

Isolationsmodstand og elektrisk test af HVAC kompressormotorer

Anvendelsesnote



Ved en påført spænding på 500 V viser denne IRT aflæsning $>550 \text{ M}\Omega$, hvilket indikerer, at modstanden er uden for område. En anden IR test blev udført ved 1000 V og viste $1,1 \text{ G}\Omega$ ($1100 \text{ M}\Omega$). Hvis der ikke var registreret lækstrøm, ville en aflæsning have vist $>2,2 \text{ G}\Omega$. Fluke 1587 isolationsmultimeter kombinerer DMM funktioner (volt, ohm, millivolt, milliampere, frekvens, kapacitans, temperatur) med et megaohmmeter til omfattende motorvedligeholdelse.



HVACR mekanikere baserer sjældent en pass/fail beslutning for en proces eller funktion på en enkelt test. Når de nærmer sig en kondenserende enhed, lytter de, de vifter med deres hænder over kondensatorens udledningsluft, og de tager fat i indsugningsrøret, væskerøret og udtømningsrøret (og ønsker, at de aldrig havde gjort det). Alt dette gør de, før de overhovedet åbner deres værktøjskasse.

Som det næste tilslutter de målere og termometre for en mere nøjagtig fejlfinding. Jo flere checks og dobbeltchecks de udfører, des bedre har de det, og des tættere kommer de på sandheden. Når det handler om kompressorer, er isolationsmodstandstest (IRT) sammen med tests af kølemiddel, olieflugt og syre, en gennemprøvet test, som de nu tilføjer posen af tricks.

En isolationsmodstandstester giver "ikke-destruktive" DC spændinger til viklingerne og isolationspunkter på en motor for at måle størrelsen af lækstrøm. Der findes ikke nogen perfekt isolator, de lækker alle sammen. Men spørgsmålet er: Hvor meget lækker de, og ændres isolationslækstrømmen over tid på grund af isolationsnedbrydning eller forurening? Sidste punkt er nøglen til forudsigende vedligeholdelse.

IRT kan kontrollere gennemgang, spole- eller viklingsmodstande, varmelegememodstande, termistormodstandsværdier osv. Alle disse målinger sker gennem kredsløb i isolatorerne, bortset fra check af kortslutning til jord.

Når der registreres en kortslutning til jord, er der sket en katastrofal fejl på enheden, og så er det for sent at udføre forebyggende vedligeholdelse eller proaktiv afhjælpning. En katastrofal motorfejl inden i en (halv-) hermetisk kompressor, der indeholder olie og kølemiddel, medfører i bedste fald en omfattende oprensingsprocedure, og i værste fald kan det kræve udskiftning af udstyr, frem for komponentudskiftning, samt tabt produktionstid og fortjeneste. Det er bedre at udføre regelmæssige kontroller af isolationsværdierne og registrere dem til sammenligning under næste besøg, så ændringer nemt kan spottes.

Hvad skal du kigge efter

Der er ingen fast og hurtig pass/fail regel hvordan isolationsmodstandsværdier tolkes, men producenter og uafhængige institutioner er enige om, at IRT tendensmåling kan være en klar indikator for en motors sundhed.

IEEE 43 standarden for IR test af elektriske motorer giver en acceptabel minimumsværdi på 1 megaohm plus 1 megaohm pr. kilovolt motordriftspænding. For en 460 volt motor, vil pass/fail tærskelværdien være 1,46 megaohm eller en lækstrøm på 500 V DC / 1.460.000 ohm $\approx$ 342 mikroampere.

Men denne standard er for motorer, der ikke er hermetisk lukkede med olie og kølemiddel. En motor, der er nedsænket i væske, skal anvende lavere værdier, som det anbefales af producenten. En motor, der er nedsænket i væske, kan måske accepteres med 600.000 ohm med brug af 500 V DC eller en lækstrøm på 500 volt/600.000 ohm $\approx$ 833 mikroampere.

Nogle moderne isoleringer, der har været i brug siden ca. 1975 har forbedrede isolationsværdier, der muligvis ikke tillader lækstrøm, og som kan have IRT værdier i nærheden af 20.000 megaohm (20 gigaohm), og som ikke kan anvendes, hvis IRT værdierne er under 100 megaohm, uanset om de har overfladeforurening på viklingerne eller ej.

Hermetisk motormiljø og konsekvenser

Anvendelse af IRT på hermetiske kompressorer er en tottrins procedure på grund af kompressormotorens driftsmiljø.

1. Isolationsmodstandstest til kontrol af nedbrydning af motorviklingsisoleringen
2. Kontrol for tilstedeværelse af forurening, der påvirker resultatet af IR test.

Den første IR test til tendensvisning er med

kompressoren, der har været slukket, den anden test er efter, at kompressoren har været i drift i fem eller ti minutter. Den første test er mere tilbøjelig til at vise forurening i olien eller kølemidlet.

Den anden test, hvor der stadig er påvirket af forurening, er i højere grad rettet mod den ægte motor IR test, hvor en største mængde af kølemiddel, olie og fugt er fjernet fra viklingerne.

Da HCFC'er fases ud og HFC'er, der kræver anvendelse af POE (polyolester) smøremidler, bliver mere udbredt, øges vigtigheden af IRT for kompressorer på grund af POE smøremidlernes hygroskopiske natur. Ud over inspektionsruder med fugtindikering, kemiske stoffer eller væsker til olie- og fugtprøver eller væsker, har vi med IRT en anden metode til estimering af fugt i olien. Dette er godt.

IRT procedure

Man må aldrig udføre isolationsmodstandstest eller betjene en kompressor, når systemet er under vakuum.

1. Fjern alle ledninger fra kompressorens klemmer for at isolere kompressoren.
2. Fjern kompressorens klemmlister, hvis den er udstyret med sådanne.
3. Rengør klemmerne med en ren, tør værkstedsklud.
4. Shunt kompressorklemmerne sammen, hvis det er muligt.*
5. Rengør kompressorens jordpunkt for oxidering, og tør af med en ren, tør værkstedsklud.

* De fleste kompressormotorviklinger har en fælles forbindelse inden i kompressoren, så viklinger ikke kan isoleres. Hvis motorviklingerne kan isoleres, anbefales det at jorde to sæt viklinger, mens det tredje testes. Dette trin gentages tre gange, en gang for hvert sæt viklinger. Dette vil ikke bare kontrollere for modstand til jord men også for modstand mellem den vikling, der testes, og de andre to viklinger, hvor der testes for en øget mulighed for kortslutning mellem viklingerne.

Faktorer, der påvirker isolationsmodstand og kompressorlevetid

- Forkert dehydrering af et system
 - Hydrolyse af fugt med kølemiddel kan medføre flussyre. Flussyre kan ætse glas. Hvad kan det gøre ved isoleringen på motorviklingerne?
 - Syre kan erodere kobberet på rørenes sider. Dette kobber er ledende og vil reducere den dielektriske (ikke ledende) styrke i olien. Forkobring kan også opstå på motorlejerne og i sidste ende medføre hård opstart, højere driftstrøm eller en låst rotor.
 - Fugt ved tilstedeværelse af POE smøremidler absorberes.
- Manglende oprivning af rør før samling
 - Dette kan medføre kobberrester i kompressorolien. Kobber er ledende og reducerer oliens dielektricitet.
- Manglende udskiftning af oxygen med en inaktiv gas, f.eks. nitrogen eller argon, under slaglodningsprocessen
 - Kobberoxider er ledende og vil reducere oliens dielektricitet.
- Kølemiddellæk
 - Lav kølemiddeltilførsel medfører forhøjede driftstemperaturer i motoren og øger presset på motorviklingernes isolering.

6. Mål temperaturen på kompressorklemmerne. Da temperaturen på viklingerne ikke kan måles direkte, er måling af kompressorklemmerne den næstbedste metode på grund af den direkte varmeledning fra viklingerne. Kompressorklemmerne skal være over den omgivende lufts dugpunkt, ellers kan fugt på klemmerne påvirke målingen.
7. Tilslut jordledningen til kompressorens jordpunkt med det medfølgende krokodillenæb.
8. Indstil metret til isolationstestpositionen, og vælg 500 VDC testspænding.
9. Sæt testproben mod shuntede kompressorklemmer.
10. Tryk testknappen på testproben (eller på metret) ned i testvarighedsperioden (60 sekunder).
11. Registrer modstandsværdien og klemmernes temperatur.
12. Fjern shunten over kompressorklemmerne, og genopret de korrekte elektriske tilslutninger.
13. Sæt kompressoren i drift i 5 eller 10 minutter.
14. Gentag trin 1-11.

De registrerede målinger skal logges og kompenseres for temperatur iht. den valgte grundtemperatur. For hver 10 °C (18 °F) afvigelse over grundtemperaturen fordobles modstandsværdien. For hver 10 °C (18 °F) afvigelse under grundværdien halveres modstandsværdien. Hvis vi vælger at sætte 40 °C (104 °F) som vores grundværdi, vil alle tendensmålinger, fortidige, nutidige og fremtidige, skulle kompenseres til denne værdi.

For temperaturkompensation skal du anvende denne ligning:

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

Hvor K_T er temperaturkorrektionsfaktor ved T_A

T_R er referencetemperaturen (°C) som alle målinger skal korrigeres til

T_A er den faktiske testtemperatur (°C)

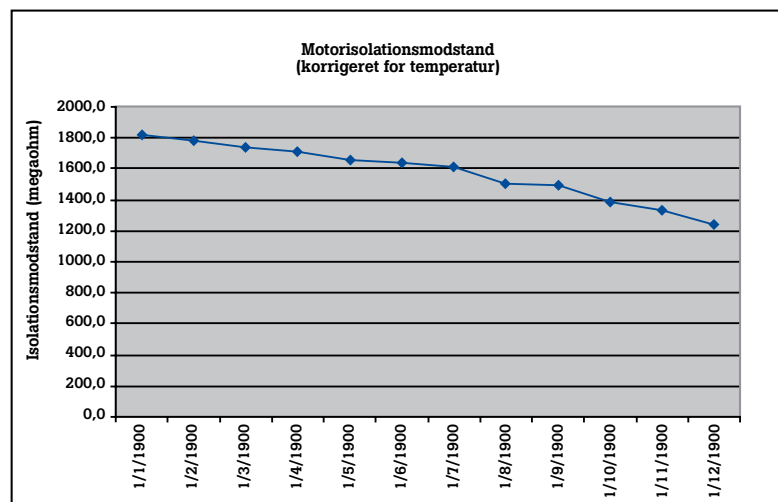
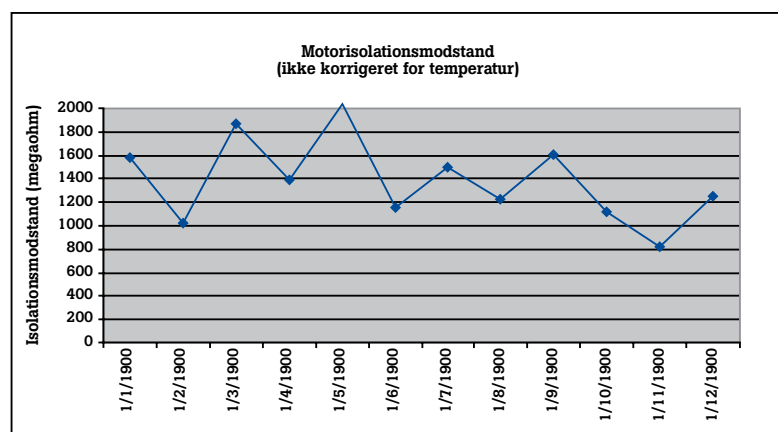
$T_R = 40\text{ °C}$

Hvis målingen er over området for IRT metrets valgte skala, vises et "større end" (>) symbol for at indikere, at målingen ikke har nogen værdi til tendensformål, selvom den skal registreres og logges for at kunne spore fremtidige ændringer. Med nogle moderne isoleringer er det ikke urimeligt at forvente, at målingerne gennem det meste af en motors levetid vil være uden for skalaen (> 2000 MΩ) og tendensmåling vil kun være mulig i slutningen motorens levetid. I dette tilfælde skal oprensingsprocedurer overvejes ved punktet, hvor effektive megaohmværdier ses.

Følgende eksempler viser ukompenserede

testmodstandsværdier og modstandsværdier, der er kompenseret for estimeret viklingstemperatur, der er kompenseret til en grundværdi på 40 °C. De to efterfølgende grafer viser de ukompenserede tendensdata sammenlignet med kompenserede data.

Dato	Målt isolationsmodstand (MΩ)	Temperatur (°C)	Temperaturjusteret isolationsmodstand (MΩ)	Temperaturkompensationsfaktor 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



Konklusion

Mens HVACR mekanikere sætter pris på "Go", "No-Go" regler til anvendelse i deres rutinemæssige fejlfinding, kræver teknologiens aksiomer (iagttaget entropi) at en maskine indleder sit afsluttende fejlstadiet, fra det øjeblik den sættes i drift.

I takt med at vedligeholdelsen og opmærksomheden på detaljer øges kan vi forvente at et produkts forventede levetid øges. Da omkostningerne ved fejl stiger, vil fordelene ved regelmæssige test og tracking af disse målinger over tid øges.

Hvad med aflæsning af "uendelig"?

Uendelig er ikke en aflæsning. Uendelig betyder at testresultaterne er ude over metrets mulige måleområder. Med en standard volt-ohm meter med mindre end 9 V DC udgangsspænding, kan en aflæsning mellem kompressornul og jord indikere "uendelig". Med en isolationsmodstandstester med en 500 V DC udgang er aflæsningen mellem kompressornul og jord måske 20 megaohm. Se på en af de bedste naturlige isolatorer... atmosfæren. Hvis der eksisterer et tilpas højt potentiale med en forskel i polaritet, vil der opstå en lysbue over hullet. Se på tændrør. Se på lynnedslag.

Fluke. *Keeping your world
up and running.*

Fluke Danmark A/S

c/o Radiometer Medical ApS
Åkandevej 21
2700 Brønshøj
Danmark
Tlf.: 70 23 58 53
Fax: 70 23 58 54
E-mail: info.dk@fluke.com
Web: www.fluke.dk

©2015, Fluke Corporation. Alle rettigheder forbeholdes.
Trykt i Nederlandene 02/2015.
Oplysningerne kan ændres uden forudgående varsel.

Pub_ID: 13370-dan

2524494 A-EN-N Rev A