**Τεχνική Προδιαγραφή για Ασύγχρονους 3Φ Επαγωγικούς Ηλεκτροκινητήρες, βραχυκυκλωμένου δρομέα Χαμηλής Τάσης**

Η προδιαγραφή αφορά σε ασύγχρονους, τριφασικούς, επαγωγικούς ηλεκτροκινητήρες χαμηλής τάσης, βραχυκυκλωμένου δρομέα, υψηλών προδιαγραφών, για χρήση στη βιομηχανία και σε κάθε άλλου είδους απαιτητική εφαρμογή.

Ο κατασκευαστικός οίκος θα πρέπει να διαθέτει πιστοποιητικά ποιότητας ISO 9001 και ISO 14000 και τα προϊόντα του θα πρέπει να συμμορφώνονται με τα διεθνή πρότυπα IEC/EN 60034-1, IEC/EN 60034-2, IEC 60034-8, IEC 60034-12, IEC 60072, IEC/EN 60034-5, IEC/EN 60034-6, IEC/EN 60034-7, IEC/EN 60034-9, IEC 60034-14.

Τέλος, θα πρέπει να συμμορφώνονται πλήρως με τα νέα πρότυπα IEC/ΕΝ 60034-2-1:2014 για τον τρόπο μέτρησης των απωλειών και του υπολογισμού του βαθμού απόδοσης ηλεκτροκινητήρων και IEC 600034-30-1:2014 για την κατηγοριοποίηση των ηλεκτροκινητήρων σε διεθνείς κλάσεις απόδοσης, ΙΕ (International Efficiency).

Πιο συγκεκριμένα, ο υπολογισμός του βαθμού απόδοσης θα πρέπει να έχει γίνει με βάση τις οδηγίες του προτύπου IEC/ΕΝ 60034-2-1:2014, ενώ θα πρέπει να καθίστανται σαφώς και ρητώς γνωστά από τον κατασκευαστή τόσο η μέθοδος υπολογισμού (μέθοδοι άμεσου ή έμμεσου υπολογισμού) όσο και (στην περίπτωση του έμμεσου υπολογισμού) ο τρόπος καθορισμού των πρόσθετων απωλειών PLL (με μέτρηση, με προσεγγιστικό υπολογισμό ή με τη χρήση μαθηματικού μοντέλου). Ο υπολογισμός του βαθμού απόδοσης με τη χρήση της έμμεσης μεθόδου και με καθορισμό των πρόσθετων απωλειών PLL με μέτρηση θα πρέπει να προτιμάται ως η ασφαλέστερη και ακριβέστερη μέθοδος.

Οι κινητήρες θα πρέπει να διαθέτουν υψηλό βαθμό απόδοσης ώστε να είναι απόλυτα συμβατοί με τoν Ευρωπαϊκό Κανονισμό ΕU MEPS (European Union Minimum Energy Performance Standard) ο οποίος θέτει υποχρεωτικά όρια για τις κλάσεις απόδοσης κινητήρων που χρησιμοποιούνται εντός των ορίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης από την 1/1/2015. Ο παραπάνω κανονισμός απαιτεί οι κινητήρες ισχύος 7,5 kW έως 375 kW να είναι σύμφωνοι με το πρότυπο IEC 60034-30-1:2014 και πιο συγκεκριμένα να έχουν κλάση απόδοσης ΙΕ3 (ή ΙΕ2 αποκλειστικά και μόνο στην περίπτωση που οδηγούνται από ρυθμιστές στροφών). Το πρότυπο IEC 60034-30-1:2014 αφορά σε όλους τους διπολικούς, τετραπολικούς και εξαπολικούς ηλεκτροκινητήρες μίας ταχύτητας, ονομαστικής ισχύος 0,75 kW έως 375 kW, ονομαστικής τάσης έως 1000 V, ονομαστικής συχνότητας 50 Hz και 60 Hz, συνεχούς λειτουργίας (duty type S1) ή περιοδικής λειτουργίας (duty type S3 με περιοδικότητα λειτουργίας μεγαλύτερη από 80%).

Οι περιπτώσεις κινητήρων πλήρως εμβαπτιζομένων σε κάποιο υγρό, κινητήρων που αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι κάποιου μηχανήματος με αποτέλεσμα να μην μπορούν να ελεγχθούν ανεξάρτητα από το μηχάνημα για το βαθμό απόδοσής τους, κινητήρων ειδικά σχεδιασμένων για οδήγηση αποκλειστικά από ρυθμιστές στροφών (drives), καθώς και οι περιπτώσεις κινητήρων σχεδιασμένων για λειτουργία σε υψόμετρο μεγαλύτερο από 4000 m, για λειτουργία σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος μεγαλύτερες από 60 °C και μικρότερες από 30 °C, για συνεχή θερμοκρασία λειτουργίας μεγαλύτερη από 400 °C, για λειτουργία με φρένο και για λειτουργία σε δυνητικώς εκρηκτικά περιβάλλοντα (όπως αυτά περιγράφονται από την Οδηγία EU 4/2014) δεν ακολουθούν το πρότυπο IEC 60034-30-1:2014.

Τόσο ο βαθμός απόδοσης (στο 100%, 75% και 50% του ονομαστικού φορτίου) όσο και η κλάση απόδοσης ΙΕ του κινητήρα θα πρέπει με βάση το νέο πρότυπο να αναγράφονται και στην πινακίδα ηλεκτρικών χαρακτηριστικών του κινητήρα.

Οι ηλεκτροκινητήρες θα πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από χυτό σίδηρο, με χυτοσιδηρά καπάκια, φλάντζες και έδρανα, να διατίθενται σε μεγέθη πλαισίου κατ΄ ελάχιστο από 160 έως 450, σε ισχύες κατ’ ελάχιστο από 0,75 kW έως 1000 kW, σε 2 έως 12 πόλους, σε διάφορες τάσεις λειτουργίας και σε διαφόρους τύπους έδρασης κατά IEC 60034-7.

Ο τρόπος ψύξης των κινητήρων θα πρέπει να είναι IC411 κατά IEC 60034-6, ενώ θα πρέπει να διατίθενται και με τρόπο ψύξης IC416 (στην περίπτωση οδήγησης από ρυθμιστές στροφών (drives), σε πολύ χαμηλές στροφές, επί μακρύ χρονικό διάστημα)

Ο βαθμός προστασίας τους κατά IEC 60034-5 ή EN 60529 θα πρέπει να είναι κατ’ ελάχιστο IP 55 αλλά και IP 56 ή ακόμα και IP 65 εφ΄ όσον αυτό απαιτείται από την εφαρμογή, ενώ ο βαθμός αντοχής σε μηχανική καταπόνηση-κρούση κατά EN 50102 θα πρέπει να είναι κατ’ ελάχιστο ΙΚ 08.

Η κλάση μόνωσης των κινητήρων θα πρέπει να είναι κατ’ ελάχιστο F (155 ºC) και η κλάση ανύψωσης θερμοκρασίας θα πρέπει να είναι κατ’ ελάχιστο Β (130 ºC) ώστε σε συνδυασμό να παρέχουν στον χρήστη ένα ελάχιστο όριο ασφαλείας 25 ºC.

Ο βαθμός προστασίας των κινητήρων από διάβρωση, θα πρέπει να είναι, κατά ISO/EN 12944-2, κατ’ ελάχιστο C3M, εξασφαλίζοντας την προστασία του κινητήρα από διάβρωση, για χρονικό διάστημα 5-15 ετών, σε οικιστικά και βιομηχανικά περιβάλλοντα, σε χώρους παραγωγής με υψηλή υγρασία και σημαντική ατμοσφαιρική ρύπανση, σε εγκαταστάσεις με σημαντική επιβάρυνση σε SO2, καθώς και σε εγκαταστάσεις σε παράκτιες περιοχές με χαμηλή αλατότητα.

Σε ειδικές περιπτώσεις όπως σε εγκαταστάσεις σε παράκτιες ζώνες με υψηλή αλατότητα ή στη θάλασσα ή σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις με ιδιαίτερα επιβαρυμένες συνθήκες θα πρέπει οι κινητήρες να μπορούν να διατεθούν και με βαθμό προστασίας από διάβρωση C5M (κατά ISO/EN 12944-2), εξασφαλίζοντας έτσι την αντιδιαβρωτική προστασία, για χρονικό διάστημα 5-15 ετών ακόμα και υπό αυτές τις συνθήκες.

**Στάτορας**

Ο στάτορας θα πρέπει να είναι κατασκευασμένος από χυτό σίδηρο υψηλών προδιαγραφών (ενδεικτικά EN-GJL-200/GG 20/GRS 200). Στην περίπτωση έδρασης με «πόδια» (π.χ. ΙΜ Β3) θα πρέπει να προτιμάται αυτά να είναι χυτευμένα πάνω στο περίβλημα του στάτορα και όχι βιδωμένα πάνω σε αυτό ώστε να εξασφαλίζεται η στιβαρότητα του κινητήρα και να μειώνονται οι κραδασμοί.

Οι κινητήρες θα πρέπει να διαθέτουν υψηλού επιπέδου ηλεκτρικά χαρακτηριστικά που να εξασφαλίζονται από την χρήση υψηλής ποιότητας συρμάτων χαλκού στα ελίγματα του στάτορα, από την κατά το δυνατό μικρότερη αλληλοεπικάλυψη μεταξύ των ελιγμάτων, από την κατά το δυνατό πυκνότερη πλήρωση των διακένων του στάτορα κατά την περιέλιξη, από την χρήση υψηλής ποιότητας μονωτικών υλικών τόσο στα διάκενα του στάτορα όσο και στα ελίγματα κάθε φάσης και από τη χρήση της μεθόδου εμβαπτισμού (impregnation), καθώς και από τη χρήση υψηλών προδιαγραφών, κατά το δυνατό λεπτότερων ελασμάτων μαγνητικής λαμαρίνας, χαμηλών απωλειών στο στάτορα. Οι κινητήρες θα πρέπει κατ’ ελάχιστο να φέρουν PTC thermistors 150 ºC (3 εν σειρά στα ελίγματα του στάτορα).

**Ρότορας**

Ο ρότορας θα πρέπει να είναι κατασκευασμένος από υψηλής ποιότητας αλουμίνιο χυτευμένο υπό πίεση.

**Καπάκια**

Οι κινητήρες θα πρέπει να διαθέτουν «καπάκια» από χυτό σίδηρο υψηλών προδιαγραφών (ενδεικτικά EN-GJL-200/GG 20/GRS 200 ή EN-GJL-250/GG 25/GRS 250 ή EN-GJS-400/GG 40/GRP 400) με κατάλληλες ραβδώσεις για την απαγωγή της θερμότητας που αναπτύσσεται στους σφαιροτριβείς (ρουλεμάν). Τα καπάκια θα πρέπει να φέρουν κατάλληλες υποδοχές για την εξωτερική τοποθέτηση αισθητήρων Pt 100 στους σφαιροτριβείς (ρουλεμάν), κατάλληλες υποδοχές για την εξωτερική προσαρμογή φρένου και ειδικούς υποδοχείς (SPM nipples) για τη μέτρηση των κραδασμών.

**Ανεμιστήρας Ψύξης**

Οι κινητήρες θα πρέπει να διαθέτουν ανεμιστήρα απαγωγής της θερμότητας προσαρμοσμένο πάνω στο ρότορα και κατασκευασμένο από υψηλής μηχανικής αντοχής υλικά (π.χ. αλουμίνιο ή πολυπροπυλένιο ενισχυμένο με ίνες υάλου).

**Ακροκιβώτιο**

Οι κινητήρες θα πρέπει να διαθέτουν ακροκιβώτιο με βαθμό προστασίας κατ’ ελάχιστο IP 55 κατασκευασμένο από χυτό σίδηρο υψηλών προδιαγραφών (ενδεικτικά EN-GJL-200/GG 20/GRS 200 ή EN-GJL-250/GG 25/GRS 250) ή από χάλυβα, με δυνατότητα περιστροφής 4x90º, τοποθετημένο στο άνω τμήμα του στάτορα, ενώ κατ’ απαίτηση του πελάτη θα πρέπει να μπορούν να διατεθούν με το ακροκιβώτιο προσαρμοσμένο στο αριστερό ή δεξί πλαϊνό τμήμα του στάτορα. Το ακροκιβώτιο θα πρέπει να φέρει ενσωματωμένους στυπιοθλίπτες ή κιβώτια σύνδεσης καλωδίων (κατ’ ελάχιστο για μεγέθη πλαισίου μεγαλύτερα από 280). Θα πρέπει να φέρει 6 ακροδέκτες κατάλληλους για τη σύνδεση καλωδίων Cu ή Al, με τη χρήση καταλλήλων ακροδεκτών (κως).

**Σφαιροτριβείς (ρουλεμάν)**

Οι κινητήρες θα πρέπει να διαθέτουν υψηλής ποιότητας σφαιροτριβείς (ρουλεμάν), επώνυμου οίκου. Σε ειδικές εφαρμογές όπου μεγάλες ακτινικές δυνάμεις αναπτύσσονται στον άξονα, όπως π.χ. σε ταινιόδρομους, οι κινητήρες θα πρέπει να μπορούν να διατεθούν με κυλινδρικούς τριβείς (roller bearings), ενώ σε εφαρμογές όπου αναπτύσσονται μεγάλες αξονικές δυνάμεις, θα πρέπει να μπορούν να διατεθούν με «σπαστούς» σφαιροτριβείς (angular contact ball bearings). Στην περίπτωση οδήγησης του κινητήρα από ρυθμιστή στροφών (drive) και όταν αυτός (ο κινητήρας) έχει ισχύ μεγαλύτερη από 100 kW, τότε ειδικοί μονωμένοι σφαιροτριβείς (από κεραμικό ή άλλο μη αγώγιμο, κατάλληλο υλικό) απαιτούνται και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται στο ND άκρο του κινητήρα, δηλαδή εκείνο που δεν οδηγεί το φορτίο

Σε κάθε περίπτωση ο κατασκευαστής θα πρέπει να παρέχει πληροφορίες για το μέγεθος, το είδος και τον τύπο του σφαιροτριβέα που χρησιμοποιεί, οι οποίες θα πρέπει να αναγράφονται

και στην πινακίδα ηλεκτρικών χαρακτηριστικών του κινητήρα.

Για κινητήρες με μεγέθη πλαισίου 160 έως 250, ο κατασκευαστής μπορεί να χρησιμοποιεί σφαιροτριβείς κλειστού τύπου λιπασμένους εφ’ όρου ζωής. Στην περίπτωση αυτή ο χρόνος ζωής των σφαιροτριβέων L10h θα πρέπει να είναι (κατά ISO 281) περίπου 20.000 h για διπολικούς κινητήρες και περίπου 40.000 h για τετραπολικούς, εξαπολικούς και οκταπολικούς κινητήρες.

Για κινητήρες με μεγέθη πλαισίου 280 έως 450, υποχρεωτικά (αλλά και για κινητήρες με μεγέθη πλαισίου 160 έως 250 προαιρετικά) θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σφαιροτριβείς με δυνατότητα επαναλίπανσης, μέσω γρασαδόρων. Οι γρασαδόροι θα πρέπει να βρίσκονται τοποθετημένοι σε τέτοιο σημείο επάνω στον κινητήρα ώστε να επιτρέπουν την εύκολη λίπανσή του ακόμα και κατά τη λειτουργία, ενώ θα πρέπει να διαθέτουν ειδική προστατευτική διάταξη για την απόρριψη πιθανής περίσσειας γράσου κατά τη λίπανση και επίσης να διαθέτουν ειδικές βαλβίδες, με το κλείσιμο των οποίων να εξασφαλίζεται η αποφυγή εισόδου σκόνης και ακαθαρσιών στους σφαιροτριβείς.

Σε κάθε περίπτωση που ο κατασκευαστής παρέχει κινητήρες με σφαιροτριβείς που απαιτούν επαναλίπανση, οφείλει να παρέχει σαφείς και ρητές πληροφορίες (κατά προτίμηση σε πίνακες) για το χρόνο επαναλίπανσης αυτών (σε ώρες λειτουργίας) για διάφορες ταχύτητες, για διάφορες θερμοκρασίες (τουλάχιστον στους 25 ºC και στους 40 ºC) και για διαφόρους τρόπους έδρασης (τουλάχιστον για οριζόντια και κατακόρυφη έδραση) και για διάφορες μεθόδους υπολογισμού (τουλάχιστον για τις μεθόδους L1 και L10 (κατά ISO 281)). Οφείλει επίσης να παραθέτει πληροφορίες τόσο για την ποσότητα του απαιτούμενου γράσου, όσο για τον κατάλληλο τύπο αυτού.

Οι παραπάνω πληροφορίες για την επαναλίπανση του κινητήρα θα πρέπει να αναγράφονται και σε ξεχωριστή πινακίδα ή αυτοκόλλητη ετικέτα επάνω στον κινητήρα.

Τέλος, ο κατασκευαστής θα πρέπει να παρέχει σαφείς και ρητές πληροφορίες (κατά προτίμηση σε πίνακες), για τις μέγιστες επιτρεπτές ακτινικές δυνάμεις στον άξονα του κινητήρα, καθώς και για τις μέγιστες επιτρεπτές αξονικές δυνάμεις σε αυτόν.

**Πινακίδα Ηλεκτρικών Χαρακτηριστικών**

Οι κινητήρες θα πρέπει να φέρουν ευδιάκριτη πινακίδα σήμανσης των βασικών ηλεκτρικών χαρακτηριστικών κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα (π.χ. ΕΝ 10088) πάχους 0,5 mm. Στην πινακίδα θα πρέπει να αναφέρονται κατ’ ελάχιστο ο βαθμός απόδοσης (στο 100%, 75% και 50% του ονομαστικού φορτίου) και η κλάση απόδοσης ΙΕ του κινητήρα, ο τύπος των σφαιροτριβέων, η κλάση μόνωσης και ο βαθμός προστασίας, και το βάρος του κινητήρα καθώς και η ονομαστική συχνότητα, η ονομαστική ισχύς, η ονομαστική ταχύτητα περιστροφής η ονομαστική ένταση και το συνφ σε διάφορες ονομαστικές τάσεις λειτουργίας.

Οι κινητήρες θα πρέπει επιπροσθέτως να φέρουν ξεχωριστή πινακίδα ή αυτοκόλλητη ετικέτα όπου να παρέχονται πληροφορίες για τις ανάγκες επαναλίπανσης όταν αυτή απαιτείται.

**Δοκιμές**

Ο κατασκευαστής θα πρέπει να δύναται να παρέχει πιστοποιητικά δοκιμών σειράς (routine tests), δοκιμών τύπου (type tests), καθώς και άλλων εξειδικευμένων δοκιμών, ενώ για κινητήρες με μέγεθος πλαισίου μεγαλύτερο από 250 ο κατασκευαστής θα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα στον πελάτη όλες οι παραπάνω δοκιμές να διεξάγονται παρουσία του.

Ενδεικτικός τύπος: ΑΒΒ ή ισοδύναμος