دانشکده فنی

پایان نامه کارشناسی ارشد

کنترل کاهش هیدروکربن های نسوخته در شروع به کار سرد موتورهای SI

از:

امیر نقش جهان

استاد راهنما:

دکتر کاظم آتشکاری

خرداد ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن

الرحيم

دانشکده فنی

گروه مکانیک

گرایش تبدیل انرژی

کنترل کاهش هیدروکربن های نسوخته در شروع به کار سرد موتورهای SI

از

امیر نقش جهان

استاد راهنما

دکتر کاظم آتشکاری

استاد مشاور

مهندس امیر حاجیلو

خرداد ۱۳۹۰

تقدیم به

پدر و مادر مهربانم

با سپاس فراوان از زحمات و راهنمایی های جناب آقای دکتر آتشکاری و همچنین همکاری جناب آقای مهندس حاجیلو و کلیه عزیزانی که در به پایان رساندن این رساله اینجانب را یاری فرمودند.

فهرست

عنوان صفحه

فهرست جدول ها.....د

فهرست شکل ها.....ذ

فهرست علائم اختصاری.....ز

چکیده فارسی.....ص

چکیده انگلیسی.....ض

فصل اول: مقدمه.....۱

۱-۱ پیشگفتار.....۲

۱-۲ محدودیت های عملکرد سرد موتور.....۳

۱-۲-۱ احتراق ناقص.....۴

۱-۲-۲ مرطوب بودن دیوار.....۴

۱-۲-۳ رقیق شدن روغن موتور به وسیله سوخت.....۵

۱-۲-۴ نشت کردن سوخت از طریق دریچه های ورودی و خروجی.....۵

۱-۲-۵ گیر افتادن و رها شدن شارژ سوخت در شکافهای محفظه احتراق.....۶

۱-۲-۶ غیر فعال بودن سیستم کاهنده آلودگی.....۷

۱-۳ تکنولوژی های جایگزین برای کاهش آلودگی های هیدروکربنی در عملکرد سرد.....۷

۱-۳-۱ گرم کردن سیستم کاهنده آلودگی به وسیله الکتریسیته.....۷

۱-۳-۲ تزریق کردن مستقیم هوا.....۸

۱-۳-۳ آماده سازی سوخت.....۸

۱-۳-۴ عایق کردن سیستم کاهنده آلودگی.....۹

۱-۳-۵ جذب سطحی کردن هیدروکربن.....۹

۱-۳-۶ سیستم های دیگر.....۱۰

۱-۴ هدف پایان نامه..... ۱۰
۱-۵ مطالب ارائه شده در این پایان نامه..... ۱۱

فصل دوم: مدل سازی احتراق موتور در حالت عملکرد سرد..... ۱۲

۲-۱ مقدمه..... ۱۳
۲-۲ محاسبه گرمای واقعی تولید شده..... ۱۳
۲-۳ مدل سازی انتقال حرارت محفظه احتراق..... ۱۴
۲-۳-۱ روش هایی برای مدل سازی انتقال حرارت محفظه احتراق..... ۱۴
۲-۳-۲ مدل انتقال حرارت در داخل محفظه احتراق..... ۱۵
۲-۳-۳ روابط مورد استفاده برای محاسبه ضریب انتقال حرارت جابجایی..... ۱۶
۲-۳-۴ محاسبه مساحت سطوح..... ۱۷
۲-۴ تخمین هیدروکربن های نسوخته در محفظه احتراق..... ۱۸
۲-۵ مدل سازی گرمای آزاد شده با توجه به سوختن سوخت..... ۱۹

فصل سوم: مدل سازی سیستم کاهنده آلودگی..... ۲۴

۳-۱ مقدمه..... ۲۵
۳-۲ تکنولوژی سیستم کاهنده آلودگی رایج..... ۲۵
۳-۲-۱ تکنولوژی اکسیده کردن در سیستم کاهنده آلودگی..... ۲۵
۳-۲-۲ کاتالیست کاهنده..... ۲۶
۳-۲-۳ سیستم های سه مرحله ای کاهنده آلودگی..... ۲۶
۳-۲-۴ عناصر کانورتور..... ۲۷
۳-۳ مدل های سیستم کاهنده آلودگی موجود..... ۲۸
۳-۳-۱ مدل های فیزیکی..... ۲۸
۳-۳-۲ مدل های ساده شده جنبشی..... ۲۸

۳-۳-۳ مدل ساده شده ذخیره و تبدیل..... ۲۹
۳-۴ مدل حرارتی سیستم کاهنده آلودگی..... ۲۹
۳-۴-۱ مدل لوله اگزوز..... ۲۹
۳-۴-۲ دینامیک سیستم کاهنده آلودگی..... ۳۱
۳-۴-۳ مدل ذخیره سازی اکسیژن..... ۳۶
۳-۴-۴ راندمان تبدیل..... ۳۷
۳-۵ محاسبه هیدروکربن های خارج شده از اگزوز..... ۳۸
۳-۶ شبیه سازی عملکرد گرم شدن کانورتور..... ۳۸
۳-۷ خلاصه مطالب..... ۴۲

فصل چهارم: مدل سازی مقدار میانگین برای یک موتور انژکتوری..... ۴۴

۴-۱ مقدمه..... ۴۵
۴-۲ دینامیک مسیر هوای ورودی..... ۴۵
۴-۲-۱ دبی هوای عبور کرده از دریچه گاز..... ۴۷
۴-۲-۲ دبی هوای خروجی مانیفلد..... ۴۸
۴-۳ گشتاور و دور موتور..... ۵۰
۴-۴ دینامیک تزریق سوخت..... ۵۱
۴-۵ اندازه گیری نسبت هوا به سوخت..... ۵۳
۴-۶ دینامیک دمای گازهای خروجی از موتور..... ۵۳

فصل پنجم: الگوریتم ژنتیک و کنترلر PID..... ۵۵

۵-۱ الگوریتم ژنتیک..... ۵۶
۵-۱-۱ اصطلاحات مورد استفاده در الگوریتم ژنتیک..... ۵۶
۵-۱-۲ نحوه عملکرد GA..... ۵۸

۵-۲ کنترلر PID ۶۱
۵-۲-۱ عبارت تناسبی ۶۱
۵-۲-۲ عبارت انتگرالی ۶۲
۵-۲-۳ عبارت مشتقی ۶۳
۵-۲-۴ جمع بندی ۶۴
۵-۳ تنظیم ضرایب کنترلر PID ۶۴

فصل ششم: نتایج و نمودارها ۶۶

۶-۱ مقدمه ۶۷
۶-۲ شبیه سازی ۶۷
۶-۳ طراحی کنترلر ۶۹
۶-۴ رفتار دینامیکی سیستم کاهنده آلودگی ۷۹
۶-۵ نتیجه گیری و پیشنهاد ۸۱

منابع و مراجع ۸۳

پیوست ۸۷

فهرست جدول ها

جدول (۱-۱) استاندارد آلودگی اروپا برای اتومبیل های شخصی بر حسب g/km ۳

جدول (۵-۱) برخی از تفاوت‌های GA با سایر روش‌های بهینه سازی ۵۶

جدول (۶-۱) مقدار ضرایب بهینه کنترلر PID برای کنترل دمای گازهای خروجی از موتور ۷۲

جدول (۶-۲) مقدار ضرایب بهینه کنترلر PID برای کنترل دور موتور ۷۲

جدول (۶-۳) مقدار ضرایب بهینه کنترلر PID برای کنترل نسبت هوا به سوخت ۷۲

فهرست شکل ها

شکل (۱-۱) شکاف ذخیره شونده شارژ سوخت..... ۶

شکل (۱-۲) شماتیک گرم کردن یک سیستم کاهنده آلودگی به وسیله الکتریسیته..... ۷

شکل (۱-۳) شماتیک یک سیستم جذب کننده هیدروکربن..... ۹

شکل (۲-۱) محفظه احتراق به عنوان یک سیستم بسته تک ناحیه ای..... ۱۴

شکل (۲-۲) تغییرات سوختن برای مخلوط هوا و سوخت رقیق..... ۲۱

شکل (۲-۳) تغییرات سوختن اصلاح شده برای مخلوط هوا و سوخت غنی..... ۲۱

شکل (۲-۴) تغییرات سوختن بر اساس زمان جرقه..... ۲۲

شکل (۲-۵) کسر جرم سوخته نشده بر حسب تغییرات نسبت هوا به سوخت..... ۲۳

شکل (۳-۱) نمونه ای از سیستم سه مرحله ای کاهنده آلودگی..... ۲۷

شکل (۳-۲) شماتیک لوله اگزوز..... ۳۰

شکل (۳-۳) تغییرات دمای گازها در لوله اگزوز بر اساس طول لوله..... ۳۲

شکل (۳-۴) نتایج گرم شدن سیستم کاهنده آلودگی در زمان عملکرد سرد..... ۳۴

شکل (۳-۵) تغییرات دمای کانورتور بر حسب زمان..... ۳۶

شکل (۳-۶) تغییرات پروفایل وب با پارامترهای مختلف نمودار وب..... ۳۷

شکل (۳-۷) تغییرات راندمان تبدیل کانورتور برای HC=1000ppm، AFR=14.7، $T_{exh} = 500$..... ۳۹

شکل (۳-۸) تغییرات راندمان تبدیل کانورتور برای HC=5000ppm، AFR=14.7، $T_{exh} = 700$..... ۳۹

شکل (۳-۹) تغییرات راندمان تبدیل کانورتور برای HC=10000ppm، AFR=14.7، $T_{exh} = 900$..... ۴۰

شکل (۳-۱۰) تغییرات مجموع هیدروکربن های خارج شونده از اگزوز برای HC=5000ppm، AFR=14.7و $\dot{m}_{exh} = 15\ g/s$..... ۴۰

شکل (۳-۱۱) تغییرات مجموع هیدروکربن های خارج شونده از اگزوز برای $T_{exh} = 700℃$، AFR=14.7و $\dot{m}_{exh} = 15\ g/s$..... ۴۱

شکل (۳-۱۲) تغییرات مجموع هیدروکربن های خارج شونده از اگزوز برای HC=5000ppm، AFR=14.7و $T_{exh} = 700℃$..... ۴۲

شکل (۴-۱) مدل مانیفلد ورودی و جریان هوای ورودی و خروجی از آن..... ۴۵

شکل (۴-۲) مدل لایه سوخت روی دیواره مانیفلد..... ۵۲

شکل (۵-۱) چگونگی تغییر در پاسخ به ازای مقادیر مختلف K_p..... ۶۲

شکل (۵-۲) چگونگی تغییر در پاسخ به ازای مقادیر مختلف K_i..... ۶۳

شکل (۵-۳) چگونگی تغییر در پاسخ به ازای مقادیر مختلف K_d..... ۶۳

شکل (۶-۱) تغییرات در دور موتور به دلیل تغییر در زمان جرقه..... ۶۸

شکل (۶-۲) تغییرات در نسبت هوا به سوخت به دلیل تغییر در زاویه دریچه گاز..... ۶۸

شکل (۶-۳) جبهه پارتو..... ۷۰

شکل (۶-۴) اثر کنترلر در رساندن دمای گازهای خروجی به مقدار مورد نیاز..... ۷۳

شکل (۶-۵) چگونگی تغییر در زمان جرقه به منظور کنترل دمای گازهای خروجی از موتور..... ۷۴

شکل (۶-۶) اثر کنترلر در کاهش انحراف دور موتور نسبت به مقدار مرجع..... ۷۴

شکل (۶-۷) چگونگی تغییر در زاویه دریچه گاز به منظور کنترل دور موتور..... ۷۵

شکل (۶-۸) اثر کنترلر در کاهش انحراف AFR نسبت به مقدار استوکیومتریک آن..... ۷۵

شکل (۶-۹) چگونگی تغییر در مقدار سوخت تزریق شده از انژکتور به منظور کنترل نسبت هوا به سوخت..... ۷۶

شکل (۶-۱۰ الف) اثر کنترلر در رساندن دمای گازهای خروجی به مقدار مورد نیاز..... ۷۶

شکل (۶-۱۰ ب) اثر کنترلر در کاهش انحراف دور موتور نسبت به مقدار مرجع..... ۷۷

شکل (۶-۱۰ ج) اثر کنترلر در کاهش انحراف AFR نسبت به مقدار استوکیومتریک آن..... ۷۷

شکل (۶-۱۱) اثر کنترلر در کاهش انحراف دور موتور نسبت به مقدار مرجع بر اثر تغییر در گشتاور بار..... ۷۸

شکل (۶-۱۲) اثر کنترلر در کاهش انحراف AFR نسبت به مقدار استوکیومتریک آن بر اثر تغییر در گشتاور بار..... ۷۸

شکل (۶-۱۳) رفتار گرم شدن سیستم کاهنده آلودگی..... ۷۹

شکل (۶-۱۴) تغییرات راندمان تبدیل کانورتور..... ۸۰

شکل (۶-۱۵)تغییرات مجموع هیدروکربن های خارج شونده از اگزوز..... ۸۰

فهرست علائم اختصاری

A_h: مساحت سطح بالای سیلندر

A_p: مساحت سطح بالای پیستون

A_w: مساحت دیواره های سیلندر

AFR: نسبت هوا به سوخت

AFI: تاثیر نسبت هوا به سوخت

B: قطر

c_p: گرمای ویژه در فشار ثابت

c_v: گرمای ویژه در حجم ثابت

D: قطر مشخصه کانال سیستم کاهنده آلودگی

H_0: ارزش حرارتی سوخت

h: ضریب انتقال حرارت جابجایی

HC_{out}: آلودگی های هیدروکربنی خارج شده از اگزوز

K: قابلیت هدایت حرارتی گازها

m_f: جرم سوخت در محفظه احتراق

m_u: جرم سوخت نسوخته

m_r: جرم گازهای باقی مانده در سیلندر

m_a: جرم هوای مکش شده در مرحله مکش

$\dot{m}_{exh}$: نرخ دبی جرمی گازهای خروجی از محفظه احتراق

$\dot{m}_{ap}$: دبی جرم هوای وارد شده به مانیفلد ورودی

$\dot{m}_{at}$: دبی جرم هوای عبور کرده از دریچه گاز

$\dot{m}_f$: دبی جرمی سوخت تزریق شونده به سیلندرها

$\dot{m}_{ff}$: جرم سوخت روی دیواره

$\dot{m}_{fi}$: دبی جرمی سوخت خارج شده از انژکتور

n: دور موتور

Nu: نیز عدد نوسلت

P: فشار آنی سیلندر

p_c: فشار بحرانی

Q_{theor}: گرمای آزاد شده به دلیل سوختن کامل

Q_{act}: گرمای واقعی آزاد شده در یک سیکل کاری موتور

Q_{hl}: گرمای هدر رفته

$\dot{Q}_{cat}$: نرخ تغییر در انرژی داخلی کانورتور

$\dot{Q}_{gen}$: حرارت اضافه شده به دلیل اکسید شدن هیدروکربن ها

$\dot{Q}_{in}$: گرمای اضافه شده به کانورتور دلیل گازهای داغ

$\dot{Q}_s$: حرارت از دست رفته از طریق سطح کانورتور به محیط اطراف

r_c: نسبت تراکم

R: ثابت گازها

S_p: سرعت متوسط پیستون

SI: تاثیر زمان جرقه

T: دمای گازهای درون محفظه احتراق

$\mathrm{T_{exh}}$: دمای گازهای خروجی از محفظه احتراق

T_∞: دمای محیط

T_i: دمای مانیفلد

T_{mean}: میانگین دمای کانورتور

T_{cat}: دمای کانورتور

T_{w}: دمای دیواره های سیلندر

W: سرعت متوسط گازهای درون سیلندر

$\mathrm{V_d}$: حجم جابجایی

V_i: حجم مانیلد ورودی

X_r: نسبت جرم گازهای باقی مانده به کل جرم مخلوط سوخت وهوا در محفظه احتراق

$\mathrm{X_{HC}}$: شدت هیدروکربن های خروجی از سیستم کاهنده آلودگی

$\mathrm{X_f}$ نسبت سوخت نشسته بر روی دیواره

γ: نسبت گرماهای ویژه هوا

η_t: بازده حرارتی

η_{opt}: بازده حرارتی بهینه

α: زمان جرقه

α_{opt}: زمان جرقه بهینه

τ_f: ثابت زمانی تبخیر

δQ_{act}: گرمای تولید شده واقعی

δU: تغییر در انرژی درونی گازها

δW: کار انجام شده توسط پیستون

چکیده

کنترل کاهش هیدروکربن های نسوخته در شروع به کار سرد موتورهای SI
امیر نقش جهان

امروزه، این واقعیت که بیشترین آلودگی منتشر شده در یک سیکل کارکردی موتور خودرو در زمان عملکرد سرد موتور صورت می پذیرد اثبات شده است. این واقعیت به دلیل هیدروکربن های نسوخته بیشتردر هنگام عملکرد سرد موتور است. تلاش های بسیاری به منظور کاهش آلودگی های ناشی از هیدروکربن های نسوخته انجام پذیرفته است، ولی یکی از بهترین وسیله ها برای کاهش این آلودگی سیستم های سه مرحله ای کاهنده آلودگی می باشد. متاسفانه در زمان عملکرد سرد موتور سیستم کاهنده آلودگی برای مدت زمان مشخصی (که به زمان شروع شناخته میشود) غیر فعال است. در نتیجه برای کاهش آلودگی ناشی از مدت زمان عملکرد سرد، کاهش این زمان لازم به نظر می رسد. سیستم های کنترلی به نظر راه حل قابل اعتماد و از لحاظ اقتصادی به صرفه ای برای حل مشکل این آلودگی ها در زمان عملکرد سرد موتور به نظر می رسد. هدف از انجام این پایان نامه مدل کردن و کنترل هیدروکربن های خروجی درحالت سرد موتور با رسیدن سریعتر به زمان شروع به کار سیستم سه مرحله ای کاهنده آلودگی می باشد. این پایان نامه را می توان به سه قسمت اصلی مدل کردن موتور، مدل کردن سیستم سه مرحله ای کاهنده آلودگی و استراتژی کنترل تقسیم کرد. در قسمت اول، پیش بینی هیدروکربن های نسوخته موتور توضیح داده می شود. برای این منظور، تفاوت بین گرمای تولید شده واقعی و تئوری دریک سیکل محاسبه می شود. در قسمت دوم، مدل سیستم کاهنده آلودگی بر اساس پیش بینی رفتار گرم شدن کانورتور با توجه به انتقال حرارت از گازهای خروجی و محیط اطراف توضیح داده میشود و در قسمت سوم، استراتژی کنترل برای رسیدن سریعتر به زمان شروع به کار توضیح داده می شود. برای رسیدن به این هدف، گرمای گازهای خروجی ازموتور با کنترل زمان جرقه در مقدار دلخواه نگه داشته می شود.

کلید واژه: موتورهای SI – هیدروکربن های نسوخته - سیستم های کاهنده آلودگی – زمان جرقه – شرایط عملکرد سرد- کنترل

Abstract

Model-based control of UBHC in a SI engine under cold start condition

Amir Naghshejahan

Nowadays, it has been proven that up to 90% of HC pollution emitted by an automobile in a typical drive cycle, take place during cold start period of the engine because of more unburned hydrocarbon (UBHC) during cold start operation. Many efforts have been taken in order to reduce HC emissions, but one of the best devices to reduce emissions is catalytic converter. Unfortunately, in cold start period catalytic converter is inactive for specific time called light off time. In order to reduce HC emissions, reducing this time seems necessary. A model-based control strategy seems reliable and cost efficient solution to the cold start hydrocarbon reduction problem.

The objective of this dissertation is modeling and control of cold start hydrocarbon emissions with achieving quick catalytic convertor light off. This dissertation could be investigated in three main parts:

- Modeling of engine
- Modeling of catalytic converter
- Control strategy

In the first part, predicting engine UBHC is developed. For this purpose, the difference between actual heat release and theoretically heat release over one cycle is calculated.

In the second part, a catalytic converter model is developed to predict the cold start warm up behavior of the catalyst, accounting for heat transfer from the exhaust and to the surroundings. Heat generation of Carbon Monoxide (CO) and HC oxidation is taken into account and the catalyst conversion efficiency is parameterized using a 2-dimensional Wiebe function of air-fuel ratio (AFR) and temperature.

In the third part, control strategy to achieve quick catalytic light off is developed. To achieve this purpose, exhaust gas temperature is kept at the desired level, by controlling the spark timing. The proposed control strategy is based on separate analysis of the engine and the catalytic converter.

Key words: SI engine, UBHC control, Three way catalytic converter, Spark timing, Cold start condition, Control

فصل اول

مقدمه

۱-۱ پیشگفتار

۱-۲ محدودیت های عملکرد سرد موتور

۱-۳ تکنولوژی های جایگزین برای کاهش آلودگی های هیدروکربنی در عملکرد سرد

۱-۴ بیان مسئله

۱-۵ مطالب ارائه شده در این پایان نامه

۱-۱ پیشگفتار

در ۱۰۰ سال گذشته استفاده از اتومبیل روند رو به رشد چشمگیری داشته است که پیامد آن مصرف بیشتر سوخت های هیدروکربنی و درنتیجه افزایش گازهای مضر می باشد. امروزه اتومبیل نقشی اساسی در زندگی انسان ها بازی می کند و مفهوم حمل و نقل شخصی به صورت وسیعی قابل مشاهده است. متأسفانه، استفاده از اتومبیلهای شخصی به تولید آلودگی های محیطی که به صورت غیر قابل قبولی زیاد هستند به ویژه در محیط های پر تراکم شهری منجر می شوند. گازهای مضری که به دلیل احتراق سوخت های فسیلی در موتور اتومبیل تولید می شوند می توانند باعث تولید گازهای گلخانه ای، نقصان در لایه اوزون و اختلال در سلامتی مانند بیماری های تنفسی و غیره شوند.

هر روزه تلاش های زیادی به منظور کاهش آلودگی های ناشی از اتومبیل صورت می پذیرد. این تلاش ها شامل توسعه دادن کارائی سوخت اتومبیل، توسعه دادن سیستم های کاهنده آلودگی[1] و همچنین توسعه کنترلرهای الکترونیکی برای استفاده در اتومبیل می شوند. وسعت آسیب های ناشی از آلودگی های ناشی از اتومبیل برای اولین بار در حدود ۵۰ سال پیش [۱] به صورت رسمی مورد پذیرش قرار گرفت و به فاصله اندکی پس از آن قوانینی در جهت محدود کردن تولید این آلودگی ها تصویب شدند. قوانین مربوط به آلودگی های ناشی از اتومبیل در ۳۰ سال گذشته روز به روز سخت تر شده اند تا آنجایی که منجر به کاهشی چشمگیر در مقدار آلودگی ها در اتومبیل های جدید شده اند.

قوانین جدید در مورد میزان آلودگی ها و همچنین تست های کیفیت باعث افزایش تقاضا برای به حداقل رساندن آلودگی های ناشی از هیدروکربن های نسوخته[2] در حالت شروع به کار سرد وسایل نقلیه شده است به دلیل این واقعیت که بیشترین آلودگی منتشر شده در یک سیکل کارکردی موتور خودرو در زمان عملکرد سرد موتور صورت می پذیرد. در نتیجه کاهش آلودگی های ناشی از هیدروکربن های نسوخته که در حالت شروع به کار سرد وسایل نقلیه تولید می شوند ضروری به نظر می رسد.

در چندین سال اخیر اتحادیه اروپا و همچنین دیگر کشورهای جهان قوانینی مربوط به میزان آلودگی های ناشی از اتومبیل را اجرا می کنند. این قوانین روز به روز در حال دقیقتر شدن می باشند. در نتیجه تلاش برای کاهش هر چه بیشتر این آلودگی ها کاملا ضروری به نظر می رسد. استانداردهای آلودگی اروپا محدودیت های قابل قبولی را برای خودروهای جدیدی که در اتحادیه اروپا فروخته می شوند، تعیین کرده است.

[1] Catalytic converters
[2] HC emissions

جدول (۱-۱) استاندارد آلودگی اروپا برای اتومبیل های شخصی بر حسب g/km

	Date	CO	THC	NMHC	NOx	HC+NOx	PM
Euro 1	July 1992	2.72(3.16)	-	-	-	0.97(1.13)	-
Euro 2	January 1996	2.2	-	-	-	0.5	-
Euro 3	January 2000	2.3	0.20	-	0.15	-	-
Euro 4	January 2005	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Euro 5	September 2009	1.000	0.100	0.068	0.060	-	0.005
Euro 6	September2014	1.000	0.100	0.068	0.060	-	0.005

امروزه، محدودیت هایی برای آلودگی هایی مانند NOx[۱]، THC[۲]، NMHC[۳]، CO[۴]و PM[۵] برای تمامی وسایل نقلیه مانند اتومبیل های شخصی، کامیون ها، قطارها و ماشین آلات مشابه وضع شده است. برای هر نوع وسیله نقلیه استانداردهای مخصوصی وجود دارد. به عنوان مثال استانداردهای مربوط به اتومبیل های شخصی بر اساس قوانین اتحادیه اروپا در جدول (۱-۱) آورده شده است.

سه آلودگی اصلی که در اتومبیل های جدید بیشتر در نظر گرفته می شوند عبارتند از مونو اکسید کربن (CO)، اکسیدهای نیتروژن (NOx) و هیدروکربن های نسوخته. آلودگیهای ناشی از هیدروکربن های نسوخته معمولا جزء THC ها گروه بندی می شوند. امروزه استفاده از موتور های هوشمند و سیستم های سه مرحله ای کاهنده آلودگی[۶] باعث کاهش زیاد این آلودگی ها شده اند. اگرچه در آینده قوانین سخت گیرانه تری برای کاهش این آلودگی ها وضع خواهند شد و همچنین بررسی های دقیق تری باید صورت پذیرد تا آلودگی های ناشی از عملکرد سرد موتور نیز کاهش یابد زیرا در این حالت موتور و سیستم کاهنده آلودگی هنوز به دمای عملکرد نرمال نرسیده اند.

۱-۲ محدودیت های عملکرد سرد موتور

دلایل زیادی برای تولید بیشتر آلودگی های ناشی از هیدرکربن های نسوخته در مدت زمان عملکرد سرد موتور وجود دارند. مدت زمان عملکرد سرد موتور به زمانی گفته می شود که که درجه حرارت موتور و سیستم کاهنده آلودگی به میزان

[1] Nitrogen oxides
[2] Total hydrocarbon
[3] Non-methane hydrocarbons
[4] Carbon monoxide
[5] Particulate matter
[6] Three way catalytic converters