

Test av isolasjonsmotstand og elektrisitet for HVAC-kompressormotorer

Brukertipsartikkel



Med en påtrykt spenning på 500 V viser denne IRT-avlesningen > 550 MΩ. Det betyr at motstanden ligger utenfor skalaen. En ny isolasjonsmotstandstest ble utført med 1000 V og viste 1,1 GΩ (1100 MΩ). Hvis det ikke var registrert noen lekkasjestrøm, ville avlesningen ha vært > 2,2 GΩ. Isolasjonsmultimeteret Fluke 1587 kombinerer funksjonene til et digitalt multimeter (volt, ohm, millivolt, milliampere, frekvens, kapasitans, temperatur) med en megaohm-måler for omfattende motorvedlikehold.



HVACR-mekanikere stoler sjelden på én enkelt test for å godkjenne en funksjon eller en prosess eller ikke. I møtet med en kondensatorenhet vil de lytte, holde hendene over kondensutløpsluften og gripe tak i sugeleningen, væskeledningen og utløpsrøret (og ikke sjelden angre på akkurat det). Alt dette før de åpner verktøykassa.

Deretter fester de på måleapparater og tar frem termometre for mer nøyaktige diagnoser. Jo flere kontroller eller dobbeltkontroller de har til rådighet, jo bedre og nærmere sannheten føles det. I tillegg til testing av kjølemidler, fuktighet i oljen eller syreinnhold, er isolasjonsmotstandstesting (IRT) en velutprøvd testmetode for kompressorer, som de nå legger til repertoaret sitt..

En isolasjonsmotstandstester tilfører "ikke-destruktiv" likespenning til viklingene og isolasjonspunktene til en motor for å måle mengden lekkasjestrøm. Det fins ingen perfekt isolator – alle lekker. Spørsmålet er: Hvor mye lekker de, og forandrer lekkasjemengden seg over tid pga. ødelagt eller forurenset isolasjon? Det siste punktet er nøkkelen til prediktivt vedlikehold.

IRT kan kontrollere kontinuitet, spole- eller viklingsmotstand, varmeelementmotstand, termistormotstandsverdier osv. Alle disse målingene skjer gjennom kretser inne i isolasjonen, unntatt ved kontroll av en eventuell jordslutning.

Hvis det oppdages en jordslutning, har det oppstått en katastrofal feil på enheten, og det er for sent å iverksette forebyggende vedlikehold eller proaktive tiltak. En katastrofal motorsvikt i en (halv-) hermetisk kompressor som inneholder olje og kjølemiddel, vil i beste fall bety en stor rengjøringsoppgave. I verste fall kan det bety utskifting av ikke bare komponenter, men av hele utstyret, så vel som tap av produksjonstid og inntekter. Da er det bedre å sjekke isolasjonsverdier jevnlig og registrere dem for sammenligning ved neste besøk, slik at enhver endring oppdages på et tidlig tidspunkt.

Dette bør man se etter

Det fins ingen enkel og sikker regel for tolkning av isolasjonsmotstandsverdier, men produsenter og forhandlere ser ut til å være enige om at IRT-trending kan gi en klar indikasjon på motorens forventede helsetilstand.

Ifølge IEEE 43-standarden for isolasjonsmotstandstesting av elektriske motorer er 1 megaohm pluss 1 megaohm per kilovolt motordriftspenning en akseptabel minsteverdi. For en 460-volts motor betyr det at godkjenningsgrensen vil være 1,46 megaohm, eller en lekkasjestrøm på 500 V DC / 1 460 000 ohm $\approx$ 342 mikroampere.

Denne standarden er imidlertid for motorer som ikke er hermetisk lukket med olje og kjølemiddel. Produsenter kan anbefale lavere verdier for motorer som er nedsenket i væske. En motor som er nedsenket i væske, kan være akseptabel ved 600 000 ohm med 500 V påført likestrøm, eller en lekkasjestrøm på 500 V / 600 000 ohm $\approx$ 833 mikroampere.

Noen moderne isolasjonsmaterialer som har vært i bruk siden rundt 1975, har forbedrede isolasjonsverdier med lite lekkasjestrøm, og kan ha IRT-verdier på rundt 20 000 megaohm (20 gigaohm) og være uegnet for bruk ved IRT-verdier under 100 megaohm, enten de har overflatesmuss på viklingene eller ikke.

Hermetiske motoromgivelser og konsekvenser

Bruk av IRT på hermetiske kompressorer krever en totrinns-prosedyre pga. kompressormotorens driftsmiljø.

1. Isolasjonsmotstandstesting for å sjekke svekkelse av motorviklingsisolasjon
2. Kontroll av eventuelle urenheter som påvirker

resultatet av isolasjonsmotstandstesting.

For trending gjøres den første isolasjonsmotstandstesting med avslått kompressor, og den andre etter at kompressoren har vært i drift i 5 eller 10 minutter. Under den første testen er det størst sjanse for å oppdage urenheter i oljen eller kjølemiddelet.

Den andre testen blir også påvirket av urenheter, men gir et mer sannferdig bilde av isolasjonsmotstanden, ettersom mesteparten av kjølemiddel, olje og fuktighet nå har blitt transportert bort fra viklingene.

Ettersom HKFK-stoffer nå fases ut og det blir vanlig å bruke HFK som krever bruk av POE-smøremidler (polyolester), blir IRT av kompressorer enda viktigere pga. den hygroskopiske egenskapen til POE-smøremidler. I tillegg til seglass for fuktighet og testemidler for olje og fuktighet, er IRT en egnet metode for å vurdere fuktighetsinnholdet i oljen. Det er en god ting.

IRT-prosedyre

Du må aldri utføre en isolasjonsmotstandstest eller kjøre en kompressor når systemet er under vakuum.

1. Koble fra alle kabler for å isolere kompressoren.
2. Hvis kompressoren er utstyrt med tilkoblingsskinner, skal disse tas av.
3. Rengjør koblingspunktene med en ren, tørr klut.
4. Shuntkoble koblingspunktene sammen hvis det er mulig.*
5. Rengjør kompressorjordingpunktet for oksidasjon, og tørk av med en ren, tørr klut.

*De fleste kompressormotorviklinger har en felles intern kobling til kompressoren, slik at viklingene ikke kan isoleres. Hvis motorviklingene kan isoleres, anbefales det å jorde to sett viklinger mens det tredje settet testes. Dette trinnet må da gjentas tre ganger, én gang for hvert sett viklinger. Dermed kontrolleres ikke bare jordingmotstand, men også motstanden mellom viklingen som testes og de to andre viklingene, altså en test med henblikk på økt risiko for kortslutning mellom viklingene.

Faktorer som påvirker isolasjonsmotstanden og kompressorens levetid

- Utilstrekkelig dehydrering av systemet
 - Hydrolyse av fukt i kjølemiddelet kan resultere i flussyre. Flussyre kan etse glass. Hva kan den føre til på isolasjonen til motorviklinger?
 - Syre kan erodere kobber fra rørvegger. Dette kobberet er ledende og vil redusere den dielektriske (ikke-ledende) egenskapen til oljen. Det kan også oppstå kobberbelegg på motorlagre og etter hvert bidra til startvansker, høyere driftsamperetall eller blokkering av rotoren.
 - POE-smøremidler vil absorbere fuktighet.
- Ufullstendig brotsjing av rørene før montering
 - Dette kan føre til kobberpartikler til kompressoroljen. Kobber er ledende og reduserer den dielektriske egenskapen i oljen.
- Manglende fjerning av oksygen ved hjelp av en inertgass som nitrogen eller argon under lodding
 - Kobberoksider er ledende og reduserer den dielektriske egenskapen til oljen.
- Kjølemiddellekkasjer
 - Lite kjølemiddel fører til økt driftstemperatur i motoren og belastning på isolasjonen til motorviklingene.

6. Mål temperaturen på koblingspunktene. Temperaturen på viklingene ikke kan måles direkte, men på grunn av konduksjon fra viklingene, er måling av temperaturen på koblingspunktene den nest beste metoden. Temperaturen på koblingspunktene bør ligge over duggpunktet til omgivelsesluften, ellers kan fuktigheten påvirke avlesningen.
7. Koble jordlederen til kompressorens jordingspunkt med krokodilleklemmefestet.
8. Sett måleren på isolasjonstesting, og velg en testspenning på 500 V DC.
9. Legg testproben inntil de shuntkoblede koblingspunktene.
10. Slipp opp testknappen på testproben (eller på måleren) i testperioden (60 sekunder).
11. Registrer motstandsverdien og temperaturen.
12. Fjern shuntkoblingen mellom koblingspunktene, og koble til strømkablene igjen.
13. Sett kompressoren i drift i 5 eller 10 minutter.
14. Gjenta trinn 1–11.

Loggfør avlesningene, og kompenser for temperaturen iht. den valgte referansetemperaturen. For hver 10 °C temperaturen ligger over referansetemperaturen, fordobles motstandsverdien. For hver 10 °C temperaturen ligger under referansetemperaturen, halveres motstandsverdien. Hvis vi velger å sette 40 °C som referansetemperatur, må alle trendmålinger, både tidligere, nåværende og fremtidige, kompenseres med utgangspunkt i denne temperaturen.

For temperaturkompensering kan du bruke denne formelen:

$$K_T = (0,5)^{(T_R - T_A)/10}$$

Der K_T er temperaturkorreksjonsfaktoren ved T_A

T_R er referansetemperaturen (°C) som alle målinger korrigeres ut fra

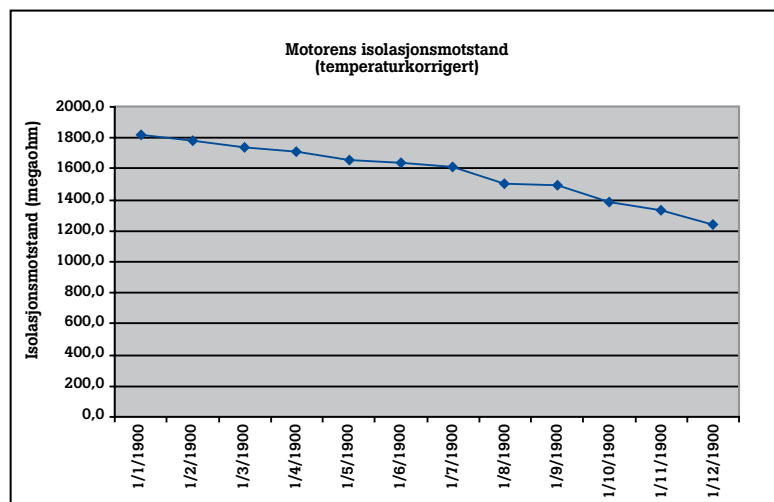
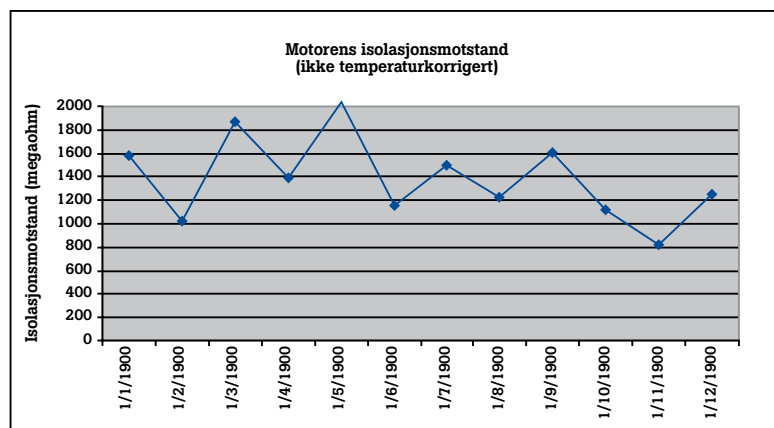
T_A er den aktuelle testtemperaturen (°C)

$T_R = 40\text{ °C}$

Hvis avlesningen ligger utenfor skalaen på IRT-måleren, vises et "større enn"-symbol (>) for å vise at avlesningen ikke kan brukes til trending, men den bør likevel registreres og loggføres for å spore fremtidige endringer. Med noen typer moderne isolasjon kan man forvente at avlesningene vil ligge utenfor skalaen mesteparten av levetiden til motoren (> 2000 MΩ) og at trendvisninger derfor først vil være mulig når motorens levetid går mot slutten. Man bør i så fall vurdere opprenskingsprosedyrer på det tidspunktet man kan se effektive megaohm-verdier.

Det følgende eksempelet viser ukompenserte testverdier og motstandsverdier som er kompenserte for anslåtte viklingstemperaturer ikompensert ift. en referanseverdi på 40 °C. De to etterfølgende grafene viser ukompenserte trenddata sammenlignet med kompenserte data.

Dato	Målt isolasjonsmotstand (MΩ)	Temperatur (°C)	Temperatur-justert isolasjonsmotstand (MΩ)	Temperatur-kompensasjonsfaktor K_T
5-feb-90	1584,3	42	1821,9	1,15
8-jul-90	1025,3	48	1784,0	1,74
14-feb-91	1867,2	39	1736,5	0,93
2-jul-91	1388,4	43	1707,7	1,23
10-feb-92	2035,3	37	1648,6	0,81
3-jul-92	1156,4	45	1630,5	1,41
4-feb-93	1503,2	41	1608,4	1,07
8-jul-93	1224,3	43	1505,9	1,23
12-feb-94	1604,9	39	1492,6	0,93
1-jul-94	1123,6	43	1382,0	1,23
14-feb-95	821	47	1330,0	1,62
10-jul-95	1245,7	40	1245,7	1,00



Konklusjon

Selv om HVACR-mekanikere liker klare godkjenningsregler i diagnoserutinene, tilsier teknologiens aksiom (tenk på entropi) at en maskin begynner å bli defekt allerede idet den tas i drift.

Med økende vedlikehold og grundighet kan vi forvente forlenget levetid for produkter. Med økte kostnader for defekter vil fordelene ved regelmessig testing og registrering av målinger bli større ettersom tiden går.

Hva er måleverdien "uendelig"?

Uendelig er ingen måleverdi. Uendelig betyr at testresultatene ligger utenfor instrumentets måleevne. Ved bruk av en standard volt/ohm-måler med en ytelse på mindre enn 9 V likestrøm, kan målinger mellom kompressor og jord vise "uendelig". Med en isolasjonsmotstandstester med ytelse på 500 V DC, kan målingen mellom kompressor og jord være 20 megaohm. Tenk på en av de beste naturlige isolatorene – atmosfæren. Hvis det er stor nok forskjell i elektrisk potensial mellom to punkter, vil det oppstå en lysbue. Tenk på tennpluggen. Tenk på lyn.

Fluke. *Keeping your world up and running.*

Fluke Norge AS

Postboks 6054 Etterstad
0601 Oslo

Tlf: 800 18 227
Fax: 800 18 228
E-mail: info.no@fluke.com
Web: www.fluke.no

©2015, Fluke Corporation. Med enerett.
Trykt i Nederland 02/2015. Informasjonen kan endres uten varsel. Vi tar forbehold om trykkfeil.

Pub_ID: 13370-nor

2524494 A-EN-N Rev A