



Vad har förändrats vad gäller motorkonstruktion?

~ Elmotor konstruktioner drivs av behovet av energieffektivitet, men
vad händer härnäst? ~

Under 200 år har elmotorer kommit att bli en av de största enskilda energiförbrukarna i världen, och i dag står de för cirka 45 procent av den globala energiförbrukningen. Här förklarar Marek Lukaszczyk, marknadschef för Europa och Mellanöstern hos WEG, [global tillverkare och leverantör av motorer och drivteknik](#), varför och hur motorkonstruktioner och innovationer alltid inneburit en strävan efter nya effektivitetsnivåer.

Den globala energiförbrukningen för elmotorer är betydande, men även ett tecken på hur mycket de används över hela världen för att omvandla elektrisk energi till mekanisk energi. Elmotorer används ju i allt från fläktar, kompressorer och pumpar till verktygsmaskiner, hushållsapparater, bilar och elverktyg.

Dessa fakta belyser dock även de utmaningar som tillverkarna ställs inför när det gäller att förbättra motorernas effektivitet och minska deras energiförbrukning. Det är viktigt att

motorer konstrueras för att vara så energieffektiva som möjligt, inte bara så att tillverkarna kan bibehålla sin konkurrenskraft, utan även för att uppfylla föränderliga bestämmelser, t.ex. EU:s ekodesigndirektiv (direktiv 2009/125/EG).

Från likström till växelström

Elmotorutvecklingen drivs av behoven av prestanda, överkomliga priser, energieffektivitet och anslutningsmöjligheter. Dessa behov har växt fram under de senaste två seklen och tog sin början 1824 då Moritz Herrmann von Jacobi skapade den första riktiga roterande elmotorn, vilket möjliggjordes tack vare tidigare uppfinningar som batteriet och elektromagneten.

År 1866 skapade den tyske ingenjören Werner von Siemens möjligheten att tillhandahålla elmotorer med billig energi, varefter olika likströmsmotorer började tillverkas för industri och transport. Det fanns dock fortfarande problem med likströmsmotorer: de var stora och bullriga, och varje gång kommutatorn kortslöts för att vända strömriktningen så uppstod gnistor.

Sålunda kom växelströmsmotorer till. År 1885 byggde elingenjören Galileo Ferraris en tvåfas växelströmsmotor, men uppfinningens låga avkastning förhindrade kommersiell tillverkning. Samma sak hände 1887, då uppfinnaren Nikola Tesla skapade en tvåfasmotor med kortsluten rotor.

Det var några år senare, 1889, som elingenjören Michael von Dolivo-Dobrowolsky patenterade en effektiv växelströmsmotor. Den hade tre faser och en rotorbur. Växelströmsmotorns effekt var 80 watt och verkningsgraden 80 procent, och den var enklare, säkrare och tystare med färre underhållsproblem. Efter detta betydande framsteg följde slutligen en era av effektivare elmotorer. Konstruktioner för elmotorer – och innovationer inom området – har drivits av kundernas växande behov av prestanda, överkomliga priser, energieffektivitet och anslutningsmöjligheter ända sedan dess.

Idag är flexibiliteten inom elmotorernas konstruktion väletablerad, och de har en mängd olika användningsområden inom industrier, kraftverk och jordbruksnäring. Utmaningen ligger istället i att förbättra deras effektivitet och minska bördan på elförsörjningen. Beroende på applikation utgör energikostnaderna för elmotorer mellan 95 och 97 procent av deras totala livscykelkostnader – så det är inte konstigt att motorer med låg effektivitet ger begränsad avkastning.

Eko-prestanda

Energieffektiviteten för en elmotor beräknas utifrån förhållandet mellan den mekaniska uteffekten och den elektriska ineffekten, och anges i energieffektivitetsklasser (IE) där IE1 är den lägsta klassen och IE5 den högsta. Enligt EU:s ekodesigndirektiv måste motorer som omfattas av detta från och med juni 2011 uppfylla minst effektivitetsklass IE2, vilket följs av en effektivare IE3-klassificering år 2015 såvida de inte styrs av en varvtalsregulator (VSD). VSD:er varierar varvtalet för en elmotor – normalt ett konstant varvtal – baserat på applikationskraven.

Förutom enorma förbättringar av energiförbrukningen relaterad till motoranvändning innebar dessa regler även påtaglig inverkan på marknaderna. IE1, som representerade 80 procent av den europeiska marknadsandelen 2009, sjönk till bara 17 procent år 2016, medan andelen mer effektiva IE3-premiumklassmotorer steg från 0 procent till 29 procent under samma period. Detta är goda nyheter för slutanvändarna med tanke på kostnadsbesparingar samt för planeten som helhet.

Då den nuvarande förordningen som innebär att IE2-motorer måste användas med VSD samtidigt har varit svår att genomdriva inom branschen så kommer reglerna att bli strängare. Från 1 juli 2021 måste trefasmotorer uppfylla IE3-standarderna, oavsett eventuella VSD-tillägg. Samma datum införs för första gången även effektivitetsregler för VSD:er. Samtidigt med ytterligare undersökningar i samband med ändringar av nuvarande bestämmelser införs krav på att motorer ska uppfylla IE4-klassificeringen inom en överskådlig framtid, och vid ett senare datum även IE5.

Att upptäcka bristerna

Nyckeln till att konstruera en effektivare motor är att förstå var förluster uppstår genom att ställa frågan: vilka är de potentiella energibristerna?

Olika förbättringar av tekniklösningar för elmotorer har införts för att uppfylla de framväxande IE-standarderna, och WEG Industries egna ingenjörer har undersökt åtskilliga metoder. Sedan företaget bildades i Brasilien 1961 har man gjort betydande

framsteg vad gäller konstruktion och tillverkning av elmotorer. Framstegen gäller minskad vikt och olika experiment med nya material som plast, aluminium och nya isolatorer för att skapa olika användningsmöjligheter för dessa maskiner.

En lösning innebär användning av permanentmagnetmotorer (PM), växelströmsmotorer där magneter är inbäddade i eller fästa på motorns rotoryta. Magneternas magnetfält reagerar med magnetfältet som skapas av växelströmmen i statorn, och detta driver motorns roterande ankare. Det magnetiska momentet förenas med reluktansmomentet som verkar på magnetmaterialet och samverkar med det magnetiska flödet som passerar genom motorn. Detta minimerar reluktansen och det roterande magnetfältet som uppstår ger konstant moment utan behov av forcerad ventilation.

IE4-PM-motorer kan köras mer effektivt än IE4 induktionsmotorer med längre livslängd, och även med 20 procent mindre energiförlust samtidigt som de väger mindre trots att motorn är placerad i samma stomme. Detta innebär att en IE4-PM-motor är mindre än en IE4-induktionsmotor.

WEG var den första tillverkaren och leverantören av drivenheter och motorer som diskuterade IE4- och IE5-standarderna, och för den sistnämnda utvecklade man en IE5-PM-motor som en del av företagets W22-serie. Den nya W22 var bland de första kommersiellt tillgängliga motorerna som uppfyllde den nyformulerade energieffektivitetsklassen IE5. Med permanenta högprestandamagneter i rotorn ger W22 PM högre effekt i förhållande till stomstorlek och ett brett momentområde,

samtidigt som detta hålls konstant utan behov av forcerad ventilation. Den förbättrade varvtalsregleringen innebär högre energieffektivitet och längre livslängd.

Om vi tar kyltornsapplikationer som ett exempel, har det konstaterats att användning av en W22 permanentmagnetmotor (PM) med CFW701 HVAC VSD – vid rätt dimensionering för applikationen – kan ge en energibesparing på upp till 80 procent och genomsnittliga vattenbesparingar på 22 procent, samtidigt som IE5-effektivitetsnivåerna uppfylls.

Permanentmagneter med hög energidensitet är idealiska för elbilsapplikationer. Kylvätskan strömmar direkt genom motorn för smart spillvärmehantering. Denna konstruktion skyddar magneterna och rotorn mot förskjutning i hög hastighet och klarar motorapplikationens extrema varvtal.

Framåtblick mot IE6

WEG undersöker redan användningen av material för att uppfylla den förväntade IE6-klassificeringen, vilket redan diskuteras som nästa steg för högre effektivitetsnivåer i permanentmagnet och synkronreluktans. PM-motorer för pumpar kommer sannolikt att vara i förgrunden, då vattenindustrin är den största användaren av energieffektiva elmotorer i Europa. Detta kommer sannolikt att vara fallet med IE6. Ett annat viktigt område för utveckling är nya isoleringssystem för att motverka problem relaterade till ammoniak, som orsakar motorskador genom materialkorrosion.

En primär framtida målsättning för WEG är att kunna tillverka en tillförlitlig motor med hög effektdensitet till rimlig kostnad. Vid köp av relativt ny teknik, t.ex. en motor med hög effektdensitet, kommer det alltid att finnas en balans mellan kostnad, tillförlitlighet och effektivitet.

Ett av WEG:s forskningsområden handlar om att förstå beteendet hos en rad olika polymerer; material tillverkade av långa, upprepade molekyllängder. Polymerer har unika egenskaper som kan visa sig användbara i elmotorer, beroende på hur deras molekyler är förbundna för hög hållfasthet och låg vikt. De används alltmer i motorer i stället för metalldelar som inte klarar mekaniska krafter, t.ex. kopplingsboxar och ändskydd, och används redan i konstruktionsdelar som ändkåpor och fötter för små motorer. Då delarna inte riskerar att deformeras kan man sänka både kostnader och vikt genom att ersätta dem med ett polymermaterial.

För andra motordelar där polymerer som hartser, emaljer och isoleringsmaterial används kan även deras egenskaper optimeras för att uppfylla särskilda krav och därmed ytterligare optimera motorkonstruktionen. I t.ex. luftkonditioneringsystem, ventilationssystem och andra hushållsapparater drar man redan nytta av fördelarna med polymerbaserade motorer.

Historiskt sett har det största genombrottet hos WEG och andra tillverkare dock varit användningen av elektronik, både vad gäller konstruktion och tillverkning av elmotorer.

Elektronik kan innefatta installation av eftermonterade sensorer som mäter viktiga värden i realtid, t.ex. vibrationer och temperatur, så att eventuella motorproblem kan identifieras innan fel uppstår. Med sensorbaserade applikationer som t.ex. [WEG Motor Scan](#) registreras motordata som sedan skickas till en smarttelefon eller datorplatta.

Var finns energibesparingarna? För det första kan vibrationer i motorn detekteras, då vibrationer vanligtvis motsvarar energi som går förlorad i form av oönskade rörelser eller ljud. Ta till exempel en brasiliansk tillverkningsfabrik där underhållsteamet fick en varning om att motorn hade vibrationsnivåer över det acceptabla tröskelvärdet. Teamet kunde sålunda reducera dessa och därmed undvika en annars nödvändig avstängning. För det andra kan man genom att förhindra avstängningar undvika efterföljande produktionsförluster och ytterligare energibehov för att starta om maskinanläggningen.

Dessa är bara några av möjligheterna, då elmotorteknik bygger på ett 200-årigt arv och fortsätter att utvecklas. I slutänden bär ingenjörerna fortfarande ansvaret för att elmotorkonstruktioner liksom under tidigare sekler ständigt utvecklas och kan tillgodose den moderna tidens föränderliga krav.

För information om WEG:s produktutbud, gå till www.weg.net.

Om WEG: WEG är en global tillverkare av elektrisk och mekanisk utrustning för industrisektorer på alla kontinenter som grundades 1961. Företaget är verksamt i mer än 135 länder och har tillverkningsenheter i 12 länder med mer än 31 000 anställda globalt och en nettointäkt på över 11,9 miljarder R\$ 2018.

Genom att erbjuda energieffektiva lösningar inom alla sektorer, inklusive bland annat vatten, stål, massa och papper, olja och gas samt gruvdrift, utvecklar WEG kontinuerligt lösningar som följer huvudsakliga trender inom energieffektivitet, förnybar energi, hållbarhet och elektrisk mobilitet. Besök www.weg.net för mer information

Ref: WEG026/04/20