



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

برآورد شارژ-هوای سیلندر برای عملیات پیشرفته سوپاپ ورودی در موتورهای زمانبندی

متغیر میل بادامک متغیر

چکیده

راندمان بالا از کاتالیزور سه-راهه خودرو خودرو با تنظیم نسبت هوا-سوخت سیلندر در یک باند باریک در اطراف استوکیومتری به دست می آید. با توجه به تاخیر موجود در سیگنال سنسور اکسیژن گاز خروجی، عملکرد تنظیم نسبت هوا-سوخت به دقت برآورد سیلندر شارژ-هوا بستگی دارد. زمان بندی متغیر میل بادامک (VCT) یک چالش را برای برآوردکننده شارژ-هوا نشان می دهد که ناشی از اثر آن روی پمپاژ موتور و در برخی موارد، با توجه به جریان-بازگشتی اندازه گیری نشده گاز خروجی به منیفولد ورودی است. هدف از این مقاله، روشن شدن برخی از این مسائل و نشان دادن روش هایی برای بهبود دقت برآورد شارژ-هوا در موتورهای VCT می باشد.

1. مقدمه

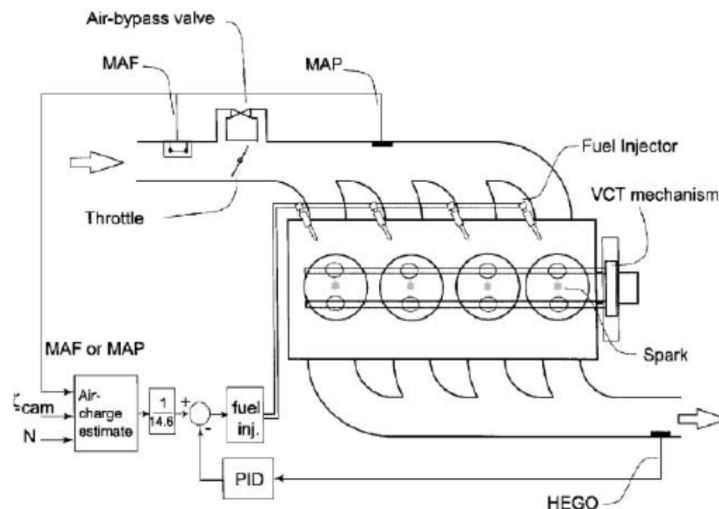
سیستم های زمان بندی متغیر سوپاپ (VVT) در موتورهای اشتعال جرقه خودرو برای بهبود اقتصاد سوخت، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، و افزایش حداکثر گشتاور و قدرت مورد استفاده قرار می گیرند [1-6]. در اینجا ما باید فقط سیستم های توقف تدریجی متغیر میل بادامک (زمانبندی) را در برابر دیگر سیستم های VVT دیگر مانند سویچینگ مشخصات بادامک [7]، مدت زمان مصرف متغیر / اگزوز [8]، لیفت متغیر سوپاپ [9,10] و سیستم های موتور بدون میل بادامک (درایو سوپاپ الکترو مغناطیسی) در نظر بگیریم [11]. در موتورهای (غیر VCT) مرسوم، فاز نسبی بین میل های بادامک و میل لنگ در یک مقدار تثبیت می شود که نشان دهنده یک مصالحه بین فازهای بهینه در شرایط عملیاتی مختلف است. در یک سیستم VCT، یک مکانیزم، فاز نسبی را به عنوان تابعی از شرایط عملیاتی موتور [12] تغییر می دهد. بسته به میل بادامک های فعال شده (اگزوز، مصرف، و یا هر دو)، چهار

نوع سیستم زمان بندی میل بادامک متغیر وجود دارند: فقط-مصرف ، فقط اگزوز ، دوگانه-مستقل و دو برابر [2]. در هر یک از این موارد، سیستم VCT، پمپاژ موتور را تغییر می دهد و سیلندر شارژ هوا را تحت تاثیر قرار می دهد.

یک کاهش قابل توجه در تولید گازهای گلخانه ای لوله دم گازهای خروجی تنظیم شده (CO، NOx، HC و)، با دستگاه های پس از درمان اگزوز مانند کاتالیزور سه-راهه به دست آمده است. راندمان بالای یک کاتالیزور سه راهه در از بین بردن گازهای تنظیم مستلزم آن است که موتور احتراق داخلی در محاسبه میزان نسبت عناصر هوا و سوخت (AF) (حدود 14.6 برابر) عمل نماید. در نتیجه، یک اولویت بالای سیستم کنترل موتور، حفظ نسبت هوا به سوخت در استوکیومتری است. یک جزء کلیدی از این سیستم کنترل، بازخورد محتوای اندازه گیری شده اکسیژن (و، از این رو، نسبت هوا به سوخت) در گاز خروجی توسط HEGO و یا یک سنسور UEGO است. به علت تاخیر ذاتی در اندازه گیری سنسور (القایی به تاخیر اگزوز به علاوه تاخیر حمل و نقل از پورت اگزوز به سنسور که ممکن است به اندازه 0.5 ثانیه بزرگ باشد)، تنظیم نسبت هوا-سوخت در حالت های گذرا بیشتر متکی بر مولفه مستقیم ارائه شده توسط برآوردگر شارژ هوا است.

توده هوای القایی به داخل سیلندر در طی مرحله مکش (شارژ هوا) از سیگنال یک حسگر بالادست واقع در پورت های سیلندر برآورد می شود همانطور که در شکل 1 نشان داده شده است. این یک سنسور جریان هوای (MAF) توده ای (بادسنج سیم داغ) واقع در بالادست از بدنه سوپاپ گاز یا سنسور فشار هوای واقع در منیفولد ورودی (MAP) است. برآورد شارژ-هوا تقسیم بر نسبت هوا به سوخت استوکیومتری تا حد زیادی، مقدار سوختی که باید تزریق شود را تعیین می کند. بازخورد از سنسور HEGO برای حفظ تنظیمات دقیق AF در حالت پایدار مورد نیاز است. یک خطای تنظیم نسبت AF سازگار به اندازه یک درصد ممکن است به چند برابر تولید گازهای گلخانه ای دم لوله منجر شود. برای جبران زمان لازم برای تزریق سوخت، یک مقدار پیش بینی شده از شارژ هوا برای سوخت رسانی استفاده می شود [13]. علاوه بر این، یک سیستم تنظیم AF می تواند شامل جبران دینامیک گل آلود کردن سوخت در سوپاپ مکش، و انطباق پارامتر با کاهش اثر شرایط محیطی به آرامی در حال تغییر، پیری، و رانش سنسور در دقت تنظیم نسبت AF باشد [14].

فهرست علائم	
N	سرعت موتور
P_m	فشار هوای ورودی منیفولد (MAP)
P_a	فشار محیط (BP)
P_{air}	فشار نسبی هوا
P_{egr}	فشار جزئی EGR
T_m	دمای منیفولد ورودی
T_a	دمای محیط
T_e	دمای مایع خنک کننده موتور
R	ثابت گاز خاص برای هوا
V_m	حجم مصرف چند برابر
ζ_{cam}	زمانبندی متغیر میل بادامک (مصرف، اگزوز، یا دو برابر)
θ	زاویه سوپاپ گاز (TP)
W_{th}	جریان هوا توده سوپاپ گاز (MAF)
W_{cyl}	جریان هوا به توده سیلندر
W_{egr}^{in}	جریان توده EGR به منیفولد ورودی
W_{egr}^{out}	جریان توده EGR از مصرف سیلندر چند برابر شارژ هوا
m_{cyl}	جریان توده EGR از مصرف سیلندر چند برابر شارژ هوا
Δt	مدت زمان یک رویداد موتور (برابر با $\frac{120}{N n_{cyl}}$)
n_{cyl}	تعداد سیلندر موتور.



شکل 1. پیکربندی یک سیستم کنترل نسبت هوا به سوخت در یک موتور زمانبندی میل بادامک متغیر اشتعال

جرقه.

در این مقاله، اثرات زمانبندی متغیر میل بادامک در سیلندر شارژ هوا و تنظیم نسبت هوا-سوخت برای موتورهای SI با فقط-مصرف، فقط-اگزوز، یا سیستم دوپل VCT توصیف می‌کند. هر چند این سه سیستم از نظر مکانیکی مشابه هستند، به گونه‌ای با یکدیگر تفاوت دارند که گاز خروجی را دوباره می‌چرخانند. در موتورهای معمولی، چرخش گاز اگزوز (EGR) است که توسط یک عرض پالس مدوله سوپاپ EGR بین فشار بالا منیفولد دود و مصرف چند برابر فشار پایین ارائه شده است. گاز خروجی بی‌اثر، مخلوط هوا-سوخت در سیلندر را رقیق می‌کند و درجه حرارت احتراق را کاهش می‌دهد و در نتیجه موجب کاهش تشکیل اکسیدهای نیتروژن (NOx) می‌شود. موتورهای VCT معمولاً به یک سوپاپ EGR نیاز ندارند. موتورهای VCT دو برابر یا فقط اگزوز گاز خروجی به طور مستقیم از پورت اگزوز با به تأخیر انداختن سوپاپ دود بسته به مرحله مکش می‌چرخانند. در مقابل، VCT فقط-مصرف از طریق مصرف چند برابر، گاز خروجی را می‌چرخانند. پیشرفت باز شدن سوپاپ مصرف به مرحله تخلیه، یک جریان بازگشتی از EGR را به منیفولد ورودی ایجاد می‌کند که پس از آن در طول مرحله مکش پس از آن دوباره القاء می‌شود. از آنجا که مکانیسم‌های چرخش گاز اگزوز داخلی برای VCT دو برابر و فقط-اگزوز یکسان هستند، ما تنها باید مسئله برآورد شارژ-هوا را برای VCT دو برابر تجزیه و تحلیل نماییم؛ این الگوریتم باید برای دومی اعمال می‌شود.

سیستم VCT، راندمان حجمی موتور و مقدار شارژ هوا را تغییر می‌دهد. حداقل، این مستلزم آن است که ضرایب راندمان حجمی علاوه بر وابستگی معمولی در سرعت موتور به فاز میل بادامک بستگی داشته باشد. اگر چرخش دوباره گاز خروجی توسط یک جریان-بازگشتی ارائه شود، استخراج برآوردگر شارژ-هوا برای یک سیستم مبتنی بر MAF بیشتر به یک مسئله چالش‌آور تبدیل می‌شود. حال، مدل پر شدن منیفولد ورودی شامل یک مقدار اندازه‌گیری نشده از گاز اگزوز می‌شود. این مشکل در صورتی می‌تواند اجتناب شود که مقدار EGR جریان-بازگشتی اندازه‌گیری شود، اما این کار مشکل است. یکی دیگر از گزینه‌ها، که در این مقاله دنبال شده است، استفاده از مدل

پس کردن چند برابر برای فشار نسبی هوا برای استنتاج برآوردگر است. این مدل به یک روش غیر متعارف برای تعیین ضرایب راندمان حجمی نیاز دارد. در عوض، اگر یک سنسور MAP با محاسبه چگالی سرعت ساده برای تعیین شارژ هوا مورد استفاده قرار گیرد، اثر جریان-بازگشتی حساب خواهد شد. هر دوی سیستم های مبتنی بر MAF و MAP باید با تغییر دمای معرفی شده توسط جریان بازگشتی باقی مانده سرو کار داشته باشد، و این گزارش به این موضوع می پردازد. روش حساب کردن باقی مانده جریان بازگشتی باید فرآیند روند نگاشت موتور را در نظر بگیرد.

ساختار این مقاله به شرح زیر است. بخش 2 مدل کلی پمپاژ موتور VCT را بررسی می کند. بخش 3 تجزیه و تحلیل موتور مصرف هوا برای یک موتور VCT دو برابر را فراهم می کند و الگوریتم های برآورد شارژ-هوای مناسب را برای هر دو سیستم های مبتنی بر MAF و MAP، از جمله اثرات درجه حرارت استنتاج می کند. بخش 4 به مسائل برآورد شارژ-هوای مربوط به جریان-بازگشتی EGR در موتورهای VCT اولیه باز شدن مصرف برای یک سیستم MAF می پردازد. بخش 5 روش ساده ای را برای تنظیم کالیبراسیون ضرایب پمپاژ موتور مورد نیاز برای برآورد شارژ-هوا ارائه می دهد.

2. مدل مصرف هوای موتور

به منظور برآورد شارژ-هوا، ما یک مدل مقدارم متوسط ساده از پر کردن منیفولد ورودی [15] را اتخاذ نمودیم. پویایی حاکم بر میزان فشار منیفولد مصرف توسط مشتق گیری از قانون گاز ایده آل $PV = MRT$ به دست می آید:

$$\begin{aligned} \dot{P}_m &= \frac{RT_m}{V_m} \dot{m} + \frac{mR}{V_m} \dot{T}_m \\ &= \frac{RT_m}{V_m} (W_{th} + W_{egr}^{in} - W_{cyl} - W_{egr}^{out}) + \frac{\dot{T}_m}{T_m} P_m. \quad (2.1) \end{aligned}$$

موتورهای VCT در این مقاله در نظر گرفته با یک سوپاپ EGR مجهز نشده اند. تحت شرایط خاص، گاز خروجی به منیفولد ورودی توسط جریان بازگشتی از طریق سوپاپ عرضه می شود. صرف نظر از منبع، حضور EGR روی فشار

در منیفولد ورودی تاثیر می گذارد. عبارت \dot{T}_m تا حدودی در پویایی فشار منیفولد ورودی سهم دارد. بنابراین، چون این استاندارد متون مدل سازی و کنترل موتور است (قس [16,17])، ما تصمیم گرفته اند که از آن چشمپوشی نماییم.

نرخ جریان جرمی به داخل سیلندر، یک تابع تکراری از فشار منیفولد ورودی، با شیب ضرایب و افسست می باشد که به سرعت موتور N ؛ زمانبندی میل بادامک ζ_{cam} و درجه حرارت گاز در منیفولد مصرف و دیواره های سیلندر بستگی دارد. (یا دمای مایع خنک کننده موتور که ما به عنوان جایگزین استفاده نمودیم). علاوه بر این، ضریب جبران به فشار منیفولد اگزوز بستگی دارد که می تواند با دقت به عنوان تابعی از فشار محیط و دبی جرمی سیلندر را نمایش دهد. به طور معمول، ضرایب شیب و افسست توسط رگرسیون گرفتن از داده های نقشه برداری موتور به دست می آید، به این معنی که وابستگی فشار گازهای خروجی به جریان توده سیلندر از قبل در نظر گرفته می شود. به خاطر سادگی، ما باید وابستگی به فشار محیط را نادیده بگیریم. در نتیجه، شکل کلی عبارت مربوط به دبی جرمی به داخل سیلندر و فشار منیفولد ورودی به صورت زیر است

$$W_{cyl} = \mu(T_m, T_e) [\alpha_1(N, \zeta_{cam})P_m + \alpha_2(N, \zeta_{cam})]. \quad (2.2)$$

رفتار ضرایب شیب و جبران با توجه به زمان بندی بادامک، و اثر روی دقت برآورد شارژ هوا در بخش بعدی مورد بحث قرار می گیرد. ضریب تصحیح درجه حرارت $\mu(T_m, T_e) = 1$ تحت شرایط اسمی (نقشه برداری دینامومتر

موتور) زمانی که $T_e = T_{e0}$ و $T_m = T_{m0}$. به طور معمول، در قالب زیر است

$$\mu(T_m, T_e) = \frac{T_{e0}}{T_e} \sqrt{\frac{T_{m0}}{T_m}}$$

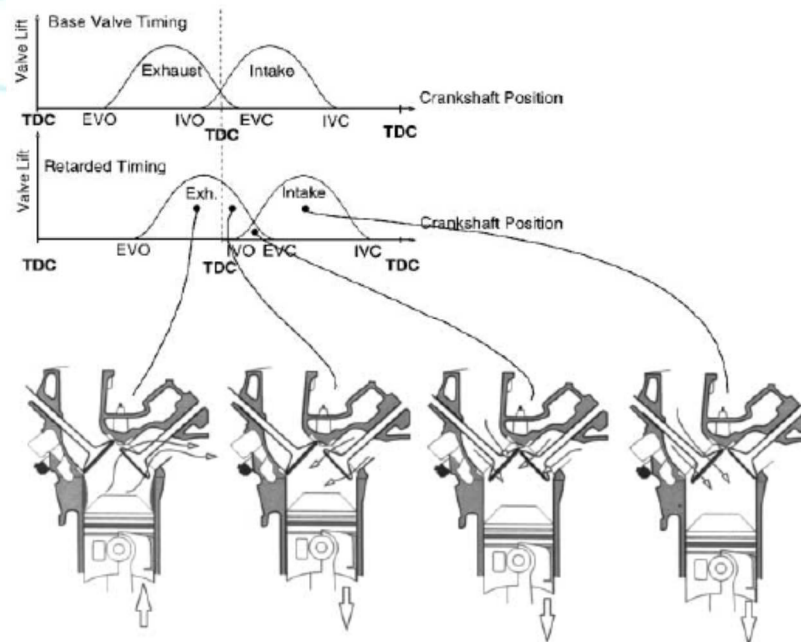
3. برآورد شارژ-هوا برای موتورهای VCT دو برابر و تنها-اگزوز

اجازه دهید ابتدا به طور خلاصه مسئله برآورد شارژ-هوا را برای VCT دو برابر در نظر بگیریم. در یک سیستم VCT دو برابر، EGR داخلی توسط مصرف تاخیری و زمانبندی سوپاپ تخلیه به یک اندازه ارائه می شود (تنها یک VCT

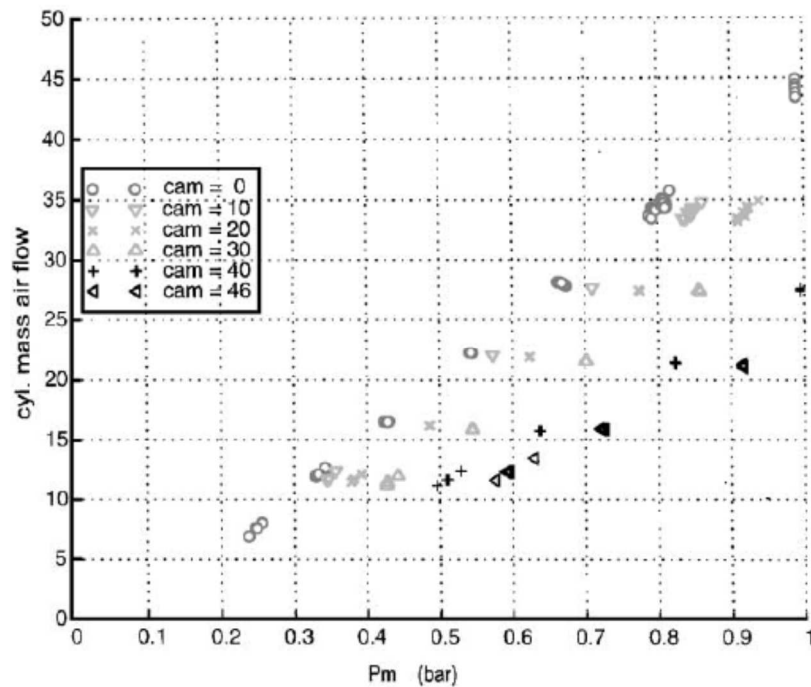
محرک در بانک سیلندر وجود دارد) که به بسته شدن سوپاپ خروجی منجر می شود و اجازه می دهد گاز سوخته خروجی دوباره به سیلندر کشیده شود همانطور که در شکل 2 نشان داده شده است.

حضور گاز خروجی هوا-شارژ را کاهش می دهد (در فشار منیفولد ورودی معین) و، از این رو، باعث کاهش کارایی حجمی می شود. علاوه بر این، بسته شدن سوپاپ در ضربه فشرده‌گی، فشرده سازی مقدار هوای تازه در دسترس برای احتراق و راندمان حجمی موتور را کاهش می دهد. این دو مکانیزم، مزایای صرفه جویی سوخت VCT دو برابر را ارائه می کنند که این کار با عملیات جزئی بار در فشار منیفولد ورودی بالاتر میسر می شود (در نتیجه تلفات پمپاژ کاهش می یابد). شکل 3 نشان دهنده مقادیر تجربی اندازه گیری شده جریان هوای توده سیلندر در مقابل فشار منیفولد ورودی در $N = 1500 \text{ RPM}$ و شش مقدار تاخیر فاز میل بادامک است.

هنگامی که داده های نقشه برداری موتور در حالت ماندگار در دسترس باشند، ضرایب شیب و افسست می تواند به عنوان توابعی از سرعت موتور و زمانبندی متغیر میل بادامک به دست آید و در قالب جداول جستجو و یا چند جمله ای برای برآورد شارژ-هوا نشان داده شود. بسته به انتخاب سنسور، فشار هوای چند برابر (سوپاپ گاز) یا توده جریان هوا، ما باید دو مسئله برآورد شارژ-هوا سیلندر را در نظر بگیریم.



شکل 2. جریان های هوا و گاز اگزوز در داخل و خارج یک سیلندر در موتور VCT برابر-دوگانه.



شکل 3. جریان هوای توده سیلندر یک تابع تکراری از فشار منیفولد در مقادیر مختلف زمانبندی متغیر میل بادامک (در 1500 RPM نشان داده شده است) باقی مانده است.

مزایای اصلی سنسور MAP، در مقایسه با MAF، نزدیکی نسبی آن به مصرف هوای موتور و کاهش هزینه می باشد. با توجه به اندازه گیری های سرعت موتور N ، ζ_{cam} زمانبندی میل بادامک، و فشار هوای چند برابر P_m ، می توان رابطه تکراری (2.2) را برای تخمین جریان هوای توده سیلندر استفاده نمود:

$$\hat{W}_{cyl} = \mu(T_m, T_e) [\alpha_1(N, \zeta_{cam})P_m + \alpha_2(N, \zeta_{cam})]. \quad (3.1)$$

با متوسط گیری جریان هوا توده برآورد شده روی یک رویداد موتور، تخمینی از شارژ سیلندر هوا به ما ارائه می دهد:

$$\hat{m}_{cyl} = \int_t^{t+\Delta t} \hat{W}_{cyl}(\sigma) d\sigma \approx \Delta t \hat{W}_{cyl} = \frac{120}{Nn_{cyl}} \hat{W}_{cyl}. \quad (3.2)$$

معادلات (3.1) و (3.2) به اصطلاح برآوردکننده "تراکم-سرعت" شارژ-هوا را برای موتورهای VCT بر اساس اندازه گیری سنسور MAP تعریف می کنند.

مزیت اصلی سنسور MAF اینست که در حالت پایدار، در واقع جریان هوای توده سیلندر را اندازه گیری می کند. بنابراین، چالش، پر کردن دقیق منیفولد ورودی و تخلیه در حین حالات گذراست. ما ضرایب شیب و افست جدید را به صورت زیر تعریف می کنیم

$$\beta_1(N, \zeta_{cam}) = \frac{Nn_{cyl}}{120} \frac{1}{\alpha_1(N, \zeta_{cam})},$$

$$\beta_2(N, \zeta_{cam}) = - \frac{\alpha_2(N, \zeta_{cam})}{\alpha_1(N, \zeta_{cam})}$$

که رابطه بین فشار هوای ورودی منیفولد و شارژ هوای سیلندر را مشخص می کند:

$$P_m = \frac{\beta_1(N, \zeta_{cam})}{\mu(T_m, T_e)} m_{cyl} + \beta_2(N, \zeta_{cam}). \quad (3.3)$$

با این فرض که درجه حرارت ها نسبتاً به آرامی توسط مشتق گیری هر دو طرف (3.3) با توجه به زمان تغییر می کنند و مرتب نمودن مجدد عبارات زیر، به دست آوریم

$$\begin{aligned} \dot{m}_{cyl} &= \frac{\mu}{\beta_1} \left(\dot{P}_m - \frac{\dot{\beta}_1}{\mu} m_{cyl} - \dot{\beta}_2 \right) \\ &= \frac{\mu}{\beta_1} \left[\frac{RT_m}{V_m} \frac{Nn_{cyl}}{120} (m_{th} - m_{cyl}) - \frac{\dot{\beta}_1}{\mu} m_{cyl} - \dot{\beta}_2 \right], \quad (3.4) \end{aligned}$$

که در آن $m_{th} = \Delta t W_{th}$ در موتورهای (غیر VCT) مرسوم، ضرایب شیب و افست تنها به سرعت موتور

بستگی دارد. بنابراین، $\dot{\beta}_i = (\partial \beta_i / \partial N) \dot{N}$ ، $i = 1, 2$. با توجه به اثر نسبتاً متوسط سرعت موتور در

راندمان حجمی و در نتیجه، برای شارژ هوا، می توان استدلال کرد که مشتقات زمانی ضرایب شیب و افست را می

توان نادیده گرفت. از سوی دیگر، برای یک موتور VCT که در آن ضرایب شیب و افست نیز به زمانبندی متغیر میل

بادامک بستگی دارند، یعنی $\dot{\beta}_i = (\partial \beta_i / \partial N) \dot{N} + (\partial \beta_i / \partial \zeta_{cam}) \dot{\zeta}_{cam}$ ، $i = 1, 2$ نادیده گرفتن

مشتقات زمانی β_i به یک خطای مهم تر منجر می شود. با طیف نوعی از 40-60 درجه، زمانبندی میل بادامک دارای اثر قابل توجه تر در مورد راندمان حجمی نسبت به سرعت موتور می باشد. علاوه بر این، فاز میل بادامک را می توان از طریق طیف گسترده ای از حرکت در کمتر از 0.3 ثانیه انجام داد. بنابراین، برای موتورهای VCT، مشتقات زمانی ضرایب باید حفظ شود. با در نظر گرفتن همه اینها، نسخه زمان گسسته برآوردگر شارژ-هوا به شکل زیر است

$$\hat{m}_{cyl}(k) = \frac{\frac{\beta_1(k)}{\mu} \hat{m}_{cyl}(k-1) + \frac{RT_m}{V_m} m_{th}(k) - \beta_2(k) + \beta_2(k-1)}{\frac{1}{\mu}(2\beta_1(k) - \beta_1(k-1)) + \frac{RT_m}{V_m}}, \quad (3.5)$$

که در آن زمان نمونه برداری برابر با مدت زمان یک رویداد موتور Δt است.

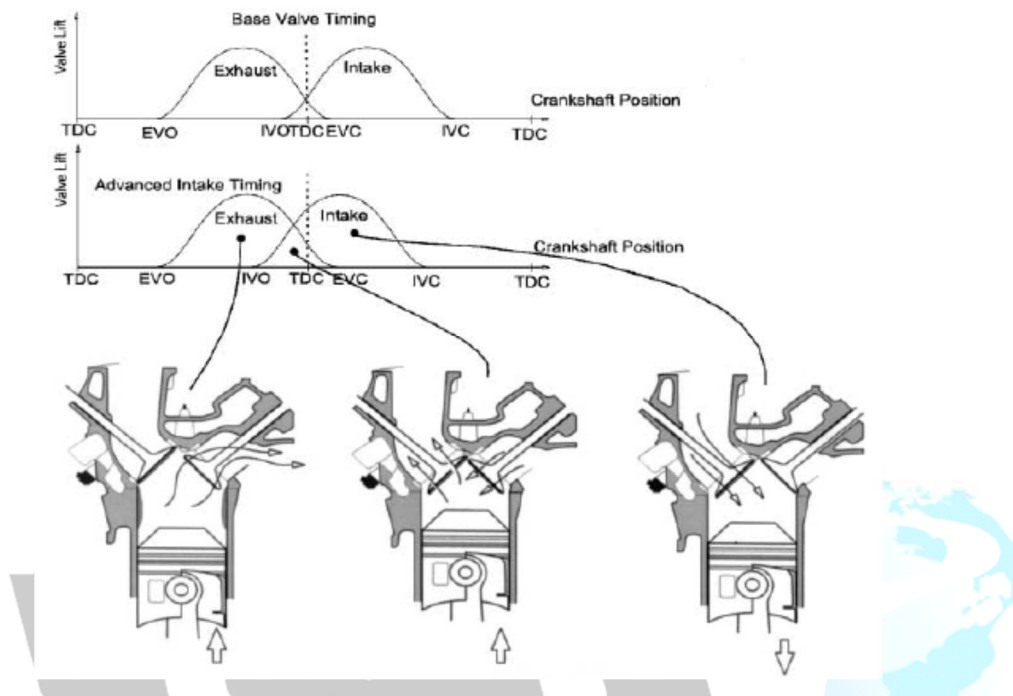
از آنجا که سیستم های فقط اگزوز و دو برابر VCT دارای مکانیزم یکسان برای چرخش دوباره گاز خروجی هستند، برآورد شارژ-هوا اساساً یکسان نیست. بنابراین، موضوع برآورد شارژ-هوا برای موتور VCT فقط-اگزوز بیشتر در این مقاله مورد بحث خواهد گرفت.

4. برآورد شارژ-هوا برای موتورهای VCT فقط-مصرف

با توجه به برآورد شارژ-هوا، یک مزیت ساده سازی سیستم فقط-اگزوز/دوگانه-برابر نسبت به حالت فقط-مصرف این است که جریان بازگشتی گاز خروجی در منیفولد ورودی کوچک است. تاخیر زمانبندی به باز شدن سوپاپ ورودی منجر می شود که باعث می شود که حتی مقدار جریان-بازگشتی کوچکتر هم شود. از این رو، فشار اندازه گیری شده در منیفولد ورودی فقط به علت هوای تازه است، و مدل پر کردن چند برابر (3.4) به درستی نمایانگر مصرف هوای موتور است.

وضعیت در مورد VCT فقط-مصرف پیچیده تر است. مکانیسم تغذیه (داخلی) EGR، ساخت، حذف سوپاپ EGR خارجی، برای پیشبرد زمان بندی سوپاپ مصرف است به طوری که سوپاپ ورودی در طول مرحله تخلیه طی زودتر باز می شود و اجازه می دهد تا گاز خروجی وارد منیفولد ورودی شود همانطور که در شکل 4 نشان داده شده است.

فشار پایین تر در منیفولد ورودی به مقدار گاز خروجی بزرگتر چرخشی منجر می شود (در سرعت موتور معین و زمان بندی میل بادامک). بنابراین EGR از چند برابر ورودی به سیلندر در طی مرحله مکش کشیده می شود.



شکل 4. موتورهای VCT فقط-مصرف EGR توسط پیشبرد زمان بندی سوپاپ مصرف، و در نتیجه جریان-بازگشتی گاز خروجی به منیفولد ورودی ارائه می شود.

TarjomeFa.Com

اثر دیگر پیشرفته زمان بندی میل بادامک مصرف اینست که، زمان که سوپاپ زودتر بسته می شود،¹ هوای بیشتری در سیلندر برای احتراق حفظ می شود و موجب افزایش شارژ هوا می شود. هر دو اثر جریان هوای جرمی در مقابل نمودار فشار منیفولد در شکل 5 قابل مشاهده است.. در فشار منیفولد کم، افزایش در جریان-بازگشتی EGR غالب است و جریان هوای توده سیلندر با پیشرفت میل بادامک کاهش می یابد. در فشار بالا، در بسته شدن اولیه سوپاپ ورودی دارای اثر غالب است و با پیشرفت میل بادامک، شارژ هوا افزایش می یابد.

با بازگشت به مسئله برآورد شارژ-هوا، توجه داشته باشید که، مانند قبل، رابطه بین فشار هوای ورودی منیفولد کل

(اندازه گیری شده) P_m و شارژ سیلندر هوا تکراری است:

$$W_{cyl} = \mu(T_a, T_e) [\alpha_1(N, \zeta_{cam})P_m + \alpha_2(N, \zeta_{cam})]. \quad (4.1)$$

ضرایب شیب و افست A1 و A2 با اندازه گیری مقادیر حالت پایدار فشار منیفولد و جریان هوای توده یافت می شوند که با جریان هوای توده سیلندر در نقطه کار زمانبندی معین سرعت / میل بادامک یک موتور برابر است. اگر موتور تحت شرایط اسمی عمل نماید، ضریب تصحیح دما $\mu = 1$ است حتی اگر دمای چند برابر مصرف دما به علت تخلیه جریان برگشتی گاز تغییر نماید. تغییر دما تقریباً با پیشرفت زمان بندی مصرف در ارتباط است و اثرات آن در حال حاضر در مقادیر نقشه برداری ضرایب شیب و افست در نظر گرفته می شوند. به همین دلیل باید μ را به گونه ای انتخاب کنید که به جای T_m به T_a بستگی داشته باشد:

این رابطه بین جریان هوا توده سیلندر و فشار منیفولد کل (هوا + گاز خروجی) به ما اجازه می دهد تا جریان هوا توده سیلندر و سیلندر شارژ-هوا را از اندازه گیری های MAP در قیاس با مورد VCT دو برابر برآورد نماییم:

$$\hat{m}_{cyl} = \frac{120}{Nn_{cyl}} \mu(T_a, T_e) (\alpha_1(N, \zeta_{cam})P_m + \alpha_2(N, \zeta_{cam})). \quad (4.2)$$

متأسفانه، روشن شده است که برآوردگر MAF مبتنی بر شارژ-هوا (3.5) به طور مستقیم قابل کاربرد نیست. این مسئله می تواند از این واقعیت ترسیم ناشی شود که پویایی P_m مورد استفاده در مشتق برآوردگر (3.5)، معادله زیر را برآورده می سازد

$$\dot{P}_m = \frac{RT_m}{V_m} (W_{th} - W_{cyl} + W_{egr}^{in} - W_{egr}^{out}). \quad (4.3)$$

با بازگشت به مشتق برآوردگر شارژ هوای مبتنی بر MAF، تنها می توان دید که مشتق زمانی فشار منیفولد را دید، و

نه فشار منیفولد به خودی خود، وارد این عبارت می شود. بنابراین در حالت ماندگار $W_{egr}^{in} = W_{egr}^{out}$. جریان-

بازگشتی EGR دارای یک اثر در برآورد شارژ-هوا نیست. با این حال در حالات گذرا، به ویژه هنگامی که ζ_{cam} به

سرعت تغییر می کند، $W_{egr}^{in} \neq W_{egr}^{out}$ که بر دقت برآورد هوا موثر می باشد. اگر مقدار جریان برگشتی EGR

شناخته شده باشد، می توانید اثر آن را بر شارژ هوا جبران کنید. اما اندازه گیری محتوای EGR با یک سنسور CO_2 قرار داده شده در منیفولد ورودی ممکن است نتیجه مورد نظر را ارائه دهد چرا که بسیاری از این گاز جریان بازگشتی به درون سیلندر دوباره کشیده می شود قبل از آن که با هوا در منیفولد ورودی مخلوط شود.

در نتیجه، ما باید راه متفاوتی برای طراحی برآوردگر شارژ-هوا از اندازه گیری سنسور MAF پیدا کنیم. به یاد بیاورید که، توسط قانون دالتون در مورد فشارهای جزئی، کل فشار در منیفولد ورودی با مجموع فشارهای جزئی از هوا و =

$$P_m = P_{air} + P_{egr} \cdot P_{air}$$

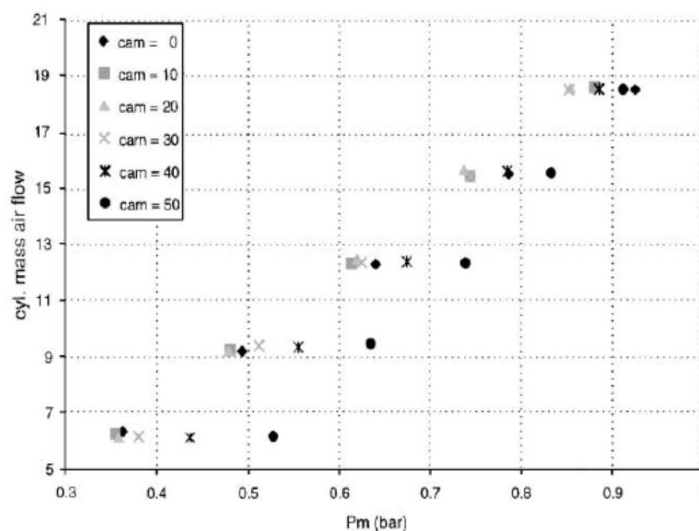
برابر است: از آنجا که هر یک از گازهای تشکیل دهنده ایده آل قانون گاز PV =

MRT را برآورده می سازد، می توانیم بنویسیم

$$\dot{P}_{air} = \frac{RT_m}{V_m}(W_{th} - W_{cyl}). \quad (4.4)$$

این معادله دارای همان شکل معادله فشار منیفولد کل VCT دو برابر است. علاوه بر این، می توانیم به طور منطقی فرض کنیم که رابطه تکراری بین P_{air} و m_{cyl} وجود دارد:

$$P_{air} = b_1(N, \zeta_{cam})m_{cyl} + b_2(N, \zeta_{cam}), \quad (4.5)$$



شکل 5. جریان هوای توده سیلندر به عنوان تابعی از فشار منیفولد ورودی و مصرف قبلی میل بادامک در 1000

:RPM

که در آن b_1 و b_2 ضرایب جدید شیب و جبران برای هوا می باشند. به خاطر سادگی، فاکتور تصحیح دما را در $\mu = 1$ تنظیم می نماییم. پس از استخراج مورد دو برابر، می توانیم برآوردگر شارژ-هوا را برای موتور VCT فقط- مصرف از همان شکلی که (3.5) است به دست آوریم:

$$\hat{m}_{cyl}(k) = \frac{1}{2b_1(k) - b_1(k-1) + RT_m/V_m} \times \left[b_1(k)\hat{m}_{cyl}(k-1) + \frac{RT_m}{V_m}m_{th}(k) - b_2(k) + b_2(k-1) \right]. \quad (4.6)$$

تفاوت معنی داری در مقایسه با مورد دو برابر اینست که داده های نقشه برداری موتور حالت پایدار را نمی توان برای تعیین ضرایب شیب و افست b_1 و b_2 مورد استفاده قرار داد به دلیل اینکه P_{air} شناخته شده نیست (نمی تواند اندازه گیری شود). در این گزارش، ما دو روش شناسایی پارامتر را برای تعیین ضرایب پیشنهاد می کنیم، با فرض اینکه داده های موتور گذرا شامل هر دوی MAF و MAP، و همچنین سرعت موتور و زمان بادامک، نمودارهای سیگنال در دسترس هستند. در ابتدا ما پارامترسازی خطی ضرایب شیب و افست را انتخاب می کنیم:

$$\begin{aligned} b_1(N, \zeta_{cam}) &= \sum_1^n b_{1i}\varphi_i(N, \zeta_{cam}), \\ b_2(N, \zeta_{cam}) &= \sum_1^n b_{2i}\varphi_i(N, \zeta_{cam}), \end{aligned} \quad (4.7)$$

که در آن $\varphi_i(N, \zeta_{cam})$ مناسب توابع پایه (چند جمله ای، RBFS، و غیره) انتخاب شده است. دوم، از فشار هوای ورودی منیفولد، سرعت موتور، و سیگنال های زمان بندی میل بادامک ما می توانیم شارژ-هوا برآورد متر \hat{m}_{cyl} سیلندر با استفاده از (4.2) و به دست آوردن تعریف یک مقدار شناخته شده

$$y = \frac{RT_m}{V_m}(m_{th} - \hat{m}_{cyl}).$$

با چینش دوباره (4.6) به دست می آوریم

$$y(k) = b_1(k)(2\hat{m}_{cyl}(k) - \hat{m}_{cyl}(k-1)) - b_1(k-1)\hat{m}_{cyl}(k) + b_2(k) - b_2(k-1). \quad (4.8)$$

با استفاده از پارامتری سازی خطی (4.7)، ما می توانیم (4.8) را بازنویسی نماییم

مانند

$$y(k) = \phi^T(k)B, \quad (4.9)$$

که در آن B بردار $N \times 2$ بعدی از پارامترهای ناشناخته است و $\phi(k)$ بردار قهقرایی شناخته شده است:

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} \\ \vdots \\ b_{1n} \\ b_{21} \\ \vdots \\ b_{2n} \end{bmatrix},$$

$$\phi(k) = \begin{bmatrix} (2m_{cyl}(k) - m_{cyl}(k-1))\varphi_1(k) - m_{cyl}(k)\varphi_1(k-1) \\ \vdots \\ (2m_{cyl}(k) - m_{cyl}(k-1))\varphi_n(k) - m_{cyl}(k)\varphi_n(k-1) \\ \varphi_1(k) - \varphi_1(k-1) \\ \vdots \\ \varphi_n(k) - \varphi_n(k-1) \end{bmatrix}.$$

عبارت (4.9) (برای مثال، فصل 3 از [19] و مراجع آن را ببینید،) به شکل استاندارد برای استفاده از روش های تخمین حداقل مربعات است. بنابراین، با توجه به موتور داده های جمع آوری شده در زمان گذرای لحظات $t = k\Delta t, k = 0, 1, \dots, K$ می توان حداقل مربعات برآورد B را به صورت زیر به دست آورد

$$\hat{B} = (\Phi^T \Phi)^{-1} \Phi^T Y, \quad (4.10)$$

جایی که

$$\Phi = \begin{bmatrix} \phi^T(1) \\ \vdots \\ \phi^T(K) \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} y(1) \\ \vdots \\ y(K) \end{bmatrix}.$$

در خط برآورد بازگشتی از پارامترهای B نیز ممکن است.

در شرایط ایده آل (یعنی بدون نویز اندازه گیری، "بردار قهقرایی به اندازه کافی غنی" [19]، و غیره) پارامترهای

\hat{B} توسط (4.10) به دست می آیند هنگام استفاده در برآوردگر بر اساس MAF شارژ-هوا (4.6) باید برآوردی را تولید کند که با برآورد بر اساس MAP (4.2) منطبق باشد.

5. کالیبراسیون ضرایب شیب و جبران

اگر کسی بخواهد از جمع آوری و پردازش داده های موتور در حالت گذرا که برای الگوریتم شناسایی در بالا مورد نیاز است اجتناب نماید، یک جایگزین، که در این بخش شرح داده شده است، یک روش کالیبراسیون ساده است که می تواند در یک سلول آزمون دینامومتر اجرا شود. اجازه دهید فرض کنیم که b_1 و b_2 ضرایب شیب و جبران، توابع تکراری از زمانبندی متغیر میل بادامک عبارتند از:

$$\begin{aligned} b_1(N, \zeta_{cam}) &= b_{11}(N)\zeta_{cam} + b_{10}(N), \\ b_2(N, \zeta_{cam}) &= b_{21}(N)\zeta_{cam} + b_{20}(N). \end{aligned} \quad (5.1)$$

این شکل برای تعیین ضرایب در یک محیط دینامومتر که در آن سرعت موتور را می توان تقریباً ثابت نگهداشت به طوری که پارامترهای b_{ij} ثابت باشند مرسوم است. یک وابستگی غیرخطی به زمانبندی متغیر میل بادامک نیز می تواند به شرح زیر جایگزین شود. اگر داده ها در یک وسیله نقلیه جمع آوری شوند که در آن سرعت موتور نمی تواند ثابت نگهداشته شود، ارائه متفاوتی از ضرایب شیب و افست ممکن است مناسب تر باشد.

وقتی پیش بادامک 0 است (زمان بندی پایه)، جریان برگشتی گاز اگزوز ناچیز است و می توان پارامترهای b_{i0} =

1؛ 2 را به طور مستقیم از داده های نقشه برداری موتور استاتیک معمولی تعیین نمود، زیرا $P_{air} = P_m$. از این

رو، ما باید این دو پارامتر شناخته شده در سراسر محدوده سرعت را در نظر بگیریم. اگر سرعت موتور ثابت نگه داشته شود، پارامترهای $b_{ij}(N)$ ثابت می باشند. در این مورد، معادله (4.8) را می توان به صورت زیر بازنویسی نمود

$$\begin{aligned} y(k) &- b_{10}(N)(\hat{m}_{cyl}(k) - \hat{m}_{cyl}(k-1)) \\ &= b_{11}(N)[\hat{m}_{cyl}(k)(2\zeta_{cam}(k) - \zeta_{cam}(k-1)) \\ &\quad - \hat{m}_{cyl}(k-1)\zeta_{cam}(k)] \\ &+ b_{21}(N)(\zeta_{cam}(k) - \zeta_{cam}(k-1)). \end{aligned} \quad (5.2)$$

توجه داشته باشید که، در حالت پایدار، هنگامی که متغیرهای در زمان های k و $k-1$ یکسان هستند، در سمت راست 0 است و (5.2) به $y(k) = 0$ فرو می ریزد. بنابراین، تنها امکان شناسایی پارامترهای b_{11} و b_{21} از (5.2) در طول عملیات گذرای موتور می باشد.

رویه تنظیم پارامترهای b_{11} و b_{21} می تواند با این مشاهده ساده سازی شود، زمانی که $\zeta_{cam}(k-1)$ رویه تنظیم پارامترهای b_{11} و b_{21} می تواند با این مشاهده ساده سازی شود، زمانی که $\zeta_{cam}(k) = \zeta_0 = \text{constant} \neq 0$ ، پارامتر b_{21} روی شارژ هوا تاثیر نمی گذارد. با تنظیم دست می آوریم

$$\begin{aligned} y(k) &- b_{10}(\hat{m}_{cyl}(k) - \hat{m}_{cyl}(k-1)) \\ &= b_{11}\zeta_0(\hat{m}_{cyl}(k) - \hat{m}_{cyl}(k-1)), \end{aligned} \quad (5.3)$$

که نشان می دهد که توسط تنظیم پارامتر b_{11} تک می توان برابری میان مقادیر را در سمت چپ و سمت راست و بنابراین، برآورد شارژ-هوای دقیق به دست آورد. ما تاکید داریم که متغیرها در هر دو طرف (5.3) به جز پارامتر b_{11} شناخته شده اند. شناسایی قابل اطمینان b_{11} مستلزم آن است که شارژ هوا به اندازه کافی با تغییر زاویه سوپاپ گاز تغییر یابد که سرعت موتور تقریباً ثابت نگهداشته می شود (در تنظیم دینامومتر ممکن است)، و ζ_0 انتخاب بیش از حد کوچک است. در واقع می توان چندین مقدار مختلف ζ_0 (به عنوان مثال، 10، 30، و 50 درجه

پیش) را برای تست این فرض می توان کنترل نمود که b_{11} در واقع تابع تکراری از زمانبندی متغیر میل بادامک است (5.1).

در حال حاضر با b_{11} پارامتر شناخته شده، ما به برآورد b_{21} روی می آوریم: برای این منظور، ما (5.2) با را حرکت تمام مقادیر شناخته شده در سمت چپ بازنویسی می نماییم:

$$\begin{aligned} y(k) - b_{10}(\hat{m}_{cyl}(k) - \hat{m}_{cyl}(k-1)) + b_{11}[\hat{m}_{cyl}(k)(2\zeta_{cam}(k) \\ - \zeta_{cam}(k-1)) - \hat{m}_{cyl}(k-1)\zeta_{cam}(k)] \\ = b_{21}(\zeta_{cam}(k) - \zeta_{cam}(k-1)). \end{aligned} \quad (5.4)$$

در حال حاضر، برای تنظیم پارامتر b_{21} ، پیشرفت میل بادامک متغیر است در حالی که سرعت موتور ثابت حفظ می شود (چون هیچ چیز توسط تغییر زاویه سوپاپ گاز به دست نمی آید، ما نشان می دهیم که باید ثابت نگه داشته شود). تنظیم خوب b_{21} زمانی به دست می آید که سمت چپ و راست (5.4) تقریباً به عنوان تغییرات زمان بندی میل بادامک مساوی باقی می ماند.

به طور خلاصه، در هر سرعت موتور ثابت N ، یعنی، 600، 1000؛ 1500 RPM؛ $b_{ij}(N)$ پارامترهای به صورت

دستی با استفاده از روش زیر تنظیم می شوند:

1. به دست آوردن مقدار نامی، یعنی، کالیبراسیون زمانبندی 0-میل بادامک (از جمله $b_{10}(N)$ و $b_{20}(N)$) از داده های نقشه برداری موتور معمولی.

2. تنظیم یک سیستم اکتساب داده که دسترسی زمان واقعی را به سیگنال های MAP، MAF، دور موتور، میل بادامک و زمان فراهم می کند. با استفاده از دومی، سه سیگنال، تراکم برآورد سرعت شارژ-هوا را محاسبه می کند (معادله (4.2)).

3. اجرای موتور با دینامومتر در حالت کنترل سرعت تعیین شده در $N = 600$ RPM:

4. در یک زمانبندی ثابت میل بادامک، یعنی $\zeta_0 = 10^\circ$ ؛ تنوع شارژ-هوا با تغییر زاویه سوپاپ گاز را القاء نمایید.

5. با تکرار مرحله 4 به دفعات مورد نیاز، پارامتر b_{11} را در طرف دست چپ و راست (5.3) حدوداً در حین گذرهای برابر تنظیم نمایید. به طریقی دیگر، تنظیم b_{11} را می توان با ساخت برآورد تراکم سرعت شارژ-هوا (4.2) را به یک مورد بر اساس MAF (4.6) با مجموعه b_1 و b_2 با توجه به (5.1) انجام داد.

6. مراحل 4 و 5 را با مقادیر مختلف از پیشرفت ζ_0 میل بادامک (یعنی 301 و 501) تکرار کنید. اگر مقادیر کالیبره شده b_{11} در مقادیر مختلف ζ_0 به اندازه کافی نزدیک باشند، مقدار نهایی b_{11} را برابر با متوسط سه تنظیم نمایید و به مرحله بعدی بروید. اگر اختلاف به اندازه کافی مهم باشد، از الگوریتم میل بادامک-وابستگی غیر خطی توضیح داده شده در زیر استفاده نمایید.

7. در باز شدن سوپاپ گاز ثابت، پیشرفت میل بادامک را به اندازه کافی برای القای تنوع شارژ-هوای قابل توجه تغییر دهید.

8. پارامتر b_{21} را برای به حداقل رساندن تفاوت بین چپ و سمت راست در (5.4) و یا به حداقل رساندن تفاوت بین برآورد شارژ-هوای داده شده توسط (4.2) و (4.6) تنظیم نمایید.

9. مراحل 4-8 را برای $N = 1000$ ؛ $N = 1500$ و غیره برای به دست آوردن $b_{il}(N)$ تکرار کنید.

در مورد زمانی که وابستگی b_1 و b_2 به میل بادامک به خوبی توسط خطوط مستقیم تقریب زده نمی شود، همانطور که در (5.1) فرض شده است، می توان به شرح زیر ادامه داد. طیف وسیعی از مقادیر ممکن را برای میل بادامک به چند فواصل تقسیم نمایید. اینمورد زمانی که دو بخش استفاده می شود در شکل 6 نشان داده شده است.

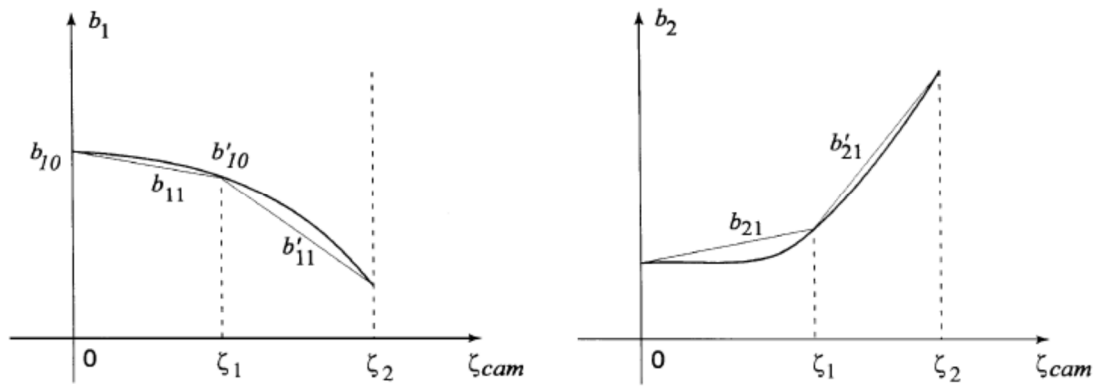
به منظور برآورد پارامتر b_{11} ، ζ_0 باید کمتر از ζ_1 (مثلاً $\zeta_0 = \zeta_1/2$) برای مراحل 4 و 5 الگوریتم تنظیم

انتخاب شود. با b_{11} شناخته شده، برای به دست آوردن b'_{11} ، از $\zeta_0 = (\zeta_2 + \zeta_1)/2$ و

$b'_{10} = b_{10} + b_{11}\zeta_1$ به جای b_{10} در مراحل 4 و 5 استفاده می کنیم. پس از اینکه b'_{11} به دست می آید،

کالیبراسیون b_1 در سرعت موتور معین کامل می شود. با تغییر ζ_{cam} بین 0 و ζ_1 (برای b_{21}) و بین ζ_1 و ζ_2

(برای b'_{21}) در مراحل 7 و 8 از الگوریتم کالیبراسیون، پارامترهای b_{21} و b'_{21} را شناسایی می‌نماییم. در نهایت، این فرآیند در سرعت‌های مختلف موتور تکرار می‌شود تا کالیبراسیون کامل برای ضرایب شیب و افست برای هوا به دست آید.



شکل 6. با انتخاب مناسب پارامترها، می‌توان یک تقریب خوب از b_1 و b_2 را به دست آورد:

6. نتیجه گیری

سیستم‌های زمان بندی متغیر میل بادامک، که در موتورهای خودروی مدرن برای بهبود صرفه جویی سوخت، تولید گازهای گلخانه‌ای، گشتاور و قدرت معرفی می‌شود، یک مشکل چالش آور را با توجه به طراحی برآوردگر شارژ هوا ارائه می‌دهد. در این مقاله، مسائل طراحی برآوردگر را برای دو سیستم VCT، دو برابر و فقط-مصرف در نظر گرفته ایم که بر مکانیزم‌های مختلف برای ارائه چرخش دوباره گاز اگزوز متکی است. با توجه به برآورد شارژ-هوا، VCT فقط-اگزوز شبیه به مورد دو برابر است. برای موتورهای VCT مصرف پیشرفته، استدلال کرده ایم که داده‌های نقشه برداری موتور حالت پایدار معمولی ممکن است اطلاعات کافی را برای انتخاب پارامترهای برآوردگر فراهم نکنند. با پارامتری سازی مناسب ضرایب پمپاژ موتور، ما نشان داده ایم که روش استاندارد حداقل مربعات را می‌توان به داده‌های گذرا موتور برای تعیین پارامترهای برآورد به کار برد. در یک سلول آزمون دینامومتر که در آن سرعت موتور را می‌توان ثابت نگهداشته شود، پارامترها به طور موثر می‌توانند در یک زمان تنظیم شود. تأیید تجربی این نتایج، یک موضوع برای تحقیقات آینده باقی مانده است.

References

- [1] Duckworth, R.F., Barker, L., A comparative study of variable camshaft phasing and port throttling for performance and emissions, SAE Technical Paper 960 580 (1996).
- [2] Leone, T.G., Christenson, E.J., Stein, R.A., Comparison of variable camshaft timing strategies at part load, SAE Paper 960 584 (1996).
- [3] Meacham, G.B., Variable cam timing as an emission control tool, SAE Paper No. 700 645 (1970).
- [4] Stein, R.A., Galietti, K.M., Leone, T.G., Dual equal VCT—a variable camshaft timing strategy for improved fuel economy and emissions, SAE Paper 950 975 (1995).
- [5] Asmus, T.W., Perspectives on applications of variable valve timing, SAE Paper 910 445 (1991).
- [6] Moriya, Y., et al., A newly developed intelligent variable valve timing system—continuously controlled cam phasing as applied to new 3 liter inline 6 engine, SAE Paper 960 579 (1996).
- [7] Matsuki, M., et al., Development of a lean burn engine with variable valve mechanism, SAE Technical Paper 960 583 (1996).
- [8] Chattopadhyay, A., The practical application and effects of a variable event valve timing engine, SAE Technical Paper 930 825 (1993).
- [9] Flierl, R., Kluting, M., The third generation of valvetrains—new fully variable valvetrains for throttle-free load control, SAE Paper 2000-01-1227 (2000).
- [10] Pierik, R.J., Burkhard, J.F., Design and development of a mechanical variable valve actuation system, SAE Paper 2000-01-1221 (2000).
- [11] Ashab, M.S., et al., Camless engine control for robust unthrottled operation, SAE Technical Paper 981 031, 1998.
- [12] Steinberg, R., et al., A fully continuous variable cam timing concept for intake and exhaust phasing, SAE Paper 980 767 (1998).
- [13] Jankovic, M., Magner, S., Air-charge estimation and prediction in spark ignition internal combustion engines, Proc. American Control Conf., San Diego, CA, June (1999).
- [14] Kiencke, U., Nielsen, L., Automotive Control Systems, Springer, Berlin (2000).
- [15] Powell, B.K., Cook, J.A., Nonlinear low frequency phenomenological engine modeling and analysis, Proc. American Control Conf., pp. 332-340 (1987).
- [16] Grizzle, J.W., Cook, J.A., Milam, W.P., Improved air charge estimation for transient air-fuel ratio control, Proc. American Control Conf., Baltimore, MD (1994).
- [17] Hendricks, E., et al., Modeling of the intake manifold filling dynamics, SAE Paper 960 037 (1996).
- [18] Haywood, J.B., Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, New York (1988).
- [19] Astrom, K.J., Wittenmark, B., Adaptive Control, Addison-Wesley, Reading, MA (1989).

ترجمه فا



TarjomeFa.Com

برای خرید فرمت ورد این ترجمه، بدون واتر مارک، اینجا کلیک نمایید.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی