

تأثیر کثیفی روغن درون کولر روغن بر بازده آدیباتیک و کارائی کمپرسورهای مارپیچی روغنی

ایمان اسدی، آرین محمودی، مرتضی مرتضوی

(۱) شرکت آسا تک (Asatech)، iman_asadi64@yahoo.com

(۲) شرکت آسا تک (Asatech)، arianmahmoudi@yahoo.com

(۳) شرکت صدر دانش کاشان، sadrekashan@yahoo.com

چکیده

در کمپرسورهای اسکروی نسل جدید، روغن موجود در هوا در سیراتور جدا و روغن کثیف با دمای زیاد وارد کولر روغن می شود و پس از خنک شدن وارد فیلتر روغن شده و سپس به هوا ساز بر می گردد. در این تحقیق مدلی جدید پیشنهاد شده است که روغن پس از عبور از فیلتر با کلاس بالاتر وارد کویل می شود، در واقع روغن تمیز به درون کولر روغن وارد شده و سپس به واحد هوا ساز بر می گردد.

در این بررسی که منظور اثبات کثیفی روغن در بازده دستگاه می باشد. از طراحی و مقایسه سه رنج کمپرسور بر اساس تکنولوژی موجود ساخت و تئوری بیان شده در این تحقیق استفاده شده است در این قسمت سه رنج کمپرسور صنعتی از نظر کیلووات در نظر گرفته شده است و با توجه به خروجی نرم افزار Aierzener داده ها را مورد بررسی قرار داده ایم. در این مقطع بازده کویل تمیز و کثیف را مقایسه کرده ایم و سپس تاثیر آن را بر بازده کلی کمپرسور سنجیده و در پایان کیلووات برق مصرفی در حالت بهینه و در شرایط موجود را مقایسه کردیم.

رنج اول کمپرسور (15kw – 37 kw) ، رنج دوم (45 kw 110 kw –) و نهایتاً رنج سوم (132kw – 450 kw). در رنج اول کمپرسور 22kw، رنج دوم کمپرسور 110 kw و رنج سوم کمپرسور 200kw را مورد بررسی قرار داده ایم که در هر سه رنج با افزایش بازده و کاهش کیلووات برق مصرفی همراه شد طبق نتایج بدست آمده هنگامیکه جریان درون کویل در هم باشد، با استفاده از این تغییر می توان راندمان کمپرسور را به طور چشمگیری افزایش داد.

واژه های کلیدی: کمپرسور اسکرو روغنی - کولر روغن - بازده آدیباتیک - فیلتر روغن

مصرفی در حالت بهینه و در حالت موجود را مقایسه کرده‌ایم. سه

رنج کمپرسور عبارتند از

$$(1) (15\text{kw}-37\text{kw}), (2) (45\text{kw}-110\text{kw}),$$

(3) (132kw-450kw). در رنج اول کمپرسور 22kw در رنج دوم

110kw و در رنج سوم کمپرسور با توان 200kw را مورد بررسی

قرار دادیم. مشخصات کویل (قطر کویل و سرعت روغن درون کویل)

برای هر کمپرسور به صورت جداگانه‌ای اندازه‌گیری شده است.

با توجه به عدد رینولتز بحرانی درون لوله های کویل (2300)

دمای معادل در مرز جریان آرام و در هم را مشخص نموده و

محاسبات را به صورت جداگانه‌ای برای جریان آرام و درهم انجام

داده‌ایم. با توجه به معادلات (1,2)، ضریب انتقال حرارت جابجائی

کثیف را بدست آورده و سپس با استفاده از معادلات (3) ضریب

انتقال حرارت جابجائی تمیز را محاسبه کرده‌ایم. سپس Q_{oil} را در

حالت بهبودیافته با توجه به نسبت ضرایب انتقال حرارت جابجائی در

حالت کثیف و تمیز محاسبه نموده و تغییرات دمایی جدید را با توجه

به معادلات (4,5) بدست آورده‌ایم.

برای محاسبه‌ی بازده کمپرسور از معادله (6) استفاده شده است

و با توجه به بازده کمپرسور هوای خروجی (TA_{10}) را در غیاب

روغن بدست آورده‌ایم (معادله 7) موازنه‌ی انرژی درون واحد هواساز

را با توجه به دمای روغن بهبود یافته و دمای خروجی هوای حساب

شده در مرحله قبل نوشته و دمای معادل خروجی را بدست می‌آوریم.

(معادله‌ی 8) در حجم کنترل جدید یک واحد هواساز داریم که بهتر

انتقال حرارت می‌کند. یعنی مخلوط هوا و روغن را در دمای کمتری

خارج می‌کند عاملی که باعث کاهش این دمای مخلوط می‌شود روغن

خنک شده است. برای محاسبه‌ی بازده بهبود یافته از معادله (8) با

توجه به T_{eq} بدست آمده، TA_{air} را محاسبه کرده‌ایم و با استفاده از

محاسبه‌ی (7) بازده جدید را محاسبه کرده‌ایم.

معادلات

$$Nu = \frac{h \cdot d}{k} \quad (1)$$

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} \cdot Pr^n \rightarrow \begin{cases} n = 0.3 & \text{سرمايش} \\ n = 0.4 & \text{گرمایش} \end{cases} \quad (2)$$

$$R_f = \frac{1}{h_d} - \frac{1}{h_c} \quad (3)$$

(4)

$$\varepsilon = \frac{Q_c}{Q_d} = \frac{h_c}{h_d}$$

تزریق روغن درون یک کمپرسور مارپیچی روغنی هوا به چند دلیل

انجام می‌گیرد [1] اولین دلیل کاهش حرارت هوای خروجی از

کمپرسور است. هم‌چنین روغن به منظور عمل هوابندی¹ نیز به کار

می‌رود که باعث افزایش بازده حجمی می‌شود. هم‌چنین وظیفه دیگر

روغن عمل رو انکاری بین چرخنده‌ی نری و مادگی است در این

مقاله تمرکز به خنک‌سازی بهتر روغن است.

طی تحقیقات Gneipel فشرده‌سازی ایزوترمال توسط تزریق

روغن بدست می‌آید [2] اگر چه بیشتر کمپرسورها در زمان کارکرد

دارای بازده ایزوترمال 65% هستند. [3] زیرا روغن تزریق شده

درون واحد هواساز² در زمان بسیار کوتاهی با هوا در ارتباط است.

طی تحقیقات این زمان برای سرعت‌های بالای چرخشی روتور حدوداً

1ms است. [4] روغن داغ شده که دارای آلودگی زیاد نیز است وارد

کولر روغن³ شده و پس از خنک شدن و رسیدن به دمای مورد نیاز

وارد فیلتر روغن می‌گردد و سپس به واحد هواساز برمی‌گردد. اما به

دلیل وجود برخی ذرات اضافی درون روغن کولر برای خنک‌سازی

روغن ناچار به مصرف کیلووات برق اضافی است.

به علاوه روغن کثیف باعث کوتاهی عمر کولر روغن می‌شود و

به همین دلیل روغن به میزان مطلوب خنک نمی‌گردد. روغن داغ

درون سیستم جریان می‌یابد که به همین دلیل انبساط قطعات فلزی

بیش از مقدار مجاز می‌شود که تنش‌های حرارتی را ایجاد نموده و

باعث کاهش عمر قطعاتی همچون بلبرینگ‌ها می‌گردد. [5] طی

بررسی (فوجی وارا) و (اوسارا) مشاهده شد که تغییرات کوچک رمائی

بر کارائی

کمپرسور تأیید گذار است. [6] با توجه به مشکلات ذکر شده

تصمیم گرفته شد که فیلتر را در مدار روغن کاری پیش از کولر

روغن قرار داده و بدین ترتیب روغن تمیز وارد کولر گردد.

آماده‌سازی مقاله

با توجه به روش تحقیق ترمودینامیک ماکروسکوپی در این پژوهش

۳ نوع کمپرسور صنعتی تولیدی در نظر گرفته شد و با توجه به

داده‌های کامپیوتری بازده کویل تمیز و کثیف را مقایسه کرده و تأثیر

آن را بر بازده کلی کمپرسور سنجیده و در پایان کیلووات برق

¹ sealing
² Airend
³ Oil cooler

به صورت تئوری و با استفاده از داده‌های نرم‌افزار Aerzener بررسی شد. طی پژوهشی که Depaepه و همکاران انجام دادند [5] مشخص گردید که دمای پائین‌تر تزریق روغن به واحد هواساز منجر به بهتر خنک شدن هوا می‌گردد. همانطور که در نمودار (1) مشخص گردیده برای سرعت‌های 2000rpm و 4000 rpm در هنگامیکه دمای تزریق روغن کمتر باشد کار کمتری انجام می‌گیرد. طبق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر نیز هنگامیکه جریان درون کوپل در هم باشد، روغن کثیف تأثیر بسزایی بر کاهش راندمان کمپرسور دارد و بافیلتراسیون مناسب روغن ورودی به کولر روغن، می‌توان راندمان کمپرسور را به طور چشمگیری افزایش داد. جدول شماره (1) نشان می‌دهد که فیلتر مناسب روغن باعث بهبود راندمان و کاهش برق مصرفی و کاهش هزینه می‌گردد.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

با توجه پژوهش حاضر و هم‌چنین برخی پژوهش‌های جهانی به این نتیجه دست می‌یابیم که جهت افزایش طول عمر قطعات کمپرسور و کاهش هزینه‌های موجود مانند مصرف برق و یا تعویض زودرس قطعات بهتر است از این روش استفاده کنیم.

تشکر و قدردانی

از تمامی اساتید محترم و همکاران گرامی و هم‌چنین از مدیریت محترم شرکت آسا تک (Asatech) که در انجام این پژوهش بنده را یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

فهرست علائم

Nu: عدد ناسلت

h: ضریب انتقال حرارت جابجایی

k: ضریب هدایت حرارتی

Re: عدد رینولدز

Pr: عدد پرات

R_f : مقاومت رسوب‌گیری

\dot{Q} : انتقال حرارت

C: ظرفیت گرمایی ویژه

W: کار آدیاباتیک

P: فشار

q: حجم

K: توان ایزنتروپیک

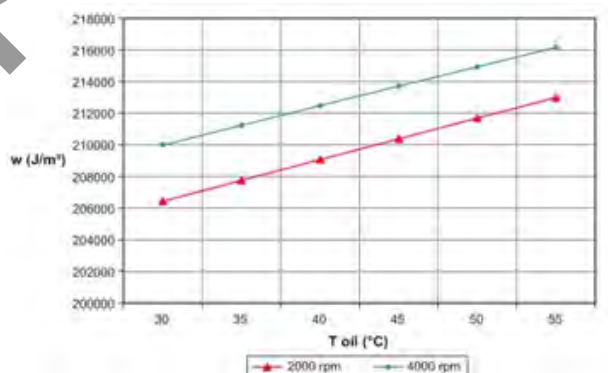
$$(1 + \varepsilon) * Q = (m)(c)(\Delta T)_c$$

$$w = p_i q_i \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{z_i + z_e}{2z_i} \right) \left(\left(\frac{p_e}{p_i} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) * \frac{1}{229} * \frac{1}{\eta_c} \quad (6)$$

ردیف	کاهش برق مصرفی (kw)	بهبود راندمان (%)
(A)	1.6	0.6%
(B)	8	6.28%
(C)	13	5%

$$\eta_c = \frac{T_{A_i} \left(\left(\frac{p_e}{p_i} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right)}{T_{A_e} - T_{A_i}} \quad (7)$$

$$(\rho)_0 (\dot{V})_0 (c)_0 (T_{eq} - T_{oi}) = (\rho)_A (\dot{V})_A (c)_A (T_A - T_{eq}) \quad (8)$$



نمودار ۱: تأثیر دمای روغن بر کار مصرفی

جدول ۱: تأثیر تمیزی روغن بر راندمان و کیلووات برق مصرفی

نتایج

در پژوهش حاضر تأثیر خنک‌سازی بهتر روغن بازگشتی به واحد هواساز بر روی کارآئی و بازده آدیاباتیک کمپرسور مارپیچی روغن

Z: قابلیت تراکم پذیری

T: دما

مراجع

- [1] N.Stosie, Screw compressors in refrigeration and air conditioning. International Journal of Heating, Ventilating, Air-Conditioning and Refrigeration Research 10 (2004) 233-263.
- [2] G.Gneipel. Innenkuhlung von Hubkolbenverdichtern-eine Möglichkeit zur Wirkungsgradsteigerung. Maschi-nenbautechnik 27 (1978) 264-267.
- [3] H. Wu, peng, Z, Xing, P, Shu, Experimental study on p-v indicator diagrams of twin-screw refrigeration compressor with economizer, Applied Thermal Engineering 24 (2004) 1491-1500
- [4] L, Rinder, Schraubenverdichter, Springer-Verlag, Wien, 1979.
- [5] M. De Paepe *, W. Bogaert, D. Mertens . Cooling of injected screw compressors by oil atomization. Applied Thermal Engineering 25 (2005) 2764-2779
- [6] M. Fujiware, Y. Osada, performance analysis of an oil-injected screw compressor and its application, International Journal of Refrigeration 18 (1995) 220-227

علائم یونانی:

p: دانسیته

η: بازده آدیباتیک

زیر نویس:

c: تمیز

d: کثیف

i: حالت ورود به حجم کنترل

e: حالت خروج از حجم کنترل

A: هوا

O: روغن

eq: معادل

Havaps.com