

Kompressorer i industrin och vardagen

-uppbyggnad och funktion

Frans Storgårds 35129

Tobias Eriksson 34992

Seminariearbete i Apparatteknik II, 2012

1. Inledning och allmän funktion

Kompressorer och kompressorsystems huvudsakliga uppgift är att komprimera gaser genom att minska på deras volym. Ett av de vanligaste användningsområdena är att t.ex. framställa tryckluft för att använda till olika ändamål. Det finns kompressorer som oljas eller oljefria, vilket beror på användningsområdet. Man använder flera olika tekniker för detta, beroende på ändamålet.

Det finns två begrepp man ofta använder i samband med kompressorer. Ena är mach numret, som används i samband med kompressorer med rotor. Med det menar man förhållandet mellan hastigheten på en rotors ändar och ljudets. Detta skall helst vara under 1. Det används främst i samband med till exempel axialkompressorer jetmotorer på grund av de höga hastigheterna som är i fråga. Man använder även begreppet trycksförhållande (pressure ratio). Det menar hur mycket man ökar en gas tryck på en gång. Detta är viktigt för att en gas temperatur ökar när trycket ökar, vilket gör att om förhållandet är för stort, blir temperaturökningen för stor och kylsystemet hinner inte med, vilket kan skada maskinen. Därför är det mycket vanligt att processen sker i flera steg för att undvika problem.

Det finns två huvudgrupper av kompressorer, positiv-förskjutningskompressor (positive-displacement compressor), och kompressorer med ett kontinuerligt flöde (continuous flow compressor), också kallad dynamisk kompressor. Positiv-förskjutningskompressorn fungerar så att säga periodiskt, alltså en mängd gas kommer in i ett utrymme där den komprimeras, varefter den komprimerade gasen fortsätter i systemet och man tar in en ny mängd okomprimerad gas. Från en kompressor med ett kontinuerligt flöde får man en kontinuerlig ström komprimerad gas. Den framställs genom att man har roterande delar som ökar gasens hastighet och kinetiska energi, vilken kan omvandlas till tryck. Denna typ används ofta i de kemiska och petrokemiska industrin till olika ändamål. Dessa är sedan indelade i olika undergrupper, se figur nedan.

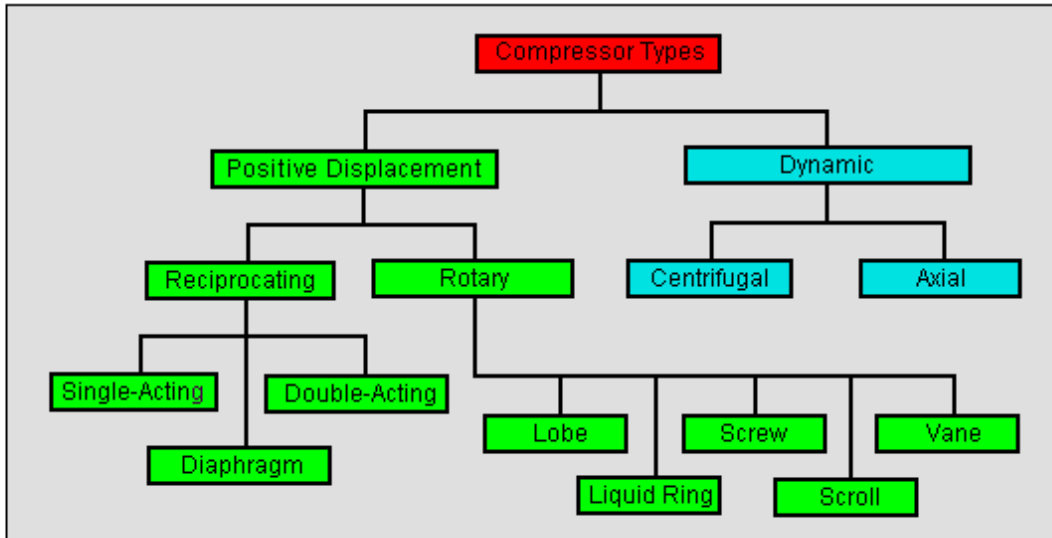


Fig.1 Olika kompressortyper

2. Olika typer av kompressorer.

Kolvkompressor: En enkel kolvkompressor ser lite ut som en enkel bilmotor. Den har en cylinder och en kolv, som kan fungera med olika driftsystem. Cylindern har en ingångsventil och en utgångsventil. När kolven dras utåt öppnas ingångsventilen och okomprimerad gas dras in i cylindern. När sedan kolven far inåt blir volymen som gasen har till förfogande mindre, och dess tryck ökar. Då öppnas också utgångsventilen och den komprimerade gasen körs ut. Detta åstadkommer ett periodiskt flöde, där tryckgasen kommer i pulser, vilket inte lämpar sig till alla ändamål. Alla typer av kolvkompressorer kan kombineras för att få önskad effekt, och man har även ofta kompressorer där gasen komprimeras i flera steg, till exempel trestegskompressorer.

En kolvkompressor används då man vill komma upp till höga tryck men flödet inte behöver vara stort. Dock på grund av det pulserande flödet kan utflödet vara svårt att kontrollera. De är dock dyra i jämförelse med andra typer.

Det finns flera typer av kolvkompressorer. Det finns enkel- och dubbelverkande. I dubbelverkande används båda sidor av kolven, alltså på ena sidan av kolven komprimeras gasen och på andra sidan suger den in luft i cylinder. Enkelverkande fungerar bara på ena sida. Det finns även membrankompressorer, som i regel fungerar lika som kolvkompressorer, men i stället före en kolv har de ett flexibelt membran som rör sej fram och tillbaka, och åstadkommer tryckhöjningen. Membranet kan vara av gummi eller metall. Membran av gummi används när man har ett stort flöde av gas eftersom den är mycket flexibel. Gummimembran slits dock snabbt. Metallmembran är hållbarare men mindre flexibla, alltså de kan skapa högre tryck, men gasflödet blir dock mindre. Membrankompressorer Använda bland annat för att komprimera väte och naturgas.

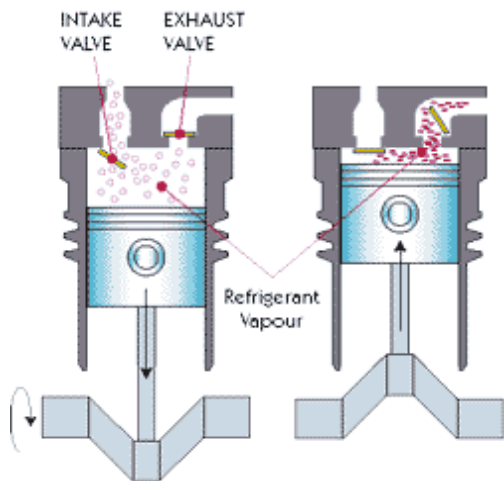


Fig.2 En kolvkompressors funktion.



Fig.3 En verklig Kolvkompressor.

Axiellflödeskompressor (Axial-flow compressor): Denna typ av kompressor fungerar genom att den har flera rotorerna som roterar och pressar gasen framåt så att den komprimeras. Mellan de roterande delarna finns stationära delar som retarderar gasen och riktar den till nästa rotor. De används när man har begränsat utrymme eftersom de är mycket effektiva relativt till deras storlek, och har en bra verkningsgrad. De är dock dyra på grund av behovet på mycket bra material och den komplexa uppbyggnaden. Används ofta i gasturbiner, som till exempel jetmotorer, och i vissa av kemiska industrins fabriker. Som kan ses på bilden nedan är vissa av dessa kompressorer uppbyggda så att de har först glesare rotorerna för gas med lägre tryck, och de blir tätare senare vid högre tryck.

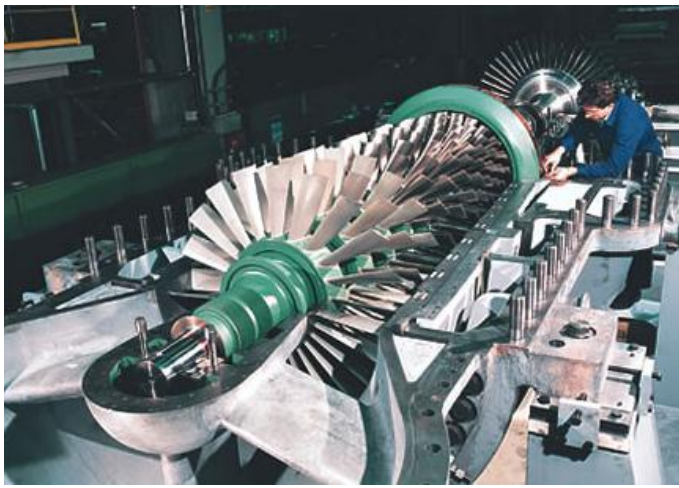


Fig.4 Axial-flow compressor

3. Spiralkompressor

Spiralkompressorn (eng. *Scroll compressor*) är en kompressorvariant vars användningsområde främst sträcker sig till komprimering av kylmedel i luftkonditionerings, i kylanläggningar samt luftkomprimering främst i applikationer som tryckladdare i fordon som en s.k. turbokompressor (eng. *supercharger*), samt i vissa fall kan den även fungera som en vakuum pump.

Spiralkompressorns historia sträcker sig så långt bakåt som till år 1905 då fransmannen Léon Creux uppfann funktionsprincipen för spiralkompressorn. Den tidens teknik var dock inte tillräckligt avancerad för att kunna konstruera en prototyp av spiralkompressorn, som kräver höga toleranser för att kunna fungera på ett effektivt sätt. Spiralkompressorn dök därför först upp på marknaden efter andra världskriget då maskintekniken utvecklats så mycket att de var möjligt att kunna producera med tillräckligt hög precision en fullt fungerande produkt. Kommersiellt började spiralkompressorn användas i luftkonditionerings applikationer först på 1980-talet.



Fig. 5 En spiralkompressors inre beståndsdelar

Funktion

Spiralkompressorn består av två arkimedes spiraler. Den ena är oftast orörlig och fäst i kompressorns kropp medan den andra spiralen rör sig i en excentrisk bana utan att rotera (se fig.). Denna omlopps bana ger upphov till en serie av fickor av vätska eller luft som gradvis söker sig ut ur spiralen. Insuget till kompressorn sitter vid utkanten av spiralen, luften eller vätskan som sugits in i kompressorn söker sig in mot mitten, komprimeringen och förflyttningen av luften/gasen mot inre delen av spiralen får temperaturen och trycket att stiga till önskade värden. I mitten av spiralen sitter utblåset där den komprimerade luften eller vätskan sedan urladdas.

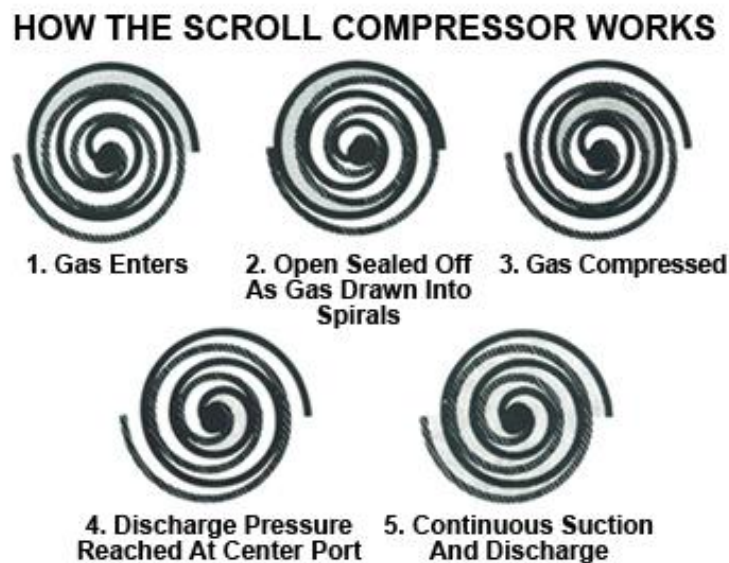


Fig. 6 Funktionsprincipen för spiralkompressorn

För- och nackdelar

Spiralkompressorn är i förhållande till andra kompressorer känd för att jobba smidigare, tystare och pålitligare än övriga kompressortyper. Framst för att den roterande spiralen kan med hög precision fås perfekt balanserad som minskar rejält på vibrationer. Den jobbar också mer kontinuerligt, eftersom i jämförelse med kolvkompressorn saknar ett dödläge och uppnår därför en högre verkningsgrad.

Funktionen i en spiralkompressor är relativt enkel och kräver därför få roterande delar vilket (i teorin) är billigare att underhålla för de få delarna som kompressorn består av. En stor tillverkare av spiralkompressorer är företaget Copeland, som påstår att deras spiralkompressorer har i förhållande till den mer traditionella kolvkompressorn 70% färre, rörliga delar.

P.g.a. spiralkompressorns höga toleranser mellan spiralerna är kompressorn väldigt känslig för slitage. Smuts och övriga främmande föremål kan hastigt skada spiralerna då de passerar kompressorn, i värsta fall kan större partiklar söndra spiralerna. Spiralkompressorn saknar även förmågan att fungera i båda riktningarna, vilket kan i vissa applikationer skapa problem om de uppstår korta avbrott i systemet.



Fig. 7 Spiralkompressor i en luftkonditioneringsanläggning av företaget Copeland

4. Skruvkompressor

Skruvkompressorn är en gas kompressor som består av två samverkande, roterande spiralformade rotorerna som förflyttar gasen och komprimerar den mellan rotorerna. Dess användningsområde är mycket brett och tillämpas där det krävs höga tryck, allt från stora industriella applikationer till tryckluftsdrivna verktyg eller tryckmatade förbränningsmotorer. Skruvkompressorn saknar liksom spiralkompressorn ett dödläge och tryckmatningen är därför betydligt jämnare än kolvkompressorn.

Funktion och modeller

En skruvkompressor består av två spiralformade rotorerna som vardera är kullagrade i båda ändarna. Rotorernas spår passar in i varandra med ytterst hög precision för att skapa en nästintill tät och sluten bana för den komprimerade gasen. Den ena rotorn är antingen direkt driven av en motor eller via kugghjul som sedan är ansluten till en extern drivkälla, t.ex. en förbränningsmotor.

Det finns två olika varianter av skruvkompressorn. De är till funktionsprincipen relativt lika men användningsområden och prestanda skiljer dem en aningen åt att de är värt att separera dem från varandra och förklara dem som två skilda enheter.

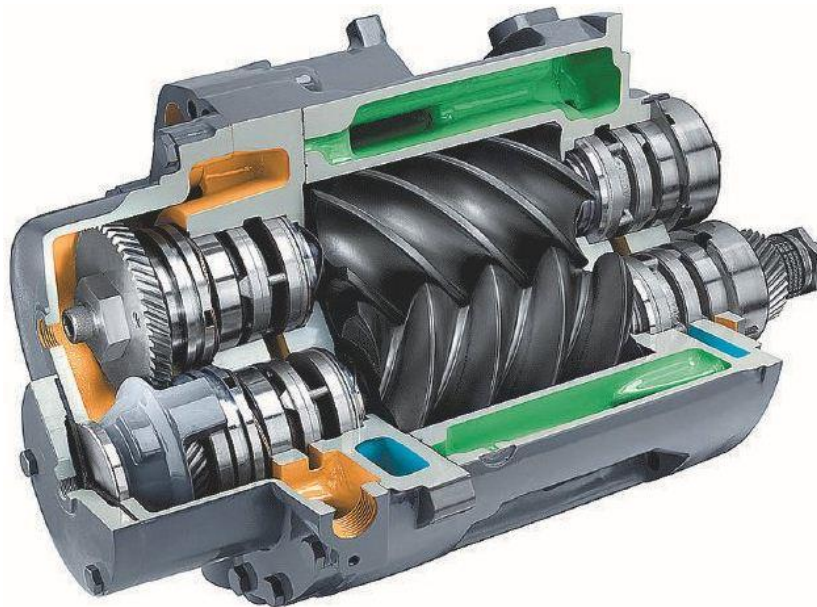


Fig. 8 Inre beståndsdelarna av en skruvkompressor

Oljefylld

I en oljefylld skruvkompressor befinner sig oljan i själva kompressionsutrymme, oljan förbättrar tätningen mellan rotorerna och hjälper till i kylningen av kompressorn och den komprimerade gasen. Oljefylld skruvkompressor har fördelen med att den klarar av att uppnå betydligt högre tryck och volymströmning (över 14 bar och 42 000l/min) än den oljefria skruvkompressorn. Nackdelen är dock att oljan följer med den komprimerade luften och måste således separeras via en skild oljeseparator, filtreras och återcirkuleras in i kompressorn. Användningsområdet begränsas också till den grad att applikationer som medicinsk forskning och tillverkningsprocesser där det är nolltolerans på nedsmutsad tryckluft lämpar sig inte den oljefyllda skruvkompressorn.

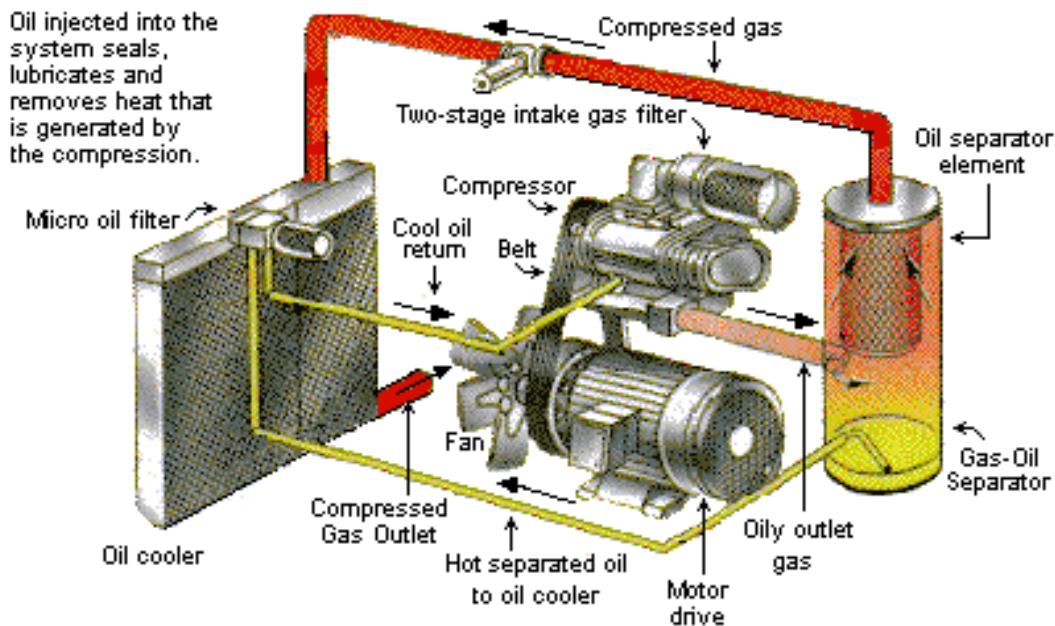


Fig. 9 Funktionsprincipen för en oljefylld skruvkompressor

Olje-fri

Den oljefria kompressorn skiljer sig från den oljefyllda kompressorn främst att kompressionshuset är totalt oljefritt. Drivkraften är likadan som den oljefyllda, men kugghjulen, eller drivkopplingen sitter utanför tryckhuset med egen oljesmörjning som inte kommer i kontakt med den komprimerade luften. Eftersom den oljefria kompressorn totalt saknar oljesmörjning mellan rotorerna, ställer den höga krav på rotorkvalitén som också märks i priset. Den tätande oljefilmen saknas också som hjälper till att täta mellan rotorerna, som orsakar att den inte uppnår ett lika högt laddtryck som den oljefyllda. Den behöver dock ingen extern oljeseparator och blir således enklare att installera och billigare i drift. Användningsområdet är också bredare då utloppsluften är så gott som oförorenad



Fig. 10 Olje-fri skruvkompressor avsedd för fordon

Skruvkompressorn vinner i sitt konstanta och jämna tryckflöde, det breda användningsområdet samt så gott som vibrationsfria gång. Kraven på toleranser mellan rotorerna ställer dock höga krav på tillverkningsprocessen vilket gör skruvkompressorn till ett dyrt alternativ jämfört med andra konventionella kompressortyper.



Fig. 11 Pneumatiska verktyg drivs ofta av en skruvkompressor

5. Centrifug kompressor

Centrifug kompressor, även kallad radial kompressor är en relativt enkel kompressor vars funktion bygger på att skapa ett tryck genom att först höja den kinetiska energin och hastigheten i ett redan konstant flöde av gas eller vätska. Därefter omvandlas den kinetiska energin till potentiell energi i form av statisk tryck genom att drastiskt sänka hastigheten på flödet.

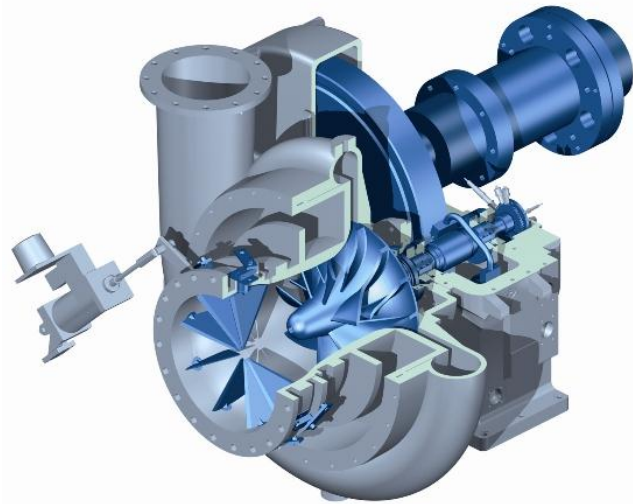


Fig. 12 Genomsnitt av en centrifugkompressor

Funktion

En enkel centrifug kompressor består av fyra komponenter; insug, impeller/rotor, diffusor och kollektor. Funktionen går ut på att ett flöde av vätska eller gas passerar genom insuget till ett rakt rör, flödet är jämnt och har inga virvelbildningar. För att de skall ens vara möjligt att få flödet i röret komprimerat krävs en impeller eller rotor som roterar med hög hastighet, vilket får hastigheten på flödet att öka och flödet börja spinna fortare och fortare. Efter impellern finns en diffusor, vars uppgift är att stegvist sänka på flödets hastighet. När hastigheten på flödet sjunker kommer trycket att stiga. Diffusorn kan vara skovelförsedd för att styra flödet, dess form och skovelplaceringar påverkar hur flödets hastighet och tryck förändras.

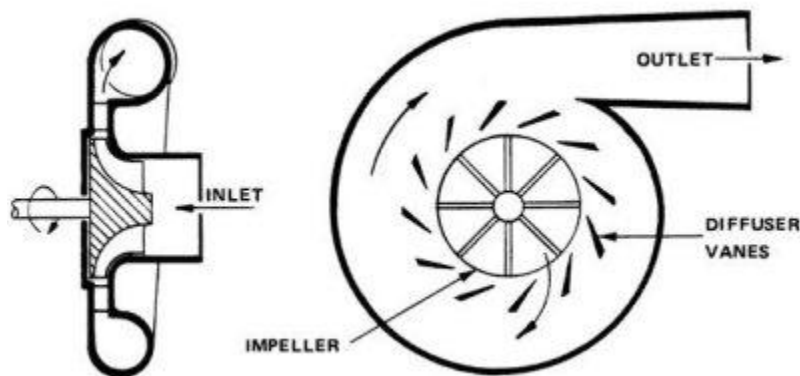


Fig. 13 Beståndsdelar för en centrifug kompressor

Användningsområden

Centrifug kompressorn har p.g.a. sin enkelhet tillämpats inom många olika applikationer. Centrifugal kompressorn har den fördelen att den kan arbeta på två olika sätt; som en gasturbin eller som en turbokompressor. Gasturbinen har ingen mekanisk drivkraft utan dess drivkraft hänger på flödet från t.ex. en förbränningsmotors avgasflöde som får impellern att börja snurra och starta igång kompressorn. Turbokompressorn däremot fungerar mer som de övriga kompressormodellerna och tar sin drivkraft från en extern motor via remmar eller utväxling. Därför finns en kort lista på olika användningsområden av centrifugalkompressorn i båda utförandena:

- Som jet motor i flygplan. Centrifug kompressorn fungerar här som en gasturbin antingen ensam eller i kombination med en axialkompressor för att skapa drivkraften i jet motorn.
- Som övertrycksladdning i förbränningsmotorer. Både diesel- och bensindrivna fordon utnyttjar fördelarna av centrifugalkompressorn för att öka effekten i motorn. Kompressorn kan antingen fungera som en gasturbin och tar då ut drivkraften från förbränningsmotorns avgaser. Eller kan även fungera som en turbokompressor och då få sin drivkraft via motorns vevaxel.
- Som drivkraft i naturgasledningar. Här utnyttjas kompressorn som en gasturbin för att förflytta gasen från tillverkaren ut till konsumenterna.
- På oljeraffinaderier, petrokemiska och kemiska fabriker som drivkraft för processerna.
- I luftkonditionerings anläggningar och frysar. Som drivkraften för vätskekylaggregaten. Finns i båda varianterna som gasturbin och kompressor modell.
- Industri- och tillverkningsprocesser för att distribuera tryckluft till pneumatiska verktyg. Kompressorn är då oftast driven via elektriska motorer



Fig. 14 Gasturbin modell av centrifug kompressorn. Används i bl.a. fordon

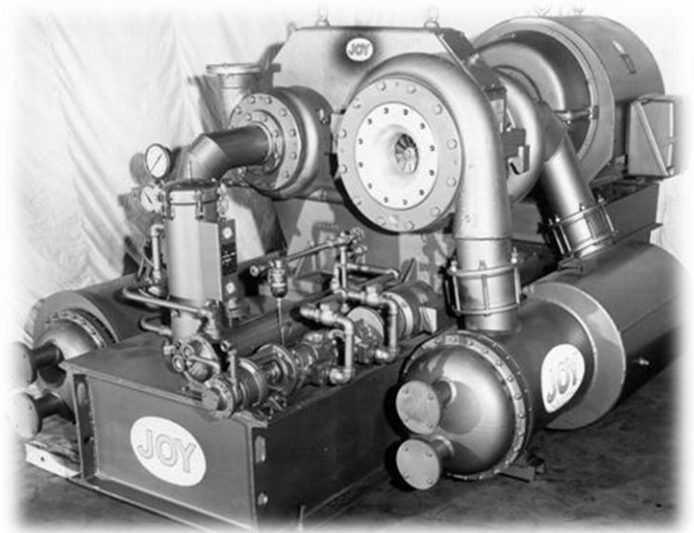


Fig. 15 Centrifugalkompressor som drivkraft för naturgasledningar

För- och nackdelar

Centrifugal kompressorn används i stora industrianläggningar främst för dess enkla konstruktion som också gör den billig att tillverka och underhålla. I förhållande till den mer vanliga kolvkompressorn har en centrifugal kompressor av samma storlek en högre verkningsgrad och klarar därför av att pumpa ut en större luftmängd. Centrifugal kompressorn klarar dock inte av att uppnå ett lika högt tryck som andra modeller. Med seriekoppling av flera centrifugal kompressorer kan man uppnå de högre trycken i följd att kompressorns hållbarhet och säkerhet kraftigt begränsas som i långa loppet även förkortar kompressorns livslängd.

Källor:

<http://www.mandieselturbo.com>

http://www.globalspec.com/learnmore/processing_equipment/gas_handling_equipment/gas_compressors

<http://www.gascompressors.co.uk/technologies.php>

<http://www.air-compressor-guide.com/>

Perrys Chemical Engineers Handbook Ed.7

Bildkällor:

Fig.1: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Gas-compressors-types-yed.png>

Fig 2. och 3: <http://www.fsc-online.com>

Fig 4 : <http://www.mandieselturbo.com>

Fig. 5: <http://www.gt-performance.ch/bilder/produkte/gross/G-Lader-Revision.jpg>

Fig. 6 och 7: <http://www.emersonclimate.com>

Fig.8: <http://www.air-compressor-guide.com/>

Fig.9: <http://cfmpsiaircompressors.com/images/RotaryScrewCompressor.gif>

Fig.10: www.audiblog.nl

Fig.11: productreview.com.au/pr.products/gsh27_4d428784907cb.jpg

Fig.12: <http://www.energy.siemens.com>

Fig.13: <http://www.csn.ky/showthread.php?2582-SuperCharger-Data>

Fig.14: http://www.enjukuracing.com/product_images/

Fig.15: <http://www.airpower.co.uk/>