

## آزمایش کمپرسور مقدمه

یکی از راههای اینکه کار کمپرسور به حداقل برسد ، این است که عمل متراکم شدن بصورت برگشت پذیر انجام شود. هر گاه تغییرات انرژی پتانسیل و جنبشی قابل اغماض باشد کار کمپرسور به صورت زیر می شود:

$$W = - \int_1^2 v dp$$

راه دوم برای کاهش کار کمپرسور پایین نگه داشتن حجم مخصوص گاز مورد نظر در طی فرآیند تراکم است از آن جائیکه حجم مخصوص گاز قابل تراکم تابع دما است .  
تئوری:

انواع کمپرسور سیلندر پیستونی یک مرحله ای  
(۱) کمپرسور سیلندر پیستونی یک مرحله بدون فضای زیان آور  
(۲) کمپرسور سیلندر و پیستون یک مرحله با فضای زیان آور

منظور از فضای زیان آور فضایی است که بین پیستون در نقطه مرگ بالا و سر سیلندر ،  $V_s$  می باشد . در حالت ایده ال  $V_s=0$  است. با توجه به نمودار P-v صفحه ۱۸ گزارشکار ، دارای چهار مرحله می باشد ،

- (۱) تراکم پلی تروپیک  $pv^n = cte$
- (۲) هدایت گاز فشرده در فشار ثابت به کانال فشار
- (۳) انبساط گاز باقیمانده در فضای  $V_s$
- (۴) مکش گاز تازه

مقدار کاریکه در یک چرخش جهت تراکم همراه با هدایت گاز به کانال تراکم و مکش گاز از دریچه ورودی به داخل سیلندر منحرف می شودبرابر است با کار تکنیکی  $W_t$  معادل سطح ۱-۲-۳-۴ می باشد .

$$W_t = - \int_1^2 p dv - P_2 V_2 + P_1 V_1$$

## کار اندیکاتوری

$$W_i = P_m A p L_s N$$

اگر تحول یک تحول ایزوترمال در نظر گرفته شود مقدار کار مینیمم می شود این مقدار کار برای یک کمپرسور بعنوان مبنا در نظر گرفته می شود.  
کار ایزوترمال

$$W_{is} = m a R T \ln r_p$$

$$W_{mech} = 2 \pi N T p$$

کار در تحول پلی تروپیک می شود:

$$W_p = R T v \frac{n}{n-1} (\gamma_p^{\frac{n-1}{n}} - 1)$$

حالت دوم ) کمپرسور یک مرحله ای با فضای زیان آور

به خاطر محدودیتهای طراحی ، کمپرسور پیستونی بدون فضای زیان آور  $V_s=0$  ساخته نمی شود.  
در شکل صفحه ۲۱ گزارشکار نمودار p-v آن آورده شده است .

کار تکنیکی این کمپرسور می شود:

$$W_t = \frac{n}{n-1} P_1 V_1 \left[ 1 - \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right]$$

راندمان حجمی

$$\eta = \frac{v}{v_h}$$

حجم جابه جایی / حجم حقیقی گاز تخلیه شده در هر کورس

$V$  حجم گاز است که در هر کورس پیستون وارد کمپرسور می گردد  
 $V_h$  حجم کورس پیستون که فقط یک کمیت هندسی نخواهد بود بنابراین  $V_h$  یک مقیاس جهت قدرت تولیدی کمپرسور می باشد و مقدارش از دیاگرام اندیکاتور قابل تعیین نمی باشد .  
 $V_h = A.S$   
که  $A$  سطح مقطع پیستون و  $S$  کورس آن می باشد .

راندمان کلی ایزوترمال

$$\eta = \frac{W_{is}}{W_{mech}}$$

هوای معمولی اتمسفر همیشه دارای مقداری بخار می باشد . این مقدار با شرایط ترمودینامیکی هوا تغییر می کند . در یک تحول تراکم در کمپرسور نیز مقدار بخار آب موجود در هوا تغییر می کند .  
رطوبت مخصوص هوا می شود :

$$W = \frac{m_v}{m_a} = \frac{V_a}{V_v}$$

$M_a$  جرم هوای خشک

$M_v$  جرم بخار آب

$V_a$  و  $V_v$  حجم مخصوص هوای خشک و بخار آب می باشد

$$W = 0.622 \frac{P_v}{P - P_a}$$

شرح دستگاه

دستگاه یک کمپرسور رفت و برگشتی تک مرحله خنک شونده توسط هوا می باشد که توسط دو پولی بر روی شافت این موتور قرار دارد . که دارای دو سرعت ۶۰۰ دور بر دقیقه و ۷۵۰ دور بر دقیقه می باشد . برای قرار داشتن در هر یک از این سرعتها باید با پیچ تنظیم تسمه را بر روی پولی مربوط قرار داد .  
تابلوی این دستگاه که شکل آن در گزارشکار آورده شده دارای فشار سنج و مانومتر می باشد که می توان اختلاف فشار نسبی بین دو نقطه را اندازه گرفت .

مانومتری که  $\Delta P$  را می سنجد از یک طرف به قبل از ارفیس و از طرف دیگر به بعد از ارفیس وصل است. دماها را نیز با استفاده از دماسنج ها و سنسور های حرارتی می سنجیم.

روش انجام آزمایش:

ابتدا شیر کنترل را کاملاً می بندید و شیر مخزن را کاملاً باز می کنیم تا هوای مخزن تخلیه شود. و فشار سنج روی صفر قرار گیرد. و کلید شروع را روشن کرده و موتور روشن بشود و با توجه به اینکه تسمه روی کدام پولی قرار گرفته کار را ادامه می دهیم. البته قبل از روشن کردن کمپرسور شیر هوا را می بندیم و صبر می کنیم تا به فشار 2bar برسیم و در این حالت ثابت سعی می کنیم موارد مورد نیاز را بخوانیم  
نتایج به دست آمده

| دور | فشار | $T_4$ | I   | V    | $\Delta P$ | $P_3$ | $T_3$ | $P_2$ | $T_2$ | $P_1$ | $T_1$ | $T_w$ ورودی | $T_D$ ورودی | $T_w$ خروجی | $T_D$ خروجی |
|-----|------|-------|-----|------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ۶۰  | ۲    | 25    | ۷.۵ | ۱۹.۰ | ۶۰         | ۱.۸   | ۱۷    | ۲.۵   | ۵۴    | ۲     | 18    | ۱۷          | ۲۳          | ۱۸.۵        | ۲۵          |
| ۷۵  | ۲    | 27    | ۶   | ۱۹.۰ | ۴۶         | ۳     | ۱۳    | ۲.۷   | ۵۳    | ۲     | 17    | ۱۷          | ۲۳          | ۱۸.۵        | ۲۵          |

محاسبات در ۶۰۰ دور

$$P(\text{gage}) + P_{\text{atm}} = P(\text{abs})$$

فشار مطلق نقطه بر حسب اتمسفر

$$P_3 = 100 \text{ kPa} + 1.8 \times 9.806 = 111.606 \text{ KPa} = 111.606 / 101.325 = 1.101 \text{ atm}$$

$T_3$  درجه حرارت نقطه ۳ بر حسب کلوین

$$T_3 = 273.15 + 17 = 290.15$$

اختلاف فشار دو طرف ارفیس بر حسب  $\text{mmH}_2\text{O}$

$$\Delta P = 60$$

محاسبه دبی جرمی هوا بر حسب  $\text{lit/min}$

$$Q_a = 136.6 \sqrt{\frac{\Delta P P_3}{T_3}} = 136.6 \sqrt{\frac{60 \times 1.101}{290.15}} = 65.18$$

نسبت تراکم و نسبت درجه حرارت

$$r_1 = \frac{T_2}{T_1} = \frac{327.15}{291.15} = 1.1236$$

$$rv = \frac{P_2}{P_1} = \frac{2.5}{2} = 1.25$$

**مقدار اندیکس پلی تروپیک (n)**

$$\frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{n}{n-1}} > 1.25 = (1.1236)^{\frac{n}{n-1}} > \ln 1.25 = \frac{n}{n-1} \ln 1.1236 > 0.223(n-1) = 0.116n$$

$$n = 2.0$$

**کار پلی تروپیک**

$$Wp = RTv \frac{n}{n-1} (\gamma_p^{\frac{n-1}{n}} - 1) = 0.287 * 315.17 \frac{2.05}{1.05} (1.25^{\frac{1.05}{2.05}} - 1) = 21.37$$

$$m_a = \rho * Q'_a = 1.169 * 65.18 = 76.195$$

**کار ایزوترمال**

$$Wis = maRT_1 \ln rp = 76.195 * 0.287 * 315.17 * \ln 1.25 = 1537.93$$

**قدرت داده شده با موتور**

$$P = V * I * \cos \varphi = 190 * 7.5 * 0.086 = 122.55$$

**گشتاور داده شده به موتور**

$$Tp = \frac{p * 716}{n} = \frac{122.55 * 716}{600} = 146.243$$

**راندمان کلی ایزوترمال**

$$\eta = \frac{Wis}{W_{mech}} = \frac{1537.93}{551323.12} = 0.27\%$$

**رطوبت نسبی هوای ورودی**

$$\frac{ma * RaT_D}{V} = Pa = \frac{76.195 * 0.287 * 296.15}{120} = 53.968$$

$$Pv = P - Pa = 100 - 53.968 = 46.03$$

$$W = 0.622 \frac{Pv}{Pa} = 0.622 \frac{46.03}{53.968} = 0.53$$

**رطوبت نسبی هوای خروجی**

$$\frac{ma * Ra T_D}{V} = P_a = \frac{76.195 * 0.287 * 298.15}{120} = 54.33$$

$$P_v = P - P_a = 100 - 53.968 = 45.66$$

$$W = 0.622 \frac{P_v}{P_a} = 0.622 \frac{46.03}{53.968} = 0.5228$$

محاسبات در ۷۵۰ دور

$$P)_{\text{gage}} + P_{\text{atm}} = P(\text{abs})$$

فشار مطلق نقطه بر حسب اتمسفر

$$P_3 = 100 \text{ kPa} + 3 * 9.806 = 129.418 \text{ KPa} = 129.418 / 101.325 = 1.277 \text{ atm}$$

T<sub>3</sub> درجه حرارت نقطه ۳ بر حسب کلوین

$$T_3 = 273.15 + 13 = 286.15$$

اختلاف فشار دو طرف اریفیس بر حسب mm<sub>H2O</sub>

$$\Delta P = 46$$

محاسبه دبی جرمی هوا بر حسب lit/min

$$Q'_a = 136.6 \sqrt{\frac{\Delta P P_3}{T_3}} = 136.6 \sqrt{\frac{46 * 1.277}{286.15}} = 61.89$$

نسبت تراکم و نسبت درجه حرارت

$$r_1 = \frac{T_2}{T_1} = \frac{326.15}{290.15} = 1.1236$$

$$r_v = \frac{P_2}{P_1} = \frac{2.7}{2} = 1.35$$

مقدار اندیکس پلی تروپیک (n)

$$\frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{n}{n-1}} > 1.35 = (1.1236)^{\frac{n}{n-1}} > \ln 1.35 = \frac{n}{n-1} \ln 1.1236 > 0.3(n-1) = 0.116n$$

$$n = 1.63$$

کار پلی تروپیک

$$W_p = RT_v \frac{n}{n-1} (\gamma_p^{\frac{n-1}{n}} - 1) = 0.287 * 314.17 \frac{2.05}{1.05} (1.35^{\frac{1.05}{2.05}} - 1) = 28.69$$

$$m_a = \rho * Q'_a = 1.169 * 61.89 = 72.34$$

کار ایزوترمال

$$W_{is} = ma R T_1 \ln r_p = 72.34 * 0.287 * 314.17 * \ln 1.35 = 1957.73$$

قدرت داده شده با موتور

$$P = V * I * \cos \varphi = 190 * 6 * 0.086 = 98.04$$

گشتاور داده شده به موتور

$$Tp = \frac{p * 716}{n} = \frac{98.04 * 716}{600} = 116.994$$

راندمان کلی ایزوترمال

$$\eta = \frac{Wis}{Wmech} = \frac{1957.73}{441056.98} = 0.44\%$$

رطوبت نسبی هوای ورودی

$$\frac{ma * RaT_D}{V} = Pa = \frac{72.34 * 0.287 * 296.15}{120} = 51.23$$

$$Pv = P - Pa = 100 - 53.968 = 48.76$$

$$W = 0.622 \frac{Pv}{Pa} = 0.622 \frac{48.76}{51.23} = 0.59$$

رطوبت نسبی هوای خروجی

$$\frac{ma * RaT_D}{V} = Pa = \frac{72.34 * 0.287 * 298.15}{120} = 51.58$$

$$Pv = P - Pa = 100 - 53.968 = 48.41$$

$$W = 0.622 \frac{Pv}{Pa} = 0.622 \frac{46.03}{53.968} = 0.5838$$