



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80 Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου • ΤΗΛ.: 7723572, FAX: 7723571

Αρ. Πρωτ.: 5432

Αθήνα, 23-6-15

Προς τα Μέλη ΔΕΠ της
Σχολής Μηχ/ων
Μηχ/κών

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Σας προσκαλούμε στην παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής του κ. Σάββα Νικόλαου, Διπλωματούχου Μηχανολόγου Μηχανικού του ΕΜΠ που θα πραγματοποιηθεί την 1^η Ιουλίου 2015 και ώρα 11:30 στην αίθουσα σεμιναρίων, στο υπόγειο των Εργαστηρίων του Τομέα Θερμότητας (Κτίριο Ν, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου) της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών. Το θέμα της Διδακτορικής Διατριβής είναι:


«Ανάπτυξη και Αξιολόγηση Ημιεμπειρικού Πολυζωνικού Θερμοδυναμικού Μοντέλου για την Εκτίμηση των Οξειδίων του Αζώτου και του Ιστορικού του Σχηματισμού τους σε Κινητήρες Diesel με Χρήση του Μετρημένου Δυναμοδεικτικού Διαγράμματος.»

Και ο αγγλικός τίτλος με τον οποίο συνεγράφη είναι:

«Development and Evaluation of a Semi-empirical Multi-zone Thermodynamic Model for the Estimation of Nitric Oxide Emissions and Formation History in Diesel Engines Using the Measured Cylinder Pressure Trace.»

Επισυνάπτεται η περίληψη της παραπάνω διατριβής.

Ο ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ


Η. ΤΑΤΣΙΟΠΟΥΛΟΣ
Καθηγητής ΕΜΠ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Υ.Δ. Νικόλαου Σ. Σάββα

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΗΜΙΕΜΠΕΡΙΚΟΥ ΠΟΛΥΖΩΝΙΚΟΥ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΟΥΣ ΣΕ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ DIESEL ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΕΤΡΗΜΕΝΟΥ ΔΥΝΑΜΟΔΕΙΚΤΙΚΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.

Ο σκοπός της διδακτορικής διατριβής αυτής είναι η ανάπτυξη και αξιολόγηση ενός απλού, ημιεμπειρικού, πολυζωνικού, θερμοδυναμικού μοντέλου για την πρόβλεψη των εκπομπών του οξειδίου του αζώτου (NO_x), καθώς και του ιστορικού του σχηματισμού τους μέσα στον θάλαμο καύσης, κατά τη διάρκεια του κλειστού κύκλου λειτουργίας των κινητήρων Diesel άμεσου ψεκασμού (DI).

Το κίνητρο για αυτή την εργασία είναι οι απαιτήσεις της βιομηχανίας κατασκευής και χρήσης κινητήρων εσωτερικής καύσης, για τον έλεγχο των εκπομπών ρύπων. Αυτή η ανάγκη προέκυψε λόγω των αυστηρών νομοθετικών πλαισίων που υιοθετήθηκαν από τις κυβερνήσεις παγκοσμίως. Ο τομέας των κινητήρων DI Diesel επηρεάζεται σημαντικά από αυτές τις νομοθεσίες επειδή χρησιμοποιείται ευρέως στις θαλάσσιες και επίγειες μεταφορές, σε εφαρμογές βαρέος τύπου στη βιομηχανία, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένες/απομονωμένες περιοχές και σε επιβατικά οχήματα. Ειδικότερα για τα επιβατικά οχήματα, οι κινητήρες Diesel κερδίζουν σημαντικό έδαφος στην αγορά έναντι των βενζινοκινητήρων τα τελευταία χρόνια. Επίσης, ένας από τους πιο σημαντικούς ρύπους που δύναται να περιοριστεί σε αυτούς τους τομείς, είναι τα οξείδια του αζώτου (NO_x). Για αυτούς τους λόγους, στην εργασία αυτή, ο συγγραφέας εστιάζει στο πεδίο του ελέγχου των NO_x σε κινητήρες DI Diesel στοχεύοντας στην ανάπτυξη λογισμικού το οποίο θα μπορεί να συνεισφέρει στην έρευνα και εφαρμογή των τεχνολογιών για τη μείωση των εκπεμπόμενων NO_x .

Έτσι, σε αυτή την εργασία, αναπτύχθηκε και αξιολογήθηκε ένα νέο μοντέλο εκτίμησης των εκπομπών NO_x από τους κινητήρες DI Diesel. Το προτεινόμενο μοντέλο χρησιμοποιεί τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, το μετρημένο δυναμοδεικτικό διάγραμμα και βασικές λειτουργικές παραμέτρους του κινητήρα. Αρχικά αξιοποιεί το δυναμοδεικτικό διάγραμμα για την εκτίμηση του ρυθμού καύσης του καυσίμου. Από αυτό, δημιουργείται μια χρονική κατανομή του καιόμενου καυσίμου στον κλειστό κύκλο λειτουργίας. Στη συνέχεια, τα στοιχειώδη ποσά καυσίμου που έχουν καεί διαδοχικά σε κάθε χρονική στιγμή αποδίδονται σε αυτόνομες ζώνες ακολουθώντας μια πολυζωνική προσέγγιση. Το ποσό της απαιτούμενης άκαυστης γόμωσης που εισέρχεται σε κάθε ζώνη, για να πραγματοποιηθεί η καύση, καθορίζεται από τον λόγο ισοδυναμίας καυσίμου/αέρα της ζώνης. Αυτή η παράμετρος υπολογίζεται με μια εμπειρική σχέση, η οποία εξάχθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας, και λαμβάνεται ως σταθερή για όλες τις ζώνες. Αυτή η σχέση εμπλέκει λειτουργικές παραμέτρους του κινητήρα και στοιχεία που προκύπτουν από την ανάλυση των αντίστοιχων διαγραμμάτων πίεσης και ρυθμού έκλυσης θερμότητας. Κάθε ζώνη, μετά τον

σχηματισμό της, συμπεριφέρεται ως κλειστό θερμοδυναμικό σύστημα και εξελίσσεται μέσα στο θάλαμο καύσης έχοντας το δικό της ιστορικό χημικής σύστασης, θερμοκρασίας και όγκου ενώ η πίεση αντιστοιχεί σε αυτήν του κυλίνδρου την τρέχουσα χρονική στιγμή. Το ποσό των NO_x που σχηματίζεται σε κάθε ζώνη, υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον μηχανισμό Extended Zeldovich. Το σύνολο των εκπομπών NO_x στην εξαγωγή του κινητήρα υπολογίζεται από το άθροισμα των NO_x της κάθε ζώνης όταν ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής. Σύμφωνα με αυτό το σενάριο, το μοντέλο μπορεί επίσης να παρέχει το ιστορικό του σχηματισμού των NO_x (της κάθε ζώνης και συνολικά) μέσα στον θάλαμο καύσης.

Το προτεινόμενο μοντέλο έχει επικυρωθεί και αξιολογηθεί σε διάφορους τύπους υπερπληρωμένων κινητήρων *DI Diesel* όπως δίχρονων κινητήρων μεγάλης κλίμακας που χρησιμοποιούνται στην πρόωση πλοίων και στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τετράχρονων κινητήρων μεγάλης κλίμακας που χρησιμοποιούνται στα πλοία για ηλεκτροδότηση και σε σταθμούς παραγωγής ισχύος και τετράχρονων κινητήρων οχημάτων βαρέος και ελαφρού τύπου, αξιοποιώντας ένα σύνολο 221 μετρημένων περιπτώσεων λειτουργίας. Αυτές, αντιστοιχούν σε διάφορα σημεία λειτουργίας που καθορίζονται από διαφορετικές παραμέτρους και ρυθμίσεις του κινητήρα. Έτσι, μπορεί να εξεταστεί η ικανότητα του μοντέλου να προβλέπει τις απόλυτες τιμές των NO_x , για κάθε εξεταζόμενη περίπτωση και να ακολουθεί την επίδραση της μεταβολής αυτών των παραμέτρων στο σχηματισμό των NO_x . Οι παράμετροι που εξετάζονται είναι οι ακόλουθες: ισχύς και ταχύτητα του κινητήρα, είδος καυσίμου, χρονισμός και πίεση έγχυσης, ποσοστό ανακυκλοφορίας καυσαερίου (*EGR*) και πίεση αέρα σάρωσης.

Όπως αποκαλύπτεται από την εφαρμογή του μοντέλου σε ένα εκτεταμένο εύρος τύπων κινητήρων και σημείων λειτουργίας, το μοντέλο είναι ικανό να προβλέψει τις εκπομπές NO_x με ικανοποιητική ακρίβεια, για την πλειονότητα των περιπτώσεων που εξετάστηκαν. Σημαντικότερο είναι το ότι μπορεί να προβλέψει την τάση μεταβολής των NO_x με την μεταβολή διάφορων παραμέτρων του κινητήρα. Αυτό, κατορθώνεται για διαφορετικούς τύπους κινητήρων χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία στη βαθμονόμηση, αφού χρησιμοποιείται μόνο ένας απλός πολλαπλασιαστής για κάθε κινητήρα, για τη διόρθωση των αποτελεσμάτων που εξαγάγει το μοντέλο. Ακόμα ένα σημαντικό πλεονέκτημα του προτεινόμενου μοντέλου είναι το χαμηλό υπολογιστικό του κόστος. Τα προαναφερθέντα, δίνουν μια ενθαρρυντική ένδειξη για χρήση του μοντέλου στην έρευνα, ανάπτυξη και βελτιστοποίηση των κινητήρων *DI Diesel* στο πεδίο της μείωσης των NO_x , ελέγχου των NO_x σε πραγματικό χρόνο, συνεχούς παρακολούθησης των εκπεμπόμενων NO_x , κ.λπ.