

IPARI HŰTŐBERENDEZÉSEK KOMPRESSZORAINAK JELLEGZETES MEGHIBÁSODÁSAI

INDUSTRIAL COOLING EQUIPMENTS JAIN TYPICAL COMPRESSOR FAILURES

Belényi Alpár¹, Achimaş Gheorghe²

¹ Sc Electro Impex Srl, Satu-Mare, str. Delavrancea Nr. 11 / Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Facultatea Construcţiei de Maşini, România, Cluj-Napoca, B-dul Muncii Nr. 103-105, alpar_belenyi@yahoo.com

² Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Facultatea Construcţiei de Maşini, gheorghe.achimas@tcm.utcluj.ro

Abstract

In this study, I have presented some practical observations on the failures of semi-hermetic compressors used in industrial cooling equipments. After a certain time of usage these compressors must be maintained but if we neglect this or some failures appear during running time these compressors can malfunction. In the field of industrial cooling compressors we can talk about multiple failures that can appear. One type of these failures is the mechanical failure: this is caused by insufficient greasing, overheating or hits; the other ones are the electronic failures. These failures could have been evaded with preventive maintenances, with which we can determine if our compressor is functioning between the adequate parameters or not. One of the advantages of semi-hermetic compressors is that it can be disassembled and we can repair the parts at any time.

Keywords: semi-hermetic compressor, failure, wear, mechanical failure, electric failure.

Összefoglalás

Ebben a szakdolgozatban az ipari hűtőberendezéseknél használt félhermetikus kompresszorok meghibásodásai kerülnek bemutatásra. Alapul vettük a gyakorlati és szakirodalmi megállapításokat. Bizonyos használati idő után ezeket a kompresszorokat karban kell tartani. Ha ezt elmulasztjuk, vagy üzemi idő alatt valami rejtett hiba jelenik meg, akkor a kompresszorok meghibásodhatnak. Az ipari hűtőkompresszoroknál többfajta meghibásodás léphet fel: egyik az úgynevezett mechanikai hiba: kenési, túlmelegedési, szabálytalan ütések által okozott problémák; a másik pedig a villamossági meghibásodás. Ezeket a meghibásodásokat és üzemzavarokat megelőző karbantartással el lehet kerülni, és bármikor meg lehet állapítani, hogy megfelelő paraméterek között működik-e a kompresszorunk vagy sem.

Kulcsszavak: félhermetikus kompresszor, meghibásodás, kopás, mechanikai, villamosság.

1. Bevezetés

Mint ismert, napjainkban többfajta hűtőkompresszort használnak az ipari környezetben. Ezek lehetnek dugattyús kompressz-

szorok, amelyeket a következőképpen csoportosíthatjuk: [1]

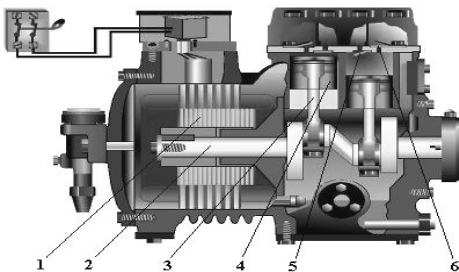
– alternáló dugattyús kompresszor: tárcsa-dugattyús, merülő dugattyús, membrán és lengő;

– forgódugattyús kompresszor: gördülődugattyús, forgólapátos, csavar és spirál.

Az alternáló dugattyús kompresszorok a térfogatkiszorítás elve alapján működnek: az alternáló mozgást végző dugattyú a hengerben mozog. Nyitó és záródó szelepeken keresztül szívja be a szívótérből, illetve tolja ki a nyomótérbe a hűtőközeg gőzét. A hajtómotor körmozgását forgattyús mechanizmus alakítja alternáló mozgássá. Az ipari hűtőgépeknél e tekintetben a legismertebb alternáló dugattyús kompresszor a félhermetikus kompresszor. Ebben a szakdolgozatban a félhermetikus kompresszor jellegzetes meghibásodásaival fogunk foglalkozni. Hogy milyen fajta kompresszor-meghibásodások léphetnek fel, és hogy milyen alkatrészek hibásodhatnak meg, ezt egy kompresszoron tökéletesen be lehet mutatni.

2. Félhermetikus kompresszorok

A félhermetikus kompresszorok felépítése egyesíti a nyitott és a hermetikus hűtőkompresszorok jellemzőit, de a konstrukciójuk közelebb áll a nyitotthoz. A tömszelence-ház helyére illeszkedik a házal egybeöntve vagy csavarkötéssel bontható módon a villamos hajtómotor zárt burkolata. Az **1. ábrán** megtekinthető egy félhermetikus kompresszor a fő alkotóelemeivel[1][2].



1. ábra. Félhermetikus kompresszor alkotóelemei: 1-tekercselt állórész, 2-forgattyús tengely, 3-hajtókar, 4-dugattyú, 5-szívószelep, 6-nyomószelep

A motor forgórésze a meghosszabbított főtengelyre van rögzítve. A döntő különbséget az jelenti, hogy elmarad a csúszó tengelytömítés, a nyitott kompresszorok leggyakrabban meghibásodó és a hűtőközeg megszökésével anyagi és környezeti kárt okozó alkatrésze. A hajtómű, a motor és a szelepek a csavarozott fedelek megbontásával könnyen hozzáférhetők, javíthatók, cserélhetők, megfelelő szerszámok birtokában akár a helyszínen is.

A félhermetikus egységek elvileg bármely hűtési célra használhatók. A nagyobb, 80-100 kW és annál is nagyobb hőteljesítményű egységeket azonban főleg a klímaberendezésekhez gyártják, ahol a hermetikus kivitel iránt nagyobb az igény, mert nincs állandó kezelőszemélyzet. Ezeknél az egységeknél hosszú üzemzúnetek vannak, és a tömszelencék kiszáradásának a veszélye nagy, ami költséges hűtőközegszökést eredményezhet.

A félhermetikus dugattyús kompresszorok túlnyomórészt vízszintes tengelyűek, többhengeres soros „V”, vagy „W” elrendezésűek. A forgattyúház, a motorház és a hengerállvány általában egyetlen öntvényből készül, de az osztott kivitel is megtalálható. A kisebbek excenteres hajtóművel is működnek, a nagyobbak pedig forgattyús mechanizmussal működnek, szinte mindig siklócsapágyazással.

A félhermetikus rendszer előnyei a következők:

- kisebb a zajszint, ha a motor átszívásos rendszerű;
- egyszerű a helyszíni szerelés;
- karbantartási igény kisebb;
- csavarkötéssel bontható, így javítható.

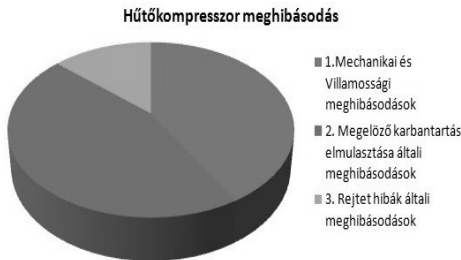
3. Karbantartás és meghibásodási okok

Műszaki szempontból, mint bármelyik berendezésnek, a hűtőberendezésnek is – beleértve a fő alkotóelemét, a hűtőkompresszort is, – szüksége van karbantartásra.

Ezek egyszerű karbantartási lépéseket igényelnek, mint például [3][4]:

- havonta az olaj és hűtőközeg mennyiségének az ellenőrzése;
- évente kétszer vagy háromszor a csatlakozások ellenőrzése, a nagy nyomású nyomáskapcsoló ellenőrzése, olajnyomáskapcsoló ellenőrzése;
- évente kétszer az elektromos csatlakozások átvizsgálása;
- évente három-négy alkalommal a teljes hűtőberendezés átvizsgálása és tisztítása.

Hogyha betartjuk ezeket a megelőző karbantartási folyamatokat, akkor egy tökéletesen működő hűtőgépünk és hűtőkompresszorunk van. Ám ha nem tartjuk be eme megelőző eljárásokat, akkor a hűtőberendezésünk sérülhet, nagymértékben kophat, és akár meg is hibásodhatnak az alkatrészei. Sok esetben sajnos a megelőző karbantartás elmulasztása miatt hibásodik meg a hűtőgépünk, mint ahogy a **2. ábrán** van bemutatva. Ezeknek a meghibásodásoknak következtében 90%-ban a kompresszor sérül meg.



2. ábra. A megelőző karbantartás elmulasztása nagymértékben hozzájárul a hűtőgépek meghibásodásához.

Abban az esetben, ha a kompresszor nem működik optimális paraméterek között, vagy furcsa zajok hallatszanak, a karbantartás elmulasztása áll fenn. Hogyha valamiféle rejtett hiba lép fel, akkor a kompresszor fő elemeit meg kell vizsgálni, és meg kell keresni a meghibásodott alkotóelemeket, hogy ne sérülhessen tovább a kompresszo-

runk. Technikai szempontból a hűtőgép-kompresszornál kétfajta fő meghibásodás állhat elő:

- mechanikai;
- villamossági.

A mechanikai meghibásodások közé tartoznak az alkotórészek meghibásodásai, mint:

- a szelepek törése;
- a főtengely kopása;
- az alkotó elemek túlmelegedése.

A villamossági meghibásodások közé tartozik:

- az állórész tekercselésének a leégése;
- túlmelegedési problémák;
- elektronikai, vezérlőpult hibák.

A hibáknak mindig vannak kiváltó okai. A mechanikai hibák kiváltó okai a félhermetikus kompresszornál a következők [5][6]:

- kenési problémák;
- szabálytalan ütések;
- túlmelegedési problémák;
- szennyeződési problémák.

Tehát: ezek a problémák vezetnek a félhermetikus és a többi fajta kompresszor meghibásodásához.

4. Mechanikai hibák

4.1. Kenési problémák

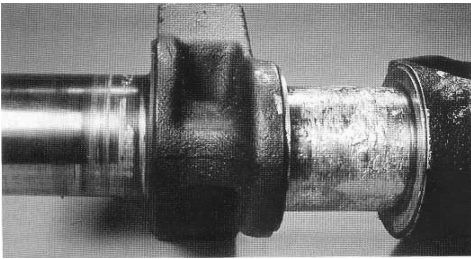
A megfelelő kenés elengedhetetlen egy kompresszor életében. Sok hűtőkompresszornál olajpumpát használnak a kenéshez, kivéve a hegesztett vázú típusúakat.

Sajnos a kenésnél felléphetnek olyan problémák, mint például:

- az olaj hígítása a hűtőközeg által;
- az olajsztint csökkenése;
- az olaj kenési képességének csökkenése a túlmelegedés miatt.

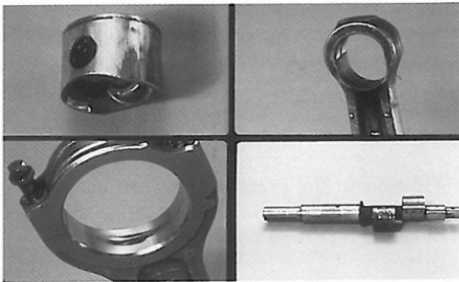
Ezek a meghibásodási problémák a hűtőkompresszor alkatrészeinek kopásához vezetnek. Az olaj hígulása az egyik legismertebb kenési probléma a hűtőberendezésnél, mivel az olaj nagy affinitást mutat a

hűtőközeggel szemben, ha érintkezik vele. Abban az esetben, ha több ideig áll, lehetséges, hogy oldja a hűtőközeget, és ezáltal elveszíti a kenési tulajdonságait. A **3. ábrán** látható egy főtengely, más néven forgattyús tengely. Észrevehető hogy a nem megfelelő kenés miatt az alumínium hajtókar kopást okozott a forgattyús tengely felületén. Ezen a felületen nem észlelhető semmiféle színváltozás a felmelegedéstől, a meghibásodás gyakorlatilag azonnal megtörtént. A súrlódás által keletkezett hő nagy részét elszállította a hűtőközeg.



3. ábra. Tipikus meghibásodás, hűtőközeggel hígított olajjal kent forgattyús tengely

A **4. ábrán** ugyanazok a sajátos meghibásodások láthatók egy alumínium hajtókar és egy dugattyú esetében is.



4. ábra. Elégtelen kenés miatti kopás

Nagy mennyiségű olajvesztés is történhet a hűtőkompresszornál. Ez az olajvesztés felhabzással is történhet, ezt az **5. ábrán** láthatjuk. Tényleges olajvesztés akkor fordulhat elő, amikor nagy mennyiségű hűtőközeg távozik a rendszerből.



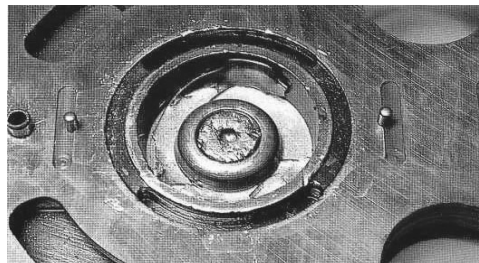
5. ábra. A jelentős olajvesztés felhabzáshoz vezethet, ez egy tipikus jele ennek.

4.2. Szabálytalan ütések által okozott meghibásodások.

A szabálytalan ütések akkor jöhetnek létre egy hűtőkompresszornál, ha:

- a termostatikus szelep helytelenül van beállítva;
- az olaj aspirációja túl nagy;
- túl sok hűtőközeg van folyadék formájában jelen.

Egy kompresszornál, amelynél úgynevezett hidraulikus ütések észleltek, károsodások figyelhetők meg a szívószelepben, amely erős sokknak és nyomásnak volt kitéve. A **6. ábrán** látható, hogy darabkák váltak le a szívószelepből, belevésődtek a nyomószelepbe és az ürítőcsatornába. Lehetséges, hogy a szívószelep nem megy tönkre egészen, úgy, mint a **6. ábrán** látható, de a felületén létrejöhetnek radiális repedések, amelyek újabb hidraulikus ütések esetén a szelep eltöréséhez vezethetnek.



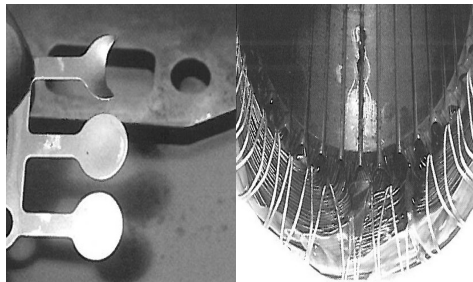
6. ábra. Szelepházra mért hidraulikus ütés, radiális repedések láthatók.

A **7. ábrán** ugyanazon kompresszorból származó dugattyú van bemutatva, amelyen szintén látható a hidraulikus ütés nyoma. A kompresszor meghibásodásának fő okozói az eltörtött szívószelepből levált darabkák. Ilyen esetekben rendszerint a hengerek is meghibásodnak, amelyeket meg kell javítani.



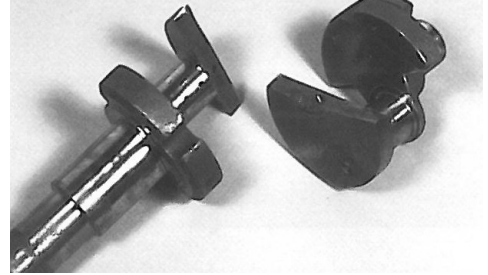
7. ábra. Hidraulikus ütés által okozott meghibásodás

Egyes kompresszorokban az erős hidraulikus ütések miatt a szívószelep is eltörhet. Abban az esetben, amikor észleljük a szelepek és a rugók törését, szét kell bontani a kompresszort és le kell ellenőrizni a motort, vagyis meg kell vizsgálnunk az állórész tekercseit, mivel megtörténhet, hogy a darabkák a szelepből bejutnak a tekercsek közé és ez rövidzárlatot okozva az állórész leégéséhez vezethet, ez a **8. ábrán** van bemutatva.



8. ábra. A szívószelep szilánkja bekerült a forgórész és az állórész közé, rövidzárlatot okozott, ez a tekercselés leégéséhez vezetett.

A folyékony halmazállapotú hűtőközeg általi ütés súlyos következményekkel járhat. Megtörténhet, hogy az ütés olyan erős, hogy az akár eltörheti a forgattyús tengelyt, ahogy a **9. ábrán** van bemutatva.



9. ábra. Az ütés mértéke olyan nagy volt, hogy eltörte a forgattyús tengelyt.

4.3. Túlmelegedés okozta meghibásodások.

A kompresszor túlmelegedésének kiváltó okai lehetnek:

- a kompresszió aránya túl magas;
- túl kevés hűtőközeg van a hengerekben;
- olajpumpa meghibásodás;
- a megadott határérték alatti hűtésteljesítmény csökkenés.

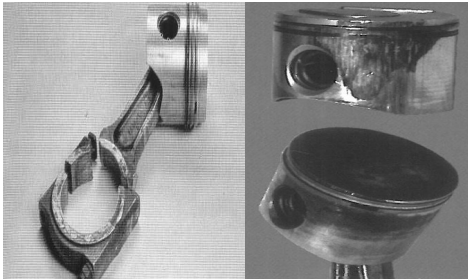
A kompresszor túlmelegedése csökkenti az olaj viszkozitását, és ezzel egyidejűleg csökkenti a kenőképességét is. A legsúlyosabb esetekben, amikor a kenőolaj elszenesedik, az elszenesedett részecskék megnehezítik a szelep elmozdulását, ezáltal a munkatér tömítése elégtelen lesz.

A **10. ábrán** két hajtókar látható: az egyik elszenesedett kenőolajjal működött, ez sötétebb színű és korrodáltabb, mint a másik hajtókar, amelyik megfelelően jó kenési képességű olajjal működik.

A **11. ábrán** egy hibás hajtókar látható, ez egy olyan kompresszorból származik, amelynek az olajpumpája látszólag tökéletesen működött, de szétszerelés után kiderült, hogy meghibásodott, és emiatt a hajtókar túlmelegedett és eltört, a dugattyú pedig besült.

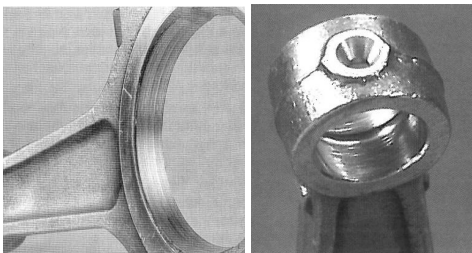


10. ábra. A bal oldali egy elszenesedett olajjal működő hajtókar, amelynek színe sötét, jobboldalt pedig egy megfelelő kenésel működő, tiszta hajtókar látható.



11. ábra. Baloldalt egy túlmelegedett dugattyú látható, jobbról egy túlmelegedett hajtókar, amely a túlmelegedés következtében meggyengült és eltört.

A 12. ábrán úgyszintén egy hajtókar látható, ugyancsak egy defektes olajpumpával működő kompresszorból. Észrevehetjük, hogy a hajtókar felső és alsó része a súrlódás miatt túlmelegedett. A súrlódásnak kitett felületeken enyhe karcolásokat lehet észrevenni.

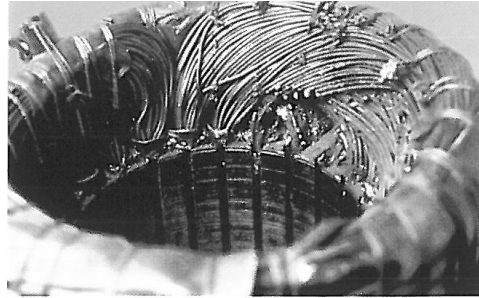


12. ábra. Túlmelegedés miatti bevágódás

A hűtőközeg szivárgása is a hűtőkompresszor túlmelegedéséhez vezethet.

A szivárgás következményei a következők:

- a kenés csökkenni fog, amiből a későbbiekben mechanikai problémák adódhatnak;
- a kompresszor túlmelegedhet, mert nincs, ami lehűtse. A villanymotor tekercesei túlmelegedhetnek, és menetzárlat léphet fel (13. ábra).

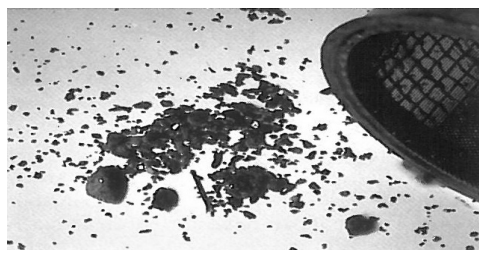


13. ábra. A hűtőközeg vesztese miatt a tekercek túlmelegednek.

4.4. Szennyeződés által okozott meghibásodások

A szennyeződések is vezethetnek a hűtőkompresszor kopásához és meghibásodásához.

A szennyeződések olyan anyagok, amelyek a kenőolajjal és a hűtőközeggel vegyülve megváltoztathatják a kompresszor tulajdonságait.



14. ábra. A szárítószűrő által összegyűjtött szennyeződések egy zárt hűtőrendszerből

Ilyen szennyeződések például a víz, a levegő, a nem kondenzálható anyagok, fém-részecskék, fém-oxidok és kloridok, egyéb anyagok, amelyek a rendszerbe kerülve, működési problémákat okozhatnak.

A szennyeződés legfontosabb kiváltó okai a következők:

- szerelési hibák;
- az olajcsere alkalmával bejuttatott szennyeződések.

Súlyos problémákat okozhat a nedvesség. A szárítószűrő vissza kéne tartsa a vizet, a valóságban azonban ez nem mindig így történik. A páratartalom rendkívül káros hatással van a hűtőberendezés működésére, és korrózió által újabb szennyeződést okoz, például a rozsva megjelenésével a hűtőközeg és az olaj lebomlása miatti lerakódásokkal.

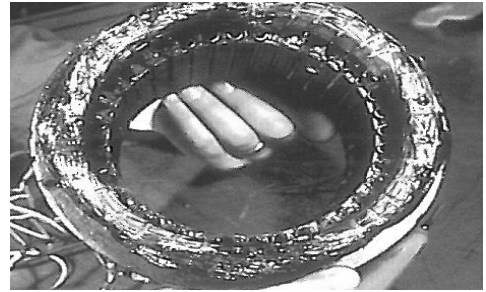
A nedvesség jelenlétének fő okai a hűtőkörben a következők:

- szerelés közben a nedves levegő jelenléte a csőrendszerben;
- kezelési hibák az olajcsere folyamata alatt.

5. Villamossági problémák által okozott meghibásodások

A villamossági problémák is vezethetnek a hűtőkompresszor meghibásodásához. Ezeknek a kompresszoroknak a többségét háromfázisú motor hajtja. A villamossági meghibásodások a következők lehetnek:

- a feszültség és az áram kiegyensúlyozatlan, vagyis megtörténhet, hogy nincs meg a kellő feszültség és a kellő áramerősség, ami az állórész leégését okozhatja;
- fáziskiesés, ez az állórész tekercseinek a leégéséhez vezethet, a **15. ábrán** láthatjuk;
- vezérlőpult meghibásodás, amikor a vezérlőpanelben történik a meghibásodás.



15. ábra. Tekercselt állórész egy hűtőkompresszorból, amely fáziskiesés miatt égett le.

6. Következtetések

Ebben a szakdolgozatban kiemeltük a gyakorlatban általunk tapasztaltakat, valamint a szakirodalmi tanulmányokban fellelhető észrevételeket a félhermetikus kompresszorok meghibásodásaival kapcsolatban. A levont következtetés az, hogy az évek elteltével a leggyakrabban előforduló fő hibák: a szabálytalan ütések, kenési problémák, túlmelegedés, szennyeződés okozta és villamossági hibák. Sajnos ezek nagymértékben károsítják a kompresszor alkotórészeit, amelyek ezáltal kopnak, károsodnak és meghibásodnak. Ezek a hibák elkerülhetőek lennének, ha a megelőző karbantartást betartanák. E tevékenység területén a jövőben fejleszteni kívánjuk a karbantartási programot, és ezáltal szeretnénk felhívni a figyelmet arra, hogy a karbantartással sokat lehet nyerni:

- csökkenteni lehet a meghibásodásokat;
- és növelni lehet ezáltal a kompresszorok élettartamát.

A félhermetikus kompresszor előnye az, hogy bontható, tehát ha elkopik, megsérül vagy esetleg meghibásodik, bármelyik alkatrészt meg tudjuk javítani vagy akár felújítani.

Az alkatrészek felújításával egy jól működő hűtőkompresszort kapunk, amely megelőző karbantartással még évekig tökéletesen fog működni.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Jakab Z.: *Kompresszoros hűtés* II. Magyar Médiaprint Kft. [46–52]
- [2] M. Bălan: *Instalații frigorifice. Construcție, funcționare și calcul*. Editura tehnica [14–16]
- [3] N. Purice: *Exploatarea și întreținerea utilajelor frigorifice comerciale*. Editura București [76–80; 156]
- [4] A. SAVU: *Mașini și instalații frigorifice*. Editura București.
- [5] *** *Diagnosticarea defecțiunilor la compresoarele cu piston*. www.termo.utcluj.ro/ufa/ufapdf/ufa14.pdf [1-17].
- [6] *** Tech Service-Training, *Why Compressors fail* II, Carrier Corporation 1998 [7–27].