SETSCI Conference Indexing System,
Volume 2 (2018), 151-152

ISAS 2018
I[st] International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies
April 11-13, 2018, Kemer-Antalya, Turkey

İçten Yanmalı Motorlar için Partikül Filtreleri

Nurcan Calis Acikbas[1], Gokhan Acikbas[2], Selçuk Özcan[3], Seref Soylu[4*]
[1*]*Metallurgy and Materials Engineering Department, Bilecik Seyh Edebali University, Turkey*
[2]*Metallurgy Program, Bilecik Seyh Edebali University, Turkey*
[3]*Chemical Engineering Department, Bilecik Seyh Edebali University, Turkey*
[4*]*Mechanical Engineering Department, Bilecik Seyh Edebali University, Turkey*
[*]*Corresponding author: seref.soylu@bilecik.edu.tr*
[+]*Speaker: seref.soylu@bilecik.edu.tr*
Presentation/Paper Type: Poster / Abstract

Özet - Ekonomik gelişme ve refah seviyesi ile beraber artan motorlu taşıtlar hava kirliliğini de beraberinde getirmektedir. İçten yanmalı motor (İYM) kaynaklı Partikül Madde (PM) emisyonları kontrolü oldukça zor ve insan sağlığı için son derece zararlı emisyonlardır. Gelişen egzoz gazı arıtma sistemi teknolojileri ile beraber Avrupa ve ABD'de getirlen Emisyon Standartları motorlu taşıt kaynaklı emisyonlara önemli sınırlamalar getririlmiştir fakat artan taşıt sayısı sebebi ile bu emisyonlar insan sağlığı için önemli tehlike olmaya devam etmektedir. Partikül Filtresi (PF) günümüzde partikül kontrolü için en etkin yöntemdir ve dizel motorlarda Dizel Partikül Filtresi (DPF) egzoz gazı arıtma sistemlerinin en önemli parçalarındandır. Bununla beraber önümüzdeki yıllarda uygulamaya geçecek olan yeni yönetmelikler ile beraber benzinli motorlarda da (özellikle doğrudan yakıt enjeksiyonlu motorlarda) Benzin Partikül Filtresi (GPF) olarak kullanılması beklenmektedir. Partikül Filtreleri gözenekli yapıları sayesinde adeta bir çay süzgeci gibi Partikül Maddeleri (PM) egzoz gazından ayırırlar. Daha sonra PF'si içerisinde biriken bu PM'lerin egzoz geri basıncında aşırı yükselmelere sebep olmaması için yakılarak gaz halinde dışarı atılması gerekmektedir. Rejenerasyon olarak isimlendirilen bu işlem, bir PF'nin hangi termal ve mekanik özelliklerde olması gerektiğini belirler.

DPF olarak kullanılacak malzemelerde aranan genel özellikler; yüksek sıcaklık kararlılığı ve dayanımı (~1400ºC), korozyon dayanımı, yeterli mekanik mukavemet (>12 MPa), düşük termal genleşme katsayısı (1,0 - 1,5x10-6/ºC, ~800ºC'de), oluşabilecek termal gerilimin etkilerini azaltmak için iyi derecede ısıl iletkenlik ve yakıt tüketimini azaltmak için düşük ağırlıktır. Sülfür içeren ekzoz gaz bileşenlerine karşı iyi korozyon ve oksidasyon dayanımı gereklidir. En önemlisi %90'ın üzerinde filtrasyon özelliğine sahip olmalıdır. Günümüzde bu özellikleri karşılayabilecek filtreleme malzemesi olarak seramikler ön plandadır. Şuan hali hazırda kullanılan ticari DPF'ler Kordiyerit, SiC, Mullit, Al-titanat ve FeCrNi alaşımıdır. Kordiyerit Mg-Al silikat fazıdır ve doğada bulunan kaolin, talk gibi hammaddelerden üretildiği için oldukça ekonomik olup en yaygın kullanılan altlık malzemesidir. Diğer avantajları; düşük yoğunluğa sahip olması yani dolayısıyla hafif olması, çok düşük ısıl genleşme katsayısı nedeniyle minimum termal gerilimlerin oluşumu, düşük sinterleme sıcaklığı ve özel bir fırın atmosferine ihtiyaç olmaması nedeniyle üretimi kolaydır. Diğer yandan düşük ısıl iletkenlik rejenerasyon esnasında problem oluşturur ve DPF'nin bazı bölgelerinde sıcaklık kordiyeritin ergime sıcaklığına ulaşabilir. Diğer altlık malzemesi SiC'dür. SiC yüksek ısıl iletkenlik, elastik modül, servis sıcaklığı ve korozyon dayanımı ile ön plana çıkmaktadır. Mullit, SiC ile benzer ısıl genleşme katsayısına sahiptir. Yüksek mukavemet ve yüksek sıcaklık dayanımı gösterir. Kil gibi ekonomik hammaddeler kullanılarak, özel atmosfer koşullarına gereksinim olmaksızın sinterlenir. Bu açıdan oldukça ekonomiktir. Diğer malzeme Al-titanattır. Önde gelen özelliği düşük ısıl genleşme katsayısından dolayı mükemmel termal şok dayanımıdır. Fakat elastik modülü ve mekanik dayanımı zayıftır. Metal filtreler dış aksam ile benzer ısıl genleşme katsayısına sahip oldukları için montajı kolaydır. Sinterlenmiş metal filtrelerin en önemli dezavantajı başlangıç metal tozlarının pahalı olması ve karmaşık kaynaklama prosesi nedeniyle pahalı oluşları ve yüksek yoğunluğa sahip olmalarıdır. DPF'lerden istenen özellikleri değerlendirdiğimizde SiC altlıklar performans açısından ön plana çıkmaktadır.

Anahtar kelimeler- partikül filtreleri, çevre kirliliği, içten yanmalı motorlar, Seramik, SiC

Particulate Filters for Internal Combustion Engines

Abstract- Increasing number of motor vehicles together with economic development brings serious air pollution problems. Especially, Particle Matter emissions from Internal Combustion Engines are difficult to control and highly dangerous for human health. Both Europa and USA have been regulating the emissions from motor vehicles for a long time, but air pollution is still a major concern for human health due to increasing number of motor vehicles. Today, Particle Filters (PFs) are the most effective technology to minimize PM emissions from motor vehicles and a Diesel Particle Filter is one of the most important parts of a diesel after-treatment system. In addition, it is expected that even gasoline engines, especially those with direct injection systems, will be equipped with Gasoline Particle Filters (GPFs) due to the future update of the relevant regulations. Because of their porous structure PFs can easily filter exhaust gas and accumulate PMs in the PF just like a tea filter, which is used commonly in kitchens. Once the accumulated PMs reach a critical level inside the PF, which may cause increasing back pressure for the engine, they must be burn out and emitted to atmosphere in gaseous form; which is called Regeneration process. This process is highly important as it sets limits to thermal and mechanical properties of a PF.

General characteristics of materials to be used as DPF; low thermal expansion coefficient (1,0 - 1,5x10^{-6} / ^{o}C, ~ 800^{o}C), high temperature stability (~ 1400^{o}C), corrosion resistance, sufficient mechanical strength (> 12 MPa) good thermal conductivity to reduce the effect of thermal stresses and low density to reduce fuel consumption. Good corrosion and oxidation resistance is required against sulfur-containing exhaust gas components. Most importantly, it should have over 90% filtration capability. Nowadays ceramics are popular as the filtering material that can meet these properties. The commercial DPFs currently used are Cordierite, SiC, Mullit, Al-Titanate and FeCrNi alloy. Cordierite is Mg-Al silicate phase and this is produced from natural raw materials such as kaolin and talc, so it is very economical and it is the most commonly used substrate material. Other advantages include; it has low density and therefore is light, due to low thermal expansion coefficient minimum thermal stresses reveal, low sintering temperature and hence easy production procedures and so no need for a special furnace atmosphere. On the other hand, low thermal conductivity creates a problem during regeneration and in some regions of the DPF the temperature can reach the melting temperature of cordierite. The other substrate material is SiC. SiC is at the forefront with its high thermal conductivity, elastic modulus, and service temperature and corrosion resistance. Mullite has a coefficient of thermal expansion similar to that of SiC. It has high strength and high temperature resistance. It is sintered without special atmospheric conditions by using economical raw materials. It is very economical in this respect. The other material is Al-titanate. Its leading feature is its excellent thermal shock resistance due to its low thermal expansion coefficient. But the elastic modulus and mechanical strength are poor. The metal filters have a similar coefficient of thermal expansion to that of the external components and are therefore easy to install. The main disadvantage of sintered metal filters is that they are expensive due to the high cost of the starting metal powders and the complicated welding process and high density. When we evaluate the properties required from DPFs, SiC substrates are at the forefront in terms of performance.

Keywords- particle filter, environmental pollution, internal combustion engines, Ceramic, SiC