώματα αυτομάτου ελέγχου από ότι οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου κλωβού

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

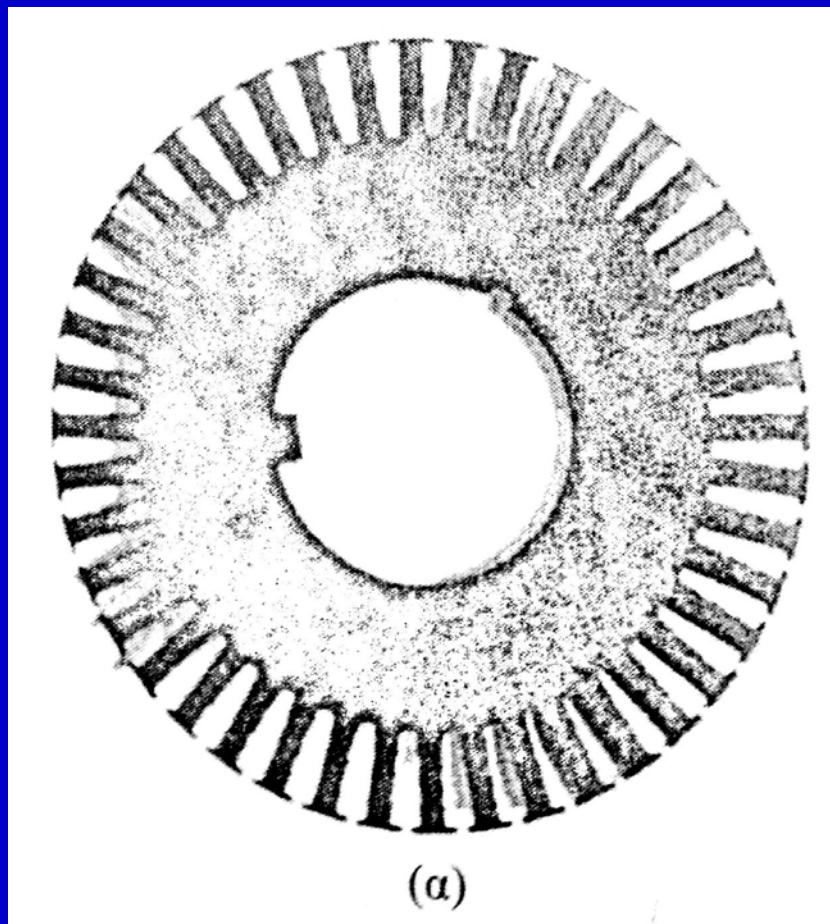
- Στο προηγούμενο σχήμα φαίνονται οι χαρακτηριστικές δύο κινητήρων με δακτυλιοφόρο δρομέα, ο ένας από τους οποίους παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση και ο άλλος μικρή
- Για τις υψηλές τιμές της ολίσθησης, ο ζητούμενος κινητήρας θα πρέπει να συμπεριφέρεται όπως ο κινητήρας που έχει μεγάλη αντίσταση στο δακτυλιοφόρο δρομέα
- Για τις χαμηλές τιμές ολίσθησης θα πρέπει να συμπεριφέρεται όπως ο κινητήρας με μικρή αντίσταση στο δακτυλιοφόρο δρομέα
- Αυτά τα αποτελέσματα είναι δυνατό να επιτευχθούν κατά το σχεδιασμό του επαγωγικού κινητήρα με την κατάλληλη εκμετάλλευση της αντίδρασης διαρροής

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Στο ισοδύναμο κύκλωμα του επαγωγικού κινητήρα η αντίδραση X_2 εκφράζει την ανηγμένη τιμή της αντίδρασης διαρροής του δρομέα
- Η αντίδραση διαρροής είναι η αντίδραση που οφείλεται στις γραμμές της μαγνητικής ροής του δρομέα για τις οποίες δεν υφίσταται σύζευξη με το τύλιγμα του στάτη
- Όσο πιο απομακρυσμένη από το στάτη είναι η ράβδος ή το τμήμα της ράβδου του δρομέα, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίδραση διαρροής της ράβδου αφού το ποσοστό της μαγνητικής ροής της ράβδου που φθάνει στο στάτη είναι μικρότερο
- Αν οι ράβδοι του δρομέα είναι τοποθετημένες κοντά στην επιφάνεια του δρομέα θα παρουσιάζουν μικρή ροή διαρροής και η αντίδραση X_2 στο ισοδύναμο κύκλωμα θα έχει μικρή τιμή

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Αντίθετα, αν οι ράβδοι του δρομέα τοποθετηθούν βαθύτερα στην επιφάνεια του θα παρουσιάζουν μεγαλύτερη ροή διαρροής και η αντίδραση X_2 θα είναι μεγαλύτερη

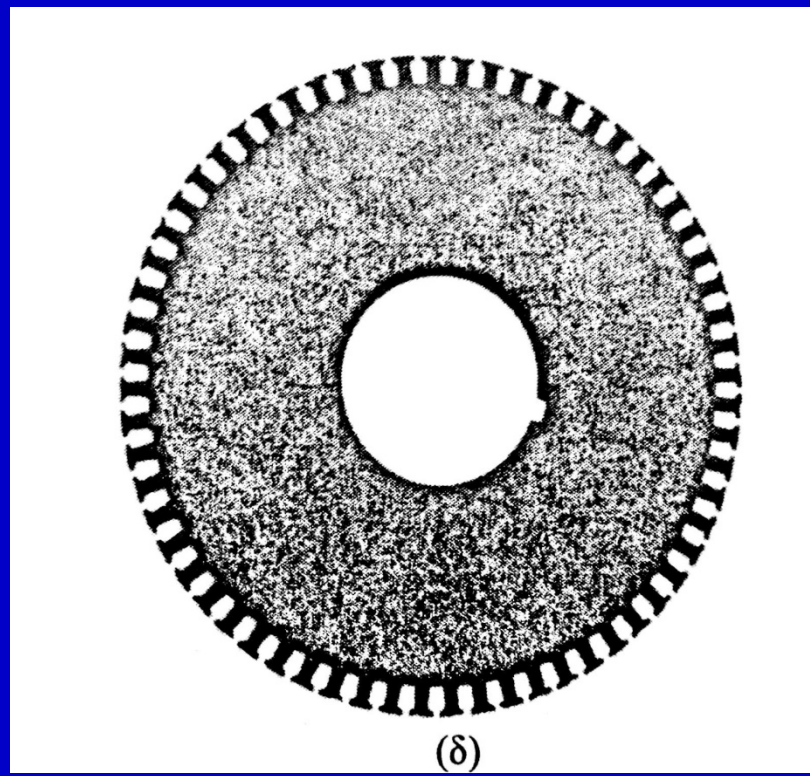


ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Στο προηγούμενο σχήμα οι ράβδοι είναι αρκετά μεγάλες και τοποθετούνται κοντά στην επιφάνεια του δρομέα
- Μια τέτοια σχεδίαση παρουσιάζει μικρή αντίσταση και μικρή αντίδραση διαρροής X_2 (λόγω της θέσης των ράβδων κοντά στο στάτη)
- Αφού η αντίδραση του δρομέα είναι μικρή, η ροπή ανατροπής εμφανίζεται σε μια ταχύτητα πολύ κοντά στη σύγχρονη και ο κινητήρας είναι πολύ αποδοτικός
- Ας σημειωθεί ότι: $P_{\text{conv}} = (1-s)P_{\text{AG}}$, δηλαδή πολύ μικρό ποσοστό της ισχύος διακένου χάνεται πάνω στην αντίσταση του δρομέα
- Όμως επειδή η R_2 είναι μικρή, η ροπή εκκίνησης του κινητήρα θα είναι μικρή και το ρεύμα εκκίνησης θα είναι μεγάλο
- Αναφερόμαστε σε κλάση σχεδίασης A

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

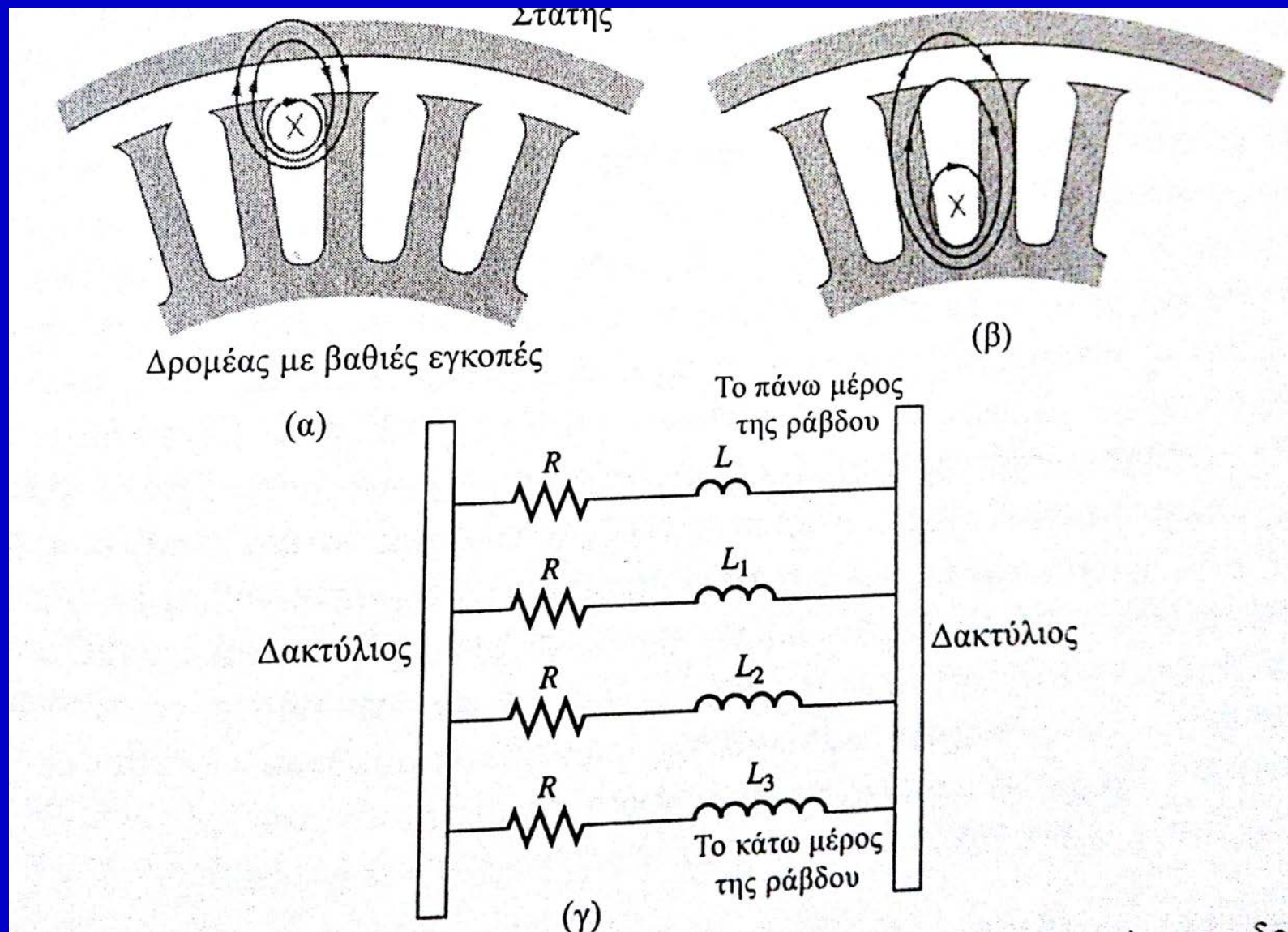
- Ένας τέτοιος κινητήρας είναι λίγο πολύ ένας τυπικός επαγωγικός κινητήρας με χαρακτηριστικά σχεδόν όμοια με αυτά του κινητήρα με δακτυλιοφόρο δρομέα που δε διαθέτει εξωτερική πρόσθετη αντίσταση
- Εδώ φαίνεται η διατομή δρομέα που διαθέτει μικρές ράβδους τοποθετημένες κοντά στην επιφάνεια του δρομέα



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Επειδή η διατομή των ράβδων είναι μικρή, η αντίσταση του δρομέα είναι σχετικά μεγάλη
- Επειδή οι ράβδοι βρίσκονται κοντά στο στάτη, η αντίδραση διαρροής του δρομέα είναι και πάλι μικρή
- Αυτός ο κινητήρας μοιάζει με επαγωγικό κινητήρα δακτυλιοφόρου δρομέα που διαθέτει κάποια εξωτερική αντίσταση
- Λόγω της μεγάλης αντίστασης του δρομέα η ροπή ανατροπής του συγκεκριμένου κινητήρα εμφανίζεται σε κάποιο σημείο με μεγάλη ολίσθηση ενώ η ροπή εκκίνησης είναι αρκετά υψηλή
- Ο κινητήρας αυτός είναι κλάσης D

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

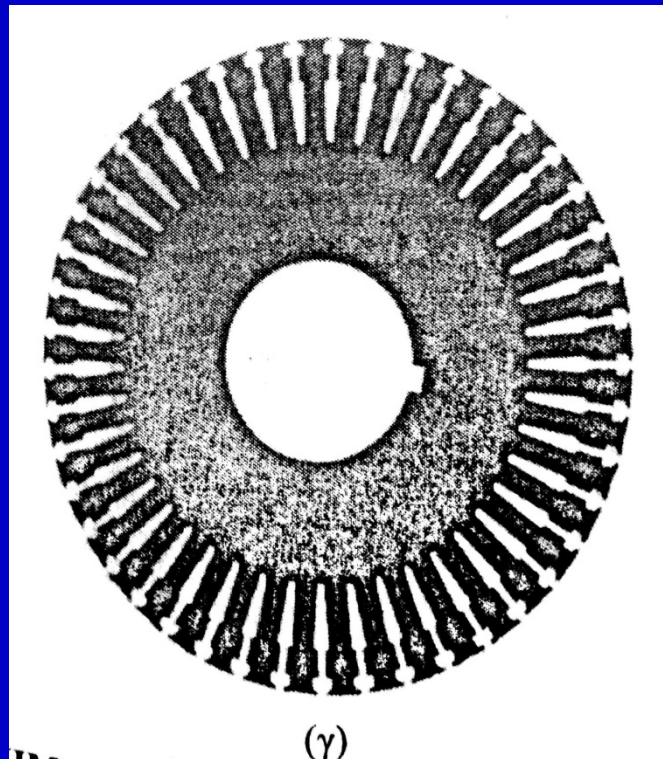
- Όταν η ολίσθηση είναι χαμηλή η συχνότητα στο δρομέα είναι μικρή και οι αντιδράσεις όλων των παράλληλων διαδρομών της ράβδου είναι μικρές σε σχέση με τις αντιστάσεις τους
- Οι σύνθετες αντιστάσεις όλων των τμημάτων της ράβδου είναι σχεδόν ίσες μεταξύ τους και έτσι το ρεύμα διαρρέει τη ράβδο ομοιόμορφα
- Με αυτόν τον τρόπο η διατομή της ράβδου είναι μεγάλη με αποτέλεσμα η μικρή αντίσταση δρομέα να προσφέρει στον κινητήρα ικανοποιητική απόδοση στη λειτουργία με χαμηλή ολίσθηση
- Στη λειτουργία με υψηλή ολίσθηση (στις συνθήκες εκκίνησης) οι αντιδράσεις είναι μεγάλες σε σχέση με τις αντιστάσεις της ράβδου και έτσι όλο το ρεύμα αναγκάζεται να διαρρέει τα τμήματα της ράβδου που έχουν μικρή αντίδραση και βρίσκονται κοντά στο στάτη

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Επειδή η ενεργός διατομή των ράβδων είναι μικρότερη, η αντίσταση του δρομέα είναι μεγαλύτερη από ότι στη προηγούμενη περίπτωση
- Ο κινητήρας που παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση δρομέα κατά την εκκίνηση έχει σχετικά μεγαλύτερη ροπή εκκίνησης και σχετικά μικρότερο ρεύμα εκκίνησης από ότι ο κινητήρας κλάσης Α
- Στους κινητήρες κλάσης Β ο δρομέας είναι διπλού κλωβού. Αποτελείται από ένα σύνολο ράβδων μεγάλης διατομής και μικρής αντίστασης που τοποθετούνται βαθιά στο δρομέα, και από ένα άλλο σύνολο ράβδων μικρής διατομής και μεγάλης αντίστασης τοποθετημένο στην επιφάνεια του δρομέα
- Κατά την εκκίνηση ενεργοποιούνται μόνο οι ράβδοι μικρής διατομής με αποτέλεσμα η αντίσταση δρομέα να είναι αρκετά μεγάλη

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Αυτή η μεγάλη αντίσταση προκαλεί μεγάλη ροπή εκκίνησης
- Όμως στις ταχύτητες της κανονικής λειτουργίας και τα δύο σύνολα των ράβδων είναι ενεργοποιημένα με αποτέλεσμα η αντίσταση να είναι μικρή όση σχεδόν η αντίσταση του δρομέα βαθιών εγκοπών



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Οι δρομείς διπλού κλωβού χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κινητήρων κλάσης B και C
- Αυτοί οι κινητήρες έχουν το μειονέκτημα ότι είναι ακριβότεροι από τους άλλους κινητήρες βραχυκυκλωμένου κλωβού αλλά φυσικά είναι φθηνότεροι από τους κινητήρες δακτυλιοφόρου δρομέα
- Επίσης παρουσιάζουν μερικές από τις σημαντικότερες ιδιότητες των κινητήρων δακτυλιοφόρου δρομέα (μεγάλη ροπή και μικρό ρεύμα εκκίνησης από τη μία και ικανοποιητική απόδοση από την άλλη) με μικρότερο κόστος και χωρίς την απαίτηση συχνής συντήρησης των δακτυλίων και των ψηκτρών

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Οι κινητήρες κλάσης A είναι κινητήρες με τυποποιημένη σχεδίαση που παρουσιάζουν κανονική ροπή εκκίνησης, κανονικό ρεύμα εκκίνησης και χαμηλή ολίσθηση
- Η ολίσθηση του κινητήρα κλάσης A στη λειτουργία υπό πλήρες φορτίο θα πρέπει να είναι μικρότερη από 5% και μικρότερη από αυτή του κινητήρα κλάσης B αντίστοιχων προδιαγραφών
- Η ροπή ανατροπής είναι ίση με 200% ως 300% της ροπής κατά την πλήρη φόρτιση και αντιστοιχεί σε κάποια μικρή τιμή ολίσθησης (μικρότερη από 20%)
- Η ροπή εκκίνησης είναι τουλάχιστον ίση με την ονομαστική ροπή στους μεγάλους κινητήρες και ίση ή μεγαλύτερη από το 200% της ονομαστικής ροπής στους μικρούς κινητήρες

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Το σημαντικότερο πρόβλημα της κλάσης σχεδίασης είναι το ιδιαίτερα υψηλό κρουστικό ρεύμα κατά την εκκίνηση
- Τα τυπικά ρεύματα εκκίνησης για τέτοιους κινητήρες είναι 500% ως 800% του ονομαστικού ρεύματος
- Στους κινητήρες τέτοιου είδους με μέγεθος πάνω από 7.5 hp θα πρέπει να χρησιμοποιείται κάποια μέθοδος μείωσης της τάσης κατά την εκκίνηση με σκοπό το σύστημα ισχύος στο οποίο συνδέονται να προστατεύεται από μεγάλες πτώσεις τάσης
- Στο παρελθόν αυτοί οι κινητήρες αποτελούσαν την καθιερωμένη σχεδίαση για εφαρμογές κάτω από 7.5 και πάνω από 200 hp (πλέον έχουν αντικατασταθεί από κινητήρες κλάσης B)
- Τυπικές εφαρμογές: οδήγηση ανεμιστήρων, αντλιών, τórνων και άλλων εργαλειομηχανών

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Οι κινητήρες κλάσης B έχουν κανονική ροπή εκκίνησης, μικρότερο ρεύμα εκκίνησης και χαμηλή ολίσθηση
- Ένας τέτοιος κινητήρας παράγει σχεδόν την ίδια ροπή με τον κινητήρα κλάσης A, ενώ το ρεύμα εκκίνησης του είναι περίπου 25% μικρότερο
- Η ροπή ανατροπής είναι μεγαλύτερη ή ίση με το 200% της ονομαστικής ροπής φορτίου αλλά μικρότερη από αυτή των κινητήρων κλάσης A λόγω αυξημένης αντίδρασης δρομέα
- Η ολίσθηση στη λειτουργία υπό πλήρες φορτίο παραμένει χαμηλή (μικρότερη από 5%)
- Οι εφαρμογές τους είναι οι ίδιες με αυτές της κλάσης A μόνο που οι κινητήρες κλάσης B προτιμούνται εξαιτίας του μικρότερου ρεύματος εκκίνησης

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Οι κινητήρες κλάσης C παρουσιάζουν μεγάλη ροπή εκκίνησης, μικρό ρεύμα εκκίνησης και χαμηλή ολίσθηση στη λειτουργία υπό πλήρες φορτίο (μικρότερη από 5%)
- Η ροπή ανατροπής εδώ είναι ελαφρά μικρότερη από αυτή των κινητήρων κλάσης A, ενώ η ροπή εκκίνησης φτάνει το 250% της ροπής υπό πλήρες φορτίο
- Οι κινητήρες αυτού του είδους κατασκευάζονται με διπλό δρομέα και έτσι είναι ακριβότεροι από τους κινητήρες των προηγούμενων κλάσεων
- Αυτοί οι κινητήρες συνήθως χρησιμοποιούνται σε φορτία που απαιτούν υψηλή ροπή εκκίνησης όπως οι φορτισμένες αντλίες, οι συμπιεστές και οι μεταφορείς

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Οι κινητήρες κλάσης D έχουν πάρα πολύ μεγάλη ροπή εκκίνησης (πάνω από 275% της ονομαστικής ροπής) και μικρό ρεύμα εκκίνησης, αλλά παρουσιάζουν υψηλή ολίσθηση στη λειτουργία υπό πλήρες φορτίο
- Πρόκειται για απλούς επαγωγικούς κινητήρες κλάσης A που διαθέτουν όμως ράβδους μικρότερης διατομής κατασκευασμένες από υλικό μεγαλύτερης αντίστασης – αυτή η μεγάλη αντίσταση μετακινεί τη μέγιστη ροπή στη μηδενική ταχύτητα
- Η ολίσθηση αυτών των κινητήρων στην πλήρη φόρτιση είναι αρκετά υψηλή λόγω της μεγάλης αντίστασης δρομέα – η τυπική τιμή αυτής της ολίσθησης είναι 7% έως 11% αλλά μπορεί να φθάσει στο 17% ή και πιο πάνω
- Έχουν εφαρμογή στην επιτάχυνση φορτίων με εξαιρετικά μεγάλη αδράνεια (διατρητικές πρέσες και ψαλίδια)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Με σκοπό τη βελτίωση της απόδοσης των κινητήρων χρησιμοποιούνται αρκετές μέθοδοι κατασκευής:
 1. Η χρήση μεγαλύτερης ποσότητας χαλκού στα τυλίγματα του στάτη με σκοπό τη μείωση των απωλειών χαλκού
 2. Η αύξηση του μήκους του πυρήνα στο στάτη και στο δρομέα με σκοπό την αύξηση της μαγνητικής επαγωγής στο διάκενο της μηχανής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του μαγνητικού κορεσμού της μηχανής και τελικά τη μείωση των απωλειών πυρήνα
 3. Η χρήση περισσότερου χάλυβα στο στάτη της μηχανής, πράγμα που επιτρέπει τη μεταφορά μεγαλύτερης ποσότητας θερμότητας από τον κινητήρα προς το περιβάλλον ελαττώνοντας τη θερμοκρασία λειτουργίας.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

4. Ο χάλυβας που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του στάτη είναι από ειδικό υψηλής ποιότητας ηλεκτρικό χάλυβα ο οποίος παρουσιάζει μικρές απώλειες υστέρησης
5. Ο χάλυβας της μηχανής παράγεται σε εξαιρετικά μικρά πάχη (τα δυναμοελάσματα βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους) και διαθέτει μεγάλη εσωτερική ειδική αντίσταση. Οι δύο αυτές ιδιότητες τείνουν να μειώσουν τις απώλειες δινορρευμάτων
6. Η κατασκευή του κινητήρα γίνεται με μεγάλη προσοχή ώστε το διάκενο να είναι ομοιόμορφο και να μειώνονται έτσι οι κατανεμημένες απώλειες του φορτίου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

