

12.01.2026

AERZEN TURBO – część III

Zalety silnika synchronicznego o magnesach trwałych (Permanent Magnet Synchronous Motor) w porównaniu do innych typów napędów.

W przypadku nowoczesnych rozwiązań napędowych coraz częściej stosowane są silniki synchroniczne o magnesach trwałych (Permanent Magnet Synchronous Motor). W porównaniu z silnikami indukcyjnymi klatkowymi, silniki synchroniczne o magnesach trwałych zasilane z trójfazowych falowników tranzystorowych charakteryzują się większą sprawnością, większym współczynnikiem mocy i większym stosunkiem „moc/masa”.



Turbodmuchawa na łożyskach powietrznych Aerzen Turbo serii G5+ wyposażona w wysokoefektywny silnik magnetyczny zapewnia wyraźne oszczędności energetyczne

Silnik magnetyczny cechuje się bardzo wysokimi parametrami technicznymi, kulturą pracy, m.in. dzięki wysokiej sprawności energetycznej (spełnia wymogi klasy IE5 Ultra Premium Efficiency), dynamice oraz kompaktowej budowie. Silniki te są maszynami synchronicznymi, tak więc w porównaniu do klasycznych trójfazowych silników indukcyjnych nie występuje poślizg pomiędzy wirującymi polami wirnika i stojana. W przeciwieństwie do nich silniki magnetyczne nie mają uzwojeń wirnika. Zastępuje się je magnesami trwałymi umieszczanymi w głębi albo na powierzchni wirnika. W ten sposób eliminuje się straty w tej części silnika. Silniki magnetyczne charakteryzują znacznie większą sprawność niż silniki indukcyjne zwłaszcza w czasie pracy z mniejszą prędkością. W porównaniu do tych o podobnej sprawności mogą być z kolei mniejsze gabarytowo.

Najważniejsze cechy techniczne silników synchronicznych z magnesami trwałymi (PMSM):

- wysoka sprawność – przekracza wymogi klasy IE4 Super Premium, osiągając poziom klasy IE5 Ultra Premium
- kompaktowa budowa – większa moc w mniejszej obudowie,
- wysoka dynamika wynikająca z małego momentu bezwładności wirnika,
- efektywne chłodzenie – silnik mniej się grzeje podczas pracy ze względu na pomijalne straty elektryczne w wirniku,
- możliwość pracy (w pewnym zakresie mocy) w pełnym zakresie prędkości obrotowej bez wentylatora chłodzącego. Ten trend jest przyszłościowy, gdyż brak wentylatora poprawia cały bilans energetyczny urządzenia.

Na rynku funkcjonują także inne typy silników synchronicznych jak np. silniki reluktancyjne. Silniki reluktancyjne zostały wynalezione w latach 30-tych XX wieku, czyli stosunkowo dawno. Od początku ta technologia zmagala się z wysokim poziomem hałasu i niskim współczynnikiem moc/masa. W ostatnich latach problemy te zostały mniej więcej opanowane, tak więc silniki reluktancyjne mogły znaleźć szersze zastosowanie.

Silnik reluktancyjny to silnik elektryczny bez uzwojeń wzbudzenia. Wirnik silnika wykonany jest z miękkiego materiału ferromagnetycznego o kształcie takim, by reluktancja obwodu magnetycznego zależała od położenia wirnika. Stojan silnika zawiera uzwojenia zasilane prądem przemiennym. Moment siły, jaki występuje w tego typu silnikach, jest to moment reluktancyjny, który pomimo braku wzbudzenia pojawia się wskutek dynamicznego działania pola magnetycznego na element asymetryczny magnetycznie. Warunkiem pracy silnika reluktancyjnego jest więc wystąpienie asymetrii magnetycznej wirnika. W jej wyniku wirnik dąży do zajęcia takiego położenia względem stojana, dla którego reluktancja (oporność magnetyczna) strumienia magnetycznego jest najmniejsza. W przypadku symetrii magnetycznej wirnika moment reluktancyjny nie powstaje i silnik nie może działać.

Jakie są główne różnice pomiędzy silnikiem synchronicznym z magnesami trwałymi a synchronicznym silnikiem reluktancyjnym ?

Zasadnicza różnica to stosunek moc/masa, który w przypadku silnika magnetycznego jest wyraźnie wyższy. Po drugie, silniki magnetyczne charakteryzują się trochę wyższymi sprawnościami, szczególnie przy pełnym obciążeniu i po trzecie, poziom hałasu pochodzący z silników reluktancyjnych jest wyższy. Ponadto współpraca z przetwornicą częstotliwości odgrywa ważną rolę dla całego systemu sterowania. Jest ona bowiem w przypadku silnika magnetycznego wyraźnie łatwiejsza, elastyczniejsza, poprzez co można dodatkowo zwiększyć efektywność.

Uwaga: stosunek moc/masa to parametr ułatwiający porównanie sprawności silników (podobnie jak moc specyficzna czy zużycia paliwa/100 km itp.) Im silnik posiada lepszy stosunek moc/masa, tym może pracować przy mniejszym wydatku energii.

Podsumowanie

Silniki synchroniczne magnetyczne stosuje się zatem tam gdzie wymagany jest wysoki stosunek moc/masa oraz gdzie do dyspozycji jest ograniczone miejsce instalacyjne. Można wymienić tutaj przemysł samochodowy, elektryczny oraz zastosowanie w konstrukcji turbosprężarek czy turbodmuchaw, gdzie uzyskuje się szczególnie wysokie sprawności.

Nadmieńmy również, iż silniki magnetyczne są w pełni bezpieczne, tzn. praktycznie nie występuje ryzyko, iż silnik ulegnie rozmagnesowaniu. Magnesy są bowiem zabudowane w rotorze, więc rozmagnesowanie jest praktycznie niemożliwe. Podobnie rozwiązano problem korozji i kontroli temperatury. Prądy przeciążeniowe są kontrolowane w przetwornicy częstotliwości.