

14. DIAGNOSTICAREA DEFECȚIUNILOR LA COMPRESOARELE CU PISTON

Bibliografie: Compresseura a pistons. Diagnostic des bris de machine

Pentru identificarea cauzelor care determină orice pană apărută este important să se consulte toate sursele de informare disponibile la fața locului. De exemplu personalul de întreținere știe dacă înainte de manifestarea penei, compresorul funcționa normal sau se manifestau în mod curent zgomote. Se poate afla de asemenea în ce moment s-a manifestat pana. Este posibil să se evalueze solicitările la care a fost supus compresorul în momentul manifestării penei.

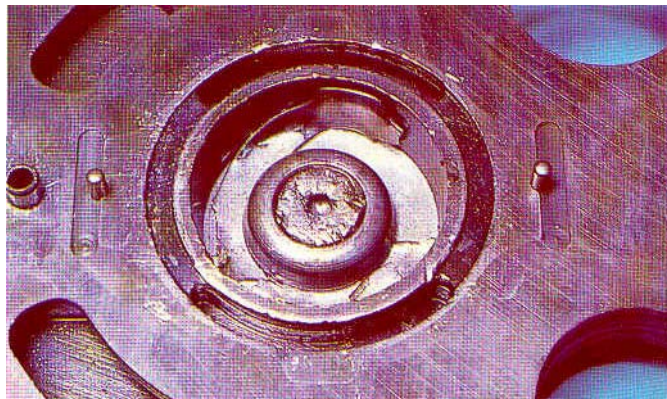
Elementele componente ale compresorului trebuie identificate și inspectate pe măsura demontării analizând și pozițiile relative ale acestora una față de alta. Trebuie verificată și notată într-un caiet de constatări starea fiecărei piese (calitatea suprafeței, gradul de curățenie sau murdărire, etc.).

Cele mai multe defecțiuni, cu excepția celor datorate viciilor ascunse de material, se pot încadra în una din următoarele categorii:

- Lovituri hidraulice - datorate pătrunderii în cilindru a agentului frigorific lichid sau a uleiului;
- Probleme de ungere – datorate lubrifierii defectuoase;
- Contaminarea circuitului frigorific – prin prezența unor corpuri străine în circuit;
- Incidente electrice.

Lovituri hidraulice

La demontarea unui compresor în care s-au manifestat lovituri hidraulice, se observă deteriorarea supapei de aspirație, care este supusă unor presiuni și șocuri foarte puternice. În imagine se observă că bucăți desprinse din supapa de aspirație s-au înfipt în supapa de refulare și pe canalul de refulare. Este posibil ca supapa de aspirație să nu se distrugă complet ca cea din imagine, dar manifestă pe suprafață fisuri radiale, care la apariția unor noi lovituri hidraulice determină ruperea supapei.



Blocul supapelor supus unor lovituri hidraulice

Pistonul și biela aceluiași compresor sunt prezentate în imaginea următoare. Distrugerea compresorului a fost provocată de contactul cu bucăți din supapa de aspirație ruptă. De regulă în asemenea situații și cilindrii sunt la fel de deteriorați și trebuie reparați.



Piston deteriorat în urma loviturilor hidraulice

La unele compresoare în urma unor lovituri hidraulice puternice se pot manifesta ruperi ale supapelor de aspirație dar și ale arcurilor acestora. În toate situațiile în care se constată ruperea supapelor și arcurilor, trebuie demontat și inspectat motorul electric prin verificarea stării înfășurărilor bobinajului, precum și interiorul carcasei compresorului, deoarece bucăți din supape pot să ajungă în bobinaj sau în carcasă, de unde ar putea să genereze scurtcircuite sau alte defecțiuni.

Principalele cauze ale producerii loviturilor hidraulice sunt:

- Ventilul de reglaj termostatic selecționat greșit;
- Reducerea sarcinii termice;
- Distribuția neuniformă a aerului peste suprafața vaporizatorului;
- Aspirația uleiului.

Supradimensionarea ventilului de reglaj termostatic este una din principalele cauze care produc lovituri hidraulice.

Este posibil ca în sarcină totală, detentorul să alimenteze corect vaporizatorul, dar să nu o facă și în sarcină parțială.

Trenul termostatic are tendința de a menține o supraîncălzire constantă., dar dacă orificiul calibrat al detentorului este supradimensionat, în vaporizator va pătrunde prea mult lichid, care va reduce rapid gradul de supraîncălzire, ceea ce va determina închiderea completă a detentorului, până când supraîncălzirea revine la normal. Această funcționare “totul sau nimic” alimentează în valuri cu cantități mari de lichid, vaporizatorul și este posibil ca o parte din acesta să fie aspirată de compresor.

Anumite echipamente frigorifice monobloc sunt uneori echipate intenționat cu detentore termostactice ușor supradimensionate de către producător. În aceste cazuri selecția detentorului a fost efectuată cu atenție, pe standuri de verificare și s-a asigurat funcționarea corectă în orice regim a echipamentului. Nu trebuie confundat acest tip de selecție cu unul efectuat pe șantier într-o manieră mai mult sau mai puțin hazardată. Adesea, detentorele montate pe șantier sunt selecționate de persoane fără experiența necesară acestei operații și se poate ajunge în situația prezentată anterior.

Reducerea sarcinii termice prin micșorarea de exemplu a debitului de aer care trece peste bateria de răcire, poate de asemenea să provoace lovituri hidraulice. Derucerea debitului

de aer poate să fie generată de exemplu de înfundarea filtrelor de aer sau de pierderi hidraulice anormale pe rețeaua de aer, sau de deteriorarea unui ventilator.

Reducerea debitului de aer determină reducerea sarcinii termice a bateriei și provoacă givrarea acesteia. Zăpada înrăutățește condițiile în care se efectuează transferul termic, ceea ce produce o nouă scădere a sarcinii termice efective preluate a agentul frigorific. În aceste condiții față de sarcina termică prea mică a vaporizatorului, detentorul poate să devină supradimensionat și să alimenteze vaporizatorul în modul "totul sau nimic" descris anterior.

Aceeași situație se poate manifesta în cazul unui răcitor de lichid, care are vaporizatorul prea murdar, cu diverse depuneri, sau în cazul în care debitul de apă este insuficient.

Distribuția neuniformă a aerului peste suprafața vaporizatorului determină manifestarea unei situații asemănătoare cu cea descrisă anterior.

O distribuție neuniformă a aerului care curge prin bateria de răcire are ca efect modificarea temperaturii de aspirație și poate să genereze funcționarea în pompaj a detentorului termostatic. Această anomalie de alimentare cu aer a vaporizatorului, poate fi ușor evidențiată prin apariția pe vaporizator în anumite zone sau puncte, a unor urme de zăpadă sau condens, în funcție de nivelul temperaturii de vaporizare.

Migrarea agentului frigorific este datorată condensării acestuia în părțile cele mai reci ale echipamentului frigorific. Agentul frigorific migrează în stare de vapori, în perioadele în care instalația nu funcționează, spre zona cea mai rece, caracterizată prin cea mai scăzută presiune și se acumulează în acea zonă prin condensare.

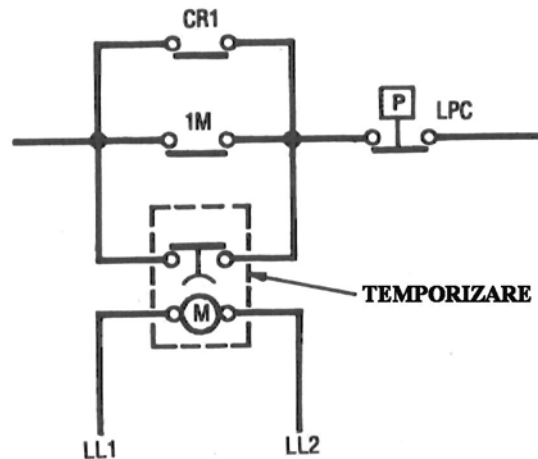
Uzual această condensare se produce la nivelul vaporizatorului sau compresorului, dacă acesta se găsește la o temperatură scăzută, de exemplu în mediul exterior pe timp de iarnă. Dacă fenomenul se produce în condensator, nu ridică nici un fel de probleme, deoarece acesta este rolul funcțional al condensatorului. În instalațiile mai complexe, este posibil să apară probleme de migrare a agentului frigorific și în alte schimbătoare de căldură.

Problema migrării agentului frigorific este acută în răcitoarele de apă cu două vaporizatoare și două compresoare. În aceste sisteme apa glacială circulă prin ambele vaporizatoare și atunci când funcționează un singur compresor. În acest caz diferența de temperatură și presiune este foarte mare între condensator și vaporizatorul care nu funcționează, fiind favorizată migrarea. Problema este cu atât mai acută cu cât acest regim de funcționare poate să se mențină chiar câteva săptămâni în perioadele mai răcoroase ale anului, ceea ce favorizează mari acumulări de lichid în vaporizatorul inactiv.

Migrarea se poate produce prin scăpările ventilelor montate pe circuit, sau prin supapele compresorului, care nu sunt niciodată perfect etanșe.

La pornirea compresorului după o lungă perioadă de staționare în condițiile prezentate, agentul frigorific lichid în exces în vaporizator poate să fie aspirat de compresor, ceea ce provoacă lovituri hidraulice și diluarea uleiului de ungere din carter.

Cea mai eficientă soluție pentru evitarea unor asemenea situații o reprezintă montarea unui releu de temporizare, în paralel cu contactorul 1M al sistemului de automatizare “pump down” și cu releul de protecție împotriva realizării ciclurilor scurte CR1. Acest sistem de automatizare auxiliar, asigură porniri ale compresorului la intervale regulate, de regulă la 30 de minute. Când contactul releului se închide, dacă sunt închise și contactele presostatului de joasă presiune, ceea ce înseamnă că există agent frigorific în vaporizator, atunci compresorul pornește și va efectua un ciclu “pump down”.



Montarea releului de temporizare pentru pornirea compresorului la intervale regulate

Acest sistem evită acumularea agentului frigorific în zonele din instalație aflate la presiune scăzută și implicit împiedică loviturile hidraulice la repornirea automatizată a compresorului.

Este bine de reținut că rezistența electrică din carter, nu poate să împiedice migrarea agentului frigorific spre vaporizator.

Aspirația uleiului de către compresor este la fel de nefastă ca și aspirația de agent frigorific lichid. Un circuit frigorific bine proiectat trebuie să permită returul uleiului spre compresor și să împiedice acumularea unor eventuale punți de ulei. Problema returului uleiului trebuie studiată cu atât mai mult în cazul instalațiilor care pot avea regimuri de lucru în sarcini parțiale, când viteza agentului în țevi poate săcadă mult, ceea ce înrăutățește întoarcerea uleiului.

Dacă circuitul frigorific este conceput defectuos, este posibil ca la funcționarea în sarcină parțială să se acumuleze ulei pe conducte, în punctele mai joase ale circuitului, și este posibil ca acesta să fie apirat când toți cilindrii reintră în sarcină.

În cazul în care se constată acumulări de ulei la funcționarea în sarcină parțială, este posibilă o soluționare de moment a situației prin evitarea reducerii sarcinii compresorului sub limita producerii acumulărilor de ulei. Această soluție este posibil să genereze însă cicluri scurte de funcționare a compresorului, ceea ce va supraîncălzi motorul electric de acționare. În consecință, în această perioadă de tranziție, până la rezolvarea problemelor care generează acumulări de ulei, trebuie utilizată o protecție împotriva ciclurilor scurte.

Soluționarea definitivă a problemei constă în modificarea circuitului frigorific astfel încât să permită reîntoarcerea uleiului pentru orice regim de lucru al compresorului.

Probleme de ungere

Cele mai întâlnite probleme de ungere a compresoarelor frigorifice sunt următoarele:

- Diluarea uleiului de către agentul frigorific;
- Scăderea nivelului de ulei;
- Reducerea viscozității uleiului datorită încălzirii excesive.

Diluarea uleiului este una dintre cele mai întâlnite probleme de ungere din instalațiile frigorifice.

Deoarece uleiul prezintă o mare afinitate față de agentul frigorific, fiind miscibil cu acesta, în cazul unei opriri îndelungate, este posibil să devină suficient de diluat cu agent încât să-și piardă proprietățile lubrifiante.

În plus, într-o gamă de temperaturi uzuale, care depind de tipul uleiului utilizat, amestecul dintre ulei și agent frigorific poate să devină saturat, iar în aceste condiții este posibil să se producă separarea celor doi componenți.

Amestecul cel mai bogat în agent frigorific (cu densitate mai mare), se va găsi la baza carterului, în timp ce amestecul mai sărac în agent frigorific (cu densitate mai mică), rămâne la partea superioară a băii de ulei.

Această diluare se poate agrava și mai tare prin aspirația agentului frigorific lichid acumulat în vaporizator datorită migrației.

La pornirea compresorului, în aceste condiții de diluare, tocmai uleiul cel mai diluat va fi aspirat de pompa de ulei, având sorbul la baza carterului.

Agentul frigorific fiind un excelent dizolvant, provoacă o spălare a palierelor arborelui cotit.

În plus, uleiul și așa diluat, prezintă o tendință de spumare, cu atât mai puternică cu cât presiunea din carter scade datorită depresiunii create prin deplasarea pistoanelor. Această spumare poate chiar să ducă la dezamorsarea pompei de ulei.

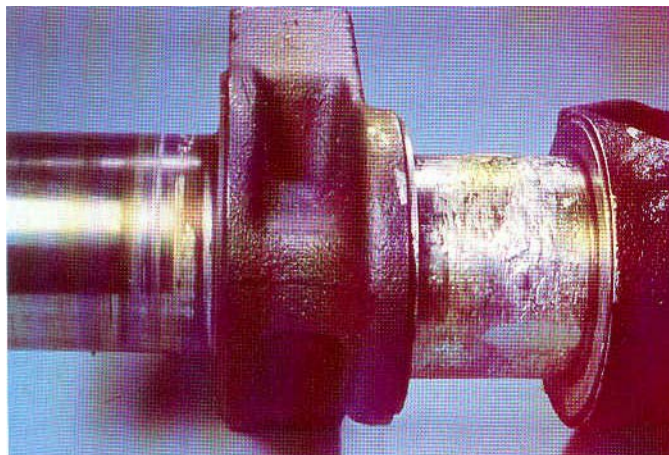
Dacă la aceste condiții și așa dezastruoase, se mai adaugă și aspirația de lichid acumulat prin migrare în vaporizator, sunt întrunite toate condițiile pentru a provoca în scurt timp o pană mecanică datorată ungerii.

Fiecare pornire în aceste condiții produce o gripare parțială a palierelor arborelui cotit și a cilindrilor.

Gravitatea gripajului depinde de gradul de diluare a uleiului, de timpul necesar până la eliminarea agentului frigorific din ulei, de perioada cât pompa de ulei a fost dezamorsată și de valoarea sarcinii compresorului la pornire.

Daunele produse de diluarea uleiului sunt cele mai importante la lagărele palier cele mai apropiate de pompa de ulei. Celelalte lagăre ar putea rămâne intacte deoarece este posibil ca agentul frigorific să vaporizeze, parăsind uleiul, înainte de a ajunge în aceste lagăre mai îndepărtate ale circuitului de ungere.

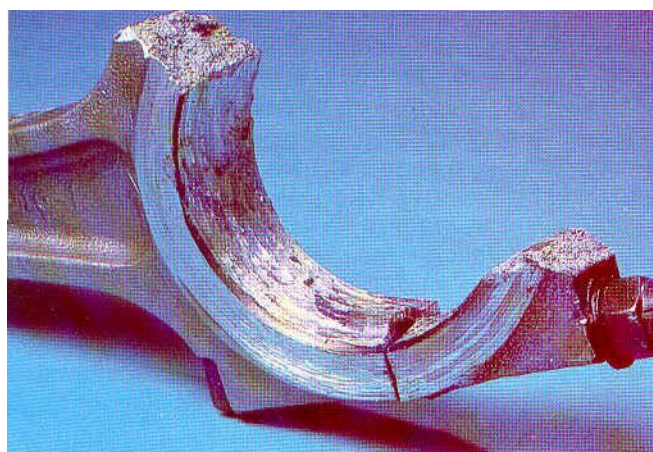
În imagine este reprezentat un arbore cotit supus spălării uleiului de către agentul frigorific.



Arbore cotit supus spălării uleiului de ungere de către agentul frigorific

Se poate observa "răzuirea" aluminiului din care a fost construită biela, pe suprafața lagărului maneton, fără ca acesta să prezinte nici cea mai mică urmă de decolorare produsă de încălzire, deteriorarea producându-se practic instantaneu, iar cea mai mare parte din căldura produsă de frecare a fost absorbită prin vaporizarea agentului frigorific.

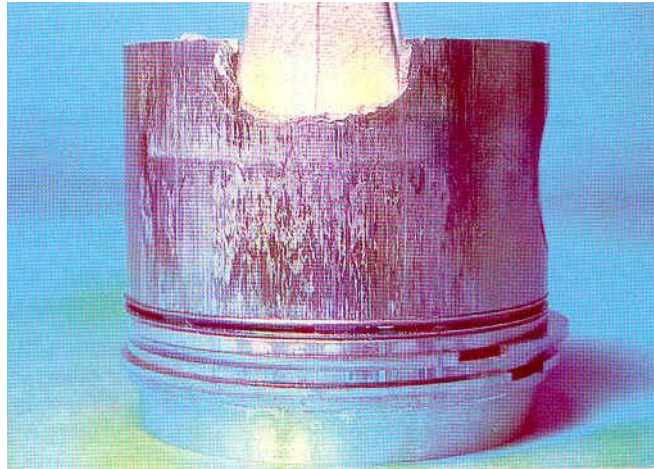
Aceeași particularitate specifică de deteriorare a suprafeței, este prezentată de biela din aluminiu a aceluiași compresor, reprezentată în imagine.



Biela din aluminiu supusă spălării uleiului de ungere de către agentul frigorific

În aceste situații, nici biela nu prezintă decât eventual în foarte mică măsură urme de decolorare în urma încălzirii.

Pe fusta pistonului și în zona segmentilor, apar adesea, ca și în cazul loviturilor hidraulice, zgârieturi preponderent longitudinale, ca în figură.



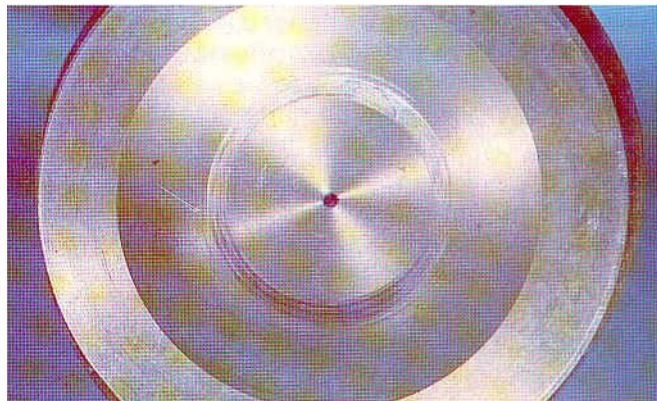
Zgârieturi pe fusta pistonului, datorate spălării uleiului de către agentul frigorific

Aceste urme sunt datorate spălării de către agentul frigorific a uleiului de ungere, din zona superioară a cilindrului și de pe segmentii pistonului, ceea ce provoacă o lipsă totală a lubrifierii.

În aceste condiții segmentii raclează pereții cilindrului, desprinzând așchii, care la rândul lor abreazează fusta pistonului.

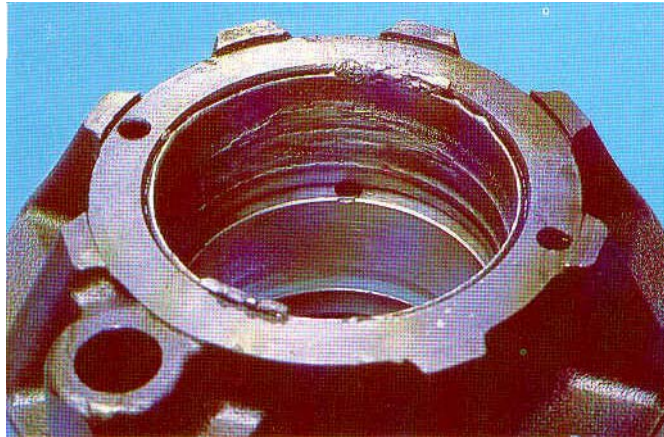
Acest tip de defecțiune poate să conducă și la gripajul total al pistonului însoțit de ruperea cămășii cilindricului.

Crețerea exagerată a jocului ambielajului, datorat uzurii capului bielei a permis acestui piston să ajungă în contact cu blocul supapei de refulare, așa cum se observă în imagine.

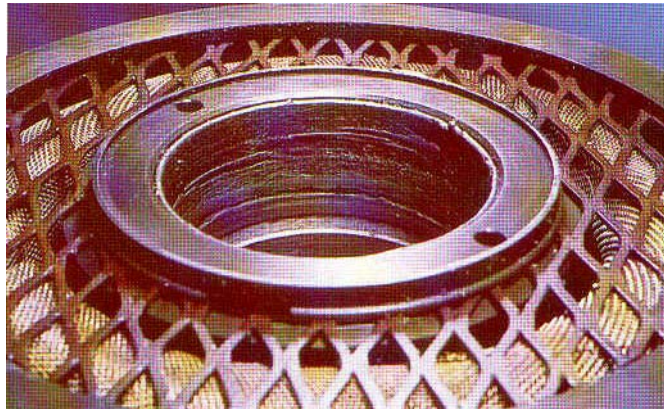


Urme produse pe capul pistonului de blocul supapei de refulare

Lagărul pompei de ulei, și al motorului electric de antrenare, prezintă același aspect al distrugerii materialului de antifricțiune din jurul suprafeței de contact.



Lagărul pompei de ulei deteriorat prin spălarea uleiului de ungere de către agentul frigorific



Lagărul motorului electric deteriorat prin spălarea uleiului de ungere de către agentul frigorific

Ca o consecință a celor prezentate, se poate constata că diluarea excesivă a uleiului de ungere de către agentul frigorific, se caracterizează prin producerea unui gen de "sudură" între părțile metalice aflate în contact, care este însoțită cel mult de slabe urme ale unei încălziri datorate frecării.

Câteva dintre cauzele diluării uleiului de ungere sunt prezentate în continuare.

Migrarea agentului frigorific în perioada de oprire a sistemului frigorific, este una din cele mai importante cauze ale acestui fenomen, cu atât mai mult cu cât este favorizată de afinitatea uleiului pentru agentul frigorific cu care este miscibil.

Fiind construit din fontă și având o masă mare, compresorul este ultima parte a sistemului care se răcește după oprire și este ultima care se încălzește în urma creșterii temperaturii ambiante. În consecință adesea, după mai multe ore de oprire, compresorul este partea cea mai rece a echipamentului frigorific.

Dintre toate părțile compresorului, vaporii de agent frigorific, se condensează cel mai adesea în carter, unde conduc la o diluare imediată a uleiului de ungere, datorită miscibilității cu acesta, în cazul în care nu se iau măsuri de protecție.

În vederea diminuării și chiar înlăturării acestui fenomen, cea mai mare parte a compresoarelor sunt echipate cu rezistențe electrice amplasate în carter. Rolul acestora este de

a menține temperatura uleiului cu 10...20°C peste temperatura mediului ambiant. Această creștere a temperaturii uleiului diminuează afinitatea acestuia pentru agentul frigorific.

Rezistența electrică din carter nu are rolul de a preveni diluția uleiului, dacă este generată de migrarea agentului frigorific din alte părți ale sistemului frigorific și nici nu poate vaporiza mari cantități de agent deja dizolvate în ulei.

Așa cum s-a arătat anterior, problema migrației agentului frigorific nu se poate rezolva decât prin sistemul de automatizare "pump down" intermitent.

Scăderea nivelului de ulei din carter poate să fie determinată de unul sau mai multe dintre următoarele motive:

- Funcționarea cu cicluri scurte de pornire/oprire;
- Spumarea excesivă a uleiului;
- Scapări datorate neetanșeităților din circuitul de ungere;
- Funcționarea îndelungată la sarcină minimă asociată cu un circuit proiectat greșit.

La funcționarea îndelungată cu cicluri scurte (porniri și opriri prea dese), uleiul antrenat în circuitul frigorific de către agentul frigorific, poate să aibă un debit mai mare decât cel al uleiului care se reîntoarce în compresor, ceea ce determină evident scăderea nivelului de ulei din carter.

Cauzele pornirilor și opririle prea dese pot să fie:

- O lipsă de agent frigorific;
- Diferențialul termostatului de reglaj prea strâns;
- Sarcini termice prea reduse, etc...

Toate aceste cauze generează debite reduse de agent frigorific și în consecință viteze mici de curgere a agentului prin conducte.

Dacă motivul funcționării cu cicluri scurte este reprezentat de fluctuații mari ale sarcinilor termice, ceea ce evident determină porniri și opriri repetate, atunci problema poate fi eliminată prin instalarea unui sistem de by-pass a vaporilor calzi, sistem care va prelungi perioada de funcționare a compresoarelor înainte ca sistemul de automatizare să determine oprirea acestora.

Dacă uleiul spumează prea tare la pornirea compresorului, acest fenomen atrage de asemenea după sine scăderea nivelului de ulei din carter. Spuma la suprafața uleiului va fi destul de repede antrenată de vaporii aspirați în cilindri și de acolo în circuitul frigorific. Cu cât spumarea persistă un timp mai îndelungat după pornirea compresorului, cu atât mai mult va scădea nivelul de ulei.

La pornirea compresorului, în carter se crează brusc o depresiune, datorită deplasării pistonului în cilindru. Acest fenomen produce fenomenul de spumare, deoarece agentul frigorific din uleiul de ungere vaporizează rapid în condițiile scăderii presiunii. În mod normal, spumarea trebuie să se oprească după câteva momente de la pornirea compresorului.

Persistența spumării uleiului poate să fie generată fie de utilizarea unui ulei de altă calitate decât cea recomandată, fie de diluarea excesivă a uleiului, chestiune care a fost tratată anterior.

O altă cauză a scăderii nivelului de ulei o pot reprezenta neetanșeitățile sistemului hidraulic de reglaj a puterii frigorifice, cu care sunt prevăzute unele compresoare. Principiul de funcționare a acestui sistem se bazează pe faptul că dacă scade necesarul de frig, atunci presiunea uleiului din sistemul de ungere poate să acționeze asupra unui mecanism de ridicare a supapei de aspirație în timpul cursei de comprimare a vaporilor, prin intermediul unor tacheți. Efectul ridicării supapei de aspirație de pe scaun este că o parte din vaporii de agent frigorific din cilindru vor ajunge din nou în sistemul de aspirație al compresorului, ceea ce reduce debitul masic al vaporilor din circuitul frigorific și în consecință puterea frigorifică asigurată de compresor scade.

Dacă garnitura de etanșare a sistemului hidraulic de ridicare forțată a supapelor de aspirație devine neetanșă, atunci uleiul poate să ajungă în camera de aspirație și de acolo în circuitul frigorific. Dacă debitul de ulei care parăsește compresorul este mai mare decât debitul de retur al uleiului, atunci este evident că nivelul uleiului din carter scade.

Neetanșeitatea garniturilor sistemului de reglaj a puterii frigorifice poate fi verificată, fără demontarea compresorului, prin urmărirea nivelului de ulei în timpul funcționării acestuia. Dacă nivelul uleiului scade odată cu intrarea în funcțiune a sistemului de reglare a puterii frigorifice, descris anterior, atunci este foarte probabil că cel puțin una din garniturile menționate și-a pierdut etanșeitatea.

Această metodă de verificare a etanșeității garniturilor sistemului hidraulic de reglare a puterii frigorifice, poate să fie utilizată numai dacă circuitul frigorific asigură condiții bune de întoarcere în carter a uleiului de ungere.

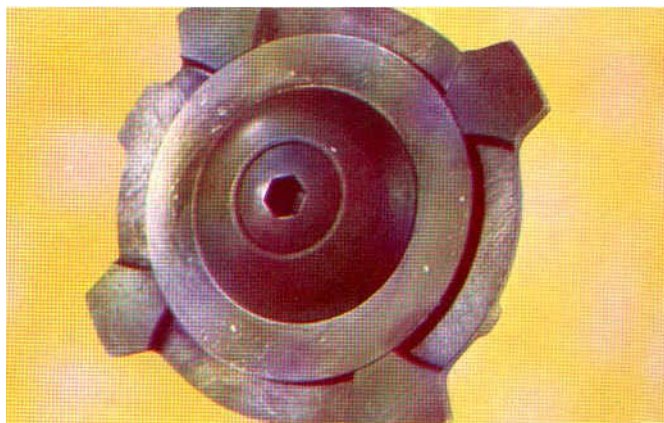
În cazul în care sistemul hidraulic de reglare a puterii frigorifice este comandat electronic, atunci se poate identifica precis care este cilindrul a cărui garnitură a devenit neetanșă, prin acționarea independentă a sistemului de reglaj, pentru fiecare cilindru în parte.

Supraîncălzirea compresorului, determină reducerea viscozității uleiului și concomitent reducerea capacității de ungere.

Supuse unui regim de ungere mai puțin eficient, lagărele au tendința de a se supraîncălzi încă și mai mult, ceea ce accentuează scăderea viscozității și în consecință înrăutățește și mai mult condițiile de ungere. În acest mod se poate produce fenomenul de "gumare" sau chiar de cocsificare a uleiului de ungere.

Adesea supraîncălzirea excesivă a compresorului, este însoțită de prezența unor zgârieturi pe fusta pistonului. Coeficientul de dilatare a aluminiului este mai mare decât cel al oțelului sau al fontei din care se realizează cilindrul compresorului. La temperaturi mari, pistonul se dilată mai mult decât cămașa cilindrului și astfel apare frecarea între cele două elemente. În situațiile limită se poate produce griparea pistonului în cilindru. În cele mai multe astfel de situații, griparea se produce înainte de ruperea segmentilor, care rămân întregi.

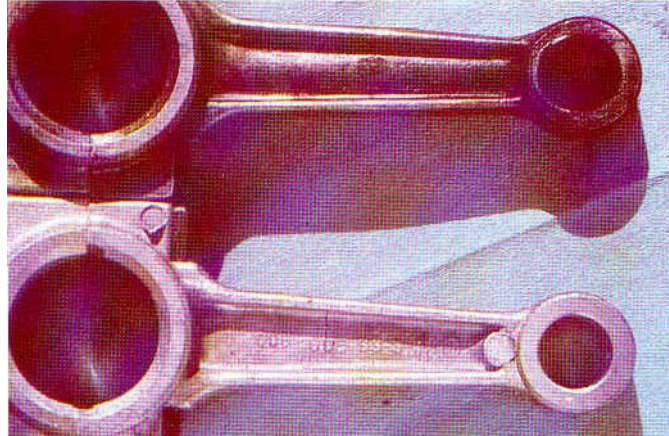
În figură este prezentat ansamblul unei supape de refulare dintr-un compresor aflat în primele faze de cocsificare a uleiului de ungere. O cocsificare mai avansată ar fi produs o carbonizare și mai evidentă a supapei.



Supapă de refulare la începutul procesului de carbonizare

În fazele și mai grave de carbonizare a uleiului de ungere, particule carbonizate pot chiar să îngreuneze deplasarea supapei determinând neetanșeități ale cilindrului și scăpări de agent care va avea tendința să pătrundă din nou în cilindru, pe durata cursei de aspirație.

Bilela de culoare mai închisă din imagine, aflată în partea de deasupra a imaginii, a funcționat de asemenea într-un compresor supraîncălzit.



Bielă dintr-un compresor supraîncălzit cu ulei cocsificat

Lubrifierea extrem de defectuoasă a determinat deformarea părții inferioare a piciorului bielei, solicitată la frecare fără întrerupere.

Ungerea piciorului bielei se efectuează corect numai sub solicitări alternative ale bolțului pistonului. În timpul cursei de comprimare (de jos în sus) suprafața inferioară a piciorului bielei este solicitată (împinge bolțul în sus), iar uleiul pătrunde în spațiul rămas liber în partea de deasupra bolțului, datorită jocului dintre acesta și piciorul bielei. La inversarea cursei pistonului spațiul rămas liber datorită jocului dintre cele două piese se poziționează în cealaltă parte a bolțului (inferioară).

Datorită ungerii defectuoase, se produce supraîncălzirea și dilatarea piciorului bielei, ceea ce reduce până la anulare jocul dintre piciorul bielei și bolț. În aceste condiții ungera devine imposibilă, iar partea inferioară a piciorului bielei va fi solicitată atât în timpul cursei de comprimare cât și în timpul celei de aspirație, ceea ce determină deformarea acestei părți a bielei.

Ambielajul din imagine a fost extras dintr-un compresor a cărui pompă de ulei era intactă și părea să funcționeze corect.

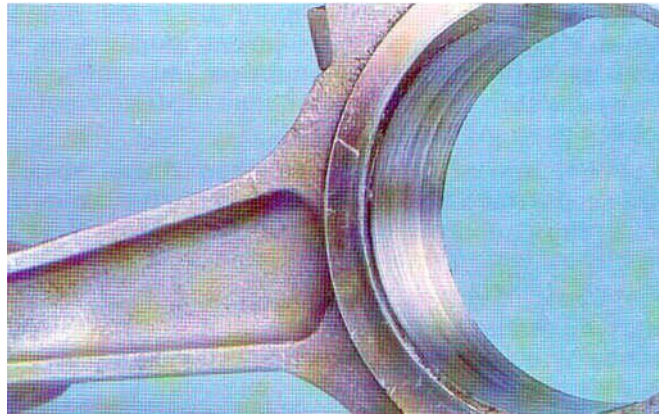


Ambielaj al unui compresor supraîncălzit

Culoarea închisă a bielei indică o supraîncălzire evidentă a compresorului însoțită de reducerea puterii de lubrifiere a uleiului.

Bielă s-a rupt după griparea pe lagărul maneton. O bucată din biela ruptă a lovit fusta pistonului, ceea ce a determinat ruperea unei bucăți din aceasta.

În imagine este reprezentată o altă bielă demontată din același compresor. Se poate observa aspectul suprafeței capului bielei.



Cap de bielă supus frecării și supraîncălzirii

Porțiunea supusa la frecare, prezintă zgârieturi fine, care nu au nimic în comun cu aspectul suprafețelor solicitate la frecare datorită spălării uleiului de ungere de către agentul frigorific.

Frecarea uscată, datorată lubrifierii defectuoase a produs supraîncălzirea piciorului bielei. Producerea acestui fenomen este confirmată de culoarea închisă a aluminiului din care este construit pistonul.

Cauzele supraîncălzirii excesive a compresorului pot fi următoarele:

- Un raport de comprimare prea mare;
- O cantitate prea mica de agent frigorific în cilindrii;
- Funcționarea în regim de reducere a puterii frigorifice sub limitele admise.

Toate aceste cauze produc același efect și anume un debit prea mic de agent frigorific.

În condițiile în care datorită funcționării motorului și frecărilor, se degajă căldură, orice eveniment care determină reducerea debitului de agent frigorific aspirat, determină implicit supraîncălzirea anormală a compresorului.

Dacă există suspiciuni privind supraîncălzirea, aceasta poate fi evidențiată prin valorile temperaturii uleiului și temperaturii de refulare. Temperatura uleiului se poate măsura la suprafața părții inferioare a carterului în zona din dreptul refulării. Temperatura de refulare se poate măsura pe conducta de refulare, la o distanță de compresor de aproximativ 6 diametre ale conductei de refulare. Măsurarea acestor temperaturi trebuie realizată pe suprafețe lise și curate, fără urme de vopsea, rugină, etc...

Pentru obținerea unor valori cât mai corecte ale acestor temperaturi, termometrele sau termocuplele utilizate trebuie menținute ferm în contact cu suprafețele respective și trebuie să fie izolate față de exterior.

Chiar și în aceste condiții măsurătorile nu vor fi absolut precise datorită pierderilor de căldură prin conducție, prin suprafețele metalice ale căror temperatură se determină.

Uleiul își pierde viscozitatea între 90...95°C. Dacă temperatura măsurată a uleiului, este în jurul acestui interval de valori, atunci riscul de producere a defecțiunilor datorate supraîncălzirii compresorului prin frecarea "uscată" a părților metalice, sunt foarte mari.

Temperatura de refulare nu are voie să depășească valoarea de 135°C. Această valoare determină funcționarea supapelor în zona valorilor maxime admise pentru temperatura de lucru.

Valorile indicate pentru cele două temperaturi nu trebuie considerate ca delimitări ferme între condițiile bune și cele rele de funcționare a compresorului. Procesul de disociere a

uleiului este foarte complex și se poate amorsa într-o zonă destul de largă de temperaturi, dar odată amorsat se desfășoară rapid.

Un raport de comprimare mare se datorează de cele mai multe ori unei probleme de funcționare a condensatorului, a vaporizatorului, a sistemului de automatizare sau tuturor celor trei elemente. Prin urmare trebuie verificată starea de curățenie a condensatorului și a vaporizatorului, debitele de apă sau de aer pentru cele două schimbătoare de căldură ca și temperaturile de intrare, respectiv ieșire pentru apă sau aer. Sistemul de automatizare trebuie de asemenea verificat, pentru a exista certitudinea că nu determină în nici un fel vreo reducere a debitului de agent frigorific.

O lipsă de agent frigorific din instalație se manifestă prin prezența vaporilor la nivelul indicatorului de curgere de pe conducta d lichid, printr-o presiune de aspirație scăzută și printr-o valoare mare a supraîncălzirii vaporilor aspirați de compresor. Această problemă se remediază prin adăugarea de agent frigorific în sistem, după ce în prealabil a fost identificată și remediată sursa reducerii încărcăturii de agent.

Funcționarea în regim de reducere a puterii frigorifice sub limitele admise de producătorul compresorului, pentru temperaturile de aspirație și refulare existente la un moment dat, poate să determine reducerea debitului masic de vaporii aspirați și să înrăutățească simultan condițiile de răcire prin recircularea vaporilor refulați.

Contaminarea circuitului frigorific se poate realiza în principal cu unul dintre următoarele elemente:

- Vaporii de apă;
- Oxizi de alamă;
- Fragmente detașate din brazuri;
- Praf sau fragmente de aluminiu.

Cu toate că în mod normal filtrul deshidrator trebuie să rețină toate aceste elemente impurificatoare, în practică se constată că nu întotdeauna se întâmplă astfel.

Umiditatea dacă este prezentă în circuitul frigorific este extrem de nefastă pentru buna funcționare a instalației și poate să producă suplimentar alte tipuri de contaminări prin rugină, oxizi, descompunerea agentului frigorific, sau depuneri de noroi în ulei. Toate aceste elemente sunt generatoarele unor defecțiuni, care se pot produce în timp foarte scurt, datorită supraîncălzirii compresorului, interacțiunilor cu materialele de antifricțiune, etc. În plus, gheața care se formează în detentor, mai ales la sistemele cu R12, diminuează sau obturează complet debitul de agent frigorific.

Prezența umidității în circuitul frigorific poate să fie detectată prin montarea unui indicator de curgere adecvat. Acesta trebuie lăsat să funcționeze un timp suficient de îndelungat pentru a ajunge în regim de lucru staționar și pentru a vira într-o culoare stabilă. Indicatorul de curgere trebuie montat în amonte de detentor și de filtrul deshidrator.

Dacă instalația este corect realizată, deshidratată și uscată, în mod normal nu pot să existe probleme cu umiditatea.

Dacă există neatenșități, de exemplu într-un vaporizator multitubular, lipsa agentului frigorific va fi în mod normal semnalată înainte ca umiditatea să ridice probleme.

Cauzele prezenței umidității în circuitul frigorific sunt constituite în principal de:

- Prezența aerului umed în conducte, în timpul montajului;
- Erori de manipulare în timpul operațiilor de înlocuire a uleiului;

Atunci când se schimbă uleiul trebuie respectată strict tehnologia de golire și umplere cu ulei.

Pentru deshidratarea corectă a unui circuit frigorific se va realiza o triplă vidare, până la presiunea absolută de 1mmHg. Între cele trei operații de vidare, circuitul este readus sub presiune prin umplere cu azot uscat sau agent frigorific.

Pentru ca deshidratarea să fie eficientă, vidările nu trebuie realizate parțial. De exemplu la o presiune absolută de 50mmHg, apa fierbe la 38°C, și nu este eficient să se aducă la această temperatură toată instalația frigorifică.

Singura soluție pentru realizarea unei deshidratări corecte este realizarea vidării până la presiunea absolută de 1mmHg, ceea ce este realizabil cu majoritatea pompelor de vid, de bună calitate.

Durata deshidratării este de asemenea foarte importantă. Trebuie să treacă suficient timp pentru ca apa să se poată evapora la temperatura ambiantă, prin absorbția căldurii latente de vaporizare, care este suficient de mare, pentru ca fenomenul să nu se producă simultan.

Dimensiunea pompei de vid trebuie să fie în concordanță cu volumul intern al circuitului frigorific. Astfel, o pompă prea puternică, dacă este conectată la un circuit de dimensiuni mici este posibil să realizeze o vidare suficient de rapidă încât apa să se transforme în gheață și să nu mai poată fi evacuată.

Contaminarea cu aer și corpuri străine reprezintă o problemă serioasă a instalațiilor frigorifice.

Anumite corpuri străine, produse chimice sau brazurile, pot să amorseze reacții chimice în prezența aerului, sau să altereze moleculele de ulei. Această situație asociată cu temperaturi de refulare ridicate poate să ducă la formarea de acizi, noroi, sau ambele elemente simultan.

În aceste condiții frecările devin din ce în ce mai mari, iar în sistem se generează un proces autodestructiv care se intensifică în urma unui noi serii de reacții chimice și mai complexe care produc oxizi și elemente care pot produce decuprarea (dizolvarea țevilor și cuzinețelor).

Cauzele contaminării cu aer și corpuri străine pot fi în principal:

- Erorile de montaj;
- Procesul de realizare a brazurilor;
- Erori de schimbare a uleiului.

Pentru evitarea contaminării cu aer este obligatorie utilizarea unor țevi curate și de calitate frigorifică.

Suflarea de azot uscat în timpul realizării brazurilor, poate să evite contaminarea cu aer din mediul ambiant.

Uleiul se oxidează foarte ușor și de aceea trebuie păstrat în bidoane etanșe având deasupra o pătură de gaz inert.

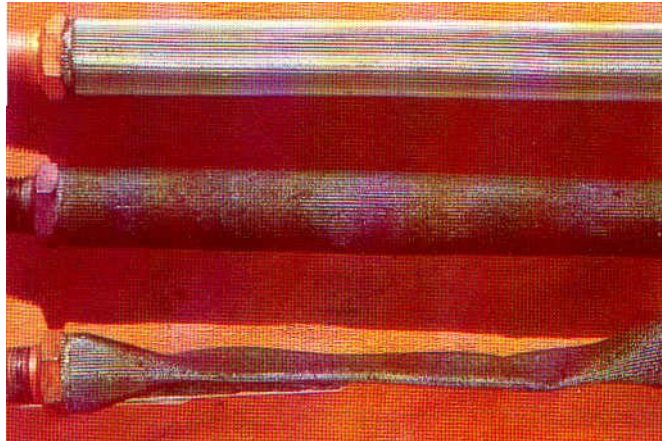
Oxizii din circuitul frigorific pot să facă parte din categoriile:

- Oxid roșu de fier (Fe_2O_3);
- Oxid negru de fier (Fe_2O_4);
- Oxid roșu de cupru (Cu_2O);
- Oxid negru de cupru (CuO).

Pe șantier este imposibil, printr-o simplă analiză vizuală a culorii, să se determine natura exactă a oxizilor detectați în instalație. În acest scop este necesară prelevarea de probe și efectuarea unor analize chimice.

Asocierea mai multor agenți de contaminare din circuitul frigorific poate să producă uneori depuneri compuse, a căror natură este dificil de identificat.

În figură sunt prezentate trei filtre de ulei, cel de deasupra este curat, în timp ce restul sunt contaminate.



Filtre de ulei contaminate

Agentul de contaminare este un oxid care provine de pe suprafața țevelor sau din interiorul compresorului. Acest oxid a fost vehiculat de către agentul frigorific prin tot circuitul, a ajuns în uleiul din carter, iar apoi în filtrul de ulei.

Filtrul din partea inferioară a imaginii a fost atât de colmatat încât căderea mare de presiune pe filtru a determinat crăparea pereților filtrului.

Un filtru ajuns în această stare, diminuează ungerea palierelor compresorului și a capurilor bielelor, determinând realizarea de strângeri între părțile mobile ale compresorului. Aceste strângeri produc aceleași efecte ca și în cazul scăderii nivelului uleiului.

În cazul prezenței oxizilor, se vor găsi adesea fragmente de materiale oxidate încrustate în suprafețele cele mai puțin rezistente ale palierelor.

Gravitatea defecțiunilor produse este proporțională cu reducerea debitului uleiului de ungere. Primele paliere afectate sunt cele mai depărtate de pompa de ulei. Pereții cilindrului fiind lubrifiate prin barbotare, nu prezintă în mod normal nici o urmă de deteriorare.

Cauzele prezenței oxizilor în circuitul frigorific sunt reprezentate în primul rând de încălzirile produse în timpul realizării brazurilor cu argint.

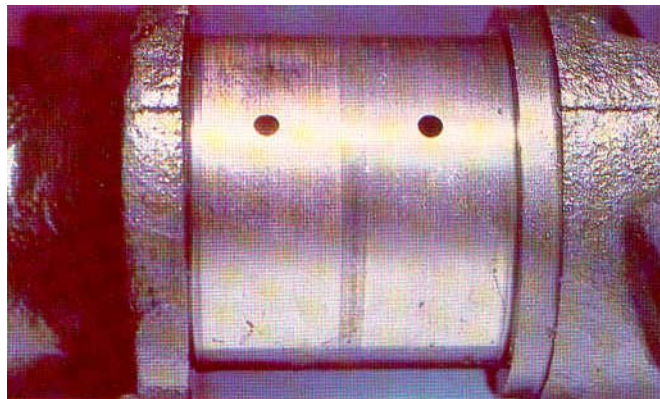
Fenomenul de oxidare poate fi evitat prin suflarea în interiorul țevelor a unui gaz inert, ca de exemplu azotul uscat, încă înainte de încălzirea suprafețelor pentru realizarea brazării în exteriorul țevelor.

Pentru obținerea unei atmosfere bogate în azot la interiorul țevelor de brazat, se poate închide cu o bandă izolantă cealaltă extremitate a țevii. Apoi se realizează un orificiu mic în banda adezivă, iar debitul de azot suflat este reglat în așa fel încât să se simtă un jet de gaz la ieșirea din țevă.

Dacă se constată existența oxizilor într-o instalație existentă, circuitul frigorific se poate curăța prin montarea unui filtru pe conducta de aspirație a compresorului, cu scopul de a reține depunerile înainte ca acestea să pătrundă în compresor. Ulterior uleiul trebuie schimbat apoi de mai multe ori până când își păstrează claritatea inițială.

Cuprarea poate să afecteze în primul rând piesele care prezintă toleranțe de prelucrare strânse și care sunt supuse unor temperaturi ridicate în timpul funcționării. Câteva exemple de asemenea piese sunt supapele, lagărele palier și pompa de ulei. Stratul fin de cupru care se poate depune pe aceste piese provine de pe suprafețele interioare ale țevelor din care este realizat circuitul frigorific.

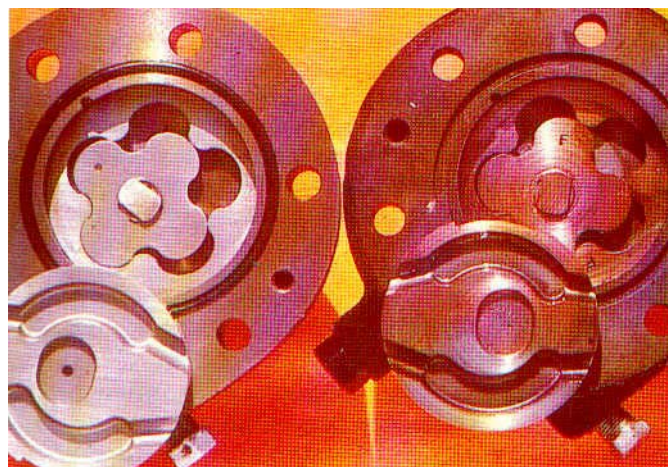
În figură este prezentat manetonul unui arbore cotit, care în partea stângă prezintă urme de cuprare. Cel mai probabil, biela montată pe acest lagăr a prezentat cu siguranță un grad de strângere mai mare decât celelalte biele.



Maneton cu urme de cuprare

Depunerile de cupru formate pe maneton sunt antrenate în mișcare de rotație de către bielă și formează rapid mici biluțe care se încrustează adânc în aluminiul capului bielei. La compresoarele deschise, aceste depuneri de cupru se încrustează adesea în garnitura de etanșare, reducând eficacitatea acesteia.

Pompa de ulei din partea dreaptă a imaginii este foarte cuprată. O pompă cu acest tip de angrenaj trebuie să fie ajustată foarte precis pentru a asigura debitul și presiunea necesare uleiului de ungere.



Pompă de ulei cuprată

Depunerile de cupru de pe piesele interioare ale pompei, anulează jocul minim prevăzut între aceste piese și pot provoca griparea pompei sau chiar ruperea arborelui motor.

Acest tip de accident, determină cel mai des urmări grave pentru palierul și bielele compresorului, chiar dacă acesta este oprit rapid de sistemele de automatizare care sesizează reducerea presiunii uleiului. Uneori, aceste defecte grave sunt provocate chiar de personalul de întreținere care rearmează presostatul de ulei, repornind compresorul, fără a sesiza că ungerea a devenit inexistentă.

Cauzele cuprării se regăsesc în faptul că acest fenomen se produce în două etape:

- Dizolvarea și transformarea cuprului în compuși derivați;
- Depunerea cuprului în urma unei reacții electrochimice.

Cantitatea de cupru dizolvată în urma reacțiilor chimice produse de ulei și agentul frigorific, depinde de natura uleiului și de prezența impurităților.

Elementul comun al celor două faze, dizolvarea și depunerea în reprezintă temperatura ridicată.

Cuprarea este favorizată și de utilizarea unui ulei de ungere diferit de cel recomandat de producător. Anumite uleiuri reacționează în măsură maimare cu agentul frigorific, determinând formarea de depuneri, care la rândul lor favorizează cuprarea.

Prezența aerului, a umidității și a altor agenți contaminanți, tribuie decisiv la accelerarea procesului de cuprare.

Remediarea cauzelor profunde care determină cuprarea constă în identificarea cauzelor care determină supraîncălzirea compresorului, utilizarea doar a uleiurilor de ungere recomandate și deshidratarea sistematică a circuitului printr-o triplă vacuumare.

Utilizarea uleiurilor neadecavte poate să genereze defecțiuni dintre cele mai grave ale compresorului.

Selectarea uleiurilor pentru compresoarele frigorifice, presupune din partea producătorilor de echipamente frigorifice, realizarea unor studii și analize foarte complexe.

Uleiurile selecționate trebuie să asigure o lubrifiere perfectă, să-și mențină stabilitatea chimică într-un domeniu de temperaturi stabilit și să fie neutre din punct de vedere chimic în sensul că nu au voie să interacționeze cu materialele din care sunt confecționate garniturile de etanșare. În plus, la temperaturi scăzute uleiurile nu trebuie să formeze straturi alternative cu agentul frigorific.

Având în vedere multitudinea de cerințe pe care trebuie să le prezinte uleiurile de ungere din sistemele frigorifice, este obligatorie utilizarea strictă a uleiurilor recomandate de constructor.