

II

(Μη νομοθετικές πράξεις)

ΠΡΑΞΕΙΣ ΠΟΥ ΕΚΔΙΔΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΦΟΡΕΙΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΣΥΣΤΑΘΕΙ ΜΕ
ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΦΩΝΙΕΣ

Μόνον τα πρωτότυπα κείμενα της ΟΕΕ/ΗΕ έχουν νομική ισχύ σύμφωνα με το διεθνές δημόσιο δίκαιο. Το καθεστώς και η ημερομηνία έναρξης ισχύος του παρόντος κανονισμού πρέπει να ελεγχθούν στην τελευταία έκδοση του εγγράφου που αφορά την κατάσταση προσχώρησης στους κανονισμούς ΟΕΕ/ΗΕ, δηλ. του εγγράφου TRANS/WP.29/343/, που είναι διαθέσιμο στη διεύθυνση:
<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html>

Κανονισμός αριθ. 49 της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (UN/ECE) – Ενιαίες διατάξεις σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά των εκπομπών αερίων και σωματιδιακών ρύπων από τους κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση που χρησιμοποιούνται σε οχήματα, καθώς και κατά των εκπομπών αερίων ρύπων από κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης που τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο ή υγραέριο και χρησιμοποιούνται σε οχήματα

Τροποποιήσεις του κανονισμού 49 που δημοσιεύτηκε στην ΕΕ L 103 της 12.4.2008, σ. 1.

Ενσωματώνονται τα εξής:

Συμπλήρωμα 1 της σειράς τροποποιήσεων 05 – Ημερομηνία έναρξης ισχύος: 17 Μαρτίου 2010

Συμπλήρωμα 2 της σειράς τροποποιήσεων 05 – Ημερομηνία έναρξης ισχύος: 19 Αυγούστου 2010

Τροποποιήσεις στον πίνακα περιεχομένων

Ο τίτλος του παραρτήματος 4B τροποποιείται ως εξής:

«Διαδικασία δοκιμών για κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση (CI) και κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης (PI) που τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο (NG) ή υγραέριο (LPG) στην οποία ενσωματώνεται η εναρμονισμένη παγκοσμίως πιστοποίηση βαρέων οχημάτων [WHDC, παγκόσμιος τεχνικός κανονισμός (gtr) αριθ. 4]»

Ο τίτλος του παραρτήματος 9B τροποποιείται ως εξής:

Τεχνικές απαιτήσεις για ενσωματωμένα συστήματα διάγνωσης (OBD)

Παρεμβάλλεται το νέο παράρτημα 9Γ:

«Παράρτημα 9Γ – Τεχνικές απαιτήσεις για την αξιολόγηση της απόδοσης κατά τη χρήση των ενσωματωμένων συστημάτων διάγνωσης (OBD)

Προσάρτημα 1 – Συγκροτήματα συστημάτων παρακολούθησης»

Παρεμβάλλεται το νέο παράρτημα 10

«Παράρτημα 10 – Τεχνικές απαιτήσεις για τις εκπομπές εκτός κύκλου (OCE)»

Τροποποιήσεις παραρτημάτων

Να αντικατασταθεί το υπάρχον παράρτημα 4B με ένα νέο παράρτημα 4B:

«ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4B

Διαδικασία δοκιμών για κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση (CI) και κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης (PI) που τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο (NG) ή υγραέριο (LPG) στην οποία ενσωματώνεται η εναρμονισμένη παγκοσμίως πιστοποίηση βαρέων οχημάτων [WHDC, παγκόσμιος τεχνικός κανονισμός (gtr) αριθ. 4]

1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Το παρόν παράρτημα δεν εφαρμόζεται, προς το παρόν, για την έγκριση τύπου σύμφωνα με τον παρόντα κανονισμό. Θα εφαρμοστεί στο μέλλον.

2. Προς συμπλήρωση ⁽¹⁾

3. ΟΡΙΣΜΟΙ, ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

3.1. Ορισμοί

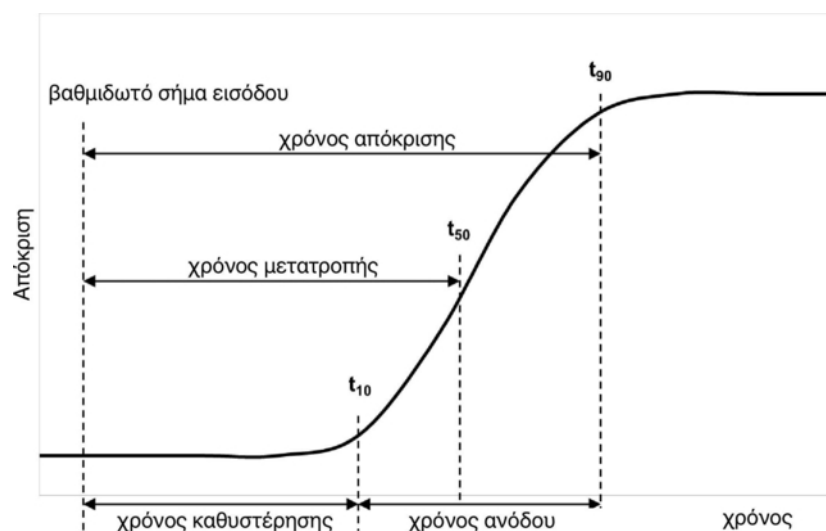
Για τους σκοπούς του παρόντος κανονισμού,

- 3.1.1. ως “συνεχής αναγέννηση” νοείται η διαδικασία αναγέννησης του συστήματος μετεπεξεργασίας των καυσαερίων που γίνεται είτε μόνιμα είτε τουλάχιστον σε κάθε δοκιμή θερμής εκκίνησης WHTC. Μια διαδικασία αναγέννησης αυτού του είδους δεν απαιτεί ειδική διαδικασία δοκιμής·
- 3.1.2. ως “χρόνος καθυστέρησης” νοείται η διαφορά του χρόνου μεταξύ της αλλαγής του στοιχείου που πρέπει να μετρηθεί στο σημείο αναφοράς και της απόκρισης του συστήματος 10 % της τελικής ανάγνωσης (t_{10}) με τον καθετήρα δειγματοληψίας να ορίζεται ως σημείο αναφοράς. Για τα αέρια, είναι ο χρόνος μεταφοράς του στοιχείου που μετράται από τον καθετήρα δειγματοληψίας έως τον ανιχνευτή·
- 3.1.3. ως “σύστημα εξουδετέρωσης των NO_x” νοείται ένα σύστημα μετεπεξεργασίας των καυσαερίων που σχεδιάστηκε για να μειώνει τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x) [π.χ. παθητικοί και ενεργοί φτωχοί μίγματος καταλύτες NO_x, απορροφητές NO_x και συστήματα επιλεκτικής καταλυτικής αναγωγής (SCR)]·
- 3.1.4. ως “κινητήρας ντίζελ” νοείται ο κινητήρας που λειτουργεί βάσει της αρχής της ανάφλεξης με συμπίεση·
- 3.1.5. ως “ολίσθηση” νοείται η διαφορά μεταξύ των ενδείξεων μηδενός ή των ενδείξεων βαθμονόμησης του οργάνου μέτρησης μετά και πριν από μια δοκιμή εκπομπών·
- 3.1.6. ως “οικογένεια κινητήρων” νοείται η ομαδοποίηση από τον κατασκευαστή κινητήρων, οι οποίοι, βάσει του σχεδιασμού τους, όπως αυτός ορίζεται στο σημείο 5.2 του παρόντος παραρτήματος, έχουν όμοια χαρακτηριστικά ως προς τις εκπομπές καυσαερίου· όλα τα μέλη της οικογένειας πρέπει να ανταποκρίνονται στις ισχύουσες οριακές τιμές εκπομπών·
- 3.1.7. ως “σύστημα κινητήρων” νοείται ο κινητήρας, το σύστημα ελέγχου των εκπομπών και η διεπαφή επικοινωνίας (υλισμικό και μηνύματα) μεταξύ της (των) μονάδας(-ων) ηλεκτρονικού ελέγχου του κινητήρα (ECU) και οποιουδήποτε άλλου συστήματος κίνησης ή μονάδας ελέγχου του οχήματος·
- 3.1.8. ως “τύπος κινητήρα” νοείται μια κατηγορία κινητήρων που δεν διαφέρουν ως προς τα βασικά χαρακτηριστικά τους·

⁽¹⁾ Η αρίθμηση του παρόντος παραρτήματος συμφωνεί με την αρίθμηση του WHDC gtr. Ωστόσο, ορισμένα σημεία του WHDC gtr δεν είναι απαραίτητα στο παρόν παράρτημα.

- 3.1.9. ως “σύστημα μετεπεξεργασίας καυσαερίων” νοείται καταλύτης (οξειδωτικός ή τριοδικός), φίλτρο σωματιδίων, σύστημα εξουδετέρωσης των NO_x , συνδυασμένο σύστημα εξουδετέρωσης των NO_x και φίλτρου σωματιδίων ή οποιαδήποτε άλλη διάταξη μείωσης των εκπομπών που εγκαθίσταται κατάντη του κινητήρα. Ο ορισμός αυτός αποκλείει την ανακυκλοφορία καυσαερίων (EGR), η οποία θεωρείται αναπόσπαστο μέρος του συστήματος του κινητήρα·
- 3.1.10. ως “μέθοδος αραίωσης πλήρους ροής” νοείται η διαδικασία ανάμειξης της συνολικής ροής καυσαερίων με αέρα αραίωσης πριν από το διαχωρισμό τμήματος του αραιωμένου καυσαερίου για ανάλυση.
- 3.1.11. ως “αέριοι ρύποι” νοούνται το μονοξείδιο του άνθρακα, οι υδρογονάνθρακες ή/και οι υδρογονάνθρακες πλην μεθανίου (με παραδοχή αναλογίας $\text{CH}_{1,85}$ για το ντίζελ, $\text{CH}_{2,525}$ για το υγραέριο και $\text{CH}_{2,93}$ για το φυσικό αέριο, και με παραδοχή μοριακού τύπου $\text{CH}_3\text{O}_{0,5}$ για την αιθανόλη που χρησιμοποιείται ως καύσιμο κινητήρων ντίζελ), το μεθάνιο (με παραδοχή αναλογίας CH_4 για το φυσικό αέριο) και τα οξείδια του αζώτου εκφρασμένα σε ισοδύναμα διοξειδίου του αζώτου (NO_2)·
- 3.1.12. ως “υψηλές στροφές (n_{hi})” νοούνται οι μέγιστες στροφές του κινητήρα στις οποίες αποδίδει το 70 % της δηλούμενης μέγιστης ισχύος·
- 3.1.13. ως “χαμηλές στροφές (n_{lo})” νοούνται οι ελάχιστες στροφές του κινητήρα στις οποίες αποδίδει το 55 % της δηλούμενης μέγιστης ισχύος·
- 3.1.14. ως “μέγιστη ισχύς (P_{max})” νοείται η μέγιστη ισχύς σε kW όπως καθορίζεται από τον κατασκευαστή·
- 3.1.15. ως “ταχύτητα μέγιστης ροπής” νοούνται οι στροφές του κινητήρα στις οποίες ο κινητήρας αποδίδει την μέγιστη ροπή, όπως καθορίζεται από τον κατασκευαστή·
- 3.1.16. ως “ομαλοποιημένη ροπή” νοείται η ροπή του κινητήρα επί τοις εκατό ομαλοποιημένη στη μέγιστη διαθέσιμη ροπή σε συγκεκριμένο αριθμό στροφών του κινητήρα·
- 3.1.17. ως “αίτημα χειριστή” νοείται ένα στοιχείο εισόδου από τον χειριστή του κινητήρα με σκοπό τον έλεγχο του αποτελέσματος. Ο χειριστής μπορεί να είναι πρόσωπο (δηλ. η λειτουργία γίνεται χειροκίνητα) ή ρυθμιστής (δηλ. η λειτουργία γίνεται αυτόματα) που μηχανικά ή ηλεκτρονικά διαβιβάζει ένα στοιχείο εισόδου που απαιτεί αποτέλεσμα από τον κινητήρα. Το στοιχείο εισόδου μπορεί να προέρχεται από ένα σήμα ή ποδοπληκτρο επιτάχυνσης, ένα σήμα ή μοχλό ελέγχου γκαζιού, ένα σήμα ή μοχλό καυσίμου, ένα σήμα ή μοχλό στροφών ή από ένα σήμα ή σημείο ρύθμισης του ρυθμιστή.
- 3.1.18. ως “μητρικός κινητήρας” νοείται ένας κινητήρας που επιλέγεται από οικογένεια κινητήρων με τρόπο ώστε τα χαρακτηριστικά των εκπομπών του να είναι αντιπροσωπευτικά της συγκεκριμένης σειράς κινητήρων·
- 3.1.19. ως “διάταξη μετεπεξεργασίας των σωματιδίων” νοείται ένα σύστημα μετεπεξεργασίας των καυσαερίων που έχει σχεδιαστεί για να μειώσει τις εκπομπές των σωματιδιακών ρύπων (PM) μέσω μηχανικού, αεροδυναμικού, με διάχυση ή λόγω αδράνειας διαχωρισμού·
- 3.1.20. ως “μέθοδος αραίωσης μερικής ροής” νοείται η διαδικασία διαχωρισμού ενός μέρους της συνολικής ροής καυσαερίων, η ανάμειξή του στη συνέχεια με κατάλληλη ποσότητα αέρα αραίωσης πριν από το φίλτρο δειγματοληψίας σωματιδίων·
- 3.1.21. ως “σωματίδια (PM)” νοούνται όλα τα υλικά που συλλέγονται σε συγκεκριμένο φίλτρο μετά την αραίωση των καυσαερίων με καθαρό φιλτραρισμένο αέρα σε θερμοκρασία μεταξύ 315 K (42 °C) και 325 K (52 °C)· πρόκειται κυρίως για άνθρακα, συμπυκνωμένους υδρογονάνθρακες και θειικά άλατα με νερό·
- 3.1.22. ως “περιοδική αναγέννηση” νοείται η διαδικασία αναγέννησης ενός συστήματος μετεπεξεργασίας καυσαερίων που πραγματοποιείται περιοδικά σε λιγότερο από 100 ώρες κανονικής λειτουργίας του κινητήρα. Στη διάρκεια των κύκλων της αναγέννησης, τα πρότυπα εκπομπών είναι δυνατόν να ξεπεραστούν·
- 3.1.23. ως “κύκλος δοκιμής σε σταθερή κατάσταση κατά βαθμίδες” νοείται ένας κύκλος δοκιμών με αλληλουχία σταδίων δοκιμής σε σταθερές συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα με καθορισμένα κριτήρια ταχύτητας και ροπής σε κάθε στάδιο και καθορισμένες βαθμίδες μεταξύ των σταδίων αυτών (WHSC)·

- 3.1.24. ως “ονομαστικές στροφές” νοείται ο μέγιστος υπό πλήρες φορτίο αριθμός στροφών του κινητήρα που επιτρέπεται από το ρυθμιστή στροφών, όπως καθορίζεται από τον κατασκευαστή στο εγχειρίδιο πώλησης και συντήρησης, ή, εάν δεν υπάρχει ρυθμιστής στροφών, οι στροφές στις οποίες λαμβάνεται η μέγιστη ισχύς του κινητήρα, όπως καθορίζεται από τον κατασκευαστή στο εγχειρίδιο πώλησης και συντήρησης·
- 3.1.25. ως “χρόνος απόκρισης” νοείται η διαφορά χρόνου μεταξύ της αλλαγής του προς μέτρηση στοιχείου στο σημείο αναφοράς και της απόκρισης του συστήματος κατά 90 % της τελικής ένδειξης (t_{90}) με τον καθετήρα δειγματοληψίας να ορίζεται ως σημείο αναφοράς, όπου η αλλαγή του προς μέτρηση στοιχείου είναι τουλάχιστον 60 % της πλήρους κλίμακας (FS) και πραγματοποιείται σε λιγότερο από 0,1 δευτερόλεπτα. Ο χρόνος απόκρισης του συστήματος συνίσταται στο χρόνο καθυστέρησης του συστήματος και στο χρόνο ανόδου του συστήματος·
- 3.1.26. ως “χρόνος ανόδου” νοείται η διαφορά χρόνου μεταξύ του 10 % και 90 % της απόκρισης της τελικής ένδειξης ($t_{90} - t_{10}$)·
- 3.1.27. ως “ένδειξη βαθμονόμησης” νοείται η μέση απόκριση σε αέριο βαθμονόμησης για χρονικό διάστημα 30 δευτερολέπτων·
- 3.1.28. ως “ειδικές εκπομπές” νοούνται οι εκπομπές μάζας που εκφράζονται σε g/kWh·
- 3.1.29. ως “κύκλος δοκιμής” νοείται μια ακολουθία σημείων ελέγχου, το καθένα με καθορισμένο αριθμό στροφών και καθορισμένη ροπή, στην οποία υποβάλλεται ο κινητήρας υπό σταθερές (δοκιμή WHSC) ή μεταβατικές συνθήκες λειτουργίας (WHTC)·
- 3.1.30. ως “χρόνος μετατροπής” νοείται η διαφορά χρόνου ανάμεσα στην αλλαγή του προς μέτρηση στοιχείου στο σημείο αναφοράς και στην απόκριση συστήματος κατά 50 % της τελικής ανάγνωσης (t_{50}) με τον καθετήρα δειγματοληψίας να ορίζεται ως σημείο αναφοράς. Ο χρόνος μετατροπής χρησιμοποιείται για την ευθυγράμμιση των σημάτων των διαφόρων οργάνων μέτρησης·
- 3.1.31. ως “κύκλος δοκιμής μεταβατικών συνθηκών” νοείται ένας κύκλος δοκιμής με ακολουθία ομαλοποιημένων τιμών στροφών και ροπής που μεταβάλλονται σχετικά γρήγορα στο χρόνο (WHTC)·
- 3.1.32. ως “ωφέλιμη διάρκεια ζωής” νοείται η σχετική περίοδος απόστασης ή/και χρόνου κατά την οποία πρέπει να διασφαλίζεται η συμμόρφωση προς τα σχετικά όρια εκπομπών αερίων και σωματιδίων·
- 3.1.33. ως “ένδειξη μηδενισμού” νοείται η μέση απόκριση σε αέριο μηδενισμού για χρονικό διάστημα 30 δευτερολέπτων·



Σχήμα 1

Ορισμοί της απόκρισης συστήματος

3.2. Γενικά σύμβολα

| Σύμβολο | Μονάδα | Όρος |
|------------|---------------|---|
| a_1 | — | κλίση της παλινδρόμησης |
| a_0 | — | σημείο τομής του y με την παλινδρόμηση |
| A/F_{st} | — | Στοιχειομετρικός λόγος αέρα προς καύσιμο |
| c | ppm/Vol % | Συγκέντρωση |
| c_d | ppm/Vol % | Συγκέντρωση σε ξηρή βάση |
| c_w | ppm/Vol % | Συγκέντρωση σε υγρή βάση |
| c_b | ppm/Vol % | Συγκέντρωση υποβάθρου |
| C_d | — | Συντελεστής παροχής του SSV |
| c_{gas} | ppm/Vol % | Συγκέντρωση στα αέρια συστατικά |
| d | m | Διάμετρος |
| d_v | m | Διάμετρος στεφάνης του σωλήνα βεντούρι |
| D_0 | m^3/s | Τομή βαθμονόμησης PDP |
| D | — | Συντελεστής αραίωσης |
| Δt | s | Χρονικό διάστημα |
| e_{gas} | g/kWh | Ειδική εκπομπή αέριων συστατικών |
| e_{PM} | g/kWh | Ειδική εκπομπή σωματιδίων |
| e_r | g/kWh | Ειδική εκπομπή κατά την αναγέννηση |
| e_w | g/kWh | Σταθμισμένη ειδική εκπομπή |
| E_{CO_2} | % | Απόσβεση CO_2 αναλυτή NO_x |
| E_E | % | Απόδοση ως προς το αιθάνιο |
| E_{H_2O} | % | Απόσβεση νερού αναλυτή NO_x |
| E_M | % | Απόδοση ως προς το μεθάνιο |
| E_{NO_x} | % | Απόδοση του μετατροπέα NO_x |
| f | Hz | Ρυθμός δειγματοληψίας δεδομένων |
| f_a | — | Εργαστηριακός ατμοσφαιρικός συντελεστής |
| F_s | — | Στοιχειομετρικός συντελεστής |
| H_a | g/kg | Απόλυτη υγρασία του αέρα εισαγωγής |
| H_d | g/kg | Απόλυτη υγρασία του αέρα αραίωσης |
| i | — | Δείκτης που υποδηλώνει στιγμιαία μέτρηση (π.χ. 1 Hz) |
| k_c | — | Ειδικός συντελεστής άνθρακα |
| $k_{f,d}$ | m^3/kg fuel | Αύξηση όγκου ξηρού καυσαερίου |
| $k_{f,w}$ | m^3/kg fuel | Αύξηση όγκου υγρού καυσαερίου |
| $k_{h,D}$ | — | Διορθωτικός συντελεστής υγρασίας για τα NO_x σε κινητήρες CI |
| $k_{h,G}$ | — | Διορθωτικός συντελεστής υγρασίας για τα NO_x σε κινητήρες PI |
| $k_{r,u}$ | — | Συντελεστής τροποποίησης προς τα πάνω της αναγέννησης |
| $k_{r,d}$ | — | Συντελεστής τροποποίησης προς τα κάτω της αναγέννησης |
| $k_{w,a}$ | — | Διορθωτικός συντελεστής από ξηρή σε υγρή βάση για τον αέρα εισαγωγής |
| $k_{w,d}$ | — | Διορθωτικός συντελεστής από ξηρή σε υγρή βάση για τον αέρα αραίωσης |
| $k_{w,e}$ | — | Διορθωτικός συντελεστής από ξηρή σε υγρή βάση για το αραιωμένο καυσαέριο |
| $k_{w,r}$ | — | Διορθωτικός συντελεστής από ξηρή σε υγρή βάση για το πρωτογενές καυσαέριο |

| Σύμβολο | Μονάδα | Όρος |
|------------|-------------------|---|
| K_V | — | Συνάρτηση βαθμονόμησης CFV |
| λ | — | Λόγος περισσειας αέρα |
| m_b | mg | Μάζα συλλεγέντος δείγματος σωματιδίων αέρα αραιώσης |
| m_d | kg | Μάζα του δείγματος του αέρα αραιώσης που διήλθε μέσω των φίλτρων δειγματοληψίας σωματιδίων |
| m_{ed} | kg | Συνολική μάζα των αραιωμένων καυσαερίων σε ολόκληρο τον κύκλο |
| m_{edf} | kg | Μάζα ισοδύναμων αραιωμένων καυσαερίων στο σύνολο του κύκλου δοκιμής |
| m_{ew} | kg | Συνολική μάζα των καυσαερίων σε ολόκληρο τον κύκλο |
| m_{gas} | g | Μάζα εκπομπών αερίων κατά τη διάρκεια του κύκλου δοκιμής |
| m_f | mg | Μάζα φίλτρου δειγματοληψίας σωματιδίων |
| m_p | mg | Μάζα του συλλεγέντος δείγματος σωματιδίων |
| m_{PM} | g | Μάζα εκπομπών σωματιδίων κατά τη διάρκεια του κύκλου δοκιμής |
| m_{se} | kg | Μάζα καυσαερίων που έχει ληφθεί ως δείγμα στο σύνολο του κύκλου |
| m_{sed} | kg | Μάζα των αραιωμένων καυσαερίων που διέρχεται από τη σήραγγα αραιώσης |
| m_{sep} | kg | Μάζα των αραιωμένων καυσαερίων που διέρχεται διαμέσου των φίλτρων δειγματοληψίας σωματιδίων |
| m_{ssd} | kg | Μάζα του αέρα βοηθητικής αραιώσης |
| M | Nm | Ροπή |
| M_a | g/mol | Γραμμομοριακή μάζα του αέρα εισαγωγής |
| M_d | g/mol | Γραμμομοριακή μάζα του αέρα αραιώσης |
| M_c | g/mol | Γραμμομοριακή μάζα του καυσαερίου |
| M_f | Nm | Ροπή που απορροφάται από βοηθητικά μέσα / εξοπλισμό που πρέπει να συνδεθούν |
| M_{gas} | g/mol | Γραμμομοριακή μάζα των αέριων συστατικών |
| M_r | Nm | Ροπή που απορροφάται από βοηθητικά μέσα / εξοπλισμό που πρέπει να αφαιρεθούν |
| n | — | Αριθμός μετρήσεων |
| n_r | — | Αριθμός μετρήσεων με αναγέννηση |
| n | min ⁻¹ | Στροφές κινητήρα |
| n_{hi} | min ⁻¹ | Υψηλές στροφές κινητήρα |
| n_{lo} | min ⁻¹ | Χαμηλές στροφές κινητήρα |
| n_{pref} | min ⁻¹ | Προτιμώμενες στροφές κινητήρα |
| n_p | r/s | Στροφές PDP |
| p_a | kPa | Τάση κορεσμένων ατμών του αέρα εισαγωγής του κινητήρα |
| p_b | kPa | Συνολική ατμοσφαιρική πίεση |
| p_d | kPa | Τάση κορεσμένων ατμών του αέρα αραιώσης |
| P_f | kW | Ισχύς που απορροφάται από βοηθητικά εξαρτήματα / εξοπλισμό που θα τοποθετηθεί |
| p_p | kPa | Απόλυτη πίεση |
| p_r | kW | Τάση υδρατμών μετά το λουτρό ψύξης |
| p_s | kPa | Ξηρή ατμοσφαιρική πίεση |
| P | kW | Ισχύς |

| Σύμβολο | Μονάδα | Όρος |
|------------|----------------------|--|
| P_r | kW | Ισχύς που απορροφάται από βοηθητικά εξαρτήματα / εξοπλισμό που θα αφαιρεθεί |
| q_{mad} | kg/s | Ρυθμός ροής μάζας του αέρα εισαγωγής σε ξηρά βάση |
| q_{maw} | kg/s | Ρυθμός ροής μάζας του αέρα εισαγωγής σε υγρή βάση |
| q_{mCe} | kg/s | Ρυθμός ροής της μάζας του άνθρακα στο πρωτογενές καυσαέριο |
| q_{mCf} | kg/s | Ρυθμός ροής της μάζας του άνθρακα στον κινητήρα |
| q_{mCp} | kg/s | Ρυθμός ροής της μάζας του άνθρακα στο σύστημα αραίωσης μερικής ροής |
| q_{mdew} | kg/s | Ρυθμός ροής μάζας αραιωμένου καυσαερίου σε υγρή βάση |
| q_{mdw} | kg/s | Ρυθμός ροής μάζας του αέρα αραίωσης σε υγρή βάση |
| q_{medf} | kg/s | Ισοδύναμα ρυθμού ροής μάζας αραιωμένου καυσαερίου σε υγρή βάση |
| q_{mew} | kg/s | Ρυθμός ροής μάζας καυσαερίου σε υγρή βάση |
| q_{mex} | kg/s | Ρυθμός ροής μάζας δείγματος που εξάγεται από τη σήραγγα αραίωσης |
| q_{mf} | kg/s | Ρυθμός ροής μάζας καυσίμου |
| q_{mp} | kg/s | Δείγμα ροής καυσαερίων σε σύστημα αραίωσης μερικής ροής |
| q_{vCVS} | m ³ /s | Ρυθμός ροής όγκου CVS |
| q_{vs} | dm ³ /min | Ρυθμός ροής συστήματος αναλυτή καυσίμων |
| q_{vt} | cm ³ /min | Ρυθμός ροής του αερίου δείκτη |
| r^2 | — | Συντελεστής προσδιορισμού |
| r_d | — | Λόγος αραίωσης |
| r_D | — | Λόγος διαμέτρου SSV |
| r_h | — | Συντελεστής απόκρισης υδρογονανθράκων του FID |
| r_m | — | Συντελεστής απόκρισης μεθανόλης του FID |
| r_p | — | Λόγος πίεσης SSV |
| r_s | — | Μέσος λόγος δείγματος |
| ρ | kg/m ³ | Πυκνότητα |
| ρ_c | kg/m ³ | Πυκνότητα καυσαερίου |
| σ | — | Τυπική απόκλιση |
| s | — | Τυπική απόκλιση |
| T | K | Απόλυτη θερμοκρασία |
| T_a | K | Απόλυτη θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής |
| t | s | Χρόνος |
| t_{10} | s | Χρόνος μεταξύ βαθμιδωτού σήματος εισόδου και του 10 % της τελικής ένδειξης |
| t_{50} | s | Χρόνος μεταξύ βαθμιδωτού σήματος εισόδου και του 50 % της τελικής ένδειξης |
| t_{90} | s | Χρόνος μεταξύ βαθμιδωτού σήματος εισόδου και του 90 % της τελικής ένδειξης |
| u | — | Λόγος πυκνότητας (ή γραμμομοριακής μάζας) των αέριων συστατικών και του καυσαερίου διά 1 000 |
| V_0 | m ³ /r | Όγκος αντλούμενων αερίων PDP ανά περιστροφή |
| V_s | dm ³ | Χωρητικότητα του συστήματος του αναλυτή καυσαερίου |
| W_{act} | kWh | Πραγματικό έργο κύκλου του κύκλου δοκιμής |
| W_{ref} | kWh | Έργο κύκλου αναφοράς του κύκλου δοκιμής |
| X_0 | m ³ /r | Συνάρτηση βαθμονόμησης PDP |

3.3. Σύμβολα και συντμήσεις για τη σύνθεση του καυσίμου

| | |
|---------------|--|
| w_{ALF} | περιεκτικότητα του καυσίμου σε υδρογόνο, % κατά μάζα |
| w_{BET} | περιεκτικότητα του καυσίμου σε άνθρακα, % κατά μάζα |
| w_{GAM} | περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο, % κατά μάζα |
| w_{DEL} | περιεκτικότητα του καυσίμου σε άζωτο, % κατά μάζα |
| w_{EPS} | περιεκτικότητα του καυσίμου σε οξυγόνο, % κατά μάζα |
| a | γραμμομοριακός λόγος υδρογόνου (H/C) |
| γ | γραμμομοριακός λόγος θείου (S/C) |
| δ | γραμμομοριακός λόγος αζώτου (N/C) |
| ε | γραμμομοριακός λόγος οξυγόνου (O/C) |

σε σχέση με καύσιμο $CH_aO_\varepsilon N_\delta S_\gamma$

3.4. Σύμβολα και συντμήσεις για τα χημικά συστατικά

| | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| C1 | Υδρογονάνθρακες ισοδύναμοι με τους C1 |
| CH ₄ | Μεθάνιο |
| C ₂ H ₆ | Αιθάνιο |
| C ₃ H ₈ | Προπάνιο |
| CO | Μονοξείδιο του άνθρακα |
| CO ₂ | Διοξείδιο του άνθρακα |
| DOP | Φθαλικός διοκτυλεστέρας |
| HC | Υδρογονάνθρακες |
| H ₂ O | Νερό |
| NMHC | Υδρογονάνθρακες πλην μεθανίου |
| NO _x | Οξειδία του αζώτου |
| NO | Μονοξείδιο του αζώτου |
| NO ₂ | Διοξείδιο του αζώτου |
| PM | Σωματίδια |

3.5. Συντμήσεις

| | |
|-------------------|---|
| CFV | Σωλήνας βεντούρι κρίσιμης ροής |
| CLD | Ανιχνευτής χημειφωταύγειας |
| CVS | Δειγματοληψία σταθερού όγκου |
| deNO _x | Σύστημα μετεπεξεργασίας NO _x |
| EGR | Ανακυκλοφορία καυσαερίων |
| FID | Ανιχνευτής ιονισμού φλόγας |
| GC | Αεριοχρωματογράφος |
| HCLD | Θερμαινόμενος ανιχνευτής χημειφωταύγειας |
| HFID | Θερμαινόμενος ανιχνευτής ιονισμού φλόγας |
| LPG | Υγραέριο |
| NDIR | Αναλυτής υπέρυθρης ακτινοβολίας χωρίς διάχυση |
| NG | Φυσικό αέριο |

| | |
|------|---|
| NMC | Διαχωριστής υδρογονανθράκων πλιν μεθανίου |
| PDP | Αντλία θετικής εκτόπισης |
| % FS | % της πλήρους κλίμακας |
| PFS | Σύστημα μερικής ροής |
| SSV | Σωλήνας βεντούρι υποχημητικής ροής |
| VGT | Στροβιλοσυμπιεστής μεταβλητής γεωμετρίας |

4. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Το σύστημα του κινητήρα σχεδιάζεται, κατασκευάζεται και συναρμολογείται με τέτοιον τρόπο ώστε να επιτρέπει στον κινητήρα, υπό κανονικές συνθήκες χρήσης, να συμμορφώνεται με τις διατάξεις του παρόντος παραρτήματος καθ' όλη την ωφέλιμη διάρκεια ζωής του, όπως ορίζεται στον παρόντα κανονισμό.

5. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ

5.1. Εκπομπή αερίων και σωματιδιακών ρύπων

Οι εκπομπές αερίων και σωματιδιακών ρύπων του κινητήρα καθορίζονται στους κύκλους δοκιμών WHTC και WHSC, όπως περιγράφεται στο σημείο 7. Τα συστήματα μέτρησης καλύπτουν τις απαιτήσεις γραμμικότητας του σημείου 9.2 και τις προδιαγραφές του σημείου 9.3 (μέτρηση των εκπομπών αερίων), του σημείου 9.4 (μέτρηση σωματιδίων) και του προσαρτήματος 3.

Η αρχή έγκρισης τύπου δύναται να εγκρίνει άλλα συστήματα ή αναλυτές, εάν έχει διαπιστωθεί ότι παρέχουν ισοδύναμα αποτελέσματα σύμφωνα με το σημείο 5.1.1.

5.1.1. Ισοδυναμία

Ο προσδιορισμός της ισοδυναμίας του συστήματος βασίζεται σε μελέτη συσχετισμού με 7 (ή και περισσότερα) ζεύγη δειγμάτων του υπό εξέταση συστήματος με ένα από τα συστήματα του παρόντος παραρτήματος.

Ο όρος "αποτελέσματα" αναφέρεται στις σταθμισμένες τιμές εκπομπών του συγκεκριμένου κύκλου. Ο έλεγχος συσχετισμού διεξάγεται στο ίδιο εργαστήριο, στον ίδιο θάλαμο δοκιμής και στον ίδιο κινητήρα και, κατά προτίμηση, ταυτόχρονα. Η ισοδυναμία των μέσων τιμών που προκύπτουν για το ζεύγος δείγματος ορίζεται με τις στατιστικές των δοκιμών t και F όπως περιγράφεται στο σημείο Α.4.3 του προσαρτήματος 4 υπό τις συνθήκες θαλάμου δοκιμής εργαστηρίου και κινητήρα που περιγράφονται πιο πάνω. Οι ακραίες τιμές ορίζονται σύμφωνα με το ISO 5725 και αποκλείονται από τη βάση δεδομένων. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται στον έλεγχο συσχετισμού υπόκεινται στην έγκριση της αρχής έγκρισης τύπου.

5.2. Σειρά κινητήρων

5.2.1. Γενικά

Μια οικογένεια κινητήρων χαρακτηρίζεται από παραμέτρους σχεδιασμού. Οι παράμετροι αυτές είναι κοινές για όλους τους κινητήρες της σειράς. Ο κατασκευαστής του κινητήρα μπορεί να αποφασίσει, ποιοι κινητήρες ανήκουν σε μια οικογένεια κινητήρων, με την προϋπόθεση ότι τηρούνται τα κριτήρια που αναφέρονται στο σημείο 5.2.3. Η οικογένεια κινητήρων εγκρίνεται από την αρχή έγκρισης τύπου. Ο κατασκευαστής παρέχει στην αρχή έγκρισης τύπου τις κατάλληλες πληροφορίες που αφορούν τα επίπεδα εκπομπών των μελών της σειράς κινητήρων.

5.2.2. Ειδικές περιπτώσεις

Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να υπάρχει αλληλεπίδραση παραμέτρων. Για να διασφαλίζεται ότι σε μία οικογένεια κινητήρων περιλαμβάνονται μόνον μονάδες με παρόμοια χαρακτηριστικά εκπομπών καυσαερίων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι επιδράσεις αυτές. Οι περιπτώσεις αυτές προσδιορίζονται από τον κατασκευαστή και κοινοποιούνται στην αρχή έγκρισης τύπου. Λαμβάνεται υπόψη ως κριτήριο για τη δημιουργία νέας οικογένειας κινητήρων.

Στην περίπτωση διατάξεων ή χαρακτηριστικών, που δεν αναφέρονται στο σημείο 5.2.3 και τα οποία επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό το επίπεδο των εκπομπών, ο εξοπλισμός αυτός προσδιορίζεται από τον κατασκευαστή με βάση την ορθή τεχνική πρακτική και κοινοποιείται στην αρχή έγκρισης τύπου. Λαμβάνεται υπόψη ως κριτήριο για τη δημιουργία νέας σειράς κινητήρων.

Εκτός από τις παραμέτρους που αναφέρονται στο σημείο 5.2.3, ο κατασκευαστής μπορεί να εισαγάγει πρόσθετα κριτήρια τα οποία να επιτρέπουν τον ορισμό σειρών πιο περιορισμένου μεγέθους. Οι παράμετροι αυτές δεν είναι κατ' ανάγκη παράμετροι που επηρεάζουν το επίπεδο των εκπομπών.

5.2.3. Παράμετροι που ορίζουν τη σειρά κινητήρων

5.2.3.1. Κύκλος καύσης

- α) δίχρονος
- β) τετράχρονος
- γ) περιστροφικός κινητήρας
- δ) άλλοι

5.2.3.2. Διάταξη κυλίνδρων

5.2.3.2.1. Θέση των κυλίνδρων στο σώμα

- α) V
- β) σε σειρά
- γ) ακτινική
- δ) άλλες (F, W κ.λπ.)

5.2.3.2.2. Σχετική θέση των κυλίνδρων

Οι κινητήρες με το ίδιο σώμα μπορούν να ανήκουν στην ίδια σειρά εφόσον οι αποστάσεις μεταξύ των κέντρων οπής των κυλίνδρων είναι ίδιες.

5.2.3.3. Κύριο ψυκτικό μέσο

- α) αέρας
- β) νερό
- γ) έλαιο

5.2.3.4. Κυβισμός ενός κυλίνδρου

5.2.3.4.1. Κινητήρας με κυβισμό μονάδας κυλίνδρου $\geq 0,75 \text{ dm}^3$

Για να θεωρηθεί ότι κινητήρες με κυβισμό μονάδας κυλίνδρου $\geq 0,75 \text{ dm}^3$ ανήκουν στην ίδια σειρά κινητήρων, το εύρος του κυβισμού των μεμονωμένων κυλίνδρων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 15 % του μεγαλύτερου κυβισμού μεμονωμένου κυλίνδρου μέσα στη σειρά.

5.2.3.4.2. Κινητήρας με κυβισμό μονάδας κυλίνδρου $< 0,75 \text{ dm}^3$

Για να θεωρηθεί ότι κινητήρες με κυβισμό μονάδας κυλίνδρου $< 0,75 \text{ dm}^3$ ανήκουν στην ίδια σειρά κινητήρων, το εύρος του κυβισμού των μεμονωμένων κυλίνδρων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 30 % του μεγαλύτερου κυβισμού μεμονωμένου κυλίνδρου μέσα στη σειρά.

5.2.3.4.3. Κινητήρας με άλλα όρια κυβισμού μονάδας κυλίνδρου

Οι κινητήρες με κυβισμό μονάδας κυλίνδρου που υπερβαίνει τα όρια που καθορίζονται στα σημεία 5.2.3.4.1 και 5.2.3.4.2 μπορεί να θεωρηθούν ότι ανήκουν στην ίδια σειρά με έγκριση της αρχής έγκρισης τύπου. Η έγκριση βασίζεται σε τεχνικά στοιχεία (υπολογισμούς, προσομοιώσεις, αποτελέσματα δοκιμών κ.λπ.) που αποδεικνύουν ότι η υπέρβαση των ορίων δεν επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τις εκπομπές καυσαερίων.

5.2.3.5. Μέθοδος αναρρόφησης αέρα

- α) φυσική αναρρόφηση
- β) με συμπίεση
- γ) με συμπίεση με μεταψύκτη

5.2.3.6. Είδος καυσίμου

- α) Ντίζελ
- β) Φυσικό αέριο (NG)
- γ) Υγραέριο (LPG)
- δ) Αιθανόλη

5.2.3.7. Τύπος/σχεδιασμός θαλάμου καύσης

- α) Ανοικτός θάλαμος
- β) Διαιρούμενος θάλαμος
- γ) Άλλοι τύποι

5.2.3.8. Τύπος ανάφλεξης

- α) Επιβαλλόμενη ανάφλεξη
- β) Ανάφλεξη με συμπίεση

5.2.3.9. Βαλβίδες και θυρίδες

- α) Διάταξη
- β) Αριθμός βαλβίδων ανά κύλινδρο

5.2.3.10. Τύπος τροφοδοσίας καυσίμου

- α) Τύπος τροφοδοσίας υγρού καυσίμου
 - i) Εγχυτήρας εν σειρά (υψηλής πίεσης) με αντλία
 - ii) Αντλία εν σειρά ή αντλία διανομής
 - iii) Αντλία μονάδας ή εγχυτήρας μονάδας
 - iv) Κοινός συλλέκτης
 - v) Εξαερωτής (-ές)
 - vi) Άλλοι

β) Τύπος τροφοδοσίας αερίου καυσίμου

i) Αέριο

ii) Υγρό

iii) Μονάδες ανάμειξης

iv) Άλλοι

γ) Άλλοι τύποι

5.2.3.11. Διάφορες διατάξεις

α) Ανακυκλοφορία καυσαερίων (EGR)

β) Έγχυση νερού

γ) Έγχυση αέρα

δ) Άλλες

5.2.3.12. Στρατηγική ηλεκτρονικού ελέγχου

Βασική παράμετρος της σειράς είναι η ύπαρξη ή η απουσία μονάδας ηλεκτρονικού ελέγχου (ECU) στον κινητήρα.

Εάν πρόκειται για κινητήρες που ελέγχονται ηλεκτρονικά, ο κατασκευαστής υποβάλλει τα τεχνικά στοιχεία με τα οποία εξηγείται η ομαδοποίηση των κινητήρων αυτών στην ίδια σειρά, π.χ. τους λόγους για τους οποίους μπορεί να αναμένεται ότι οι κινητήρες αυτοί θα ικανοποιούν τις ίδιες απαιτήσεις εκπομπών.

Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι υπολογισμοί, προσομοιώσεις, εκτιμήσεις, περιγραφή των παραμέτρων έγχυσης, αποτελέσματα δοκιμών κ.λπ.

Παραδείγματα χαρακτηριστικών που ελέγχονται είναι:

α) Χρονισμός

β) Πίεση έγχυσης

γ) Πολλαπλές εγχύσεις

δ) Πίεση υπερτροφοδοσίας

ε) VGT

στ) EGR

5.2.3.13. Συστήματα μετεπεξεργασίας καυσαερίων

Η λειτουργία και ο συνδυασμός των ακόλουθων διατάξεων θεωρούνται κριτήρια οικογένειας κινητήρων:

α) Καταλύτης οξειδωσης

β) Τριοδικός καταλύτης

γ) Σύστημα DeNO_x με επιλεκτική αναγωγή των NO_x (προσθήκη μέσου αναγωγής)

δ) Άλλα συστήματα DeNO_x

- ε) Παγίδα σωματιδίων με παθητική αναγέννηση
- στ) Παγίδα σωματιδίων με ενεργητική αναγέννηση
- ζ) Άλλες παγίδες σωματιδίων
- η) Άλλες διατάξεις

Όταν ένας κινητήρας έχει πιστοποιηθεί χωρίς σύστημα μετεπεξεργασίας, είτε ως μητρικός κινητήρας είτε ως μέλος οικογένειας, τότε ο κινητήρας αυτός, εάν είναι εφοδιασμένος με καταλύτη οξείδωσης, μπορεί να περιληφθεί στην ίδια σειρά κινητήρων, εφόσον δεν απαιτεί διαφορετικά χαρακτηριστικά καυσίμου.

Εάν απαιτεί ειδικά χαρακτηριστικά καυσίμου (π.χ. παγίδες σωματιδίων που απαιτούν ειδικά πρόσθετα στο καύσιμο για να εξασφαλίζεται η διαδικασία αναγέννησης), η απόφαση για να συμπεριληφθεί στην ίδια οικογένεια κινητήρων βασίζεται στα τεχνικά στοιχεία που παρέχει ο κατασκευαστής. Τα στοιχεία αυτά πρέπει να αναφέρουν ότι το αναμενόμενο επίπεδο εκπομπών του εξοπλισμένου κινητήρα συμμορφώνεται με την ίδια οριακή τιμή που ισχύει για τον μη εξοπλισμένο κινητήρα.

Όταν ένας κινητήρας έχει πιστοποιηθεί με σύστημα μετεπεξεργασίας, είτε ως μητρικός κινητήρας είτε ως μέλος οικογένειας, του οποίου ο μητρικός κινητήρας είναι εφοδιασμένος με το ίδιο σύστημα μετεπεξεργασίας, τότε ο κινητήρας αυτός, εάν δεν είναι εφοδιασμένος με σύστημα μετεπεξεργασίας, δεν πρέπει να συμπεριληφθεί στην ίδια σειρά κινητήρων.

5.2.4. Επιλογή του μητρικού κινητήρα

5.2.4.1. Κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση

Αφού η οικογένεια κινητήρων λάβει την έγκριση της αρχής έγκρισης τύπου, ο μητρικός κινητήρας της οικογένειας επιλέγεται με τη βοήθεια του πρωταρχικού κριτηρίου της μέγιστης παροχής καυσίμου ανά διαδρομή, στις στροφές της δηλούμενης μέγιστης ροπής. Στην περίπτωση που δύο ή περισσότεροι κινητήρες πληρούν αυτό το πρωταρχικό κριτήριο, ο μητρικός κινητήρας επιλέγεται με τη βοήθεια του δευτερεύοντος κριτηρίου της μέγιστης παροχής καυσίμου ανά διαδρομή στις στροφές ονομαστικής ισχύος.

5.2.4.2. Κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης

Αφού η λάβει την έγκριση της αρχής έγκρισης τύπου, ο μητρικός κινητήρας της οικογένειας επιλέγεται με τη βοήθεια του πρωταρχικού κριτηρίου της μέγιστης εκτόπισης. Στην περίπτωση που δύο ή περισσότεροι κινητήρες πληρούν αυτό το πρωταρχικό κριτήριο, ο μητρικός κινητήρας επιλέγεται με τη βοήθεια των δευτερευόντων κριτηρίων με την ακόλουθη σειρά προτεραιότητας:

- α) μέγιστη παροχή καυσίμου ανά διαδρομή στις στροφές της δηλούμενης ονομαστικής ισχύος,
- β) ανώτερη χρονική στιγμή σπινθήρα,
- γ) κατώτατος ρυθμός EGR.

5.2.4.3. Παρατηρήσεις σχετικά με την επιλογή του μητρικού κινητήρα

Η αρχή έγκρισης τύπου μπορεί καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η δυσμενέστερη περίπτωση εκπομπών της οικογένειας μπορεί να χαρακτηριστεί καλύτερα υποβάλλοντας σε δοκιμή και άλλους κινητήρες. Στην περίπτωση αυτή, ο κατασκευαστής του κινητήρα υποβάλλει τις κατάλληλες πληροφορίες ώστε να προσδιοριστούν οι κινητήρες της οικογένειας οι οποίοι έχουν πιθανότατα το υψηλότερο επίπεδο εκπομπών.

Στην περίπτωση που κινητήρες που ανήκουν στην ίδια σειρά διαθέτουν και άλλα χαρακτηριστικά τα οποία είναι δυνατόν να θεωρηθεί ότι επηρεάζουν τις εκπομπές καυσαερίων, τα χαρακτηριστικά αυτά θα πρέπει επίσης να εντοπίζονται και να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή του μητρικού κινητήρα.

Εάν οι κινητήρες μιας οικογένειας έχουν τις ίδιες τιμές εκπομπών κατά διαφορετικές ωφέλιμες διάρκειες ζωής, αυτό λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή του μητρικού κινητήρα.

6. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΟΚΙΜΗΣ

6.1. Εργαστηριακές συνθήκες δοκιμής

Μετράται η απόλυτη θερμοκρασία (A) του αέρα εισαγωγής του κινητήρα, εκφρασμένη σε βαθμούς Κέλβιν, καθώς και η ξηρά ατμοσφαιρική πίεση (p_s), εκφρασμένη σε kPa και προσδιορίζεται η παράμετρος f_a σύμφωνα με τις ακόλουθες διατάξεις. Σε πολυκύλινδρους κινητήρες με διακεκριμένες ομάδες πολλαπλών, όπως σε διάταξη κινητήρα σχήματος "V", μετράται η μέση θερμοκρασία των διακεκριμένων ομάδων. Η παράμετρος f_a αναφέρεται μαζί με τα αποτελέσματα της δοκιμής. Για καλύτερη επαναληψιμότητα και αναπαραγωγιμότητα των αποτελεσμάτων της δοκιμής, συνιστάται η παράμετρος f_a να είναι έτσι ώστε: $0,93 \leq f_a \leq 1,07$.

α) Κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση:

Κινητήρες φυσικής αναρρόφησης και μηχανικής υπερτροφοδότησης:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right) \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,7} \quad (1)$$

Κινητήρες στροβιλοσυμπίεσης με ή χωρίς ψύξη του αέρα εισαγωγής:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{0,7} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{1,5} \quad (2)$$

β) Κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{1,2} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,6} \quad (3)$$

6.2. Αερόψυκτοι κινητήρες

Καταγράφεται η θερμοκρασία του αέρα τροφοδοσίας και, στις δηλούμενες ονομαστικές στροφές και για το πλήρες φορτίο, πρέπει να περικλείεται εντός του πεδίου ± 5 K της μέγιστης θερμοκρασίας του αέρα τροφοδοσίας που ορίζεται από τον κατασκευαστή. Η θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου θα είναι τουλάχιστον 293 K (20 °C).

Εάν χρησιμοποιείται εργαστηριακό σύστημα δοκιμής ή εξωτερικός ανεμιστήρας, η θερμοκρασία του αέρα τροφοδοσίας πρέπει να περικλείεται εντός του πεδίου ± 5 K της μέγιστης θερμοκρασίας του αέρα τροφοδοσίας που ορίζεται από τον κατασκευαστή στις ονομαστικές στροφές και για το πλήρες φορτίο. Η θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου και ο ρυθμός ροής του ψυκτικού μέσου του ψύκτη του αέρα τροφοδοσίας στο σημείο που καθορίζεται πιο πάνω δεν πρέπει να αλλάξει καθ' όλο τον κύκλο της δοκιμής, εκτός εάν τα αποτελέσματα είναι μη αντιπροσωπευτικά υπερβολικής ψύξης του αέρα τροφοδοσίας. Ο όγκος του ψυκτικού μέσου του αέρα τροφοδοσίας βασίζεται στην ορθή τεχνική πρακτική και είναι αντιπροσωπευτικός της παραγωγής του κινητήρα. Το εργαστηριακό σύστημα πρέπει να είναι σχεδιασμένο κατά τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η συσσώρευση του συμπυκνώματος. Τυχόν συσσωρευμένο συμπύκνωμα αποστραγγίζεται και όλοι οι στραγγιστικοί αγωγοί είναι εντελώς κλειστοί πριν από τις δοκιμές εκπομπής.

Εάν ο κατασκευαστής του κινητήρα προδιαγράφει συγκεκριμένα όρια πτώσης της πίεσης κατά τη λειτουργία του συστήματος ψύξης του αέρα τροφοδοσίας, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι η πτώση της πίεσης στο ψυκτικό σύστημα του αέρα τροφοδοσίας σε συνθήκες κινητήρα που προδιαγράφονται από τον κατασκευαστή βρίσκεται εντός του/των προδιαγεγραμμένου/-ων ορίων του κατασκευαστή. Η πτώση της πίεσης μετράται στις θέσεις που έχει καθορίσει ο κατασκευαστής.

6.3. Ισχύς μηχανής

Η βάση για την ειδική μέτρηση εκπομπών είναι η ισχύς του κινητήρα και το έργο κύκλου όπως καθορίζονται σύμφωνα με τα σημεία 6.3.1 έως 6.3.5.

6.3.1. Γενική εγκατάσταση κινητήρα

Ο κινητήρας υποβάλλεται σε δοκιμή μαζί με τα βοηθητικά μέσα/εξοπλισμό του προσάρτηματος 7.

Εάν τα βοηθητικά μέσα/εξοπλισμός δεν έχουν εγκατασταθεί όπως απαιτείται, η ισχύς τους λαμβάνεται υπόψη σύμφωνα με τα σημεία 6.3.2 έως 6.3.5.

6.3.2. Βοηθητικά μέσα που πρέπει να συνδέονται για τις δοκιμές εκπομπών

Εάν είναι αδύναμη η εγκατάσταση των βοηθητικών μέσων/εξοπλισμού που απαιτούνται σύμφωνα με το προσάρτημα 7 σχετικά με την τράπεζα δοκιμών, η απορροφώμενη από αυτά ισχύς καθορίζεται και αφαιρείται από τη μετρούμενη ισχύ του κινητήρα (ισχύ αναφοράς και πραγματική ισχύ) σε όλη την κλίμακα στροφών του WHTC και στις στροφές δοκιμής του WHSC.

6.3.3. Βοηθητικά μέσα/εξοπλισμός που πρέπει να αφαιρούνται για τη διεξαγωγή της δοκιμής

Εάν δεν μπορούν να αφαιρεθούν τα βοηθητικά μέσα/ο εξοπλισμός που απαιτούνται σύμφωνα με το προσάρτημα 7, η απορροφώμενη από αυτά ισχύς μπορεί να καθοριστεί και να προστεθεί στη μετρούμενη ισχύ του κινητήρα (ισχύ αναφοράς και πραγματική ισχύ) σε όλη την κλίμακα στροφών του WHTC και στις στροφές δοκιμής του WHSC. Εάν η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη από 3 % της μέγιστης ισχύος στην ταχύτητα δοκιμής, αυτή μπορεί να επαληθευτεί από την υπηρεσία δοκιμής.

6.3.4. Προσδιορισμός της βοηθητικής ισχύος

Η ισχύς που απορροφάται από τα βοηθητικά μέσα/εξοπλισμό πρέπει να προσδιορίζεται μόνον

α) στην περίπτωση που τα βοηθητικά μέσα/ο εξοπλισμός που απαιτούνται σύμφωνα με το προσάρτημα 7 δεν συνδέονται στον κινητήρα

ή/και

β) στην περίπτωση που έχουν συνδεθεί στον κινητήρα βοηθητικά μέσα/εξοπλισμός που δεν απαιτούνται σύμφωνα με το προσάρτημα 7.

Οι τιμές της βοηθητικής ισχύος και η μέθοδος μέτρησης/υπολογισμού για τον προσδιορισμό της βοηθητικής ισχύος υποβάλλονται από τον κατασκευαστή του κινητήρα καθ' όλη την περιοχή λειτουργίας των κύκλων δοκιμής, και εγκρίνονται από την αρχή έγκρισης τύπου.

6.3.5. Έργο κύκλου κινητήρα

Ο υπολογισμός του πραγματικού έργου κύκλου και του έργου κύκλου αναφοράς (βλέπε παράγραφοι 7.4.8 και 7.8.6) βασίζεται στην ισχύ κινητήρα σύμφωνα με την παράγραφο 6.3.1. Στην περίπτωση αυτή, τα P_f και P_r της εξίσωσης 4 είναι μηδέν, και το P ισούται με $P_{m,i}$.

Εάν τα βοηθητικά μέσα/ο εξοπλισμός εγκαθίστανται σύμφωνα με τις παραγράφους 6.3.2 ή/και 6.3.3, η απορροφώμενη από αυτά ισχύς χρησιμοποιείται για να διορθωθεί κάθε τιμή για στιγμιαία ισχύ κύκλου $P_{m,i}$ ως εξής:

$$P_i = P_{m,i} - P_{f,i} + P_{r,i} \quad (4)$$

όπου

$P_{m,i}$ είναι η μετρούμενη ισχύς του κινητήρα, kW

$P_{f,i}$ είναι η απορροφώμενη ισχύς από τα βοηθητικά μέσα/εξοπλισμό που πρέπει να συνδεθούν, kW

$P_{r,i}$ είναι η απορροφώμενη ισχύς από τα βοηθητικά μέσα/εξοπλισμό που πρέπει να αφαιρεθούν, kW

6.4. Σύστημα εισαγωγής αέρα στον κινητήρα

Χρησιμοποιείται σύστημα εισαγωγής αέρα στον κινητήρα ή σύστημα εργαστηριακής δοκιμής που να διαθέτει περιορισμό εισαγωγής αέρα ± 300 Pa της ανώτατης τιμής που καθορίζεται από τον κατασκευαστή για καθαριστή αέρα στις ονομαστικές στροφές και για πλήρες φορτίο. Η στατική διαφορική πίεση του περιορισμού πρέπει να μετρηθεί στη θέση που προδιαγράφεται από τον κατασκευαστή.

6.5. Σύστημα εξάτμισης του κινητήρα

Χρησιμοποιείται σύστημα εξάτμισης του κινητήρα ή σύστημα εργαστηριακής δοκιμής που να διαθέτει αντίθλιψη εξάτμισης μεταξύ 80 και 100 % της ανώτατης τιμής που καθορίζεται από τον κατασκευαστή στις ονομαστικές στροφές και για πλήρες φορτίο. Εάν η ανώτατη τιμή περιορισμού είναι 5 kPa ή λιγότερο, το σημείο ρύθμισης δεν μπορεί να λιγότερο από 1,0 kPa της ανώτατης τιμής. Το σύστημα εξάτμισης συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις για τη δειγματοληψία καυσαερίων όπως καθορίζονται στα σημεία 9.3.10 και 9.3.11.

6.6. Κινητήρας με σύστημα μετεπεξεργασίας καυσαερίων

Αν ο κινητήρας είναι εφοδιασμένος με σύστημα μετεπεξεργασίας καυσαερίων, τότε ο σωλήνας εξάτμισης πρέπει να έχει την ίδια διάμετρο με τις εν χρήσει διαμέτρους, ή όπως ορίζεται από τον κατασκευαστή, τεσσάρων τουλάχιστον σωλήνων πριν από το στόμιο εισαγωγής της αρχής του τμήματος επέκτασης που περιέχει τη συσκευή μετεπεξεργασίας. Η απόσταση από τη φλάντζα της πολλαπλής εξάτμισης ή από το στόμιο εξαγωγής του στροβιλοσυμπίεστη μέχρι τη διάταξη μετεπεξεργασίας καυσαερίων πρέπει να είναι η ίδια όπως στο σχέδιο του οχήματος ή εντός των ορίων της απόστασης που ορίζεται στις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Η αντίθλιψη ή ο περιορισμός εξάτμισης πρέπει να πληροί τα ίδια με τα ανωτέρω κριτήρια, και μπορεί να ρυθμίζεται με βαλβίδα. Για διατάξεις μετεπεξεργασίας μεταβλητού περιορισμού, ο ανώτατος περιορισμός εξάτμισης ορίζεται στις συνθήκες μετεπεξεργασίας (επίπεδο ωρίμανσης/γήρανσης και επίπεδο αναγέννησης/φόρτισης) που προδιαγράφονται από τον κατασκευαστή. Εάν η ανώτατη τιμή περιορισμού είναι 5 kPa ή λιγότερο, το σημείο ρύθμισης δεν μπορεί να λιγότερο από 1,0 kPa της ανώτατης τιμής. Το δοχείο της διάταξης μετεπεξεργασίας μπορεί να απομακρύνεται κατά τη διάρκεια των ομοιομάτων δοκιμών και κατά τη χάραξη της καμπύλης λειτουργίας του κινητήρα, και να αντικαθίσταται με ισοδύναμο δοχείο που να διαθέτει υποστήριξη ανενεργού καταλύτη.

Οι εκπομπές που μετρώνται κατά τη διάρκεια του κύκλου δοκιμής είναι αντιπροσωπευτικές των εκπομπών σε πραγματικές συνθήκες. Στην περίπτωση κινητήρα εφοδιασμένου με σύστημα μετεπεξεργασίας καυσαερίων που απαιτεί την κατανάλωση αντιδραστήριου, το αντιδραστήριο που χρησιμοποιείται για όλες τις δοκιμές δηλώνεται από τον κατασκευαστή.

Για τους κινητήρες που είναι εφοδιασμένοι με συστήματα μετεπεξεργασίας καυσίμων που βασίζονται στη συνεχή αναγέννηση δεν απαιτείται ειδική διαδικασία δοκιμής, αλλά η διεργασία της αναγέννησης πρέπει να αποδειχθεί σύμφωνα με την παράγραφο 6.6.1.

Για τους κινητήρες που είναι εφοδιασμένοι με συστήματα μετεπεξεργασίας καυσαερίων τα οποία λειτουργούν με βάση την περιοδική αναγέννηση, όπως περιγράφεται στο σημείο 6.6.2, τα αποτελέσματα των εκπομπών προσαρμόζονται ώστε να λαμβάνεται υπόψη η αναγέννηση. Στην περίπτωση αυτή, η μέση εκπομπή εξαρτάται από τη συχνότητα της αναγέννησης σε σχέση με το κλάσμα των δοκιμών κατά τη διάρκεια του οποίου γίνεται η αναγέννηση.

6.6.1. Συνεχής αναγέννηση

Οι εκπομπές μετρώνται σε σύστημα μετεπεξεργασίας που έχει σταθεροποιηθεί κατά τρόπο ώστε η συμπεριφορά των εκπομπών να είναι επαναλαμβανόμενη. Η διεργασία αναγέννησης εκτελείται τουλάχιστον μια φορά κατά τη δοκιμή θερμής εκκίνησης του WHTC και ο κατασκευαστής δηλώνει τις κανονικές συνθήκες υπό τις οποίες πραγματοποιείται η εν λόγω αναγέννηση (φορτίο αιθάλης, θερμοκρασία, αντίθλιψη καυσαερίων κ.λπ.).

Για να αποδειχθεί ότι η διαδικασία αναγέννησης είναι συνεχής διενεργούνται τρεις τουλάχιστον δοκιμές θερμής εκκίνησης WHTC. Για τους σκοπούς αυτής της απόδειξης, ο κινητήρας θερμαίνεται σύμφωνα με την παράγραφο 7.4.1, ο κινητήρας εμποτίζεται σύμφωνα με την παράγραφο 7.6.3 και τότε πραγματοποιείται η πρώτη δοκιμή θερμής εκκίνησης WHTC. Οι επακόλουθες δοκιμές θερμής εκκίνησης ξεκινούν μετά την εμβάπτιση σύμφωνα με το σημείο 7.6.3. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών καταγράφονται η θερμοκρασία και η πίεση των καυσαερίων (θερμοκρασία πριν και μετά το σύστημα μετεπεξεργασίας, αντίθλιψη καυσαερίων κ.λπ.).

Εάν οι συνθήκες που έχουν δηλωθεί από τον κατασκευαστή εμφανίζονται κατά τη διάρκεια των δοκιμών και τα αποτελέσματα των τριών (ή περισσότερων) δοκιμών θερμής εκκίνησης WHTC δεν σκεδάζονται σε ποσοστό μεγαλύτερο του $\pm 25\%$ ή $0,005 \text{ g/kWh}$, ανάλογα με το ποιο είναι μεγαλύτερο, το σύστημα μετεπεξεργασίας θεωρείται ότι είναι συνεχούς αναγέννησης, και εφαρμόζονται οι γενικές διατάξεις για τη δοκιμή του σημείου 7.6 (WHTC) και του σημείου 7.7 (WHSC).

Εάν το σύστημα μετεπεξεργασίας καυσαερίων διαθέτει τρόπο λειτουργίας ασφάλειας, που μεταβάλλεται σε τρόπο λειτουργίας περιοδικής αναγέννησης, ελέγχεται σύμφωνα με το σημείο 6.6.2. Για την ειδική αυτή περίπτωση, τα ισχύοντα όρια εκπομπών είναι δυνατόν να υπερβαίνονται και δεν σταθμίζονται.

6.6.2. Περιοδική αναγέννηση

Για τη μετεπεξεργασία καυσαερίων με βάση τη διαδικασία περιοδικής αναγέννησης, οι εκπομπές μετρώνται σε τουλάχιστον τρεις δοκιμές θερμής εκκίνησης WHTC, μία με αναγέννηση και δύο χωρίς αναγέννηση σε σταθεροποιημένο σύστημα μετεπεξεργασίας, και τα σχετικά αποτελέσματα σταθμίζονται σύμφωνα με την εξίσωση 5.

Η διαδικασία αναγέννησης πραγματοποιείται τουλάχιστον κατά τη διάρκεια της δοκιμής θερμής εκκίνησης WHTC. Το όχημα μπορεί να είναι εξοπλισμένο με διακόπτη για να μπορεί να αποτρέπει ή να επιτρέπει τη διαδικασία αναγέννησης εφόσον η λειτουργία αυτή δεν επηρεάζει τη βαθμονόμηση του αρχικού κινητήρα.

Ο κατασκευαστής δηλώνει τις κανονικές συνθήκες των παραμέτρων, υπό τις οποίες εκτελείται η διαδικασία αναγέννησης (φορτίο αιθάλης, θερμοκρασία, αντίθλιψη καυσαερίων κ.λπ.), καθώς και τη διάρκεια της. Ο κατασκευαστής παρέχει επίσης τη συχνότητα της αναγέννησης με όρους αριθμού δοκιμών κατά τις οποίες συμβαίνει η αναγέννηση σε σύγκριση με τον αριθμό δοκιμών χωρίς αναγέννηση. Η ακριβής διαδικασία για τον προσδιορισμό της συχνότητας βασίζεται σε ορθή τεχνική κρίση και συμφωνείται από την αρχή έγκρισης τύπου ή πιστοποίησης.

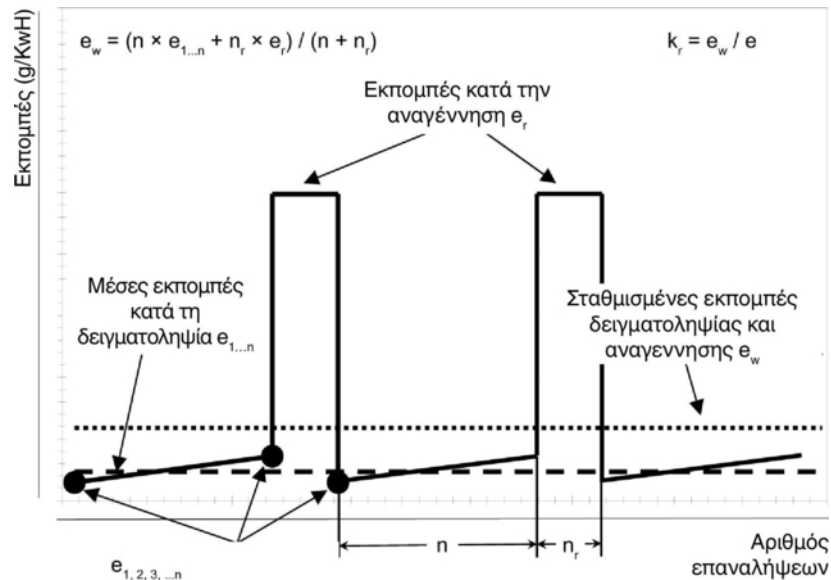
Ο κατασκευαστής παρέχει φορτισμένο σύστημα μετεπεξεργασίας, έτσι ώστε να επιτευχθεί η αναγέννηση κατά τη διάρκεια της δοκιμής WHTC. Για τους σκοπούς αυτών των δοκιμών, ο κινητήρας θερμαίνεται σύμφωνα με την παράγραφο 7.4.1, ο κινητήρας εμποτίζεται σύμφωνα με την παράγραφο 7.6.3 και τότε πραγματοποιείται η πρώτη δοκιμή θερμής εκκίνησης WHTC. Η αναγέννηση δεν πρέπει να πραγματοποιείται κατά το στάδιο αυτό της προθέρμανσης του κινητήρα.

Οι μέσες ειδικές εκπομπές μεταξύ των σταδίων αναγέννησης καθορίζονται από τον αριθμητικό μέσο διαφόρων αποτελεσμάτων (g/kWh) δοκιμών θερμής εκκίνησης WHTC, τις οποίες χωρίζει ο ίδιος κατά προσέγγιση χρόνος. Διεξάγεται τουλάχιστον μία δοκιμή θερμής εκκίνησης WHTC, όσο το δυνατόν συντομότερα πριν από τη δοκιμή αναγέννησης και μία άλλη αμέσως μετά τη δοκιμή αναγέννησης. Ως εναλλακτική λύση ο κατασκευαστής μπορεί να παράσχει στοιχεία για να δείξει ότι οι εκπομπές παραμένουν σταθερές ($\pm 25\%$ ή $0,005 \text{ g/kWh}$, ανάλογα με το ποιο είναι το μεγαλύτερο) μεταξύ των σταδίων αναγέννησης. Στην περίπτωση αυτή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι εκπομπές μόνο μίας δοκιμής θερμής εκκίνησης WHTC.

Κατά τη δοκιμή αναγέννησης καταγράφονται όλα τα στοιχεία που απαιτούνται για την ανίχνευση της αναγέννησης (εκπομπές CO ή NO_x , θερμοκρασία πριν και μετά το σύστημα μετεπεξεργασίας, αντίθλιψη εξάτμισης κ.λπ.).

Κατά τη διάρκεια της δοκιμής αναγέννησης μπορεί να σημειωθεί υπέρβαση των ισχυόντων ορίων εκπομπών.

Η διαδικασία δοκιμής απεικονίζεται σχηματικά στο σχήμα 2.



Σχήμα 2

Διάγραμμα περιοδικής αναγέννησης

Οι εκπομπές από τη δοκιμή θερμής εκκίνησης WHTC σταθμίζονται ως εξής:

$$e_w = \frac{n \times \bar{e} + n_r \times \bar{e}_r}{n + n_r} \quad (5)$$

όπου

n αριθμός δοκιμών θερμής εκκίνησης WHTC χωρίς αναγέννηση

n_r ο αριθμός δοκιμών θερμής εκκίνησης WHTC με αναγέννηση (τουλάχιστον μία δοκιμή)

\bar{e} οι μέσες ειδικές εκπομπές χωρίς αναγέννηση, σε g/kWh

\bar{e}_r οι μέσες ειδικές εκπομπές με αναγέννηση, σε g/kWh

Για τον προσδιορισμό του \bar{e}_r εφαρμόζονται τα εξής:

- Εάν η αναγέννηση χρειάζεται πάνω από μία θερμή εκκίνηση WHTC, οι διαδοχικές δοκιμές θερμής εκκίνησης WHTC διεξάγονται και οι εκπομπές εξακολουθούν να μετρώνται χωρίς εμπάτση και χωρίς να σβήσει ο κινητήρας, έως ότου ολοκληρωθεί η αναγέννηση και υπολογιστεί ο μέσος όρος των δοκιμών θερμής εκκίνησης WHTC.
- Εάν η αναγέννηση ολοκληρωθεί κατά τη διάρκεια μιας θερμής εκκίνησης WHTC, η δοκιμή συνεχίζεται σε όλη τη διάρκειά της.

Σε συμφωνία με την αρχή έγκρισης τύπου, οι συντελεστές αναπροσαρμογής της αναγέννησης μπορούν να εφαρμοστούν είτε πολλαπλασιαστικά γ) είτε προσθετικά βάσει ορθής τεχνικής ανάλυσης.

γ) Οι συντελεστές πολλαπλασιαστικής προσαρμογής υπολογίζονται ως εξής:

$$k_{r,u} = \frac{e_w}{e} \quad (6)$$

$$k_{r,d} = \frac{e_w}{e_r} \quad (6a)$$

δ) Οι συντελεστές προσθετικής προσαρμογής υπολογίζονται ως εξής:

$$k_{r,u} = e_w - e \quad (7)$$

$$k_{r,d} = e_w - e_r \quad (8)$$

Αναφορικά με τους υπολογισμούς των ειδικών εκπομπών στο σημείο 8.6.3., οι συντελεστές προσαρμογής της αναγέννησης εφαρμόζονται ως εξής:

ε) για μια δοκιμή χωρίς αναγέννηση, το $k_{r,u}$ πολλαπλασιάζεται με ή προστίθεται, αντίστοιχα, στην ειδική εκπομπή e στις εξισώσεις 69 ή 70,

στ) για μια δοκιμή με αναγέννηση, το $k_{r,d}$ πολλαπλασιάζεται με ή αφαιρείται από, αντίστοιχα, την ειδική εκπομπή e στις εξισώσεις 69 ή 70,

Κατόπιν αιτήματος του κατασκευαστή, οι συντελεστές προσαρμογής της αναγέννησης

ζ) μπορούν να επεκταθούν σε άλλους κινητήρες που ανήκουν στην ίδια σειρά κινητήρων,

η) μπορούν να επεκταθούν σε άλλες σειρές κινητήρων που χρησιμοποιούν το ίδιο σύστημα μετεπεξεργασίας με προηγούμενη έγκριση της αρμόδιας για την έγκριση τύπου αρχής ή της αρχής πιστοποίησης με βάση τεχνικά στοιχεία που πρέπει να παρέχονται από τον κατασκευαστή και τα οποία αποδεικνύουν ότι οι εκπομπές είναι παρόμοιες.

6.7. Σύστημα ψύξης

Χρησιμοποιείται σύστημα ψύξης του κινητήρα επαρκούς ισχύος ώστε να διατηρείται ο κινητήρας στις κανονικές θερμοκρασίες λειτουργίας, που καθορίζονται από τον κατασκευαστή.

6.8. Λιπαντικό

Το λιπαντικό καθορίζεται από τον κατασκευαστή και είναι αντιπροσωπευτικό του λιπαντικού ελαίου που διατίθεται στην αγορά· καταγράφονται οι προδιαγραφές του λιπαντικού που χρησιμοποιείται στη δοκιμή και παρουσιάζονται μαζί με τα αποτελέσματα της δοκιμής.

6.9. Προδιαγραφή για το καύσιμο αναφοράς

Το καύσιμο αναφοράς προδιαγράφεται στο προσάρτημα 2 του παραρτήματος για κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση και στα παραρτήματα 6 και 7 για κινητήρες CNG (πεπιεσμένο φυσικό αέριο) και κινητήρες LPG (υγραέριο).

Η θερμοκρασία του καυσίμου πρέπει να είναι σύμφωνη με τις συστάσεις του κατασκευαστή.

6.10. Εκπομπές στροφαλοθαλάμου

Απαγορεύεται η απευθείας απόρριψη εκπομπών στροφαλοθαλάμου στην ατμόσφαιρα περιβάλλοντος, με την ακόλουθη εξαίρεση: οι κινητήρες που είναι εφοδιασμένοι με στροβιλοσυμπιεστές, αντλίες, ανεμιστήρες ή υπερπληρωτές για την επαγωγή αέρα μπορούν να απορρίπτουν εκπομπές στροφαλοθαλάμου στην ατμόσφαιρα περιβάλλοντος, αν οι εκπομπές προστίθενται στις εκπομπές καυσαερίου (είτε με φυσικό είτε με μαθηματικό τρόπο) κατά τη διάρκεια όλων των δοκιμών εκπομπής. Οι κατασκευαστές, εκμεταλλευόμενοι την εξαίρεση αυτή, πρέπει να εγκαθιστούν τους κινητήρες κατά τρόπο ώστε όλες οι εκπομπές στροφαλοφόρου θαλάμου να μπορούν να δρομολογούνται στο σύστημα δειγματοληψίας εκπομπών.

Για τους σκοπούς του παρόντος σημείου, οι εκπομπές στροφαλοθαλάμου που δρομολογούνται στα ανάντη της μετεπεξεργασίας καυσαερίων κατά τη διάρκεια όλης της λειτουργίας δεν θεωρείται ότι απορρίπτονται απευθείας στην ατμόσφαιρα περιβάλλοντος.

Οι εκπομπές ανοιχτού στροφαλοθαλάμου δρομολογούνται στο σύστημα εξάτμισης για μέτρηση των εκπομπών, ως εξής:

- α) Οι σωληνώσεις πρέπει να είναι από υλικά ηλεκτρικώς αγώγιμα, με λεία τοιχώματα και να μην αντιδρούν με τις εκπομπές στροφαλοθαλάμου. Το μήκος των σωλήνων είναι το μικρότερο δυνατό.
- β) Ο αριθμός των καμπυλών στις εργαστηριακές σωληνώσεις του στροφαλοθαλάμου είναι ο μικρότερος δυνατός και η ακτίνα τυχόν αναπόφευκτων καμπυλών η μέγιστη δυνατή.
- γ) Οι εργαστηριακές σωληνώσεις εξάτμισης του στροφαλοθαλάμου θερμαίνονται, έχουν λεπτά τοιχώματα ή μονώνονται και πληρούν τις προδιαγραφές του κατασκευαστή του κινητήρα για την αντίθλιψη στροφαλοθαλάμου.
- δ) Οι σωληνώσεις εξάτμισης του στροφαλοθαλάμου συνδέονται στον κύριο αγωγό καυσαερίου κατάντη οποιουδήποτε συστήματος μετεπεξεργασίας καυσαερίου, κατάντη κάθε περιορισμού εξάτμισης και επαρκώς ανάντη κάθε καθετήρα δειγματοληψίας ώστε να εξασφαλισθεί πλήρης ανάμιξη με το καυσαέριο του κινητήρα πριν από τη δειγματοληψία. Ο σωλήνας της εξάτμισης στροφαλοθαλάμου επεκτείνεται στο ελεύθερο ρεύμα της εξάτμισης ώστε να αποφευχθούν επιδράσεις οριακού στρώματος και να διευκολυνθεί η ανάμιξη. Η έξοδος του σωλήνα της εξάτμισης στροφαλοθαλάμου μπορεί να προσανατολιστεί σε οποιαδήποτε κατεύθυνση συναφή με την παροχή πρωτογενούς καυσαερίου.

7. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΔΟΚΙΜΗΣ

7.1. Αρχές για τη μέτρηση των εκπομπών

Για τη μέτρηση των ειδικών εκπομπών, η λειτουργία του κινητήρα εκτελείται με τους κύκλους δοκιμής που ορίζονται στα σημεία 7.2.1 και 7.2.2. Η μέτρηση των ειδικών εκπομπών απαιτεί τον προσδιορισμό της μάζας των συστατικών στην εξάτμιση και του σχετικού έργου κύκλου του κινητήρα. Τα συστατικά προσδιορίζονται από τις μεθόδους δειγματοληψίας που περιγράφονται στα σημεία 7.1.1 και 7.1.2.

7.1.1. Συνεχής δειγματοληψία

Στη συνεχή δειγματοληψία, η συγκέντρωση των συστατικών μετράται συνεχώς από το πρωτογενές ή το αραιωμένο καυσαέριο. Η συγκέντρωση αυτή πολλαπλασιάζεται με το ρυθμό συνεχούς ροής (πρωτογενούς ή αραιωμένου) καυσαερίου στη θέση δειγματοληψίας της εκπομπής ώστε να προσδιοριστεί ο ρυθμός ροής μάζας του συστατικού. Η εκπομπή του συστατικού αθροίζεται συνεχώς σε όλο τον κύκλο δοκιμής. Το άθροισμα είναι η συνολική μάζα του εκπεμπόμενου συστατικού.

7.1.2. Δειγματοληψία παρτίδας

Στη δειγματοληψία παρτίδας, ένα δείγμα πρωτογενούς ή αραιωμένου καυσαερίου εξάγεται συνεχώς και αποθηκεύεται για μεταγενέστερη μέτρηση. Το εξαχθέν δείγμα είναι αναλογικό του ρυθμού ροής πρωτογενούς ή αραιωμένου καυσαερίου. Παραδείγματα δειγματοληψίας παρτίδας είναι η συλλογή αραιωμένων αέριων συστατικών σε σάκο και η συλλογή σωματιδίων (PM) σε φίλτρο. Οι συγκεντρώσεις από τις δειγματοληψίες παρτίδας πολλαπλασιάζονται με τη συνολική μάζα καυσαερίων ή τη ροή μάζας (πρωτογενούς ή αραιωμένου καυσαερίου) από την οποία εξαχθήκαν κατά τη διάρκεια του κύκλου δοκιμής. Το προϊόν αυτό είναι η συνολική μάζα ή η ροή μάζας του εκπεμπόμενου συστατικού. Για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης σωματιδίων, τα σωματίδια που επικάθηνται σε φίλτρο από αναλογικώς εξαχθέν καυσαέριο διαιρούνται διά του ποσού του φιλτραρισθέντος καυσαερίου.

7.1.3. Διαδικασίες μέτρησης

Το παρόν παράρτημα αφορά δύο διαδικασίες μέτρησης που είναι λειτουργικά ισοδύναμες. Οι δύο διαδικασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τους δύο κύκλους δοκιμών WHTC και WHSC:

- α) για τα αέρια συστατικά λαμβάνονται συνεχώς δείγματα στα πρωτογενή καυσαέρια και τα σωματίδια υπολογίζονται με τη χρήση συστήματος αραιώσεως μερικής ροής·
- β) τα αέρια συστατικά και τα σωματίδια προσδιορίζονται με τη χρήση συστήματος αραιώσεως πλήρους ροής (σύστημα CVS).

Επιτρέπεται κάθε συνδυασμός των δύο αρχών (π.χ. μέτρηση πρωτογενών καυσαερίων και μέτρηση σωματιδίων πλήρους ροής).

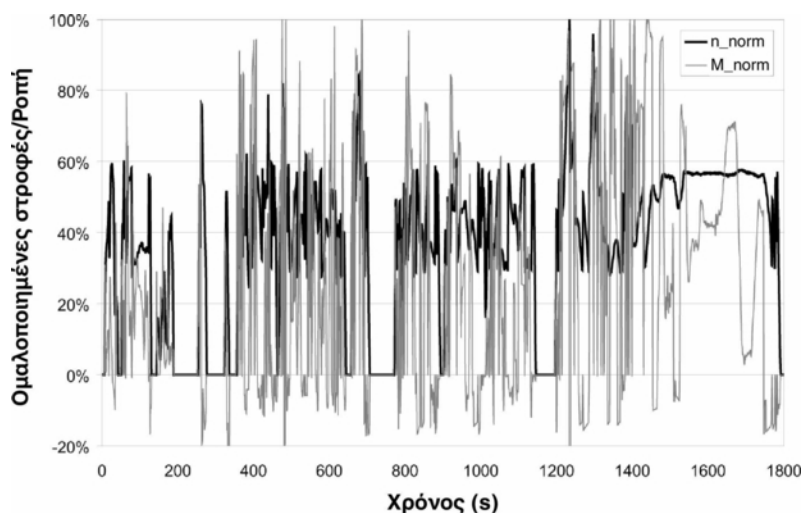
7.2. Κύκλοι δοκιμής

7.2.1. Κύκλος δοκιμής μεταβατικών συνθηκών WHTC

Ο κύκλος δοκιμής μεταβατικών συνθηκών WHTC περιγράφεται στο προσάρτημα 1 ως ακολουθία ομαλοποιημένων τιμών στροφών και ροπής. Για τη διενέργεια της δοκιμής σε θάλαμο δοκιμής κινητήρα, οι ομαλοποιημένες τιμές μετατρέπονται σε πραγματικές τιμές για το συγκεκριμένο κινητήρα που υποβάλλεται στη δοκιμή, βάσει του διαγράμματος ισχύος του κινητήρα. Η μετατροπή αυτή αναφέρεται ως απομαλποίηση και ο κύκλος δοκιμής που καταρτίζεται ως κύκλος αναφοράς του υποβαλλόμενου σε δοκιμή κινητήρα. Με αυτές τις πραγματικές τιμές στροφών και ροπής αναφοράς ο κύκλος δοκιμής εκτελείται σε θάλαμο δοκιμής και καταγράφονται οι πραγματικές τιμές στροφών, ροπής και ισχύος. Για να είναι έγκυρη η εκτέλεση της δοκιμής, μετά την ολοκλήρωση της δοκιμής διενεργείται παλινδρομική ανάλυση των πραγματικών τιμών στροφών, ροπής και ισχύος.

Για τον υπολογισμό των ειδικών εκπομπών της πέδησης, το πραγματικό έργο κύκλου υπολογίζεται ενσωματώνοντας την πραγματική ισχύ του κινητήρα σε ολόκληρο τον κύκλο. Για την επικύρωση κύκλου, το πραγματικό έργο κύκλου πρέπει να εμπίπτει στα προδιαγεγραμμένα όρια του έργου κύκλου αναφοράς.

Για τους αέριους ρύπους, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η συνεχής δειγματοληψία (πρωτογενές ή αραιωμένο καυσαέριο) ή η δειγματοληψία παρτίδας (αραιωμένο καυσαέριο). Το δείγμα των σωματιδίων αραιώνεται με κατάλληλα προετοιμασμένο αραιωτικό (όπως αέρα περιβάλλοντος) και συλλέγεται σε κατάλληλο ενιαίο φίλτρο. Ο WHTC απεικονίζεται σχηματικά στο σχήμα 3.



Σχήμα 3

Κύκλος δοκιμών WHTC

7.2.2. Κύκλος δοκιμής WHSC σε σταθερή κατάσταση κατά βαθμίδες

Ο κύκλος δοκιμής σε σταθερή κατάσταση κατά βαθμίδες WHSC συνίσταται σε αριθμό φάσεων ομαλοποιημένων στροφών και φορτίου που μετατρέπονται στις τιμές αναφοράς για τον συγκεκριμένο κινητήρα που υποβάλλεται σε δοκιμή βάσει του διαγράμματος ισχύος του κινητήρα. Ο κινητήρας πρέπει να βρίσκεται σε λειτουργία για το προκαθορισμένο χρονικό διάστημα σε κάθε στάδιο, κατά το οποίο οι στροφές και το φορτίο του κινητήρα μεταβάλλονται γραμμικά μέσα σε 20 ± 1 δευτερόλεπτα. Για να είναι έγκυρη η εκτέλεση της δοκιμής, μετά την ολοκλήρωση της δοκιμής διενεργείται παλινδρομική ανάλυση των πραγματικών τιμών στροφών, ροπής και ισχύος.

Η συγκέντρωση κάθε αερίου ρύπου, η ροή του καυσαερίου και η απόδοση ισχύος προσδιορίζονται κατά τη διάρκεια του κύκλου δοκιμής. Οι αέριοι ρύποι μπορούν να καταγράφονται διαρκώς ή να λαμβάνονται από αυτούς δείγματα σε σάκο δείγματος. Το δείγμα των σωματιδίων αραιώνεται με κατάλληλα προετοιμασμένο αραιωτικό (π.χ. αέρα περιβάλλοντος). Από την πλήρη διαδικασία της δοκιμής λαμβάνεται ένα δείγμα και συλλέγεται σε κατάλληλα φίλτρα.

Για τον υπολογισμό των ειδικών εκπομπών της πέδησης, το πραγματικό έργο κύκλου υπολογίζεται ενσωματώνοντας την πραγματική ισχύ του κινητήρα σε ολόκληρο τον κύκλο.

Ο WHSC παρουσιάζεται στον πίνακα 1. Εξαιρουμένου του σταδίου 1, η έναρξη κάθε σταδίου καθορίζεται ως η αρχή της βαθμίδας από το προηγούμενο στάδιο.

Πίνακας 1
Κύκλος δοκιμών WHSC

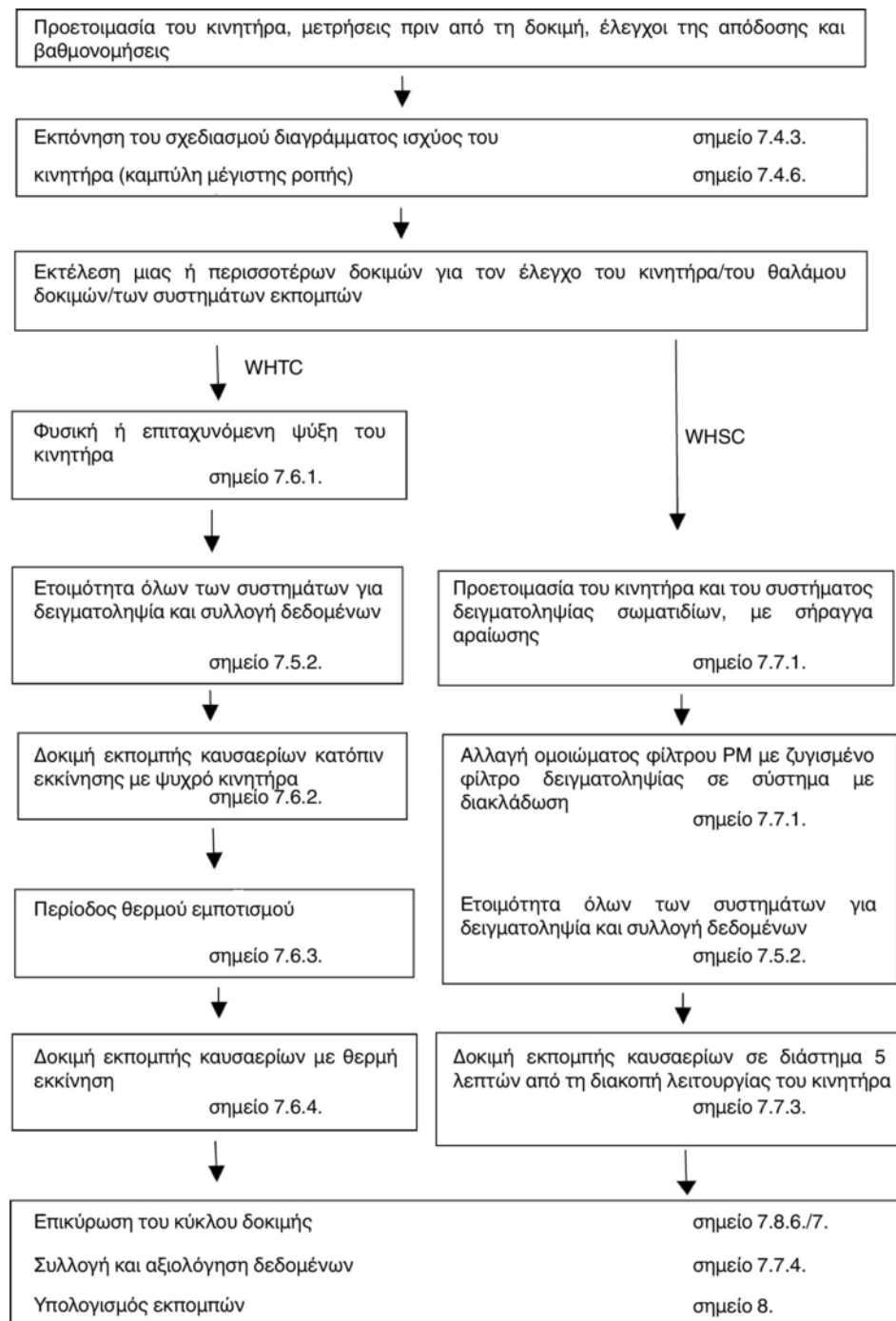
| Στάδιο | Ομαλοποιημένες στροφές (%) | Ομαλοποιημένη ροπή (%) | Διάρκεια σταδίου συμπεριλ. αύξησης 20 δευτ. |
|----------|----------------------------|------------------------|---|
| 1 | 0 | 0 | 210 |
| 2 | 55 | 100 | 50 |
| 3 | 55 | 25 | 250 |
| 4 | 55 | 70 | 75 |
| 5 | 35 | 100 | 50 |
| 6 | 25 | 25 | 200 |
| 7 | 45 | 70 | 75 |
| 8 | 45 | 25 | 150 |
| 9 | 55 | 50 | 125 |
| 10 | 75 | 100 | 50 |
| 11 | 35 | 50 | 200 |
| 12 | 35 | 25 | 250 |
| 13 | 0 | 0 | 210 |
| Άθροισμα | | | 1 895 |

7.3. Γενική ακολουθία δοκιμής

Το ακόλουθο διάγραμμα ροής συνοψίζει τις γενικές οδηγίες που πρέπει να εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια της δοκιμής. Οι λεπτομέρειες κάθε σταδίου περιγράφονται στις σχετικές παραγράφους. Οι παρεκκλίσεις από τις οδηγίες επιτρέπονται στις περιπτώσεις που είναι σκόπιμο, αλλά οι ειδικές απαιτήσεις της αντίστοιχης παραγράφου είναι υποχρεωτικές.

Όσον αφορά τον WHTC, η διαδικασία δοκιμής συνίσταται σε μια δοκιμή εκκίνησης με ψυχρό κινητήρα ύστερα είτε από φυσική είτε από επιταχυνόμενη ψύξη του κινητήρα, μια περίοδο θέρμης εμποτισμού και μια δοκιμή θερμής εκκίνησης.

Όσον αφορά τον WHSC, η διαδικασία δοκιμής συνίσταται σε δοκιμή θερμής εκκίνησης μετά την προετοιμασία του κινητήρα στο στάδιο 9 του WHSC.



7.4. Χαρτογράφηση του κινητήρα και κύκλος αναφοράς

Οι μετρήσεις στον κινητήρα πριν από τη δοκιμή, οι έλεγχοι της απόδοσης του κινητήρα πριν από τη δοκιμή και οι ρυθμίσεις του συστήματος πριν από τη δοκιμή πραγματοποιούνται πριν από τη διαδικασία σχεδιασμού του διαγράμματος ισχύος του κινητήρα σύμφωνα με τη γενική ακολουθία δοκιμής που αναφέρεται στο σημείο 7.3.

Ως βάση για την αναγέννηση του κύκλου αναφοράς για WHTC και WHSC, σχεδιάζεται το διάγραμμα ισχύος του κινητήρα σε λειτουργία πλήρους φορτίου για τον προσδιορισμό της καμπύλης στροφών-μέγιστης ροπής και της καμπύλης στροφών-μέγιστης ισχύος. Η καμπύλη του διαγράμματος ισχύος χρησιμοποιείται για την απομαλποίηση των στροφών του κινητήρα (σημείο 7.4.6) και της ροπής του κινητήρα (σημείο 7.4.7).

7.4.1. Προθέρμανση του κινητήρα

Ο κινητήρας προθερμαίνεται μεταξύ 75 % και 100 % της μέγιστης ισχύος του ή σύμφωνα με τις συστάσεις του κατασκευαστή και την ορθή τεχνική κρίση. Προς το τέλος της προθέρμανσης τίθεται σε λειτουργία κατά τρόπο ώστε να σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου και των λιπαντικών ελαίων του κινητήρα εντός ± 2 % των μέσων τιμών επί τουλάχιστον 2 λεπτά ή έως ότου ο θερμοστάτης του κινητήρα ρυθμίσει τη θερμοκρασία του κινητήρα.

7.4.2. Προσδιορισμός της κλίμακας στροφών για το σχεδιασμό του διαγράμματος

Ο ελάχιστος και ο μέγιστος αριθμός στροφών σχεδιασμού του διαγράμματος ορίζεται ως εξής:

Ελάχιστος αριθμός στροφών = στροφές (βραδείας λειτουργίας) βραδυπορίας
σχεδιασμού του διαγράμματος

Μέγιστος αριθμός στροφών σχε- = $n_{hi} \times 1,02$ ή οι στροφές στις οποίες η ροπή υπό πλήρες φορτίο
διασμού του διαγράμματος μηδενίζεται, ανάλογα με το ποια από τις δύο τιμές είναι η
μικρότερη.

7.4.3. Σχεδιασμός διαγράμματος ισχύος κινητήρα

Όταν σταθεροποιηθεί ο κινητήρας, σύμφωνα με το σημείο 7.4.1, ο σχεδιασμός του διαγράμματος ισχύος του εκτελείται ως εξής:

- α) Ο κινητήρας αποφορτίζεται και λειτουργεί με στροφές (βραδείας λειτουργίας) βραδυπορίας.
- β) Ο κινητήρας λειτουργεί στο μέγιστο φορτίο στις ελάχιστες στροφές χαρτογράφησης.
- γ) Οι στροφές του κινητήρα αυξάνονται με μέση ταχύτητα $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$ από τις ελάχιστες στις μέγιστες στροφές, ή σε σταθερό ρυθμό όπως αυτό κατά τον οποίο χρειάζονται 4 έως 6 λεπτά για τη μετάβαση από τις ελάχιστες στις μέγιστες στροφές σχεδιασμού του διαγράμματος ισχύος. Τα σημεία στροφών και ροπής κινητήρα καταγράφονται με ρυθμό λήψης δείγματος ενός τουλάχιστον σημείου ανά δευτερόλεπτο.

Κατά την επιλογή της εναλλακτικής β) στο σημείο 7.4.7 για τον προσδιορισμό της αρνητικής ροπής αναφοράς, η καμπύλη σχεδιασμού του διαγράμματος ισχύος μπορεί να συνεχιστεί απευθείας με ελάχιστο αίτημα χειριστή από τις ελάχιστες στις μέγιστες στροφές σχεδιασμού του διαγράμματος ισχύος.

7.4.4. Εναλλακτικός σχεδιασμός του διαγράμματος ισχύος

Στην περίπτωση που ο κατασκευαστής θεωρεί ότι οι ανωτέρω τεχνικές σχεδιασμού του διαγράμματος είναι μη ασφαλείς ή μη αντιπροσωπευτικές για κάποιο συγκεκριμένο κινητήρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές τεχνικές. Οι εν λόγω εναλλακτικές τεχνικές πρέπει να ανταποκρίνονται στο στόχο των καθοριζόμενων διαδικασιών σχεδιασμού του διαγράμματος, που είναι να προσδιοριστεί η μέγιστη διαθέσιμη ροπή για όλες τις στροφές του κινητήρα που επιτυγχάνονται στους κύκλους δοκιμής. Τυχόν αποκλίσεις από τις τεχνικές σχεδιασμού του διαγράμματος ισχύος που καθορίζονται στο παρόν σημείο, για λόγους ασφαλείας ή αντιπροσωπευτικότητας, εγκρίνονται από την αρμόδια για την έγκριση τύπου αρχή μαζί με την αιτιολόγηση της χρήσης τους. Σε καμία περίπτωση όμως δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται φθίνουσες συνεχείς καμπύλες σάρωσης στροφών κινητήρα για ρυθμιζόμενους κινητήρες ή για κινητήρες με στροβιλοσυμπιεστή.

7.4.5. Επαναληπτικές δοκιμές

Δεν απαιτείται σχεδιασμός του διαγράμματος ισχύος πριν από κάθε κύκλο δοκιμής. Οι κινητήρες υποβάλλονται σε σχεδιασμό του διαγράμματος πριν από έναν κύκλο δοκιμής μόνο αν:

- α) έχει παρέλθει υπερβολικά μεγάλο χρονικό διάστημα από τον τελευταίο σχεδιασμό, κατά την ορθή τεχνική κρίση, ή
- β) ο κινητήρας έχει υποστεί φυσικές μετατροπές ή αναβαθμονομήσεις που ενδέχεται να επηρεάσουν τις επιδόσεις του.

7.4.6. Απομαλοποίηση στροφών κινητήρα

Για τη δημιουργία των κύκλων αναφοράς, οι ομαλοποιημένες στροφές του προσαρτήματος 1 (WHTC) και του πίνακα 1 (WHSC) απομαλοποιούνται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$n_{\text{ref}} = n_{\text{norm}} \times (0,45 \times n_{\text{lo}} + 0,45 \times n_{\text{pref}} + 0,1 \times n_{\text{hi}} - n_{\text{idle}}) \times 2,0327 + n_{\text{idle}} \quad (9)$$

Για τον προσδιορισμό του n_{pref} , το ολοκλήρωμα της μέγιστης ροπής πρέπει να υπολογιστεί από n_{idle} έως n_{95h} από την καμπύλη χαρτογράφησης του κινητήρα, όπως ορίζεται σύμφωνα με το σημείο 7.4.3.

Οι στροφές του κινητήρα στα σχήματα 4 και 5 καθορίζονται ως εξής:

n_{lo} οι ελάχιστες στροφές με ισχύ το 55 % της μέγιστης ισχύος

n_{pref} οι στροφές του κινητήρα στις οποίες το ολοκλήρωμα της μέγιστης χαρτογραφημένης ροπής είναι 51 % του συνολικού ολοκληρώματος μεταξύ n_{idle} και n_{95h} .

n_{hi} οι μέγιστες στροφές στις οποίες η ισχύς ισούται με το 70 % της μέγιστης ισχύος

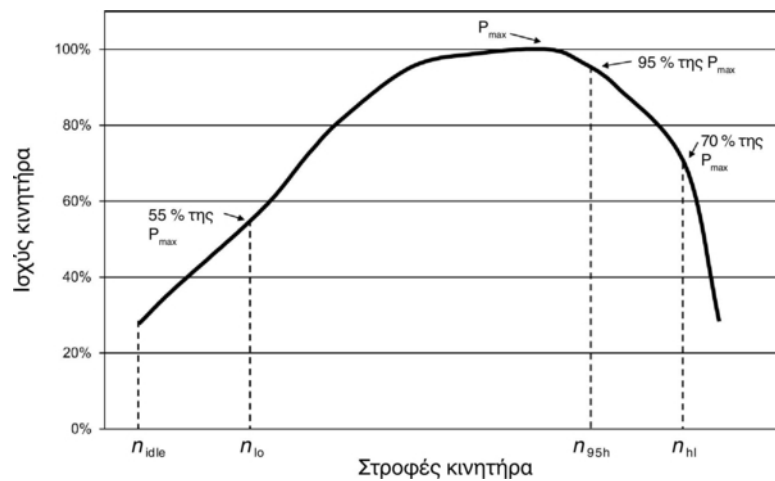
n_{idle} οι ελάχιστες στροφές άφορτης λειτουργίας

n_{95h} οι υψηλότερες στροφές στις οποίες η ισχύς ισούται με το 95 % της μέγιστης ισχύος.

Για τους κινητήρες (κυρίως κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης) με απότομη καμπύλη κλίσης ρυθμιστή, στους οποίους το σύστημα διακοπής τροφοδοσίας δεν επιτρέπει τη λειτουργία του κινητήρα έως n_{hi} ή n_{95h} , εφαρμόζονται εναλλακτικά:

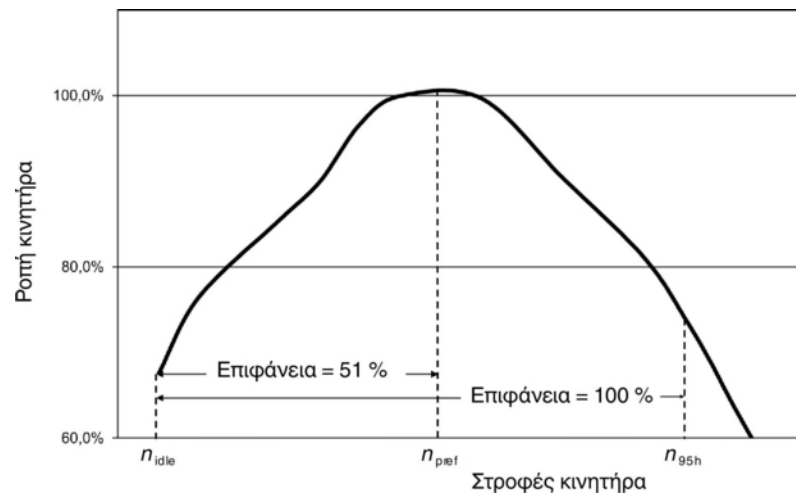
n_{hi} στην εξίσωση 9 αντικαθίσταται με $n_{\text{pmax}} \times 1,02$

n_{95h} αντικαθίσταται με $n_{\text{pmax}} \times 1,02$



Σχήμα 4

Καθορισμός στροφών δοκιμής



Σχήμα 5

Καθορισμός των n_{pref}

7.4.7. Απομαλοποίηση ροπής κινητήρα

Οι τιμές ροπής στο χρονοδιάγραμμα δυναμόμετρου του κινητήρα του προσαρτήματος 1 (WHTC) και στον πίνακα 1 (WHTC) ομαλοποιούνται στη μέγιστη ροπή στις αντίστοιχες στροφές. Για την πρόκληση των κύκλων αναφοράς, οι τιμές ροπής για κάθε ξεχωριστή τιμή στροφών αναφοράς όπως ορίζεται στο σημείο 7.4.6 απομαλοποιούνται, με τη χρήση της καμπύλης χαρτογράφησης που καθορίζεται σύμφωνα με το σημείο 7.4.3, ως εξής:

$$M_{ref,i} = \frac{M_{norm,i}}{100} \times M_{max,i} + M_{f,i} - M_{r,i} \quad (10)$$

όπου

$M_{norm,i}$ είναι η ομαλοποιημένη ροπή, επί τοις εκατό

$M_{max,i}$ είναι η μέγιστη ροπή από την καμπύλη χαρτογράφησης, Nm

$M_{f,i}$ είναι η απορροφώμενη ροπή από τα βοηθητικά μέσα/εξοπλισμό που πρέπει να συνδεθούν, Nm

$M_{r,i}$ είναι η απορροφώμενη ροπή από τα βοηθητικά μέσα/εξοπλισμό που πρέπει να αφαιρεθούν, Nm

Εάν τα βοηθητικά μέσα/εξοπλισμός συνδεθούν σύμφωνα με το σημείο 6.3.1 και το προσάρτημα 7, τα M_f και M_r είναι μηδέν.

Για τη δημιουργία του κύκλου αναφοράς, οι αρνητικές τιμές ροπής των σημείων παράσυρσης του κινητήρα ("m") πρέπει να λαμβάνουν τιμές αναφοράς, οι οποίες προσδιορίζονται με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

- α) αρνητική τιμή 40 % της διαθέσιμης θετικής ροπής στο σχετικό σημείο αριθμού στροφών,
- β) χάραξη της καμπύλης της αρνητικής ροπής που απαιτείται για τη μετάβαση του κινητήρα από τις μέγιστες στις ελάχιστες στροφές σχεδιασμού του διαγράμματος ισχύος,
- γ) προσδιορισμός της αρνητικής ροπής που απαιτείται για τη μετάβαση του κινητήρα στις στροφές ρελαντί και στη n_{hi} και γραμμική παρεμβολή μεταξύ των δύο αυτών σημείων.

7.4.8. Υπολογισμός του έργου κύκλου αναφοράς

Το έργο κύκλου αναφοράς προσδιορίζεται σε όλη τη διάρκεια του κύκλου δοκιμής με σύγχρονο υπολογισμό των στιγμιαίων τιμών για ισχύ κινητήρα από τις στροφές αναφοράς και τη ροπή αναφοράς όπως υπολογίζονται στα σημεία 7.4.6 και 7.4.7. Οι στιγμιαίες τιμές ισχύος του κινητήρα ενσωματώνονται στον κύκλο δοκιμής για τον υπολογισμό του έργου κύκλου αναφοράς W_{ref} (kWh). Εάν τα βοηθητικά μέσα δεν συνδεθούν σύμφωνα με το σημείο 6.3.1, οι στιγμιαίες τιμές ισχύος διορθώνονται με την εξίσωση 4 στο σημείο 6.3.5.

Η ίδια μεθοδολογία χρησιμοποιείται για την ολοκλήρωση τόσο της ισχύος αναφοράς όσο και της πραγματικής ισχύος του κινητήρα. Αν πρέπει να προσδιοριστούν τιμές μεταξύ παρακείμενων τιμών αναφοράς ή παρακείμενων μετρούμενων τιμών, χρησιμοποιείται γραμμική παρεμβολή. Για την ολοκλήρωση του πραγματικού έργου κύκλου, μηδενίζονται και περιλαμβάνονται όλες οι αρνητικές τιμές των ροπών. Αν η ολοκλήρωση διενεργείται με συχνότητα μικρότερη των 5 Hz και αν, στη διάρκεια δεδομένου χρονικού διαστήματος, η τιμή της ροπής μεταβάλλεται από θετική σε αρνητική ή από αρνητική σε θετική, υπολογίζεται το αρνητικό μέρος και μηδενίζεται. Το θετικό μέρος περιλαμβάνεται στην τιμή του ολοκληρώματος.

7.5. Διαδικασίες πριν από τη δοκιμή

7.5.1. Εγκατάσταση του εξοπλισμού μέτρησης

Τα εργαστηριακά όργανα και οι καθετήρες δειγματοληψίας τοποθετούνται όπως απαιτείται. Όταν χρησιμοποιείται σύστημα αραίωσης πλήρους ροής, ο σωλήνας εξαγωγής πρέπει να συνδέεται με το σύστημα.

7.5.2. Προετοιμασία του εξοπλισμού μέτρησης για δειγματοληψία

Τα ακόλουθα πραγματοποιούνται προτού ξεκινήσει η δειγματοληψία εκπομπών:

- α) Έλεγχοι διαρροών διενεργούνται εντός 8 ωρών πριν από τη δειγματοληψία εκπομπών σύμφωνα με το σημείο 9.3.4.
- β) Για τη δειγματοληψία παρτίδων, συνδέονται καθαρά μέσα αποθήκευσης, όπως σάκοι που έχουν εκκενωθεί.
- γ) Όλα τα όργανα μέτρησης τίθεται σε εκκίνηση σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή του οργάνου και την ορθή τεχνική κρίση.
- δ) Συστήματα αραίωσης, αντλίες δειγματοληψίας, ανεμιστήρες ψύξης και το σύστημα συλλογής δεδομένων τίθενται σε λειτουργία.
- ε) Οι ρυθμοί δειγματοληψίας προσαρμόζονται στα επιθυμητά επίπεδα, με τη χρήση παρακαμπτήριας ροής.
- στ) Οι εναλλάκτες θερμότητας στο σύστημα δειγματοληψίας προθερμαίνονται ή προψύχονται εντός του εύρους των θερμοκρασιών λειτουργίας για δοκιμή.
- ζ) Συστατικά που έχουν θερμοανθί ή ψυχθί όπως γραμμές του δείγματος, φίλτρα, ψύκτες και αντλίες σταθεροποιούνται στις θερμοκρασίες λειτουργίας τους.
- η) Η ροή του συστήματος αραίωσης καυσαερίου τίθεται σε λειτουργία τουλάχιστον 10 λεπτά πριν από μια ακολουθία δοκιμής.
- θ) Τυχόν ηλεκτρονικές συσκευές τίθενται στο μηδέν ή επανατίθενται στο μηδέν, πριν από την έναρξη οποιασδήποτε περιοδικότητας δοκιμών.

7.5.3. Έλεγχος των αναλυτών αερίου

Επιλέγονται περιοχές του αναλυτή αερίου. Επιτρέπονται αναλυτές με αυτόματη ή χειροκίνητη εναλλαγή κλίμακας. Κατά τη διάρκεια του κύκλου δοκιμής, δεν πρέπει να αλλάξει η κλίμακα των αναλυτών εκπομπής. Ταυτόχρονα οι απολαβές από τον αναλογικό λειτουργικό ενισχυτή(-ές) δεν μπορούν να αλλάξουν κατά τη διάρκεια του κύκλου δοκιμής.

Η απόκριση μηδενός και η απόκριση βαθμονόμησης προσδιορίζονται για όλους τους αναλυτές με τη χρήση διεθνώς αναγνωρίσιμων αερίων που πληρούν τις προδιαγραφές του σημείου 9.3.3. Οι αναλυτές FID βαθμονομούνται στη βάση του αριθμού ατόμων άνθρακα (C1).

7.5.4. Προετοιμασία των φίλτρων δειγματοληψίας σωματιδίων

Μία ώρα τουλάχιστον πριν από τη δοκιμή, το φίλτρο πρέπει να τοποθετείται σε ένα τρυβλίο Petri, το οποίο προστατεύεται έναντι προσμείξεων σκόνης και επιτρέπει την εναλλαγή του αέρα, και τοποθετείται σε θάλαμο ζύγισης για σταθεροποίηση. Στο τέλος της περιόδου σταθεροποίησης, το φίλτρο ζυγίζεται και καταγράφεται το απόβαρο. Το φίλτρο (ζεύγος) αποθηκεύεται κατόπιν σε έναν κλειστό τρυβλίο Petri ή σε έναν υποδοχέα μέχρι να χρειαστεί να χρησιμοποιηθεί για δοκιμασία. Το φίλτρο πρέπει να χρησιμοποιείται εντός οκτώ ωρών από την αφαίρεσή του από το θάλαμο ζυγίσεως.

7.5.5. Ρύθμιση του συστήματος αραίωσης

Η συνολική ροή αραιωμένων καυσαερίων ενός συστήματος αραίωσης πλήρους ροής ή η παροχή αραιωμένων καυσαερίων μέσω ενός συστήματος αραίωσης μερικής ροής ρυθμίζεται έτσι ώστε να εξουδετερώνεται η συμπύκνωση υδρατμών στο σύστημα και να λαμβάνεται στο μέτωπο του φίλτρου θερμοκρασία μεταξύ 315 K (42 °C) και 325 K (52 °C).

7.5.6. Εκκίνηση του συστήματος δειγματοληψίας σωματιδίων

Η εκκίνηση και η λειτουργία του συστήματος δειγματοληψίας σωματιδίων πραγματοποιείται με ηλεκτρική διακλάδωση. Τα επίπεδα σωματιδίων στον αέρα αραίωσης μπορούν να προσδιορίζονται με δειγματοληψία του αέρα αραίωσης πριν από την είσοδο των καυσαερίων στη σήραγγα αραίωσης. Η μέτρηση μπορεί να γίνεται πριν ή μετά τη δοκιμή. Αν η μέτρηση γίνεται κατά την έναρξη και τη λήξη του κύκλου, μπορεί να υπολογίζεται ο μέσος όρος των τιμών. Αν χρησιμοποιείται διαφορετικό σύστημα δειγματοληψίας για τη μέτρηση υποβάθρου, η μέτρηση πρέπει να γίνει παράλληλα με τη διεξαγωγή της δοκιμής.

7.6. Εκτέλεση κύκλου WHTC

7.6.1. Ψύξη του κινητήρα

Μπορεί να εφαρμοστεί διαδικασία φυσικής ή επιταχυνόμενης ψύξης. Για την επιταχυνόμενη ψύξη, πρέπει να χρησιμοποιηθεί ορθή τεχνική κρίση για να δημιουργηθούν συστήματα κυκλοφορίας του αέρα ψύξης σε όλο τον κινητήρα, για την κυκλοφορία ψυχρού λαδιού μέσω του συστήματος λίπανσης του κινητήρα, για την απαγωγή της θερμοκρασίας από το ψυκτικό μέσω του συστήματος ψύξης του κινητήρα, και για την απαγωγή της θερμοκρασίας από ένα σύστημα μετεπεξεργασίας των καυσαερίων. Σε περίπτωση επιταχυνόμενης ψύξης συστήματος μετεπεξεργασίας των καυσαερίων, ο αέρας ψύξης χρησιμοποιείται μόνον αφού το σύστημα μετεπεξεργασίας έχει ψυχθεί σε θερμοκρασία χαμηλότερη από τη θερμοκρασία καταλυτικής ενεργοποίησης. Δεν επιτρέπεται καμία διαδικασία ψύξης που καταλήγει σε μη αντιπροσωπευτικές εκπομπές.

7.6.2. Δοκιμή εκκίνησης με ψυχρό κινητήρα

Η δοκιμή εκκίνησης με ψυχρό κινητήρα αρχίζει όταν οι θερμοκρασίες του λιπαντικού του κινητήρα, του ψυκτικού, και των συστημάτων μετεπεξεργασίας είναι όλες μεταξύ 293 και 303 K (20 και 30 °C). Ο κινητήρας τίθεται σε λειτουργία με τη χρήση μιας από τις ακόλουθες μεθόδους:

- a) Ο κινητήρας τίθεται σε λειτουργία όπως συνιστάται στο εγχειρίδιο του κατόχου του κινητήρα, με τη βοήθεια είτε ενός κινητήρα εκκίνησης και επαρκώς φορτισμένη μπαταρία είτε κατάλληλης παροχής ισχύος, ή
- β) ο κινητήρας τίθεται σε λειτουργία με τη βοήθεια του δυναμόμετρου. Ο κινητήρας τίθεται σε κίνηση με το $\pm 25\%$ των τυπικών στροφών εκκίνησης κινητήρα κατά τη χρήση. Η εκκίνηση του κινητήρα διακόπτεται μέσα σε 1 δευτερόλεπτο από την εκκίνηση του κινητήρα. Αν ο κινητήρας δεν αρχίσει να λειτουργεί μετά από 15 δευτερόλεπτα από την εκκίνηση, η εκκίνηση πρέπει να διακοπεί και να διαπιστωθεί ο λόγος της αποτυχίας της εκκίνησης, εκτός εάν το εγχειρίδιο του κατόχου του κινητήρα ή το εγχειρίδιο επισκευών αναφέρει ότι ο μεγαλύτερος χρόνος εκκίνησης είναι κανονικός.

7.6.3. Περίοδος θερμού εμποτισμού

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της δοκιμής εκκίνησης με ψυχρό κινητήρα, ο κινητήρας ετοιμάζεται για τη δοκιμή θερμής εκκίνησης χρησιμοποιώντας μια περίοδο θερμού εμποτισμού 10 ± 1 λεπτών.

7.6.4. Δοκιμή θερμής εκκίνησης

Ο κινητήρας τίθεται σε λειτουργία στο τέλος της περιόδου θερμού εμποτισμού όπως καθορίζεται στο σημείο 7.6.3. με τις μεθόδους εκκίνησης που αναφέρονται στο σημείο 7.6.2.

7.6.5. Αλληλουχία των φάσεων της δοκιμής

Η αλληλουχία των φάσεων δοκιμής με ψυχρό κινητήρα και της θερμής δοκιμής αρχίζει με την εκκίνηση του κινητήρα. Αφότου αρχίσει να λειτουργεί ο κινητήρας, ο έλεγχος κύκλου ξεκινά κατά τρόπο ώστε η λειτουργία του κινητήρα να συμπίπτει με το πρώτο σημείο ρύθμισης του κύκλου.

Η δοκιμή WHTC διενεργείται σύμφωνα με τον κύκλο αναφοράς όπως ορίζεται στο σημείο 7.4. Οι εντολές ρύθμισης του αριθμού στροφών και της ροπής του κινητήρα δίδονται ανά διαστήματα 5 Hz ή μεγαλύτερα (συνιστάται ανά 10 Hz). Τα σημεία ρύθμισης υπολογίζονται με γραμμική παρεμβολή μεταξύ των σημείων ρύθμισης ανά 1 Hz του κύκλου αναφοράς. Οι πραγματικές στροφές και ροπή του κινητήρα καταγράφονται τουλάχιστον ανά δευτερόλεπτο στη διάρκεια του κύκλου δοκιμής (1 Hz), οι δε ενδείξεις μπορούν να φιλτράρονται ηλεκτρονικά.

7.6.6. Συγκέντρωση σχετικών δεδομένων εκπομπών

Στην αρχή της αλληλουχίας των φάσεων της δοκιμής, ο εξοπλισμός μέτρησης πρέπει να τεθεί σε λειτουργία ταυτόχρονα με τα ακόλουθα:

- α) έναρξη συλλογής ή ανάλυσης του αέρα αραιώσης, αν χρησιμοποιείται σύστημα αραιώσης πλήρους ροής,
- β) έναρξη συλλογής ή ανάλυσης των πρωτογενών ή αραιωμένων καυσαερίων, ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται,
- γ) έναρξη μέτρησης της ποσότητας των αραιωμένων καυσαερίων και των απαιτούμενων θερμοκρασιών και πιέσεων,
- δ) έναρξη καταγραφής του ρυθμού ροής της μάζας των καυσαερίων, αν χρησιμοποιείται ανάλυση πρωτογενών καυσαερίων,
- ε) έναρξη καταγραφής των δεδομένων ανάδρασης στροφών και ροπής του δυναμόμετρου.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται μέτρηση πρωτογενούς καυσαερίου, πρέπει να μετρώνται συνεχώς οι συγκεντρώσεις εκπομπών [(NM)HC, CO και NO_x] και ο ρυθμός ροής της μάζας του καυσαερίου και να αποθηκεύονται σε σύστημα υπολογιστή ανά τουλάχιστον 2 Hz. Όλα τα υπόλοιπα δεδομένα μπορούν να καταγράφονται με ρυθμό δειγματοληψίας τουλάχιστον 1 Hz. Για αναλογικούς αναλυτές, πρέπει να καταγράφεται η απόκριση και τα δεδομένα βαθμονόμησης μπορούν να εφαρμοστούν επί γραμμής ή εκτός γραμμής κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης των δεδομένων.

Εάν χρησιμοποιείται σύστημα αραιώσης πλήρους ροής, τα HC και NO_x μετρώνται συνεχώς στη σήραγγα αραιώσης με συχνότητα τουλάχιστον 2 Hz. Οι μέσες συγκεντρώσεις προσδιορίζονται με ολοκλήρωση των ενδείξεων του αναλυτή στο σύνολο του κύκλου δοκιμής. Ο χρόνος απόκρισης του συστήματος δεν υπερβαίνει τα 20 δευτερόλεπτα και συντονίζεται, αν είναι ανάγκη, με τυχόν διακυμάνσεις της ροής CVS και εκτροπές του χρόνου δειγματοληψίας/κύκλου δοκιμής, αν χρειάζεται. Τα CO, CO₂, και NMHC προσδιορίζονται με ολοκλήρωση των ενδείξεων των συνεχών μετρήσεων ή με ανάλυση των συγκεντρώσεων στο σάκο δειγματοληψίας, που συλλέγεται σε όλη τη διάρκεια του κύκλου. Οι συγκεντρώσεις των αέριων ρύπων στο αραιωτικό προσδιορίζονται πριν από το σημείο όπου το καυσαέριο εισέρχεται στη σήραγγα αραιώσης με ολοκλήρωση ή με συλλογή στον σάκο του υποβάθρου. Όλες οι λοιπές παράμετροι που πρέπει να μετρηθούν καταγράφονται με ρυθμό μίας τουλάχιστον μέτρησης ανά δευτερόλεπτο (1 Hz).

7.6.7. Δειγματοληψία σωματιδίων

Κατά την εκκίνηση της αλληλουχίας των φάσεων της δοκιμής, το σύστημα δειγματοληψίας σωματιδίων τοποθετείται από τη θέση ηλεκτρικής διακλάδωσης στη θέση συλλογής σωματιδίων.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται σύστημα αραίωσης μερικής ροής, η(οι) αντλία(-ες) δειγματοληψίας ρυθμίζεται(-ονται) έτσι ώστε η παροχή δια μέσου του καθετήρα δειγματοληψίας ή του σωλήνα μεταφοράς να διατηρείται ανάλογη της παροχής της μάζας καυσαερίων, όπως καθορίζεται σύμφωνα με το σημείο 9.4.6.1.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται σύστημα αραίωσης πλήρους ροής, η (οι) αντλία(-ες) δειγματοληψίας ρυθμίζεται(-ονται) έτσι ώστε η παροχή δια μέσου του καθετήρα δειγματοληψίας ή του σωλήνα μεταφοράς να διατηρείται εντός $\pm 2,5$ % της ρυθμισμένης παροχής. Αν εφαρμόζεται αντιστάθμιση ροής (δηλ. αναλογικός έλεγχος της ροής δείγματος), αποδεικνύεται ότι ο λόγος της ροής του κυρίως αγωγού προς τη ροή του δείγματος σωματιδίων δεν μεταβάλλεται κατά περισσότερο από το $\pm 2,5$ % της καθορισμένης του τιμής (με εξαίρεση τα 10 πρώτα δευτερόλεπτα της δειγματοληψίας). Καταγράφεται η μέση θερμοκρασία και η μέση πίεση στο (τους) μετρητή(-ές) αερίων ή στο στόμιο εισόδου των οργάνων ροής. Αν η ρυθμισμένη παροχή δεν μπορεί να διατηρηθεί σε ολόκληρη τη διάρκεια του κύκλου (με απόκλιση $\pm 2,5$ %) εξαιτίας υπερφόρτισης των φίλτρων σωματιδίων, η δοκιμή πρέπει να ακυρώνεται. Η δοκιμή επαναλαμβάνεται με χρήση χαμηλότερης παροχής.

7.6.8. Διακοπή λειτουργίας του κινητήρα και δυσλειτουργία εξοπλισμού

Αν ο κινητήρας σταματήσει οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της δοκιμής εκκίνησης με ψυχρό κινητήρα, η δοκιμή πρέπει να ακυρώνεται. Ο κινητήρας υποβάλλεται σε νέα προετοιμασία και τίθεται εκ νέου σε λειτουργία σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σημείου 7.6.2 και η δοκιμή επαναλαμβάνεται.

Αν ο κινητήρας σταματήσει οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια θερμής εκκίνησης, η δοκιμή θερμής εκκίνησης πρέπει να ακυρώνεται. Ο κινητήρας εμποτίζεται σύμφωνα με το σημείο 7.6.3, και η δοκιμή θερμής εκκίνησης επαναλαμβάνεται. Στην περίπτωση αυτή δεν χρειάζεται να επαναλαμβάνεται η δοκιμή εκκίνησης με ψυχρό κινητήρα.

Αν κατά τη διάρκεια του κύκλου δοκιμής παρουσιαστεί δυσλειτουργία σε οποιοδήποτε όργανο του απαιτούμενου εξοπλισμού, η δοκιμή ακυρώνεται και επαναλαμβάνεται σύμφωνα με τις ανωτέρω διατάξεις.

7.7. Εκτέλεση κύκλου WHSC

7.7.1. Προετοιμασία του συστήματος αραίωσης και του κινητήρα

Το σύστημα αραίωσης και ο κινητήρας τίθενται σε λειτουργία και προετοιμάζονται σύμφωνα με το σημείο 7.4.1. Μετά την προθέρμανση, ο κινητήρας και το σύστημα δειγματοληψίας προετοιμάζονται με θέση λειτουργίας του κινητήρα στο στάδιο 9 (βλέπε σημείο 7.2.2, πίνακας 1) επί τουλάχιστον 10 λεπτά, ενώ ταυτόχρονα λειτουργεί το σύστημα αραίωσης. Τότε μπορούν να συλλέγονται ομοιώματα δείγματα σωματιδιακών εκπομπών. Αυτά τα φίλτρα δειγματοληψίας δεν χρειάζεται να σταθεροποιούνται ή να ζυγίζονται και μπορούν να απορρίπτονται. Οι ρυθμοί ροής ρυθμίζονται στους κατά προσέγγιση ρυθμούς ροής που επελέγησαν για τη δοκιμή. Η λειτουργία του κινητήρα διακόπτεται μετά την προετοιμασία.

7.7.2. Εκκίνηση κινητήρα

5 \pm 1 λεπτά μετά την ολοκλήρωση της προετοιμασίας στο στάδιο 9 όπως περιγράφεται στο σημείο 7.7.1, ο κινητήρας τίθεται σε λειτουργία σύμφωνα με τη διαδικασία εκκίνησης που υποδεικνύει ο κατασκευαστής, όπως αυτή περιγράφεται στο εγχειρίδιο του κατόχου του κινητήρα, με τη βοήθεια είτε κινητήρα εκκίνησης ή δυναμόμετρου σύμφωνα με το σημείο 7.6.2.

7.7.3. Αλληλουχία φάσεων της δοκιμής

Η αλληλουχία των φάσεων δοκιμής αρχίζει αφότου λειτουργήσει ο κινητήρας και εντός ενός λεπτού μετά τη ρύθμιση της λειτουργίας του κινητήρα κατά τρόπο ώστε να συμπίπτει με το πρώτο στάδιο του κύκλου (άφορτη λειτουργία).

Η δοκιμή WHSC διενεργείται σύμφωνα με τη σειρά των φάσεων δοκιμής που παρατίθενται στον πίνακα 1 του σημείου 7.2.2.

7.7.4. Συγκέντρωση σχετικών δεδομένων εκπομπών

Στην αρχή της αλληλουχίας των φάσεων της δοκιμής, ο εξοπλισμός μέτρησης πρέπει να τεθεί σε λειτουργία ταυτόχρονα με τα ακόλουθα:

- α) έναρξη συλλογής ή ανάλυσης του αέρα αραιώσεως, αν χρησιμοποιείται σύστημα αραιώσεως πλήρους ροής,
- β) έναρξη συλλογής ή ανάλυσης των πρωτογενών ή αραιωμένων καυσαερίων, ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται,
- γ) έναρξη μέτρησης της ποσότητας των αραιωμένων καυσαερίων και των απαιτούμενων θερμοκρασιών και πιέσεων,
- δ) έναρξη καταγραφής του ρυθμού ροής μάζας καυσαερίων, αν χρησιμοποιείται ανάλυση πρωτογενών καυσαερίων,
- ε) έναρξη καταγραφής των δεδομένων ανάδρασης στροφών και ροπής του δυναμόμετρου.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται μέτρηση πρωτογενούς καυσαερίου, πρέπει να μετρώνται συνεχώς οι συγκεντρώσεις εκπομπών [(NM)HC, CO και NO_x] και ο ρυθμός ροής της μάζας των καυσαερίων και να αποθηκεύονται σε σύστημα υπολογιστή ανά τουλάχιστον 2 Hz. Όλα τα υπόλοιπα δεδομένα μπορούν να καταγράφονται με ρυθμό δειγματοληψίας τουλάχιστον 1 Hz. Για αναλογικούς αναλυτές, πρέπει να καταγράφεται η απόκριση και τα δεδομένα βαθμονόμησης μπορούν να εφαρμοστούν επί γραμμής ή εκτός γραμμής κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης των δεδομένων.

Εάν χρησιμοποιείται σύστημα αραιώσεως πλήρους ροής, τα HC και NO_x μετρώνται συνεχώς στη σήραγγα αραιώσεως με συχνότητα τουλάχιστον 2 Hz. Οι μέσες συγκεντρώσεις προσδιορίζονται με ολοκλήρωση των ενδείξεων του αναλυτή στο σύνολο του κύκλου δοκιμής. Ο χρόνος απόκρισης του συστήματος δεν υπερβαίνει τα 20 δευτερόλεπτα και συντονίζεται, αν είναι ανάγκη, με τυχόν διακυμάνσεις της ροής CVS και εκτροπές του χρόνου δειγματοληψίας/κύκλου δοκιμής, αν χρειάζεται. Τα CO, CO₂, και NMHC προσδιορίζονται με ολοκλήρωση των ενδείξεων των συνεχών μετρήσεων ή με ανάλυση των συγκεντρώσεων στο σάκο δειγματοληψίας, που συλλέγεται σε όλη τη διάρκεια του κύκλου. Οι συγκεντρώσεις των αέριων ρύπων στο αραιωτικό προσδιορίζονται πριν από το σημείο όπου το καυσαέριο εισέρχεται στη σήραγγα αραιώσεως με ολοκλήρωση ή με συλλογή στον σάκο του υποβάθρου. Όλες οι λοιπές παράμετροι που πρέπει να μετρηθούν καταγράφονται με ρυθμό μίας τουλάχιστον μέτρησης ανά δευτερόλεπτο (1 Hz).

7.7.5. Δειγματοληψία σωματιδίων

Κατά την εκκίνηση της αλληλουχίας των φάσεων της δοκιμής, το σύστημα δειγματοληψίας σωματιδίων τοποθετείται από τη θέση ηλεκτρικής διακλάδωσης στη θέση συλλογής σωματιδίων. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται σύστημα αραιώσεως μερικής ροής, η (οι) αντλία(-ες) δειγματοληψίας ρυθμίζεται(-ονται) έτσι ώστε η παροχή δια μέσου του καθετήρα δειγματοληψίας ή του σωλήνα μεταφοράς να διατηρείται ανάλογη της παροχής της μάζας καυσαερίων, όπως καθορίζεται σύμφωνα με το σημείο 9.4.6.1.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται σύστημα αραιώσεως πλήρους ροής, η (οι) αντλία(-ες) δειγματοληψίας ρυθμίζεται(-ονται) έτσι ώστε η παροχή δια μέσου του καθετήρα δειγματοληψίας ή του σωλήνα μεταφοράς να διατηρείται εντός $\pm 2,5\%$ της ρυθμισμένης παροχής. Αν εφαρμόζεται αντιστάθμιση ροής (δηλ. αναλογικός έλεγχος της ροής δείγματος), πρέπει να αποδεικνύεται ότι ο λόγος της ροής του κυρίως αγωγού προς τη ροή του δείγματος σωματιδίων δεν μεταβάλλεται κατά περισσότερο από το $\pm 2,5\%$ της καθορισμένης του τιμής (με εξαίρεση τα 10 πρώτα δευτερόλεπτα της δειγματοληψίας). Καταγράφεται η μέση θερμοκρασία και η μέση πίεση στο (τους) μετρητή(-ές) αερίων ή στο στόμιο εισόδου των οργάνων ροής. Αν η ρυθμισμένη παροχή δεν μπορεί να διατηρηθεί σε ολόκληρη τη διάρκεια του κύκλου (με απόκλιση $\pm 2,5\%$) εξαιτίας υπερφόρτισης των φίλτρων σωματιδίων, η δοκιμή πρέπει να ακυρώνεται. Η δοκιμή επαναλαμβάνεται με χρήση χαμηλότερης παροχής.

7.7.6. Διακοπή λειτουργίας του κινητήρα και δυσλειτουργία εξοπλισμού

Αν ο κινητήρας σταματήσει οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια του κύκλου, η δοκιμή πρέπει να ακυρώνεται. Ο κινητήρας υποβάλλεται σε νέα προετοιμασία σύμφωνα με το σημείο 7.7.1 και τίθεται εκ νέου σε λειτουργία σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σημείου 7.7.2, και η δοκιμή επαναλαμβάνεται.

Αν κατά τη διάρκεια του κύκλου δοκιμής παρουσιαστεί δυσλειτουργία σε οποιοδήποτε όργανο του απαιτούμενου εξοπλισμού, η δοκιμή ακυρώνεται και επαναλαμβάνεται σύμφωνα με τις ανωτέρω διατάξεις.

7.8. Διαδικασίες μετά τη δοκιμή

7.8.1. Λειτουργίες μετά τη δοκιμή

Με την ολοκλήρωση της δοκιμής, διακόπτεται η μέτρηση του ρυθμού ροής των καυσαερίων, του όγκου των αραιωμένων καυσαερίων, η ροή αερίων στους σάκους συλλογής και η αντλία δειγματοληψίας σωματιδίων. Για συστήματα αναλυτή με ολοκληρωτή, η δειγματοληψία συνεχίζεται μέχρι την πάροδο των χρόνων απόκρισης του συστήματος.

7.8.2. Επαλήθευση της αναλογικής δειγματοληψίας

Για οποιοδήποτε αναλογικό δείγμα παρτίδας, όπως δείγμα σάκου ή δείγμα σωματιδίων, επαληθεύεται ότι η αναλογική δειγματοληψία πραγματοποιείται σύμφωνα με τα σημεία 7.6.7 και 7.7.5. Οποιοδήποτε δείγμα δεν πληροί τις απαιτήσεις ακυρώνεται.

7.8.3. Ετοιμασία και ζύγιση των σωματιδίων

Το φίλτρο σωματιδίων τοποθετείται σε σκεπασμένα ή σφραγισμένα δοχεία ή οι υποδοχείς φίλτρων πρέπει να είναι κλειστοί, ώστε να προστατεύονται τα φίλτρα του δείγματος από την επιμόλυνση με την ατμόσφαιρα. Κατά τον τρόπο αυτό προστατευμένο το φίλτρο θα επιστρέψει στον θάλαμο ζύγισης. Το φίλτρο ετοιμάζεται επί τουλάχιστον μία ώρα και μετά ζυγίζεται σύμφωνα με το σημείο 9.4.5. Το μικτό βάρος των φίλτρων καταγράφεται.

7.8.4. Επαλήθευση της ολιόθησης

Μόλις είναι δυνατό αλλά το αργότερο εντός 30 λεπτών μετά την ολοκλήρωση του κύκλου δοκιμής ή κατά την περίοδο εμφάνισης, προσδιορίζονται η ένδειξη μηδενός και η ένδειξη βαθμονόμησης των περιοχών του αναλυτή αερίου που χρησιμοποιείται. Για τους σκοπούς του παρόντος σημείου, ο κύκλος δοκιμής καθορίζεται ως εξής:

- α) για το WHTC: πλήρης ακολουθία ψυχρής εκκίνησης – εμφάνισης – θερμής εκκίνησης,
- β) για τη δοκιμή θερμής εκκίνησης WHTC (σημείο 6.6): η ακολουθία εμφάνισης – θερμής εκκίνησης,
- γ) για τη δοκιμή θερμής εκκίνησης WHTC πολλαπλής αναγέννησης (σημείο 6.6): ο συνολικός αριθμός δοκιμών θερμής εκκίνησης,
- δ) για το WHSC: ο κύκλος δοκιμής.

Οι ακόλουθες διατάξεις εφαρμόζονται στην ολιόθηση αναλυτή:

- α) οι ενδείξεις μηδενός και βαθμονόμησης προ δοκιμής και μετά τη δοκιμή μπορούν να εισάγονται απευθείας στην εξίσωση 6.6 του σημείου 8.6.1. χωρίς προσδιορισμό της ολιόθησης,
- β) εάν η διαφορά ολιόθησης μεταξύ των αποτελεσμάτων προ δοκιμής και μετά τη δοκιμή είναι μικρότερη του 1 % πλήρους κλίμακας, οι μετρούμενες συγκεντρώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς διόρθωση ή να διορθωθούν για την ολιόθηση σύμφωνα με το σημείο 8.6.1,
- γ) εάν η διαφορά ολιόθησης μεταξύ των αποτελεσμάτων προ δοκιμής και μετά τη δοκιμή είναι ίση ή μεγαλύτερη του 1 % πλήρους κλίμακας, η δοκιμή ακυρώνεται ή οι μετρούμενες συγκεντρώσεις διορθώνονται για την ολιόθηση σύμφωνα με το σημείο 8.6.1.

7.8.5. Ανάλυση της δειγματοληψίας αερίων σε σάκο

Μόλις αυτό είναι δυνατό, εκτελούνται τα ακόλουθα:

- α) δείγματα αερίων σε σάκο αναλύονται το αργότερο εντός 30 λεπτών μετά την ολοκλήρωση της δοκιμής θερμής εκκίνησης ή κατά τη διάρκεια της περιόδου εμβάπτισης για τη δοκιμή ψυχρής εκκίνησης,
- β) δείγματα υποβάθρου αναλύονται το αργότερο εντός 60 λεπτών μετά την ολοκλήρωση της δοκιμής θερμής εκκίνησης.

7.8.6. Επικύρωση του έργου κύκλου

Πριν από τον υπολογισμό του πραγματικού έργου κύκλου, όλα τα σημεία που καταγράφονται κατά την εκκίνηση του κινητήρα πρέπει να παραλειφθούν. Το πραγματικό έργο κύκλου προσδιορίζεται κατά τον κύκλο δοκιμής με τη σύγχρονη χρήση πραγματικών τιμών στροφών και ροπής για τον υπολογισμό των στιγμιαίων τιμών για την ισχύ του κινητήρα. Οι στιγμιαίες τιμές ισχύος του κινητήρα ολοκληρώνονται στον κύκλο δοκιμής για τον υπολογισμό του πραγματικού έργου κύκλου αναφοράς W_{act} (kWh). Εάν τα βοηθητικά μέσα/έξοπλισμός δεν συνδεθούν σύμφωνα με το σημείο 6.3.1, οι στιγμιαίες τιμές ισχύος διορθώνονται με την εξίσωση 4 στο σημείο 6.3.5.

Η ίδια μεθοδολογία όπως περιγράφεται στην παράγραφο 7.4.8 χρησιμοποιείται για την ολοκλήρωση της πραγματικής ισχύος του κινητήρα.

Το πραγματικό έργο κύκλου W_{act} χρησιμοποιείται για τη σύγκριση με το έργο του κύκλου αναφοράς W_{ref} και για τον υπολογισμό των ειδικών εκπομπών της πέδησης (βλέπε σημείο 8.6.3).

Το W_{act} είναι μεταξύ 85 και 105 % του W_{ref} .

7.8.7. Στατιστική επικύρωσης του κύκλου δοκιμής

Διενεργούνται γραμμικές παλινδρομήσεις των πραγματικών τιμών (n_{act} , M_{act} , P_{act}) επί των τιμών αναφοράς (n_{ref} , M_{ref} , P_{ref}) τόσο για WHTC όσο και για WHSC.

Προκειμένου να ελαχιστοποιείται η στρέβλωση που προκαλεί η χρονική υστέρηση μεταξύ των πραγματικών τιμών και των τιμών του κύκλου αναφοράς, ολοκληρη η ακολουθία των ενδείξεων των στροφών και της ροπής κινητήρα μπορεί να προωθείται ή να καθυστερεί χρονικά σε σχέση με την ακολουθία των στροφών και της ροπής αναφοράς. Αν μετατοπίζονται οι πραγματικές ενδείξεις, μετατοπίζονται στην ίδια απόσταση και προς την ίδια κατεύθυνση τόσο οι στροφές όσο και η ροπή.

Χρησιμοποιείται η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων, ενώ η εξίσωση της γραμμής που διέρχεται από τα περισσότερα σημεία έχει τη μορφή:

$$y = a_1 x + a_0 \quad (11)$$

όπου

y η πραγματική τιμή στροφών (min^{-1}), ροπής (Nm) ή ισχύος (kW)

a_1 η κλίση της καμπύλης παλινδρόμησης

x η τιμή αναφοράς στροφών (min^{-1}), ροπής (Nm) ή ισχύος (kW)

a_0 το σημείο τομής του y με την καμπύλη παλινδρόμησης

Για κάθε καμπύλη παλινδρόμησης υπολογίζονται το τυπικό σφάλμα εκτίμησης (SEE) του y επί του x , καθώς και ο συντελεστής προσδιορισμού (r^2).

Συνιστάται η ανάλυση αυτή να διενεργείται στο 1 Hz. Προκειμένου να θεωρηθεί η δοκιμή έγκυρη, πρέπει να ικανοποιούνται τα κριτήρια του πίνακα 2 (WHTC) ή του πίνακα 3 (WHSC).

Πίνακας 2

Ανοχές της καμπύλης παλινδρόμησης για WHTC

| | Στροφές | Ροπή | Ισχύς |
|--|--|--|--|
| Τυπικό σφάλμα εκτίμησης (SEE) του y επί του x | μέγιστο 5 % των μέγιστων στροφών δοκιμής | μέγιστο 10 % της μέγιστης ροπής κινητήρα | μέγιστο 10 % της μέγιστης ισχύος κινητήρα |
| Κλίση της καμπύλης παλινδρόμησης, a_1 | 0,95 – 1,03 | 0,83 – 1,03 | 0,89 – 1,03 |
| Συντελεστής προσδιορισμού, r^2 | ελάχιστο 0,970 | ελάχιστο 0,850 | ελάχιστο 0,910 |
| Σημείο τομής του y με την καμπύλη παλινδρόμησης, a_0 | μέγιστο 10 % των στροφών άφορτης λειτουργίας | ± 20 Nm ή ± 2 % της μέγιστης ροπής, όποια είναι μεγαλύτερη | ± 4 kW ή ± 2 % της μέγιστης ισχύος, όποια είναι μεγαλύτερη |

Πίνακας 3

Ανοχές καμπύλης παλινδρόμησης για WHSC

| | Στροφές | Ροπή | Ισχύς |
|--|--|--|--|
| Τυπικό σφάλμα εκτίμησης (SEE) του y επί του x | μέγιστο 1 % των μέγιστων στροφών δοκιμής | μέγιστο 2 % της μέγιστης ροπής κινητήρα | μέγιστο 2 % της μέγιστης ισχύος κινητήρα |
| Κλίση της καμπύλης παλινδρόμησης, a_1 | 0,99 – 1,01 | 0,98 – 1,02 | 0,98 – 1,02 |
| Συντελεστής προσδιορισμού, r^2 | ελάχιστο 0,990 | ελάχιστο 0,950 | ελάχιστο 0,950 |
| Σημείο τομής του y με την καμπύλη παλινδρόμησης, a_0 | μέγιστο 1 % των μέγιστων στροφών δοκιμής | ± 20 Nm ή ± 2 % της μέγιστης ροπής, όποια είναι μεγαλύτερη | ± 4 kW ή ± 2 % της μέγιστης ισχύος, όποια είναι μεγαλύτερη |

Για λόγους παλινδρόμησης και μόνον, επιτρέπονται παραλείψεις σημείων στις περιπτώσεις που σημειώνονται στον πίνακα 4, πριν από τον υπολογισμό της παλινδρόμησης. Ωστόσο, τα σημεία αυτά δεν πρέπει να παραλείπονται για τον υπολογισμό του κύκλου και των εκπομπών κύκλου. Η παράλειψη σημείου μπορεί να εφαρμόζεται σε ολόκληρο τον κύκλο ή σε οποιοδήποτε σημείο του.

Πίνακας 4

Επιτρεπόμενες παραλείψεις σημείων από την ανάλυση παλινδρόμησης

| Εκδήλωση | Προϋπόθεση | Επιτρεπόμενες παραλείψεις σημείων |
|---|---|-----------------------------------|
| Ελάχιστο αίτημα χειριστή (σημείο άφορτης λειτουργίας) | $n_{ref} = 0$ % και $M_{ref} = 0$ % και $M_{act} > (M_{ref} - 0,02 M_{max. mapped torque})$ και $M_{act} < (M_{ref} + 0,02 M_{max. mapped torque})$ | στροφές και ισχύς |
| Ελάχιστο αίτημα χειριστή (σημείο "πάρاسυρσης του κινητήρα") | $M_{ref} < 0$ % | ισχύς και ροπή |

| Εκδήλωση | Προϋπόθεση | Επιτρεπόμενες παραλείψεις σημείων |
|--------------------------|--|-----------------------------------|
| Ελάχιστο αίτημα χειριστή | $n_{act} \leq 1,02 n_{ref}$ και $M_{act} > M_{ref}$ ή $n_{act} > n_{ref}$ και $M_{act} \leq M_{ref}$ ή $n_{act} > 1,02 n_{ref}$ και $M_{ref} < M_{act} \leq (M_{ref} + 0,02 M_{max. mapped torque})$ | ισχύς και είτε ροπή είτε στροφές |
| Μέγιστο αίτημα χειριστή | $n_{act} < n_{ref}$ και $M_{act} \geq M_{ref}$ ή $n_{act} \geq 0,98 n_{ref}$ και $M_{act} < M_{ref}$ ή $n_{act} < 0,98 n_{ref}$ και $M_{ref} > M_{act} \geq (M_{ref} - 0,02 M_{max. mapped torque})$ | ισχύς και είτε ροπή είτε στροφές |

8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

Το τελικό αποτέλεσμα της δοκιμής στρογγυλοποιείται κατευθείαν στο δεκαδικό ψηφίο προς τα δεξιά που αναφέρεται στο ισχύον πρότυπο εκπομπών συν ένα επιπλέον σημαντικό ψηφίο, σύμφωνα με τη μέθοδο ASTM E 29-06B. Δεν επιτρέπεται στρογγυλοποίηση ενδιάμεσων τιμών που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του τελικού αποτελέσματος της δοκιμής των εκπομπών.

Στο προσάρτημα 6 παρατίθενται παραδείγματα των διαδικασιών υπολογισμού.

Ο υπολογισμός των εκπομπών σε γραμμομοριακή βάση, σύμφωνα με το παράρτημα 7 του παγκόσμιου τεχνικού κανονισμού αρ. [xx] σχετικά με το πρωτόκολλο δοκιμής εκπομπών καυσαερίου για μη οδικά κινητά μηχανήματα (NRMM), επιτρέπεται με την προηγούμενη συμφωνία της αρχής έγκρισης τύπου.

8.1. Διόρθωση για ξηρά/υγρή κατάσταση

Εάν η συγκέντρωση μετράται σε ξηρά βάση, πρέπει να μετατρέπεται σε υγρή βάση σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$c_w = k_w \cdot c_d \quad (12)$$

όπου

c_d συγκέντρωση σε ξηρά βάση εκφρασμένη σε ppm ή όγκο επί τοις εκατό

k_w είναι ο συντελεστής διόρθωσης ξηράς/υγρής κατάστασης ($k_{w,a}$, $k_{w,e}$ ή $k_{w,d}$ ανάλογα με την αντίστοιχη εξίσωση που χρησιμοποιείται)

8.1.1. Πρωτογενές καυσαέριο

$$k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1000} \right) \times 1,008 \quad (13)$$

ή

$$k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1000} \right) / \left(1 - \frac{p_r}{p_b} \right) \quad (14)$$

ή

$$k_{w,a} = \left(\frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (c_{CO_2} + c_{CO})} - k_{w1} \right) \times 1,008 \quad (15)$$

όπου

$$k_{f,w} = 0,055594 \times w_{ALF} + 0,0080021 \times w_{DEL} + 0,0070046 \times w_{EPS} \quad (16)$$

και

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)} \quad (17)$$

όπου

H_a η υγρασία του αέρα εισαγωγής, σε g νερού ανά kg ξηρού αέρα

w_{ALF} περιεκτικότητα του καυσίμου σε υδρογόνο, επί τοις εκατό κατά μάζα

$q_{mf,i}$ η στιγμιαία παροχή μάζας καυσίμου, σε kg/s

$q_{mad,I}$ Στιγμιαία παροχή μάζας του αέρα αναρρόφησης σε ξηρά βάση, σε kg/s

p_r τάση υδρατμών μετά το ψυκτικό λουτρό, σε kPa

p_b είναι η συνολική ατμοσφαιρική πίεση, σε kPa

w_{DEL} περιεκτικότητα του καυσίμου σε άζωτο, επί τοις εκατό κατά μάζα

w_{EPS} περιεκτικότητα του καυσίμου σε οξυγόνο, επί τοις εκατό κατά μάζα

α γραμμομοριακός λόγος υδρογόνου στο καύσιμο

c_{CO_2} είναι η συγκέντρωση ξηρού CO_2 , επί τοις εκατό

c_{CO} συγκέντρωση ξηρού CO, επί τοις εκατό

Οι εξισώσεις (13) και (14) είναι σχεδόν ίδιες· ο συντελεστής 1,008 στις εξισώσεις (13) και (15) είναι μια κατά προσέγγιση τιμή για τον ακριβέστερο ονομαστή στην εξίσωση (14).

8.1.2. Αραιωμένο καυσαέριο

$$k_{w,e} = \left[\left(1 - \frac{\alpha \times c_{CO_2w}}{200} \right) - k_{w2} \right] \times 1,008 \quad (18)$$

ή

$$k_{w,e} = \left[\left(\frac{1 - k_{w2}}{1 + \frac{\alpha \times c_{CO_2d}}{200}} \right) \right] \times 1,008 \quad (19)$$

όπου

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \frac{1}{D} \right]}{1000 + \left\{ 1,608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left(\frac{1}{D} \right) \right] \right\}} \quad (20)$$

όπου

α ο γραμμομοριακός λόγος υδρογόνου στο καύσιμο

$c_{\text{CO}_2\text{w}}$ η συγκέντρωση υγρού CO_2 , επί τοις εκατό

$c_{\text{CO}_2\text{d}}$ η συγκέντρωση ξηρού CO_2 , επί τοις εκατό

H_d η απόλυτη υγρασία του αέρα αραίωσης, σε g νερού ανά kg ξηρού αέρα

H_a η υγρασία του αέρα εισαγωγής, σε g νερού ανά kg ξηρού αέρα

D ο συντελεστής αραίωσης (βλ. σημείο 8.5.2.3.2)

8.1.3. Αέρας αραίωσης

$$k_{w,d} = (1 - k_{w3}) \times 1,008 \quad (21)$$

όπου

$$k_{w3} = \frac{1,608 \times H_d}{1000 + (1,608 \times H_d)} \quad (22)$$

όπου

H_d απόλυτη υγρασία του αέρα αραίωσης, σε g νερού ανά kg ξηρού αέρα

8.2. Διόρθωση υγρασίας για τα NO_x

Δεδομένου ότι οι εκπομπές των NO_x εξαρτώνται από τις συνθήκες του αέρα περιβάλλοντος, οι συγκεντρώσεις των NO_x διορθώνονται ως προς την υγρασία με τους συντελεστές που δίδονται στο σημείο 8.2.1 ή 8.2.2. Η υγρασία του αέρα εισαγωγής H_a μπορεί να προκύψει από μέτρηση της σχετικής υγρασίας, μέτρηση του σημείου δρόσου, της τάσης ατμών ή μέτρηση με ξηρό/υγρό θερμομέτρο με βάση γενικά αποδεκτές εξισώσεις.

8.2.1. Κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση

$$k_{h,D} = \frac{15,698 \times H_a}{1000} + 0,832 \quad (23)$$

όπου

H_a η υγρασία του αέρα εισαγωγής, σε g νερού ανά kg ξηρού αέρα

8.2.2. Κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης

$$k_{h,G} = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \quad (24)$$

όπου

H_a η υγρασία του αέρα εισαγωγής, σε g νερού ανά kg ξηρού αέρα

8.3. Διόρθωση άνωσης φίλτρου σωματιδίων

Η μάζα φίλτρου δειγματοληψίας πρέπει να διορθωθεί λόγω της άνωσης στον αέρα. Η διόρθωση άνωσης εξαρτάται από την πυκνότητα του φίλτρου δειγματοληψίας, την πυκνότητα του αέρα και την πυκνότητα του βάρους βαθμονόμησης του ζυγού, και δεν λαμβάνεται υπόψη η άνωση των ίδιων των σωματιδίων. Η διόρθωση της άνωσης εφαρμόζεται και στη μάζα του φίλτρου απόβαση και στη μικτή μάζα φίλτρου.

Αν η πυκνότητα του υλικού του φίλτρου δεν είναι γνωστή, χρησιμοποιείται η ακόλουθη πυκνότητα:

α) φίλτρα υαλοϊνών επιστρωμένα με τεφλόν: 2 300 kg/m³

β) φίλτρα μεμβράνες από τεφλόν: 2 144 kg/m³

γ) φίλτρα μεμβράνες από τεφλόν με δακτύλιο στήριξης από πολυμεθυλοπεντένιο 920 kg/m³

Για βάρη βαθμονόμησης από ανοξείδωτο χάλυβα, χρησιμοποιείται πυκνότητα 8 000 kg/m³. Αν το υλικό του βάρους βαθμονόμησης είναι διαφορετικό, γίνεται γνωστή η πυκνότητά του.

Χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση:

$$m_f = m_{\text{uncor}} \times \left(\frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_f}} \right) \quad (25)$$

όπου

$$\rho_a = \frac{p_b \times 28,836}{8,3144 \times T_a} \quad (26)$$

όπου

| | |
|--------------------|---|
| m_{uncor} | η μη διορθωμένη μάζα φίλτρου σωματιδίων, σε mg |
| ρ_a | η πυκνότητα του αέρα, σε kg/m ³ |
| ρ_w | η πυκνότητα του βάρους βαθμονόμησης του ζυγού, σε kg/m ³ |
| ρ_f | η πυκνότητα του φίλτρου δειγματοληψίας σωματιδίων, σε kg/m ³ |
| p_b | είναι η συνολική ατμοσφαιρική πίεση, σε kPa |
| T_a | η θερμοκρασία του αέρα στο περιβάλλον του ζυγού, σε K |
| 28,836 | η γραμμομοριακή μάζα του αέρα σε υγρασία αναφοράς (282,5 K), σε g/mol |
| 8,3144 | η γραμμομοριακή σταθερά του αερίου |

Η μάζα δείγματος σωματιδίων m_p που χρησιμοποιείται στα σημεία 8.4.3 και 8.5.3 υπολογίζεται ως εξής:

$$m_p = m_{f,G} - m_{f,T} \quad (27)$$

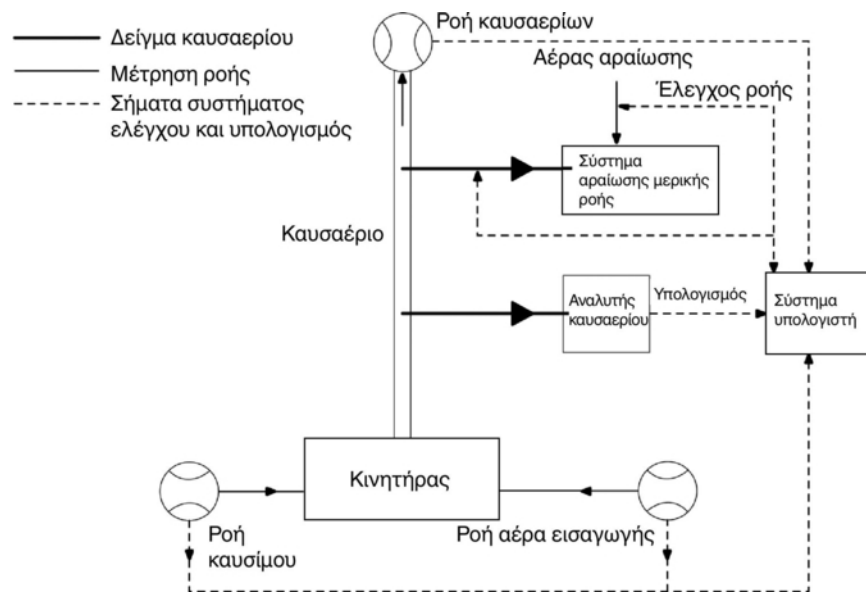
όπου

$m_{f,G}$ είναι η διορθωμένη ως προς την άνωση μικτή μάζα φίλτρου σωματιδίων, σε mg

$m_{f,T}$ είναι η διορθωμένη ως προς την άνωση μάζα φίλτρου απόβαρου σωματιδίων, σε mg

8.4. Σύστημα αραίωσης μερικής ροής (PFS) και μέτρηση πρωτογενούς καυσαερίου

Ο υπολογισμός των εκπομπών μάζας προκύπτει από πολλαπλασιασμό των σημάτων στιγμιαίας συγκέντρωσης των αέριων συστατικών με τη στιγμιαία παροχή μάζας καυσαερίων. Η παροχή μάζας καυσαερίων μπορεί να μετρηθεί άμεσα, ή να υπολογιστεί με τις μεθόδους της μέτρησης του αέρα εισαγωγής και της ροής καυσίμου, τη μέθοδο ιχνηθέτη ή τη μέτρηση του αέρα εισαγωγής και τη μέτρηση του λόγου αέρα/καυσίμου). Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στους χρόνους απόκρισης των διαφόρων οργάνων. Οι διαφορές αυτές λαμβάνονται υπόψη με τη χρονική ευθυγράμμιση των σημάτων. Για τα σωματίδια, χρησιμοποιούνται τα σήματα της ροής μάζας καυσαερίων για τον έλεγχο του συστήματος αραίωσης μερικής ροής, ώστε να λαμβάνεται δείγμα αναλογικό προς το ρυθμό ροής μάζας των καυσαερίων. Η ποιότητα της αναλογικότητας ελέγχεται με τη διεξαγωγή ανάλυσης παλινδρόμησης μεταξύ δείγματος και ροής καυσαερίων σύμφωνα με το σημείο 9.4.6.1. Η πλήρης διαδικασία δοκιμής απεικονίζεται σχηματικά στο σχήμα 6.



Σχήμα 6

Σχεδιάγραμμα του συστήματος μέτρησης πρωτογενών καυσαερίων/μερικής ροής

8.4.1. Προσδιορισμός της ροής μάζας καυσαερίων

8.4.1.1. Εισαγωγή

Για τον υπολογισμό των εκπομπών πρωτογενών καυσαερίων και για τον έλεγχο ενός συστήματος αραίωσης μερικής ροής πρέπει να είναι γνωστή η παροχή μάζας καυσαερίων. Για τον προσδιορισμό της παροχής μάζας καυσαερίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε από τις μεθόδους που περιγράφονται στα σημεία 8.4.1.3 έως 8.4.1.7.

8.4.1.2. Χρόνος απόκρισης

Για τον υπολογισμό των εκπομπών, ο χρόνος απόκρισης οποιασδήποτε από τις μεθόδους που περιγράφονται στα σημεία 8.4.1.3 έως 8.4.1.7 πρέπει να είναι ίσος προς ή μικρότερος από το χρόνο απόκρισης της συσκευής ανάλυσης ο οποίος είναι ≤ 10 δευτερόλεπτα, όπως απαιτείται στο σημείο 9.3.5.

Για τον έλεγχο συστήματος αραίωσης μερικής ροής απαιτείται ταχύτερη απόκριση. Για συστήματα αραίωσης μερικής ροής με επιγραμμικό έλεγχο απαιτείται χρόνος απόκρισης $\leq 0,3$ δευτερολέπτων. Για συστήματα αραίωσης μερικής ροής με έλεγχο πρόβλεψης που βασίζεται σε προεγγεγραμμένη εκτέλεση δοκιμής, απαιτείται χρόνος απόκρισης του συστήματος μέτρησης της ροής καυσαερίων ≤ 5 δευτερολέπτων με χρόνο ανόδου ≤ 1 δευτερολέπτου. Ο χρόνος απόκρισης του συστήματος καθορίζεται από τον κατασκευαστή του οργάνου. Οι απαιτήσεις για το συνδυασμένο χρόνο απόκρισης για το σύστημα ροής καυσαερίων και το σύστημα αραίωσης μερικής ροής αναφέρονται στο σημείο 9.4.6.1.

8.4.1.3. Μέθοδος άμεσης μέτρησης

Η άμεση μέτρηση της στιγμιαίας ροής καυσαερίων γίνεται με συστήματα όπως:

- α) διαφορικές διατάξεις πίεσης, όπως το ακροφύσιο ροής (για λεπτομέρειες βλέπε ISO 5167)
- β) ροόμετρο με υπερήχους
- γ) ροόμετρο δίνης.

Πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις για να αποφεύγονται λάθη μετρήσεως που μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα σφάλματα στις τιμές εκπομπών. Οι προφυλάξεις αυτές περιλαμβάνουν την προσεκτική εγκατάσταση της διάταξης στο σύστημα εξάτμισης του κινητήρα σύμφωνα με τις συστάσεις του κατασκευαστή του οργάνου και με την ορθή τεχνική πρακτική. Ειδικότερα, η απόδοση του κινητήρα και οι εκπομπές δεν επηρεάζονται από την εγκατάσταση της διάταξης.

Τα ροόμετρα πληρούν τις απαιτήσεις γραμμικότητας του σημείου 9.2.

8.4.1.4. Μέθοδος μέτρησης αέρα και καυσίμου

Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τη μέτρηση της ροής αέρα και της ροής καυσίμου με κατάλληλα ροόμετρα. Ο υπολογισμός της στιγμιαίας ροής των καυσαερίων γίνεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \quad (28)$$

όπου

$q_{mew,i}$ ο στιγμιαίος ρυθμός ροής της μάζας καυσαερίων, σε kg/s

$q_{maw,i}$ η στιγμιαία παροχή μάζας του αέρα εισαγωγής, σε kg/s

$q_{mf,i}$ η στιγμιαία παροχή μάζας καυσίμου, σε kg/s

Τα ροόμετρα πληρούν τις απαιτήσεις γραμμικότητας του σημείου 9.2, αλλά πρέπει να είναι επαρκώς ακριβείς ώστε να πληρούν τις επίσης τις απαιτήσεις γραμμικότητας για τη ροή των καυσαερίων.

8.4.1.5. Μέθοδος μέτρησης ιχνηθέτη

Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τη μέτρηση της συγκέντρωσης αερίου ανίχνευσης στο καυσαέριο.

Στο καυσαέριο προστίθεται ως ιχνηθέτης μια γνωστή ποσότητα αδρανούς αερίου (π.χ. καθαρού ήλιου). Το αέριο αναμειγνύεται και αραιώνεται με το καυσαέριο αλλά δεν αντιδρά στο σωλήνα εξάτμισης. Η μέτρηση της συγκέντρωσης του αερίου γίνεται στη συνέχεια στο δείγμα καυσαερίου.

Για την εξασφάλιση πλήρους ανάμειξης του αερίου ιχνηθέτη, ο καθετήρας δειγματοληψίας του καυσαερίου πρέπει να τοποθετείται τουλάχιστον 1 μέτρο ή 30 φορές τη διάμετρο του σωλήνα εξάτμισης, ανάλογα με το ποια διάσταση είναι μεγαλύτερη, κατάντη του σημείου έγχυσης του αερίου ιχνηθέτη. Ο καθετήρας δειγματοληψίας μπορεί να βρίσκεται πιο κοντά στο σημείο έγχυσης εάν πιστοποιείται η πλήρης μείξη, με τη σύγκριση της συγκέντρωσης του αερίου ιχνηθέτη έναντι της συγκέντρωσης αναφοράς όταν το αέριο ιχνηθέτης χύνεται ανάντη του κινητήρα.

Ο ρυθμός ροής του αερίου ιχνηθέτη ρυθμίζεται έτσι ώστε η συγκέντρωση του αερίου ιχνηθέτη, όταν οι στροφές του κινητήρα βρίσκονται σε βραδυπορία, μετά την ανάμειξη να καθίσταται χαμηλότερη από την πλήρη κλίμακα του αναλυτή του αερίου ιχνηθέτη.

Ο υπολογισμός της ροής των καυσαερίων γίνεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$q_{mew,i} = \frac{q_{vt} \times \rho_e}{60 \times (c_{mix,i} - c_b)} \quad (29)$$

όπου

$q_{mew,i}$ ο στιγμιαίος ρυθμός ροής της μάζας καυσαερίων, σε kg/s

q_{vt} ο ρυθμός ροής αερίου ιχνηθέτη, σε cm³/min

$c_{mix,i}$ η στιγμιαία συγκέντρωση του αερίου ιχνηθέτη μετά την ανάμειξη, σε ppm

ρ_e η πυκνότητα του καυσαερίου, σε kg/m³ (βλέπε πίνακα 4)

c_b η συγκέντρωση περιβάλλοντος του αερίου ιχνηθέτη στον αέρα εισαγωγής, ppm

Η συγκέντρωση υποβάθρου του αερίου ιχνηθέτη (c_b) μπορεί να προσδιοριστεί με τον υπολογισμό του μέσου όρου της εκ του περιβάλλοντος συγκέντρωσης που μετράται αμέσως πριν από την εκτέλεση της δοκιμής και μετά την εκτέλεσή της.

Όταν η συγκέντρωση υποβάθρου είναι μικρότερη από 1 % της συγκέντρωσης του αερίου ιχνηθέτη μετά την ανάμειξη ($c_{mix,i}$) σε μέγιστη ροή καυσαερίου, η συγκέντρωση υποβάθρου μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα.

Το συνολικό σύστημα πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις γραμμικότητας για τη ροή καυσαερίων του σημείου 9.2.

8.4.1.6. Μέθοδος μέτρησης της ροής αέρα και του λόγου αέρα/καυσίμου

Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τον υπολογισμό της μάζας καυσαερίου από τη ροή αέρα και του λόγου αέρα/καυσίμου. Ο υπολογισμός της στιγμιαίας ροής της μάζας καυσαερίου γίνεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda_i} \right) \quad (30)$$

όπου

$$A/F_{st} = \frac{138,0 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right)}{12,011 + 1,00794 \times \alpha + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} \quad (31)$$

$$\lambda_i = \frac{\left(100 - \frac{c_{COd} \times 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \times 10^{-4} \right) + \left(\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{COd} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO2d}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO2d}}} \right) \times (c_{CO2d} + c_{COd} \times 10^{-4})}{4,764 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right) \times (c_{CO2d} + c_{COd} \times 10^{-4} + c_{HCw} \times 10^{-4})} \quad (32)$$

όπου

$q_{maw,i}$ η στιγμιαία παροχή μάζας του αέρα εισαγωγής, σε kg/s

A/F_{st} ο στοιχειομετρικός λόγος αέρα/καυσίμου, kg/kg

λ_i ο στιγμιαίος λόγος περίσσειας αέρα

c_{CO2d} η συγκέντρωση ξηρού CO₂, επί τοις εκατό

c_{COd} η συγκέντρωση ξηρού CO, ppm

c_{HCw} η συγκέντρωση υγρού HC, σε ppm

Το ροόμετρο και οι αναλυτές αέρα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις γραμμικότητας του σημείου 9.2, και το συνολικό σύστημα πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις γραμμικότητας για τη ροή καυσαερίων του σημείου 9.2.

Αν χρησιμοποιείται ένας εξοπλισμός μέτρησης του λόγου αέρα/καυσίμου, όπως ο αισθητήρας από διοξείδιο του ζirkονίου, για τη μέτρηση του λόγου περιόσειας αέρα, πρέπει αυτός να ικανοποιεί τις προδιαγραφές του σημείου 9.3.2.7.

8.4.1.7. Μέθοδος ισοζυγίου άνθρακα

Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τον υπολογισμό της μάζας καυσαερίου από τη ροή καυσίμου και των υπολογισμό των αερίων της εξάτμισης που περιέχουν άνθρακα. Ο υπολογισμός της στιγμιαίας ροής της μάζας καυσαερίου γίνεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \times \left(\frac{w_{BET}^2 \times 1,4}{(1,0828 \times w_{BET} + k_{fd} \times k_c)} \times k_c \left(1 + \frac{H_a}{1000} \right) + 1 \right) \quad (33)$$

όπου

$$k_c = (c_{CO2d} - c_{CO2d,a}) \times 0,5441 + \frac{c_{COd}}{18,522} + \frac{c_{HCw}}{17,355} \quad (34)$$

και

$$k_{fd} = -0,055594 \times w_{ALF} + 0,0080021 \times w_{DEL} + 0,0070046 \times w_{EPS} \quad (35)$$

όπου

| | |
|--------------|--|
| $q_{mf,i}$ | η στιγμιαία παροχή μάζας καυσίμου, σε kg/s |
| H_a | η υγρασία του αέρα εισαγωγής, σε g νερού ανά kg ξηρού αέρα |
| w_{BET} | η περιεκτικότητα του καυσίμου σε άνθρακα, επί τοις εκατό κατά μάζα |
| w_{ALF} | η περιεκτικότητα του καυσίμου σε υδρογόνο, επί τοις εκατό κατά μάζα |
| w_{DEL} | η περιεκτικότητα του καυσίμου σε άζωτο, επί τοις εκατό κατά μάζα |
| w_{EPS} | η περιεκτικότητα του καυσίμου σε οξυγόνο, επί τοις εκατό κατά μάζα |
| c_{CO2d} | η συγκέντρωση ξηρού CO ₂ , επί τοις εκατό |
| $c_{CO2d,a}$ | η συγκέντρωση σε ξηρή βάση του CO ₂ στον αέρα εισαγωγής, επί τοις εκατό |
| c_{CO} | η συγκέντρωση CO σε ξηρά βάση, σε ppm |
| c_{HCw} | η συγκέντρωση υγρού HC, σε ppm |

8.4.2. Προσδιορισμός των αέριων συστατικών

8.4.2.1. Εισαγωγή

Τα αέρια συστατικά στα πρωτογενή καυσαέρια που εκπέμπονται από τον κινητήρα που υποβάλλεται σε δοκιμή μετρώνται με τα συστήματα μέτρησης και δειγματοληψίας που περιγράφονται στο σημείο 9.3 και στο προσάρτημα 3. Η αξιολόγηση των δεδομένων περιγράφεται στο σημείο 8.4.2.2.

Στα σημεία 8.4.2.3 και 8.4.2.4 περιγράφονται δύο διαδικασίες υπολογισμού, οι οποίες ισχύουν και για το καύσιμο αναφοράς που αναφέρεται στο προσάρτημα 2. Η διαδικασία του σημείου 8.4.2.3 είναι απλούστερη, εφόσον χρησιμοποιεί ταξινομημένες τιμές μ για το λόγο πυκνότητας συστατικού καυσαερίου και πυκνότητας καυσαερίου. Η διαδικασία του σημείου 8.4.2.4 είναι ακριβέστερη για τις ποιότητες καυσίμων που παρεκκλίνουν από τις προδιαγραφές στο προσάρτημα 2, αλλά απαιτεί στοιχειώδη ανάλυση της σύνθεσης του καυσίμου.

8.4.2.2. Αξιολόγηση δεδομένων

Τα σχετικά με τις εκπομπές δεδομένα καταγράφονται και αποθηκεύονται σύμφωνα με το σημείο 7.6.6.

Για τον υπολογισμό της μάζας εκπομπών των αερίων συστατικών, οι καμπύλες των συγκεντρώσεων που καταγράφηκαν και η καμπύλη του ρυθμού ροής της μάζας καυσαερίων ευθυγραμμίζονται ως προς το χρόνο με το χρόνο μετατροπής, όπως ορίζεται στο σημείο 3.1.30. Συνεπώς, ο χρόνος απόκρισης του κάθε αναλυτή εκπομπών αερίων και του συστήματος ροής της μάζας καυσαερίων καθορίζεται σύμφωνα με τα σημεία 8.4.1.2 και 9.3.5 αντίστοιχα και καταγράφεται.

8.4.2.3. Υπολογισμός της μάζας εκπομπών με βάση ταξινομημένες τιμές

Η μάζα των ρύπων (g/δοκιμή) προσδιορίζεται μέσω του υπολογισμού των στιγμιαίων εκπομπών μάζας από τις πρωτογενείς συγκεντρώσεις των ρύπων και της ροής μάζας των καυσαερίων, με ευθυγράμμιση ως προς το χρόνο με το χρόνο μετατροπής όπως καθορίζεται σύμφωνα με το σημείο 8.4.2.2, με ολοκλήρωση των στιγμιαίων τιμών στο σύνολο του κύκλου και πολλαπλασιασμό των ολοκληρωμένων τιμών με τις τιμές u του πίνακα 5. Εάν μετρώνται σε ξηρά βάση, εφαρμόζεται η διόρθωση για ξηρά/υγρή βάση, σύμφωνα με το σημείο 8.1, στις τιμές στιγμιαίας συγκέντρωσης πριν γίνει οποιοσδήποτε περαιτέρω υπολογισμός.

Για τον υπολογισμό των NO_x , η μάζα εκπομπών πολλαπλασιάζεται με το συντελεστή διόρθωσης της υγρασίας $k_{h,D}$, ή $k_{h,G}$, όπως καθορίζεται σύμφωνα με το σημείο 8.2.

Εφαρμόζονται οι ακόλουθες εξισώσεις:

$$m_{\text{gas}} = u_{\text{gas}} \times \sum_{i=1}^{i=n} c_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{σε g/δοκιμή}) \quad (36)$$

όπου

- u_{gas} η αντίστοιχη τιμή του συστατικού καυσαερίου από τον πίνακα 5
 $c_{\text{gas},i}$ η στιγμιαία συγκέντρωση του συστατικού στο καυσαέριο, σε ppm
 $q_{\text{mew},i}$ ο στιγμιαίος ρυθμός ροής της μάζας καυσαερίων, σε kg/s
 f ο ρυθμός δειγματοληψίας των δεδομένων, Hz
 n ο αριθμός μετρήσεων

Πίνακας 5

Τιμές u πρωτογενούς καυσαερίου και πυκνότητες συστατικού

| Καύσιμο | ρ_e | Αέριο | | | | | |
|-----------------------------------|----------|--|----------|---------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | | NO _x | CO | HC | CO ₂ | O ₂ | CH ₄ |
| | | ρ_{gas} [kg/m ³] | | | | | |
| | | 2,053 | 1,250 | (^a) | 1,9636 | 1,4277 | 0,716 |
| u_{gas} (^b) | | | | | | | |
| Πετρέλαιο ντίζελ | 1,2943 | 0,001586 | 0,000966 | 0,000479 | 0,001517 | 0,001103 | 0,000553 |
| Αιθανόλη | 1,2757 | 0,001609 | 0,000980 | 0,000805 | 0,001539 | 0,001119 | 0,000561 |
| CNG (^c) | 1,2661 | 0,001621 | 0,000987 | 0,000528 (^d) | 0,001551 | 0,001128 | 0,000565 |
| Προπάνιο | 1,2805 | 0,001603 | 0,000976 | 0,000512 | 0,001533 | 0,001115 | 0,000559 |
| Βουτάνιο | 1,2832 | 0,001600 | 0,000974 | 0,000505 | 0,001530 | 0,001113 | 0,000558 |
| LPG (^e) | 1,2811 | 0,001602 | 0,000976 | 0,000510 | 0,001533 | 0,001115 | 0,000559 |

(^a) ανάλογα με το καύσιμο

(^b) με $\lambda = 2$, ξηρό αέρα, 273 K, 101,3 kPa

(^c) τιμές u με ακρίβεια εντός του 0,2 % για τη σύνθεση της μάζας: C = 66 - 76 % · H = 22 - 25 % · N = 0 - 12 %

(^d) NMHC με βάση το CH_{2,93} (για συνολικούς HC χρησιμοποιείται ο συντελεστής u_{gas} του CH₄)

(^e) τιμές u με ακρίβεια εντός του 0,2 % για τη σύνθεση της μάζας: C3 = 70 - 90 % · C4 = 10 - 30 %

8.4.2.4. Υπολογισμός της μάζας εκπομπών με βάση τις ακριβείς εξισώσεις

Η μάζα των ρύπων (g/δοκιμή) προσδιορίζεται μέσω του υπολογισμού των στιγμιαίων εκπομπών μάζας από τις πρωτογενείς συγκεντρώσεις των ρύπων, τις τιμές u και την ακριβή ροή μάζας των καυσαερίων, με ευθυγράμμιση ως προς το χρόνο με το χρόνο μετατροπής, όπως καθορίζεται σύμφωνα με το σημείο 8.4.2.2 και με ολοκλήρωση των στιγμιαίων τιμών στο σύνολο του κύκλου. Εάν μετρώνται σε ξηρά βάση, εφαρμόζεται η διόρθωση για ξηρά/υγρή βάση, σύμφωνα με το σημείο 8.1, στις τιμές στιγμιαίας συγκεντρώσεως πριν γίνει οποιοσδήποτε περαιτέρω υπολογισμός.

Για τον υπολογισμό των NO_x , η μάζα εκπομπών πολλαπλασιάζεται με το συντελεστή διόρθωσης της υγρασίας $k_{h,D}$, ή $k_{h,G}$, όπως καθορίζεται σύμφωνα με το σημείο 8.2.

Εφαρμόζονται οι ακόλουθες εξισώσεις:

$$m_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^{i=n} u_{\text{gas},i} \times c_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{σε g/δοκιμή}) \quad (37)$$

όπου

- $u_{\text{gas},i}$ υπολογίζεται από την εξίσωση 38 ή 39
- $c_{\text{gas},i}$ η στιγμιαία συγκεντρωσή του συστατικού στο καυσαέριο, σε ppm
- $q_{\text{mew},i}$ ο στιγμιαίος ρυθμός ροής της μάζας καυσαερίων, σε kg/s
- f ο ρυθμός δειγματοληψίας των δεδομένων, Hz
- n ο αριθμός μετρήσεων

Οι στιγμιαίες τιμές u υπολογίζονται ως εξής:

$$u_{\text{gas},i} = M_{\text{gas}} / (M_{e,i} \times 1000) \quad (38)$$

ή

$$u_{\text{gas},i} = \rho_{\text{gas}} / (\rho_{e,i} \times 1000) \quad (39)$$

όπου

$$\rho_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} / 22,414 \quad (40)$$

όπου

M_{gas} η γραμμομοριακή μάζα του αέριου συστατικού, σε g/mol (βλ. προσάρτημα 6)

$M_{e,i}$ η στιγμιαία γραμμομοριακή μάζα του καυσαερίου, σε g/mol

ρ_{gas} η πυκνότητα συστατικού αερίου, kg/m³

$\rho_{e,i}$ η στιγμιαία πυκνότητα του καυσαερίου, kg/m³

Η γραμμομοριακή μάζα του καυσαερίου, M_e , προκύπτει για τη γενική σύνθεση καυσίμου $\text{CH}_\alpha\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$, με την παραδοχή της πλήρους καύσης, ως εξής:

$$M_{e,i} = \frac{1 + \frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}}}{\frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}} \times \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12,011 + 1,00794 \times \alpha + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} + \frac{H_a \times 10^{-3}}{2 \times 1,00794 + 15,9994} + \frac{1}{M_a}}{1 + H_a \times 10^{-3}} \quad (41)$$

όπου

$q_{maw,i}$ η στιγμιαία παροχή μάζας του αέρα εισαγωγής σε υγρή βάση, σε kg/s

$q_{mf,i}$ η στιγμιαία παροχή μάζας καυσίμου, σε kg/s

H_a η υγρασία του αέρα εισαγωγής, σε g νερού ανά kg ξηρού αέρα

M_a η γραμμομοριακή μάζα του ξηρού αέρα εισαγωγής = 28,965 g/mol

Η πυκνότητα καυσαερίων ρ_e προκύπτει ως εξής:

$$\rho_{e,i} = \frac{1000 + H_a + 1000 \times (q_{mf,i} / q_{mad,i})}{773,4 + 1,2434 \times H_a + k_{fv} \times 1000 \times (q_{mf,i} / q_{mad,i})} \quad (42)$$

όπου

$q_{mad,i}$ η στιγμιαία παροχή μάζας αέρα εισαγωγής σε υγρή βάση, σε kg/s

$q_{mf,i}$ η στιγμιαία παροχή μάζας καυσίμου, σε kg/s

H_a η υγρασία του αέρα εισαγωγής, σε g νερού ανά kg ξηρού αέρα

k_{fv} ο ειδικός συντελεστής καυσίμου για το καυσαέριο σε υγρή μορφή (εξίσωση 16) στο σημείο 8.1.1.

8.4.3. Προσδιορισμός σωματιδίων

8.4.3.1. Αξιολόγηση δεδομένων

Η μάζα σωματιδίων υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 27 του σημείου 8.3. Για την αξιολόγηση της συγκέντρωσης σωματιδίων, καταγράφεται η συνολική μάζα δείγματος (m_{sep}) που διέρχεται διά μέσου των φίλτρων σε όλο τον κύκλο.

Με προηγούμενη έγκριση της αρμόδιας για την έγκριση τύπου αρχής, η μάζα σωματιδίων μπορεί να διορθωθεί για το επίπεδο σωματιδίων στον αέρα αραιώσης, όπως προσδιορίζεται στο σημείο 7.5.6, σύμφωνα με την ορθή τεχνική πρακτική και τα ειδικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού του συστήματος μέτρησης των σωματιδίων που χρησιμοποιείται.

8.4.3.2. Υπολογισμός μάζας εκπομπών

Ανάλογα με το σχεδιασμό του συστήματος, η μάζα σωματιδίων (g/δοκιμή) υπολογίζεται είτε με τις μεθόδους που περιγράφονται στα σημεία 8.4.3.2.1 ή 8.4.3.2.2 ύστερα από διόρθωση άνωσης της μάζας του δείγματος σωματιδίων σύμφωνα με το σημείο 8.3.

8.4.3.2.1. Υπολογισμός βασιζόμενος σε λόγο δείγματος

$$m_{PM} = m_p / (r_s \times 1000) \quad (43)$$

όπου

m_p η μάζα σωματιδίων, που έχει ληφθεί ως δείγμα στο σύνολο του κύκλου, σε mg

r_s ο μέσος λόγος δείγματος σε όλο τον κύκλο δοκιμής

όπου

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \times \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \quad (44)$$

όπου

m_{se} μάζα του δείγματος σε ολόκληρο τον κύκλο, σε kg

m_{ew} ολική ροή μάζας καυσαερίων στο σύνολο του κύκλου, σε kg

m_{sep} η μάζα αραιωμένου καυσαερίου που διέρχεται από τα φίλτρα συλλογής σωματιδίων, σε kg

m_{sed} μάζα των αραιωμένων καυσαερίων που διέρχεται από τη σήραγγα αραιώσης, σε kg

Για σύστημα ολικής δειγματοληψίας, m_{sep} και m_{sed} είναι ταυτόσημα.

8.4.3.2.2. Υπολογισμός βασιζόμενος σε λόγο αραιώσης

$$m_{PM} = \frac{m_p}{m_{sep}} \times \frac{m_{edf}}{1000} \quad (45)$$

όπου

m_p η μάζα σωματιδίων, που έχει ληφθεί ως δείγμα στο σύνολο του κύκλου, σε mg

m_{sep} η μάζα αραιωμένου καυσαερίου που διέρχεται από τα φίλτρα συλλογής σωματιδίων, σε kg

m_{edf} η μάζα ισοδύναμου αραιωμένου καυσαερίου σε ολόκληρο τον κύκλο, σε kg

Η συνολική μάζα του ισοδύναμου αραιωμένου καυσαερίου στο σύνολο του κύκλου προσδιορίζεται ως εξής:

$$m_{edf} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{medf,i} \times \frac{1}{f} \quad (46)$$

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} \times r_{d,i} \quad (47)$$

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,i}}{(q_{mdew,i} - q_{mdw,i})} \quad (48)$$

όπου

$q_{medf,i}$ ο στιγμιαίος ισοδύναμος ρυθμός ροής της μάζας αραιωμένων καυσαερίων, σε kg/s

$q_{mew,i}$ ο στιγμιαίος ρυθμός ροής της μάζας καυσαερίων, σε kg/s

$r_{d,i}$ ο στιγμιαίος λόγος αραιώσης

$q_{mdew,i}$ ο στιγμιαίος ρυθμός ροής μάζας αραιωμένων καυσαερίων, kg/s

$q_{mdw,i}$ ο στιγμιαίος ρυθμός ροής της μάζας αέρα αραιώσης, kg/s

f ο ρυθμός δειγματοληψίας των δεδομένων, Hz

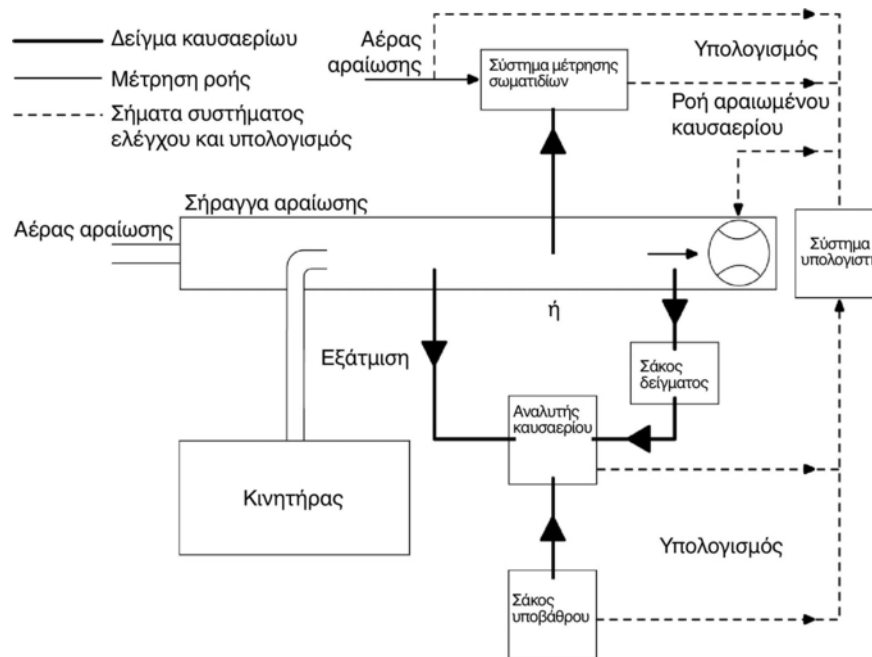
n ο αριθμός μετρήσεων

8.5. Μέτρηση με σύστημα αραιώσης πλήρους ροής (CVS)

Για τον υπολογισμό της μάζας εκπομπών, τα σήματα συγκέντρωσης των αέριων συστατικών, που προκύπτουν είτε μέσω ολοκληρώματος στο σύνολο του κύκλου είτε μέσω δειγματοληψίας σάκου, πολλαπλασιάζονται με την παροχή μάζας αραιωμένου καυσαερίου. Ο ρυθμός ροής μάζας καυσαερίων μετράται με σύστημα δειγματοληψία σταθερού όγκου (CVS), που μπορεί να χρησιμοποιήσει αντλία θετικού εκτοπίσματος (PDP), βεντούρι κρίσιμης ροής (CFV) ή βεντούρι υποχηρικής ροής (SSV) με ή χωρίς αντιστάθμιση ροής.

Για τη δειγματοληψία σάκου και τη δειγματοληψία σωματιδίων, λαμβάνεται αναλογικό δείγμα από τα αραιωμένα καυσαέρια του συστήματος CVS. Για ένα σύστημα χωρίς αντιστάθμιση ροής, ο λόγος της ροής του δείγματος προς τη ροή του CVS δεν πρέπει να μεταβάλλεται κατά περισσότερο από $\pm 2,5\%$ από το σημείο ρύθμισης της δοκιμής. Για ένα σύστημα με αντιστάθμιση ροής, κάθε επιμέρους παροχή πρέπει να είναι σταθερή εντός του $\pm 2,5\%$ της αντιστοιχίας στοχευόμενης παροχής.

Η πλήρης διαδικασία δοκιμής απεικονίζεται σχηματικά στο σχήμα 7.



Σχήμα 7

Σχεδιάγραμμα του συστήματος μέτρησης πλήρους ροής

8.5.1. Προσδιορισμός της ροής αραιωμένων καυσαερίων

8.5.1.1. Εισαγωγή

Για τον υπολογισμό των εκπομπών στα αραιωμένα καυσαέρια, είναι απαραίτητο να είναι γνωστός ο ρυθμός ροής μάζας των αραιωμένων καυσαερίων. Η συνολική ροή των αραιωμένων καυσαερίων στη διάρκεια του κύκλου (kg/δοκιμή) υπολογίζεται από τις τιμές των μετρήσεων ολόκληρου του κύκλου και από τα αντίστοιχα δεδομένα βαθμονόμησης της συσκευής μέτρησης της ροής (V_0 για PDP, K_V για CFV, C_d για SSV), όπως προσδιορίζονται με μία από τις μεθόδους που περιγράφονται στα σημεία 8.5.1.2 έως 8.5.1.4. Αν η συνολική μάζα του δείγματος σωματιδίων (m_{sep}) υπερβαίνει το 0,5 % της συνολικής ροής CVS ($m_e - a$), η ροή CVS διορθώνεται για την m_{sep} ή η ροή δείγματος σωματιδίων επαναφέρεται σε CVS πριν από τη συσκευή μέτρησης της ροής.

8.5.1.2. Σύστημα PDP-CVS

Ο υπολογισμός της ροής μάζας στο σύνολο του κύκλου γίνεται ως εξής, εάν η θερμοκρασία των αραιωμένων καυσαερίων διατηρείται εντός ενός πεδίου ± 6 K στο σύνολο του κύκλου με τη χρήση εναλλάκτη θερμότητας:

$$m_{ed} = 1,293 \times V_0 \times n_p \times p_p \times 273 / (101,3 \times T) \quad (49)$$

όπου

V_0 ο όγκος των αντλούμενων αερίων ανά περιστροφή υπό συνθήκες της δοκιμής, σε m^3/rev

n_p το σύνολο περιστροφών αντλίας ανά δοκιμή

p_p η απόλυτη πίεση στο στόμιο εισόδου της αντλίας, σε kPa

T η μέση θερμοκρασία των αραιωμένων καυσαερίων στο στόμιο εισόδου της αντλίας, σε K

Αν εφαρμόζεται σύστημα αντιστάθμισης ροής (δηλ. χωρίς εναλλάκτη θερμότητας), υπολογίζονται οι στιγμιαίες εκπομπές μάζας και εξάγεται το ολοκλήρωμά τους για ολόκληρο τον κύκλο. Στην περίπτωση αυτή, η στιγμιαία μάζα των αραιωμένων καυσαερίων υπολογίζεται ως εξής:

$$m_{ed,i} = 1,293 \times V_0 \times n_{p,i} \times p_p \times 273 / (101,3 \times T) \quad (50)$$

όπου

$n_{p,i}$ οι συνολικές περιστροφές της αντλίας ανά μεσοδιάστημα

8.5.1.3. Σύστημα CFV-CVS

Ο υπολογισμός της ροής μάζας στο σύνολο του κύκλου γίνεται ως εξής, εάν η θερμοκρασία των αραιωμένων καυσαερίων διατηρείται εντός ενός πεδίου ± 11 K στο σύνολο του κύκλου με τη χρήση εναλλάκτη θερμότητας:

$$m_{ed} = 1,293 \times t \times K_V \times p_p / T^{0,5} \quad (51)$$

όπου

t ο χρόνος κύκλου, σε s

K_V ο συντελεστής βαθμονόμησης του βεντουρίμετρου κρίσιμης ροής υπό κανονικές συνθήκες

p_p η απόλυτη πίεση στο στόμιο εισόδου του σωλήνα βεντούρι, σε kPa

T η απόλυτη θερμοκρασία στο στόμιο εισόδου βεντούρι, K

Αν εφαρμόζεται σύστημα αντιστάθμισης ροής (δηλ. χωρίς εναλλάκτη θερμότητας), υπολογίζονται οι στιγμιαίες εκπομπές μάζας και εξάγεται το ολοκλήρωμά τους για ολόκληρο τον κύκλο. Στην περίπτωση αυτή, η στιγμιαία μάζα των αραιωμένων καυσαερίων υπολογίζεται ως εξής:

$$m_{ed,i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_p / T^{0,5} \quad (52)$$

όπου

Δt_i το μεσοδιάστημα, σε s

8.5.1.4. Σύστημα SSV-CVS

Ο υπολογισμός της ροής μάζας στο σύνολο του κύκλου γίνεται ως εξής, εάν η θερμοκρασία των αραιωμένων καυσαερίων διατηρείται εντός ενός πεδίου ± 11 K στο σύνολο του κύκλου με τη χρήση εναλλάκτη θερμότητας:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \quad (53)$$

όπου

$$Q_{SSV} = A_0 d_V^2 C_d p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T} (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \cdot \left(\frac{1}{1 - r_p^{4,1,4286}} \right) \right]} \quad (54)$$

όπου

$$A_0 = 0,006111 \text{ σε } \left(\frac{m^3}{\text{min}} \right) \left(\frac{K^{\frac{1}{2}}}{\text{kPa}} \right) \left(\frac{1}{\text{mm}^2} \right)$$

d_V η διάμετρος της στεφάνης SSV, σε m

C_d ο συντελεστής παροχής του SSV

p_p η απόλυτη πίεση στο στόμιο εισόδου του σωλήνα βεντούρι, σε kPa

- T η θερμοκρασία στο στόμιο εισόδου του σωλήνα βεντούρι, σε K
- r_p ο λόγος της στεφάνης SSV προς την απόλυτη στατική πίεση στο στόμιο εισόδου, $1 - \frac{\Delta p}{P_a}$
- r_D ο λόγος της διαμέτρου της στεφάνης SSV, d , προς την εσωτερική διάμετρο του στομίου εισαγωγής του σωλήνα, D

Αν εφαρμόζεται σύστημα αντιστάθμισης ροής (δηλ. χωρίς εναλλάκτη θερμότητας), υπολογίζονται οι στιγμιαίες εκπομπές μάζας και εξάγεται το ολοκλήρωμά τους για ολόκληρο τον κύκλο. Στην περίπτωση αυτή, η στιγμιαία μάζα των αραιωμένων καυσαερίων υπολογίζεται ως εξής:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i \quad (55)$$

όπου

Δt_i το μεσοδιάστημα, σε s

Ο υπολογισμός σε πραγματικό χρόνο αρχίζει είτε με μια λογική τιμή για τον C_d , όπως 0,98, ή με μια λογική τιμή της Q_{SSV} . Εάν ο υπολογισμός διενεργείται με Q_{SSV} , πρέπει να χρησιμοποιείται η αρχική τιμή του Q_{SSV} για την αξιολόγηση του αριθμού Reynolds.

Κατά τη διάρκεια όλων των δοκιμών εκπομπών, ο αριθμός Reynolds στη στεφάνη SSV πρέπει να είναι εντός του φάσματος αριθμών Reynolds που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή της καμπύλης βαθμονόμησης που αναπτύσσεται στο σημείο 9.5.4.

8.5.2. Προσδιορισμός των αέριων συστατικών

8.5.2.1. Εισαγωγή

Τα αέρια συστατικά στα αραιωμένα καυσαέρια που εκπέμπονται από τον κινητήρα ο οποίος υποβάλλεται σε δοκιμή μετρώνται με τις μεθόδους που περιγράφονται στο προσάρτημα 3. Η αραιώση των καυσαερίων γίνεται με φιλτραρισμένο αέρα περιβάλλοντος, συνθετικό αέρα ή άζωτο. Η ικανότητα ροής του συστήματος αραιώσης πλήρους ροής πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη ώστε να εξαλείφεται πλήρως κάθε συμπύκνωση νερού στα συστήματα αραιώσης και δειγματοληψίας. Στα σημεία 8.5.2.2 και 8.5.2.3 περιγράφονται διαδικασίες αξιολόγησης των δεδομένων και υπολογισμού.

8.5.2.2. Αξιολόγηση δεδομένων

Τα σχετικά με τις εκπομπές δεδομένα καταγράφονται και αποθηκεύονται σύμφωνα με το σημείο 7.6.6.

8.5.2.3. Υπολογισμοί μάζας εκπομπών

8.5.2.3.1. Συστήματα με σταθερή ροή μάζας

Για συστήματα με εναλλάκτη θερμότητας, η μάζα των ρύπων προσδιορίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times m_{ed} \quad (56)$$

όπου

- u_{gas} η αντίστοιχη τιμή του συστατικού καυσαερίου από τον πίνακα 6
- c_{gas} η μέση συγκέντρωση με διόρθωση περιβάλλοντος του αντίστοιχου συστατικού, σε ppm
- m_{ed} η συνολική μάζα των αραιωμένων καυσαερίων σε ολόκληρο τον κύκλο, σε kg

Εάν μετρώνται σε ξηρά βάση, εφαρμόζεται η διόρθωση για ξηρά/υγρή βάση, σύμφωνα με το σημείο 8.1.

Για τον υπολογισμό των NO_x , η μάζα εκπομπών πολλαπλασιάζεται, αν έχει εφαρμογή, με το συντελεστή διόρθωσης της υγρασίας $k_{h,D}$, ή $k_{h,G}$, όπως καθορίζεται σύμφωνα με το σημείο 8.2.

Οι τιμές u δίδονται στον πίνακα 6. Ο υπολογισμός των τιμών u_{gas} βασίζεται στην παραδοχή ότι η πυκνότητα των αραιωμένων καυσαερίων είναι ίση με την πυκνότητα του αέρα. Επομένως, οι τιμές u_{gas} είναι ίδιες για κάθε επιμέρους συστατικό αερίου, αλλά διαφορετικές για τους HC.

Πίνακας 6

Τιμές u των αραιωμένων καυσαερίων και πυκνότητες συστατικού

| Καύσιμο | ρ_{de} | Αέριο | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|--|----------|---------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | | NO _x | CO | HC | CO ₂ | O ₂ | CH ₄ |
| | | ρ_{gas} [kg/m ³] | | | | | |
| | | 2,053 | 1,250 | (^a) | 1,9636 | 1,4277 | 0,716 |
| u_{gas} (^b) | | | | | | | |
| Πετρέλαιο ντίζελ | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000480 | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |
| Αιθανόλη | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000795 | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |
| CNG (^c) | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000517 (^d) | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |
| Προπάνιο | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000507 | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |
| Βουτάνιο | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000501 | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |
| LPG (^e) | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000505 | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |

(^a) ανάλογα με το καύσιμο

(^b) με $\lambda = 2$, ξηρό αέρα, 273 K, 101,3 kPa

(^c) τιμές u με ακρίβεια εντός του 0,2 % για τη σύνθεση της μάζας: C = 66 - 76 %· H = 22 - 25 %· N = 0 - 12 %

(^d) NMHC με βάση το CH_{2,93} (για συνολικούς HC χρησιμοποιείται ο συντελεστής u_{gas} του CH₄)

(^e) τιμές u με ακρίβεια εντός του 0,2 % για τη σύνθεση της μάζας: C3 = 70 - 90 %· C4 = 10 - 30 %

Εναλλακτικά, οι τιμές u μπορούν να υπολογιστούν με τη χρήση της μεθόδου ακριβούς υπολογισμού που γενικά περιγράφεται στο σημείο 8.4.2.4, ως εξής:

$$u_{\text{gas}} = \frac{M_{\text{gas}}}{M_{\text{d}} \times \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_{\text{e}} \times \left(\frac{1}{D}\right)} \quad (57)$$

όπου

M_{gas} η γραμμομοριακή μάζα του αερίου συστατικού, σε g/mol (βλ. προσάρτημα 6)

M_{e} η γραμμομοριακή μάζα του καυσαερίου, σε g/mol

M_{d} η γραμμομοριακή μάζα του αέρα αραιώσης = 28,965 g/mol

D ο συντελεστής αραιώσης (βλ. σημείο 8.5.2.3.2)

8.5.2.3.2. Προσδιορισμός των συγκεντρώσεων με διόρθωση περιβάλλοντος

Η μέση συγκέντρωση αερίων ρύπων υποβάθρου στον αέρα αραιώσης αφαιρείται από τις μετρούμενες συγκεντρώσεις, ώστε να προκύψουν οι καθαρές συγκεντρώσεις των ρύπων. Οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων υποβάθρου μπορούν να προσδιοριστούν με τη μέθοδο των σάκων δείγματος ή με συνεχείς μετρήσεις, με ολοκλήρωση. Χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση:

$$c_{\text{gas}} = c_{\text{gas,e}} - c_{\text{d}} \times (1 - (1 / D)) \quad (58)$$

όπου

$c_{\text{gas,e}}$ η συγκέντρωση του συστατικού μετρημένη στα αραιωμένα καυσαέρια, σε ppm

c_{d} η συγκέντρωση του συστατικού μετρημένη στον αέρα αραιώσης, σε ppm

D ο συντελεστής αραιώσης

Ο συντελεστής αραιώσης υπολογίζεται ως εξής:

α) για κινητήρες ντίζελ και κινητήρες υγραερίου

$$D = \frac{F_S}{c_{\text{CO}_2,e} + (c_{\text{HC},e} + c_{\text{CO},e}) \times 10^{-4}} \quad (59)$$

β) για κινητήρες φυσικού αερίου

$$D = \frac{F_S}{c_{\text{CO}_2,e} + (c_{\text{NMHC},e} + c_{\text{CO},e}) \times 10^{-4}} \quad (60)$$

όπου

$c_{\text{CO}_2,e}$ η συγκέντρωση σε υγρή βάση του CO_2 στα αραιωμένα καυσαέρια, % κατ' όγκο

$c_{\text{HC},e}$ η συγκέντρωση σε υγρή βάση HC στα αραιωμένα καυσαέρια, σε ppm C1

$c_{\text{NMHC},e}$ η συγκέντρωση σε υγρή βάση NMHC στα αραιωμένα καυσαέρια, σε ppm C1

$c_{\text{CO},e}$ η συγκέντρωση σε υγρή βάση CO στα αραιωμένα καυσαέρια, σε ppm

F_S ο στοιχειομετρικός συντελεστής

Ο στοιχειομετρικός συντελεστής υπολογίζεται ως εξής:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{a}{2} + 3,76 \times \left(1 + \frac{a}{4}\right)} \quad (61)$$

όπου

a ο γραμμομοριακός λόγος υδρογόνου του καυσίμου (H/C)

Εναλλακτικά, και στην περίπτωση που δεν είναι γνωστή η σύνθεση του καυσίμου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι εξής στοιχειομετρικοί συντελεστές:

$$F_S \text{ (ντίζελ)} = 13,4$$

$$F_S \text{ (υγραέριο)} = 11,6$$

$$F_S \text{ (φυσικό αέριο)} = 9,5$$

8.5.2.3.3. Συστήματα με αντιστάθμιση ροής

Για συστήματα χωρίς εναλλάκτη θερμότητας, η μάζα των ρύπων (g/δοκιμή) προσδιορίζεται με υπολογισμό των στιγμιαίων εκπομπών μάζας και ολοκλήρωση των στιγμιαίων τιμών ολοκλήρου του κύκλου. Επίσης η διόρθωση υποβάθρου εφαρμόζεται απευθείας στην τιμή της στιγμιαίας συγκέντρωσης. Εφαρμόζονται οι ακόλουθες εξισώσεις:

$$m_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^n [(m_{\text{ed},i} \times c_{\text{gas},e} \times u_{\text{gas}})] - [(m_{\text{ed}} \times c_d \times (1 - 1/D) \times u_{\text{gas}})] \quad (62)$$

όπου

$c_{\text{gas},e}$ η συγκέντρωση του συστατικού μετρημένη στα αραιωμένα καυσαέρια, σε ppm

c_d η συγκέντρωση του συστατικού μετρημένη στον αέρα αραιώσης, σε ppm

$m_{\text{ed},i}$ η στιγμιαία μάζα του αραιωμένου καυσαερίου, σε kg

m_{ed} η συνολική μάζα των αραιωμένων καυσαερίων σε ολόκληρο τον κύκλο, σε kg

u_{gas} η τιμή που περιλαμβάνεται στον πίνακα 6

D ο συντελεστής αραιώσης

8.5.3. Προσδιορισμός σωματιδίων

8.5.3.1. Υπολογισμοί μάζας εκπομπών

Η μάζα σωματιδίων (g/δοκιμή) υπολογίζεται ύστερα από διόρθωση άνωσης της μάζας του φίλτρου δείγματος σωματιδίων σύμφωνα με το σημείο 8.3, ως εξής:

$$m_{PM} = \frac{m_p}{m_{sep}} \times \frac{m_{ed}}{1000} \quad (63)$$

όπου

- m_p η μάζα σωματιδίων, που έχει ληφθεί ως δείγμα στο σύνολο του κύκλου, σε mg
 m_{sep} η μάζα αραιωμένου καυσαερίου που διέρχεται από τα φίλτρα συλλογής σωματιδίων, σε kg
 m_{ed} η μάζα των αραιωμένων καυσαερίων σε ολόκληρο τον κύκλο, σε kg

όπου

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd} \quad (64)$$

όπου

- m_{set} η μάζα καυσαερίων διπλής αραιώσης που διέρχεται μέσω του φίλτρου σωματιδίων, σε kg
 m_{ssd} η μάζα αέρα βοηθητικής αραιώσης, σε kg

Αν το επίπεδο σωματιδίων υποβάθρου στον αέρα αραιώσης προσδιορίζεται σύμφωνα με το σημείο 7.5.6, η μάζα σωματιδίων μπορεί να υποβάλλεται σε διόρθωση υποβάθρου. Στην περίπτωση αυτή, η μάζα σωματιδίων (g/δοκιμή) υπολογίζεται ως εξής:

$$m_{PM} = \left[\frac{m_p}{m_{sep}} - \left(\frac{m_b}{m_{sd}} \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right) \right] \times \frac{m_{ed}}{1000} \quad (65)$$

όπου

- m_{sep} η μάζα αραιωμένου καυσαερίου που διέρχεται από τα φίλτρα συλλογής σωματιδίων, σε kg
 m_{ed} η μάζα των αραιωμένων καυσαερίων σε ολόκληρο τον κύκλο, σε kg
 m_{sd} η μάζα αέρα αραιώσης, από τον οποίο λαμβάνονται δείγματα με δειγματολήπτη σωματιδίων περιβάλλοντος, σε kg
 m_b η μάζα συλλεγόμενων σωματιδίων περιβάλλοντος του αέρα αραιώσεως, σε mg
 D ο συντελεστής αραιώσης όπως προσδιορίζεται στο σημείο 8.5.2.3.2.

8.6. Υπολογισμοί

8.6.1. Διόρθωση ολίσθησης

Όσον αφορά την επαλήθευση ολίσθησης που αναφέρεται στην παράγραφο 7.8.4, η τιμή της διορθωμένης συγκέντρωσης υπολογίζεται ως εξής:

$$c_{cor} = c_{ref,z} + (c_{ref,s} - c_{ref,z}) \left(\frac{2 \cdot c_{gas} - (c_{pre,z} + c_{post,z})}{(c_{pre,s} + c_{post,s}) - (c_{pre,z} + c_{post,z})} \right) \quad (66)$$

όπου

- $c_{ref,z}$ η συγκέντρωση αναφοράς του αερίου μηδενισμού (συνήθως μηδέν), σε ppm
 $c_{ref,s}$ η συγκέντρωση αναφοράς του αερίου βαθμονόμησης, σε ppm

| | |
|--------------|--|
| $c_{pre,z}$ | η συγκέντρωση αναλυτή πριν από τη δοκιμή του αερίου μηδενισμού, σε ppm |
| $c_{pre,s}$ | η συγκέντρωση αναλυτή πριν από τη δοκιμή του αερίου βαθμονόμησης, σε ppm |
| $c_{post,z}$ | η συγκέντρωση αναλυτή μετά τη δοκιμή του αερίου μηδενισμού, σε ppm |
| $c_{post,s}$ | η συγκέντρωση αναλυτή μετά τη δοκιμή του αερίου βαθμονόμησης, σε ppm |
| c_{gas} | η συγκέντρωση αερίου δείγματος, σε ppm |

Δύο σύνολα αποτελεσμάτων για τις ειδικές εκπομπές υπολογίζονται για κάθε συστατικό σύμφωνα με το σημείο 8.6.3., αφότου εφαρμόστηκαν τυχόν άλλες διορθώσεις. Ένα σύνολο υπολογίζεται με τη χρήση μη διορθωμένων συγκεντρώσεων και ένα άλλο σύνολο υπολογίζεται με τη χρήση συγκεντρώσεων που διορθώθηκαν ως προς την ολίσθηση σύμφωνα με την εξίσωση 66.

Ανάλογα με το σύστημα μέτρησης και τη μέθοδο υπολογισμού που χρησιμοποιείται, τα αποτελέσματα εκπομπών χωρίς διόρθωση υπολογίζονται με τις εξισώσεις 36, 37 56, 57 ή 62, αντίστοιχα. Για τον υπολογισμό των εκπομπών με διόρθωση, το c_{gas} στις εξισώσεις 36, 37 56, 57 ή 62, αντίστοιχα, αντικαθίσταται από το c_{cor} της εξίσωσης 66. Εάν οι στιγμιαίες τιμές συγκέντρωσης $c_{gas,i}$ χρησιμοποιούνται στην αντίστοιχη εξίσωση, η διορθωμένη τιμή εφαρμόζεται επίσης ως στιγμιαία τιμή $c_{cor,i}$. Στην εξίσωση 57, η διόρθωση εφαρμόζεται και στη μετρούμενη συγκέντρωση και στη συγκέντρωση υποβάθρου.

Η σύγκριση γίνεται ως ποσοστό των μη διορθωμένων αποτελεσμάτων. Η διαφορά μεταξύ των μη διορθωμένων και των διορθωμένων τιμών των ειδικών εκπομπών πέδησης πρέπει να βρίσκονται εντός $\pm 4\%$ των μη διορθωμένων τιμών ειδικών εκπομπών πέδησης ή εντός $\pm 4\%$ της αντίστοιχης οριακής τιμής, ανάλογα με το ποια είναι η μεγαλύτερη. Εάν η ολίσθηση είναι μεγαλύτερη από 4% , η δοκιμή ακυρώνεται.

Εάν εφαρμοστεί διόρθωση της ολίσθησης, μόνο τα διορθωμένα αποτελέσματα εκπομπών ως προς την ολίσθηση χρησιμοποιούνται κατά την καταγραφή εκπομπών.

8.6.2. Υπολογισμός των NMHC και CH₄

Ο υπολογισμός των NMHC και CH₄ εξαρτάται από τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο βαθμονόμησης. Ο FID για τη μέτρηση χωρίς NMC (χαμηλότερη διαδρομή του προσαρτήματος 3, σχήμα 11) πρέπει να είναι βαθμονομημένος με προπάνιο. Για τη βαθμονόμηση του FID εν σειρά με NMC (άνωτη διαδρομή του προσαρτήματος 3, σχήμα 11), επιτρέπονται οι ακόλουθες μέθοδοι.

- αέριο βαθμονόμησης – προπάνιο· το προπάνιο παρακάμπτει τον NMC,
- αέριο βαθμονόμησης – μεθάνιο· το μεθάνιο περνάει μέσα από τον NMC.

Η συγκέντρωση NMHC και CH₄ υπολογίζεται ως εξής για το α):

$$c_{NMHC} = \frac{c_{HC(w/NMC)} - c_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (67)$$

$$c_{CH4} = \frac{c_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_M) - c_{HC(w/NMC)}}{E_E - E_M} \quad (68)$$

Η συγκέντρωση των NMHC και CH₄ υπολογίζεται ως εξής για το β):

$$c_{NMHC} = \frac{c_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_M) - c_{HC(w/NMC)} \times r_h \times (1 - E_M)}{E_E - E_M} \quad (67a)$$

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (68a)$$

όπου

| | |
|-------------------------|---|
| $c_{\text{HC(w/NMC)}}$ | η συγκέντρωση HC με ροή του δείγματος αερίων μέσω του NMC, σε ppm |
| $c_{\text{HC(w/oNMC)}}$ | η συγκέντρωση HC με παράκαμψη του NMC από το δείγμα αερίων, σε ppm |
| r_h | ο συντελεστής απόκρισης ως προς το μεθάνιο, όπως προσδιορίζεται στο σημείο 9.3.7.2. |
| E_M | η απόδοση ως προς το μεθάνιο, όπως προσδιορίζεται στο σημείο 9.3.8.1. |
| E_E | η απόδοση ως προς το αιθάνιο, όπως προσδιορίζεται στο σημείο 9.3.8.2. |

Εάν $r_h < 1,05$, μπορεί να παραλειφθεί στις εξισώσεις 67, 67a και 68a.

8.6.3. Υπολογισμός των ειδικών εκπομπών

Οι ειδικές εκπομπές e_{gas} ή e_{gas} (g/kWh) υπολογίζονται για κάθε μεμονωμένο συστατικό με τους ακόλουθους τρόπους ανάλογα με τον τύπο του κύκλου δοκιμής.

Για WHSC, θερμό WHTC, ή ψυχρό WHTC, εφαρμόζεται η ακόλουθη εξίσωση:

$$e = \frac{m}{W_{\text{act}}} \quad (69)$$

όπου

| | |
|------------------|--|
| m | η μάζα εκπομπών του συστατικού, σε g/δοκιμή |
| W_{act} | το πραγματικό έργο κύκλου, όπως προσδιορίζεται σύμφωνα με το σημείο 7.8.6, σε kWh. |

Για τον WHTC, το τελικό αποτέλεσμα της δοκιμής είναι σταθμισμένος μέσος όρος από τη δοκιμή εκκίνησης με ψυχρό κινητήρα και τη δοκιμή θερμής εκκίνησης σύμφωνα με τη ακόλουθη εξίσωση:

$$e = \frac{(0,14 \times m_{\text{cold}}) + (0,86 \times m_{\text{hot}})}{(0,14 \times W_{\text{act,cold}}) + (0,86 \times W_{\text{act,hot}})} \quad (70)$$

όπου:

| | |
|-----------------------|--|
| m_{cold} | η μάζα εκπομπών του στοιχείου στην δοκιμή κρύας εκκίνησης, g/δοκιμή |
| m_{hot} | η μάζα εκπομπών του στοιχείου στην δοκιμή θερμής εκκίνησης, g/δοκιμή |
| $W_{\text{act,cold}}$ | το πραγματικό έργο κύκλου στην δοκιμή κρύας εκκίνησης, kWh |
| $W_{\text{act,hot}}$ | το πραγματικό έργο κύκλου στην δοκιμή θερμής εκκίνησης, kWh |

Εάν εφαρμόζεται η περιοδική αναγέννηση σύμφωνα με το σημείο 6.6.2, οι συντελεστές τροποποίησης της αναγέννησης $k_{r,u}$ ή $k_{r,d}$ πρέπει να πολλαπλασιαστούν με ή να προστεθούν στο, αντίστοιχα, αποτέλεσμα ειδικών εκπομπών e όπως ορίζεται στις εξισώσεις 69 και 70.

9. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Το παράρτημα αυτό δεν περιλαμβάνει λεπτομερή στοιχεία για τον εξοπλισμό ή τα συστήματα μέτρησης της ροής, της πίεσης και της θερμοκρασίας. Αντί αυτών, στο σημείο 9.2. περιλαμβάνονται μόνο οι απαιτήσεις γραμμικότητας αυτού του εξοπλισμού και αυτών των συστημάτων που είναι αναγκαία για τη διενέργεια μιας δοκιμής των εκπομπών.

9.1. Προδιαγραφές δυναμόμετρου

Χρησιμοποιείται δυναμόμετρο κινητήρα με χαρακτηριστικά επαρκή για την εκτέλεση κύκλου δοκιμών που περιγράφεται στα σημεία 7.2.1 και 7.2.2.

Τα όργανα για τη μέτρηση της ροπής και των στροφών πρέπει να επιτρέπουν την ακρίβεια της μέτρησης της αξονικής ιπποδύναμης, ώστε να ικανοποιούνται τα κριτήρια για την επικύρωση του κύκλου. Μπορεί επίσης να είναι αναγκαίοι και ορισμένοι πρόσθετοι υπολογισμοί. Η ακρίβεια του εξοπλισμού μέτρησης πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην υπερβαίνονται οι απαιτήσεις γραμμικότητας που αναφέρονται στο σημείο 9.2, πίνακας 7.

9.2. Απαιτήσεις γραμμικότητας

Η βαθμονόμηση όλων των οργάνων και συστημάτων μέτρησης πρέπει να γίνεται με βάση εθνικά (διεθνή) πρότυπα. Τα όργανα και τα συστήματα μέτρησης πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις γραμμικότητας που αναφέρονται στον πίνακα 7. Ο γραμμικός έλεγχος σύμφωνα με το σημείο 9.2.1. πραγματοποιείται για τους αναλυτές αερίων τουλάχιστον κάθε 3 μήνες ή όποτε γίνεται κάποια επισκευή ή μετατροπή στο σύστημα που μπορεί να επηρεάσει τη βαθμονόμηση. Για άλλα όργανα και συστήματα, ο γραμμικός έλεγχος πρέπει να διεξάγεται σύμφωνα με τις διαδικασίες εσωτερικού ελέγχου, τις απαιτήσεις του κατασκευαστή του οργάνου ή σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9000.

Πίνακας 7

Απαιτήσεις γραμμικότητας οργάνων και συστημάτων μέτρησης

| Σύστημα μέτρησης | $ x_{\min} \cdot (a_1 - 1) + a_0 $ | Κλίση a_1 | Τυπικό σφάλμα SEE | Συντελεστής προσδιορισμού r^2 |
|---------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|---------------------------------------|
| Ταχύτητα μηχανής | μέγιστο $\leq 0,05$ % | 0,98 – 1,02 | μέγιστο ≤ 2 % | $\geq 0,990$ |
| Ροπή κινητήρα | μέγιστο ≤ 1 % | 0,98 – 1,02 | μέγιστο ≤ 2 % | $\geq 0,990$ |
| Ροή καυσίμου | μέγιστο ≤ 1 % | 0,98 – 1,02 | μέγιστο ≤ 2 % | $\geq 0,990$ |
| Ροή αέρα | μέγιστο ≤ 1 % | 0,98 – 1,02 | μέγιστο ≤ 2 % | $\geq 0,990$ |
| Ροή των καυσαερίων | μέγιστο ≤ 1 % | 0,98 – 1,02 | μέγιστο ≤ 2 % | $\geq 0,990$ |
| Ροή αέρα αραιώσης | μέγιστο ≤ 1 % | 0,98 – 1,02 | μέγιστο ≤ 2 % | $\geq 0,990$ |
| Ροή αραιωμένων καυσαερίων | μέγιστο ≤ 1 % | 0,98 – 1,02 | μέγιστο ≤ 2 % | $\geq 0,990$ |
| Ροή δείγματος | μέγιστο ≤ 1 % | 0,98 – 1,02 | μέγιστο ≤ 2 % | $\geq 0,990$ |
| Αναλυτής αερίων | μέγιστο $\leq 0,5$ % | 0,99 – 1,01 | μέγιστο ≤ 1 % | $\geq 0,998$ |
| Διαχωριστές αερίων | μέγιστο $\leq 0,5$ % | 0,98 – 1,02 | μέγιστο ≤ 2 % | $\geq 0,990$ |
| Θερμοκρασίες | μέγιστο ≤ 1 % | 0,99 – 1,01 | μέγιστο ≤ 1 % | $\geq 0,998$ |
| Πιέσεις | μέγιστο ≤ 1 % | 0,99 – 1,01 | μέγιστο ≤ 1 % | $\geq 0,998$ |
| Ισορροπία PM | μέγιστο ≤ 1 % | 0,99 – 1,01 | μέγιστο ≤ 1 % | $\geq 0,998$ |

9.2.1. Γραμμικός έλεγχος

9.2.1.1. Εισαγωγή

Γραμμικός έλεγχος πρέπει να γίνεται για κάθε σύστημα μέτρησης που παρατίθεται στον πίνακα 7. Εισάγονται τουλάχιστον 10 τιμές αναφοράς, ή εάν οι προδιαγραφές προβλέπουν διαφορετικά, το σύστημα μέτρησης, και οι μετρούμενες τιμές συγκρίνονται με τις τιμές αναφοράς με τη χρήση γραμμικής παλινδρόμησης ελαχίστων τετραγώνων σύμφωνα με την εξίσωση 11. Τα ανώτατα όρια στον πίνακα 6 αναφέρονται στις μέγιστες τιμές που αναμένονται κατά τη δοκιμή.

9.2.1.2. Γενικές διατάξεις

Τα συστήματα μέτρησης πρέπει να προθερμαίνονται σύμφωνα με τις συστάσεις του κατασκευαστή του οργάνου. Τα συστήματα μέτρησης πρέπει να λειτουργούν υπό τις ειδικές για αυτά θερμοκρασίες, πιέσεις και ροές.

9.2.1.3. Διαδικασία

Ο γραμμικός έλεγχος πρέπει να πραγματοποιείται για κάθε περιοχή λειτουργίας που χρησιμοποιείται κανονικά, με τα ακόλουθα βήματα:

- α) Το όργανο ρυθμίζονται στο μηδέν με την εισαγωγή μηδενικού σήματος. Για τους αναλυτές αερίων, εισάγεται καθαρισμένος συνθετικός αέρας (ή άζωτο)απευθείας στη θύρα του αναλυτή.
- β) Το όργανο βαθμονομείται με την εισαγωγή σήματος ρύθμισης. Για τους αναλυτές αερίων, εισάγεται κατάλληλο αέριο ρύθμισης απευθείας στη θύρα του αναλυτή.
- γ) Η διαδικασία μηδενισμού του βήματος α) επαναλαμβάνεται.
- δ) Ο έλεγχος διεξάγεται με την εισαγωγή τουλάχιστον 10 τιμών αναφοράς (συμπεριλαμβανομένου του μηδενός) από μηδέν έως τις υψηλότερες αναμενόμενες τιμές κατά τη διάρκεια του κύκλου δοκιμής των εκπομπών. Για τους αναλυτές αερίων, εισάγονται απευθείας στη θύρα του αναλυτή οι γνωστές συγκεντρώσεις αερίων σύμφωνα με το σημείο 9.3.3.2.
- ε) Με συχνότητα καταγραφής τουλάχιστον 1 Hz, οι τιμές αναφοράς μετρώνται για 30 s και οι μετρούμενες τιμές καταγράφονται.
- στ) Οι αριθμητικές μέσες τιμές στη διάρκεια 30 s χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης ελαχίστων τετραγώνων σύμφωνα με την εξίσωση 11 στο σημείο 7.8.7.
- ζ) Οι παράμετροι γραμμικής παλινδρόμησης πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του σημείου 9.2., πίνακας 7.
- η) Εάν είναι αναγκαίο, η ρύθμιση στο μηδέν ελέγχεται εκ νέου και επαναλαμβάνεται η διαδικασία ελέγχου.

9.3. Μέτρηση των εκπομπών αερίων και σύστημα δειγματοληψίας

9.3.1. Προδιαγραφές αναλυτή

9.3.1.1. Γενικά

Οι αναλυτές έχουν περιοχή μέτρησης και χρόνο απόκρισης ανάλογα με την απαιτούμενη ακρίβεια μέτρησης των συγκεντρώσεων των συστατικών καυσαερίων υπό μεταβατικές ή σταθερές συνθήκες.

Η ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC) του εξοπλισμού πρέπει να είναι τέτοια ώστε να ελαχιστοποιούνται τα πρόσθετα σφάλματα.

9.3.1.2. Ακρίβεια

Η ακρίβεια, οριζόμενη ως η απόκλιση της ένδειξης του αναλυτή από την τιμή αναφοράς, δεν πρέπει να υπερβαίνει το $\pm 2\%$ της ένδειξης ή το $\pm 0,3\%$ της πλήρους κλίμακας, ανάλογα με το ποια τιμή είναι η μεγαλύτερη.

9.3.1.3. Πιστότητα

Η πιστότητα, οριζόμενη ως 2,5 φορές η τυπική απόκλιση 10 επαναληπτικών αποκρίσεων σε δεδομένο αέριο βαθμονόμησης ή ρύθμισης του μεγίστου της κλίμακας, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1% της συγκεντρώσεως πλήρους κλίμακας για κάθε χρησιμοποιούμενη περιοχή άνω των 155 ppm (ή ppm C) ή το 2% κάθε χρησιμοποιούμενης περιοχής κάτω των 155 ppm (ή ppm C).

9.3.1.4. Θόρυβος

Η από κορυφή σε κορυφή απόκριση του αναλυτή σε αέρια ρύθμισης του μηδενός και βαθμονόμησης και ρύθμισης του εύρους της κλίμακας σε οποιαδήποτε περίοδο 10 δευτερολέπτων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 2 % της πλήρους κλίμακας σε κάθε χρησιμοποιούμενη περιοχή.

9.3.1.5. Ολίσθηση μηδενός

Η ολίσθηση μηδενός ορίζεται στις προδιαγραφές του κατασκευαστή του οργάνου.

9.3.1.6. Ολίσθηση βαθμονόμησης

Η ολίσθηση βαθμονόμησης ορίζεται στις προδιαγραφές του κατασκευαστή του οργάνου.

9.3.1.7. Χρόνος ανόδου

Ο χρόνος ανόδου του αναλυτή που είναι προσαρμοσμένος στο σύστημα μέτρησης δεν υπερβαίνει τα 2,5 δευτερόλεπτα.

9.3.1.8. Ξήρανση των αερίων

Τα καυσαέρια μπορούν να μετρηθούν σε ξηρή βάση ή σε υγρή βάση. Αν χρησιμοποιείται συσκευή ξήρανσης των αερίων, πρέπει να έχει την ελάχιστη δυνατή επίδραση στη συγκέντρωση των μετρουμένων αερίων. Οι χημικοί ξηραντές δεν αποτελούν αποδεκτή μέθοδο για την απομάκρυνση του ύδατος από το δείγμα.

9.3.2. Αναλυτής αερίων

9.3.2.1. Εισαγωγή

Στα σημεία 9.3.2.2 έως 9.3.2.7. περιγράφονται οι αρχές μέτρησης που πρέπει να εφαρμόζονται. Στο προσάρτημα 3 περιγράφονται αναλυτικά τα συστήματα μέτρησης. Τα προς μέτρηση αέρια αναλύονται με τα ακόλουθα όργανα. Για μη γραμμικούς αναλυτές, επιτρέπεται η χρήση κυκλωμάτων ευθυγράμμισης.

9.3.2.2. Ανάλυση του μονοξειδίου του άνθρακα (CO)

Ο αναλυτής μονοξειδίου του άνθρακα είναι τύπου απορρόφησης υπέρυθρης ακτινοβολίας χωρίς διάχυση (Non-Dispersive InfraRed – NDIR).

9.3.2.3. Ανάλυση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)

Ο αναλυτής διοξειδίου του άνθρακα θα είναι τύπου απορρόφησης υπέρυθρης ακτινοβολίας χωρίς διάχυση (Non-Dispersive InfraRed – NDIR).

9.3.2.4. Ανάλυση υδρογονανθράκων (HC)

Ο αναλυτής υδρογονανθράκων θα είναι τύπου θερμαινόμενου ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (HFID) με θέρμανση του ανιχνευτή, των βαλβίδων, των σωληνώσεων κ.λπ. ώστε η θερμοκρασία του αερίου να διατηρείται στους $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ($190 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$). Προαιρετικά, για κινητήρες φυσικού αερίου και υγραερίου ο αναλυτής υδρογονανθράκων μπορεί να είναι τύπου μη θερμαινόμενου ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (FID), ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο (βλέπε προσάρτημα 3, σημείο A.3.1.3).

9.3.2.5. Ανάλυση μεθανίου (CH₄) και υδρογονανθράκων (NMHC) πλην μεθανίου

Ο προσδιορισμός του μεθανίου και του κλάσματος υδρογονανθράκων πλην μεθανίου εκτελείται με θερμαινόμενο διαχωριστή υδρογονανθράκων πλην μεθανίου (NMC) και δύο FID όπως στο προσάρτημα 3, σημείο A.3.1.4 και σημείο A.3.1.5. Η συγκέντρωση των συστατικών προσδιορίζεται σύμφωνα με το σημείο 8.6.2.

9.3.2.6. Ανάλυση οξειδίων του αζώτου (NO_x)

Δύο όργανα μέτρησης προβλέπονται τη μέτρηση NO_x και μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε από τα δύο υπό την προϋπόθεση ότι πληροί τα κριτήρια των σημείων 9.3.2.6.1 ή 9.3.2.6.2, αντίστοιχα. Για τον προσδιορισμό της ισοδυναμίας του συστήματος μιας διαδικασίας εναλλακτικής μέτρησης σύμφωνα με το σημείο 5.1.1, επιτρέπεται μόνο ο CLD.

9.3.2.6.1. Ανιχνευτής χημειφωταύγειας (CLD)

Ο αναλυτής οξειδίων του αζώτου θα είναι τύπου ανιχνευτή χημειφωταύγειας (CLD) ή θερμαινόμενου ανιχνευτή χημειφωταύγειας (HCLD) με μετατροπέα NO₂/NO, αν η μέτρηση γίνεται εν ξηρώ. Αν γίνεται σε υγρή βάση, χρησιμοποιείται HCLD με μετατροπέα που διατηρείται σε θερμοκρασία άνω των 328 K (55 °C), με την προϋπόθεση ότι τα αποτελέσματα του ελέγχου της παρεμποδιστικής δράσης των υδρατμών είναι ικανοποιητικά (βλ. σημείο 9.3.9.2.2). Και στις δύο περιπτώσεις, CLD και HCLD, η διαδρομή δειγματοληψίας πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασία τοιχωμάτων 328 K έως 473 K (55 °C έως 200 °C) μέχρι τον μετατροπέα για ξηρή μέτρηση και μέχρι τον αναλυτή για υγρή μέτρηση.

9.3.2.6.2. Ανιχνευτής μη διαχεόμενης υπεριώδους ακτινοβολίας (NDUV)

Αναλυτής μη διαχεόμενης υπεριώδους ακτινοβολίας (NDUV) χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των NO_x. Εάν ο αναλυτής NDUV μετρά μόνο NO, ένας μετατροπέας NO₂/NO τοποθετείται ανάντη του αναλυτή NDUV. Η θερμοκρασία NDUV διατηρείται για την πρόληψη υδατικής συγκέντρωσης, εκτός εάν αποξηραντής δείγματος εγκατασταθεί ανάντη του μετατροπέα NO₂/NO, ή ανάντη του αναλυτή.

9.3.2.7. Μέτρηση του λόγου αέρα προς καύσιμο

Ο εξοπλισμός μέτρησης του λόγου αέρα προς καύσιμο που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της ροής καυσαερίου, όπως ορίζεται στο σημείο 8.4.1.6, πρέπει να είναι αισθητήρας λόγου αέρα προς καύσιμο ευρέος φάσματος ή αισθητήρας λάμδα τύπου διοξειδίου του ζirkονίου. Ο αισθητήρας προσαρμόζεται απευθείας στο σωλήνα εξάτμισης, όπου η θερμοκρασία του καυσαερίου είναι αρκετά υψηλή για την εξάλειψη της συμπύκνωσης νερού.

Η ακρίβεια του αισθητήρα με ενσωματωμένα ηλεκτρονικά όργανα είναι εντός των ακόλουθων ορίων:

| | | |
|---------------------|----------|----------------------|
| ± 3 % της ένδειξης | με σκοπό | $\lambda < 2$ |
| ± 5 % της ένδειξης | με σκοπό | $2 \leq \lambda < 5$ |
| ± 10 % της ένδειξης | με σκοπό | $5 \leq \lambda$ |

Για την επίτευξη της ακρίβειας που ορίζεται παραπάνω, ο αισθητήρας πρέπει να βαθμονομηθεί όπως ορίζεται από τον κατασκευαστή του οργάνου.

9.3.3. Αέρια

Πρέπει να τηρείται ο χρόνος ζωής όλων των αερίων.

9.3.3.1. Καθαρά αέρια

Η απαιτούμενη καθαρότητα των αερίων ορίζεται από τα όρια προσμείξεων που αναφέρονται κατωτέρω. Διαθέσιμα για χρήση πρέπει να είναι τα ακόλουθα αέρια:

α) Για το πρωτογενές καυσαέριο

Καθαρό άζωτο

(Πρόσμειξη ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)

Καθαρό οξυγόνο

(Καθαρότητα $> 99,5$ % κατ' όγκο O₂)

Μείγμα υδρογόνου-ηλίου (καύσιμο καυστήρα FID)

(40 ± 1 % υδρογόνο, το υπόλοιπο ήλιο)

(Προσμείξεις ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO₂)

Καθαρός συνθετικός αέρας

(Πρόσμεξις ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)

(Περιεκτικότητα σε οξυγόνο 18-21 % κατ' όγκο)

β) Για αραιωμένο καυσαέριο (προαιρετικά για πρωτογενές καυσαέριο)

Καθαρό άζωτο

(Πρόσμεξις $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 10 ppm CO₂, $\leq 0,02$ ppm NO)

Καθαρό οξυγόνο

(Καθαρότητα $> 99,5$ % κατ' όγκο O₂)

Μείγμα υδρογόνου-ηλίου (καύσιμο καυστήρα FID)

(40 ± 1 % υδρογόνο, το υπόλοιπο ήλιο)

(Ξένες προσμείξεις $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 10 ppm CO₂)

Καθαρός συνθετικός αέρας

(Πρόσμεξις $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 10 ppm CO₂, $\leq 0,02$ ppm NO)

(Περιεκτικότητα σε οξυγόνο 20,5-21,5 % κατ' όγκο)

Εάν δεν υπάρχουν διαθέσιμες φιάλες αερίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθαριστής αερίων, εφόσον μπορούν να αποδειχθούν επίπεδα προσμείξεων.

9.3.3.2. Αέρια βαθμονόμησης

Διαθέσιμα πρέπει να είναι μείγματα αερίων με την ακόλουθη χημική σύνθεση. Επιτρέπονται και άλλοι συνδυασμοί αερίων, αρκεί αυτά να μην αντιδρούν μεταξύ τους. Καταγράφεται η ημερομηνία λήξης των αερίων βαθμονόμησης που δηλώνει ο κατασκευαστής.

C₃H₈ και καθαρός συνθετικός αέρας (βλ. σημείο 9.3.3.1).

CO και καθαρό άζωτο

NO και καθαρό άζωτο

NO₂ και καθαρός συνθετικός αέρας (σημείο 9.3.3.1).

CO₂ και καθαρό άζωτο.

CH₄ και καθαρός συνθετικός αέρας.

C₂H₆ και καθαρισμένος συνθετικός αέρας

Η πραγματική συγκέντρωση ενός αερίου βαθμονόμησης πρέπει να είναι ± 1 % της ονομαστικής τιμής και να είναι σύμφωνη με τα εθνικά ή διεθνή πρότυπα. Όλες οι συγκεντρώσεις αερίων βαθμονόμησης δίνονται κατ' όγκο (επί τοις εκατό κατ' όγκο ή ppm όγκου).

9.3.3.3. Διαχωριστές αερίων

Τα αέρια που χρησιμοποιούνται για τη βαθμονόμηση μπορούν να ληφθούν επίσης και με την βοήθεια διαχωριστών αερίων (διατάξεων ανάμειξης ακριβείας), αραιώνοντας με καθαρό N₂ ή με καθαρό συνθετικό αέρα. Η ακρίβεια του διαχωριστή αερίων πρέπει να είναι τέτοια ώστε η συγκέντρωση των αναμειγμένων αερίων βαθμονόμησης να μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια ± 2 %. Η ακρίβεια αυτή προϋποθέτει ότι τα πρωτογενή αέρια που χρησιμοποιούνται για την ανάμειξη πρέπει να είναι γνωστά με ακρίβεια τουλάχιστον ± 1 %, σε σχέση με τα εθνικά ή διεθνή πρότυπα αέρια. Ο έλεγχος διενεργείται από το 15 % έως το 50 % της πλήρους κλίμακας για κάθε βαθμονόμηση που περιλαμβάνει διαχωριστή αερίων. Σε περίπτωση αποτυχίας του πρώτου ελέγχου, μπορεί να πραγματοποιηθεί πρόσθετος έλεγχος με τη χρήση άλλου αερίου βαθμονόμησης.

Προαιρετικά, η διάταξη ανάμειξης μπορεί να ελέγχεται με όργανο που εκ φύσεως είναι γραμμικό, δηλαδή με τη χρήση NO με CLD. Η τιμή ρύθμισης ενός οργάνου προσαρμόζεται με το αέριο ρύθμισης που συνδέεται απευθείας με το όργανο. Ο διαχωριστής αερίων ελέγχεται στις συνήθεις ρυθμίσεις και η ονομαστική τιμή συγκρίνεται με τη μετρηθείσα συγκέντρωση του οργάνου. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι σε κάθε σημείο στο ± 1 % της ονομαστικής τιμής.

Για τη διενέργεια του γραμμικού ελέγχου σύμφωνα με το σημείο 9.2.1, ο διαχωριστής αερίων πρέπει να είναι ακριβείας ± 1 %.

9.3.3.4. Αέρια ελέγχου παρεμβολής οξυγόνου

Τα αέρια ελέγχου παρεμβολής οξυγόνου είναι ένα μείγμα προπανίου, οξυγόνου και αζώτου. Πρέπει να περιέχουν προπάνιο με συγκέντρωση υδρογονανθράκων 350 ppm C ± 75 ppm C. Η τιμή συγκέντρωσης προσδιορίζεται ως προς τις ανοχές του αερίου βαθμονόμησης με χρωματογραφική ανάλυση των ολικών υδρογονανθράκων συν τις προσμίξεις ή με δυναμική ανάμειξη. Οι απαιτούμενες συγκεντρώσεις οξυγόνου για δοκιμές σε κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης και κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση αναγράφονται στον πίνακα 8 και το υπόλοιπο είναι καθαρό άζωτο.

Πίνακας 8

Αέρια ελέγχου παρεμβολής οξυγόνου

| Τύπος κινητήρα | Συγκέντρωση O ₂ (%) |
|--|--------------------------------|
| Ανάφλεξη με συμπίεση | 21 (20 έως 22) |
| Ανάφλεξη με συμπίεση και επιβαλλόμενη ανάφλεξη | 10 (9 έως 11) |
| Ανάφλεξη με συμπίεση και επιβαλλόμενη ανάφλεξη | 5 (4 έως 6) |
| Επιβαλλόμενη ανάφλεξη | 0 (0 έως 1) |

9.3.4. Έλεγχος διαρροής

Διενεργείται έλεγχος διαρροής του συστήματος. Ο καθετήρας αποσυνδέεται από το σύστημα της εξάτμισης και φράσσεται το άκρο του. Τίθεται σε λειτουργία η αντλία του αναλυτή. Εάν δεν υπάρχει διαρροή, μετά από μια αρχική περίοδο σταθεροποίησης, όλα τα ροόμετρα θα δείχνουν σχεδόν μηδέν. Σε αντίθετη περίπτωση, ελέγχονται οι γραμμές δειγματοληψίας και διορθώνεται το ελάττωμα.

Η μέγιστη ανοχή διαρροής στην πλευρά του κενού είναι 0,5 % της εν χρήσει παροχής για το σημείο του συστήματος που υποβάλλεται σε έλεγχο. Για τον υπολογισμό των εν χρήσει παροχών μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ροές του αναλυτή και οι παρακαμπτήριες ροές.

Εναλλακτικά, το σύστημα μπορεί να εκκενωθεί με πίεση τουλάχιστον 20 kPa υποπίεσης (80 kPa απόλυτης). Ύστερα από μια αρχική περίοδο σταθεροποίησης, η αύξηση της πίεσης Δp (kPa/min) στο σύστημα δεν πρέπει να υπερβαίνει:

$$\Delta p = p / V_s \times 0,005 \times q_{vs} \quad (71)$$

όπου

V_s η χωρητικότητα του συστήματος, l

q_{vs} ο ρυθμός ροής του συστήματος, l/min

Μια άλλη μέθοδος είναι η εισαγωγή βαθμιδωτής αλλαγής της συγκέντρωσης στην αρχή της γραμμής δειγματοληψίας με μεταγωγή από το αέριο μηδενικής περιεκτικότητας στο αέριο ρύθμισης της κλίμακας. Εάν μετά από ένα ικανό χρονικό διάστημα η ένδειξη είναι $\leq 99\%$ της εισαχθείσας συγκέντρωσης, αυτό δείχνει την ύπαρξη προβλημάτων βαθμονόμησης ή διαρροής που πρέπει να διορθωθούν.

9.3.5. Έλεγχος του χρόνου απόκρισης του αναλυτικού συστήματος

Οι ρυθμίσεις του συστήματος για την αξιολόγηση του χρόνου απόκρισης είναι ακριβώς ίδιες με αυτές κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής της δοκιμής (δηλαδή πίεση, ρυθμοί ροής, ρυθμίσεις φίλτρου στους αναλυτές και όλες οι άλλες επιδράσεις στο χρόνο απόκρισης). Ο προσδιορισμός του χρόνου απόκρισης γίνεται με μεταγωγή αερίου απευθείας στο στόμιο εισόδου του καθετήρα δειγματοληψίας. Η μεταγωγή αερίου γίνεται σε λιγότερο από 0,1 δευτερόλεπτο. Το αέριο που χρησιμοποιείται για τη δοκιμή προκαλεί μεταβολή συγκέντρωσης τουλάχιστον 60 % της πλήρους κλίμακας (FS).

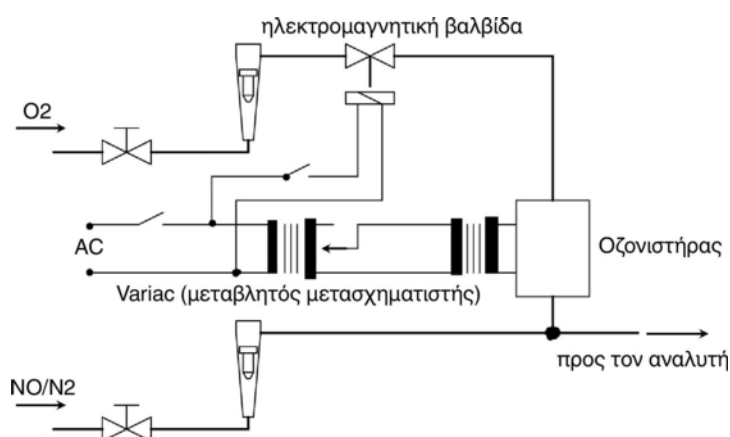
Καταγράφεται η καμπύλη συγκέντρωσης κάθε επιμέρους συστατικού αερίου. Ο χρόνος απόκρισης ορίζεται ως η χρονική διαφορά ανάμεσα στη μεταγωγή του αερίου και στην κατάλληλη μεταβολή της καταγραφόμενης συγκέντρωσης. Ο χρόνος απόκρισης του συστήματος (t_{90}) έγκειται στο χρόνο καθυστέρησης στον ανιχνευτή μέτρησης και στο χρόνο ανόδου του ανιχνευτή. Ως χρόνος καθυστέρησης ορίζεται ο χρόνος που μεσολαβεί από την αλλαγή (t_0) έως ότου η απόκριση φτάσει το 10 % της τελικής ένδειξης (t_{10}). Ο χρόνος ανόδου ορίζεται ως ο χρόνος ανάμεσα στο 10 % και 90 % απόκρισης της τελικής ένδειξης ($t_{90} - t_{10}$).

Για τη χρονική ευθυγράμμιση του αναλυτή και των σημάτων ροής καυσαερίων, ο χρόνος μετατροπής ορίζεται ως ο χρόνος από τη μεταβολή (t_0) έως ότου η απόκριση φθάσει το 50 % της τελικής ένδειξης (t_{50}).

Ο χρόνος απόκρισης του συστήματος είναι ≤ 10 δευτερόλεπτα με χρόνο ανόδου $\leq 2,5$ δευτερόλεπτα σύμφωνα με το σημείο 9.3.1.7 για όλα τα περιορισμένα συστατικά (CO , NO_x , HC ή NMHC) και όλες τις κλίμακες που χρησιμοποιούνται. Όταν χρησιμοποιείται NMC για τη μέτρηση NMHC , ο χρόνος απόκρισης του συστήματος μπορεί να υπερβεί τα 10 δευτερόλεπτα.

9.3.6. Δοκιμή απόδοσης του μετατροπέα NO_x

Η απόδοση του μετατροπέα που χρησιμοποιείται για την μετατροπή του NO_2 σε NO ελέγχεται σύμφωνα με τα σημεία 9.3.6.1 έως 9.3.6.8 (βλ. σχήμα 8).



Εικόνα 8

Σχηματική διάταξη ελέγχου αποδόσεως μετατροπέα NO_x

9.3.6.1. Διάταξη της δοκιμής

Η απόδοση του μετατροπέα ελεγχθεί με τη βοήθεια οζονιστήρα, χρησιμοποιώντας τη διάταξη δοκιμής που παρουσιάζεται σχηματικά στο σχήμα 8 και την παρακάτω διαδικασία.

9.3.6.2. Βαθμονόμηση

Οι CLD και HCLD πρέπει να βαθμονομούνται για τις συνηθέστερες περιοχές λειτουργίας ακολουθώντας τις προδιαγραφές του κατασκευαστή και χρησιμοποιώντας αέριο μηδενισμού και αέριο βαθμονόμησης (η περιεκτικότητα των οποίων σε NO πρέπει να ανέρχεται στο 80 % περίπου της περιοχής λειτουργίας και η συγκέντρωση του NO₂ στο αέριο μείγμα σε λιγότερο από το 5 % της συγκέντρωσης του NO). Ο αναλυτής των NO_x πρέπει να βρίσκεται στη θέση NO, ώστε το αέριο βαθμονόμησης να μη διέρχεται μέσω του μετατροπέα. Η ένδειξη της συγκέντρωσης πρέπει να καταγράφεται.

9.3.6.3. Υπολογισμός

Η απόδοση του μετατροπέα επί τοις εκατό υπολογίζεται ως εξής:

$$E_{\text{NO}_x} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \times 100 \quad (72)$$

όπου

- a* η συγκέντρωση NO_x σύμφωνα με το σημείο 9.3.6.6.
- b* η συγκέντρωση NO_x σύμφωνα με το σημείο 9.3.6.7.
- c* η συγκέντρωση NO σύμφωνα με το σημείο 9.3.6.4.
- d* η συγκέντρωση NO σύμφωνα με το σημείο 9.3.6.5.

9.3.6.4. Προσθήκη οξυγόνου

Μέσω σωλήνωσης σχήματος T, προστίθενται συνεχώς οξυγόνο ή αέρας μηδενικής περιεκτικότητας στη ροή αερίου, μέχρις ότου η ένδειξη συγκέντρωσης να είναι περίπου κατά 20 % χαμηλότερη από την ένδειξη της συγκέντρωσης βαθμονόμησης που αναφέρεται στο σημείο 9.3.6.2 (ο αναλυτής βρίσκεται σε λειτουργία NO).

Η δεικνύμενη συγκέντρωση (*c*) καταγράφεται. Ο οξονιστήρας διατηρείται απενεργοποιημένος καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας.

9.3.6.5. Ενεργοποίηση του οξονιστήρα

Ο οξονιστήρας ενεργοποιείται για να παράγει αρκετό όζον, ώστε η συγκέντρωση NO να μειωθεί μέχρι περίπου το 20 % (ελάχιστο 10 %) της συγκέντρωσης βαθμονόμησης που αναφέρεται στο σημείο 9.3.6.2. Καταγράφεται η ένδειξη συγκέντρωσης (*d*). (ο αναλυτής βρίσκεται στη θέση λειτουργίας NO).

9.3.6.6. Θέση λειτουργίας NO_x

Ο αναλυτής NO ρυθμίζεται στη θέση λειτουργίας NO_x, έτσι ώστε το μείγμα αερίων (που αποτελείται από NO, NO₂, O₂ και N₂) να διέρχεται τώρα από το μετατροπέα. Καταγράφεται η ένδειξη συγκέντρωσης (*a*) (ο αναλυτής βρίσκεται στη θέση λειτουργίας NO_x).

9.3.6.7. Απενεργοποίηση του οξονιστήρα

Απενεργοποιείται ο οξονιστήρας. Το μείγμα αερίων που περιγράφεται στο σημείο 9.3.6.6 διοχετεύεται διαμέσου του μετατροπέα στον ανιχνευτή. Καταγράφεται η ένδειξη συγκέντρωσης (*b*) (ο αναλυτής βρίσκεται στη θέση λειτουργίας NO_x).

9.3.6.8. Θέση λειτουργίας NO

Ρυθμίζεται ο διακόπτης στη θέση λειτουργίας NO με τον οξονιστήρα απενεργοποιημένο, ενώ διακόπτεται και η ροή οξυγόνου ή συνθετικού αέρα. Η ένδειξη NO_x του αναλυτή δεν πρέπει να αποκλίνει περισσότερο από ± 5 % τοις εκατό από την τιμή που μετρήθηκε σύμφωνα με το σημείο 9.3.6.2 (ο αναλυτής βρίσκεται σε λειτουργία NO).

9.3.6.9. Περιοδικότητα των δοκιμών

Η απόδοση του μετατροπέα ελέγχεται τουλάχιστον μία φορά το μήνα.

9.3.6.10. Απαιτήσεις ως προς την απόδοση

Η απόδοση του μετατροπέα E_{NOx} δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 95 %.

Αν, με τον αναλυτή στη συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη κλίμακα, ο οξονιστήρας δεν μπορεί να εξασφαλίσει μείωση από το 80 % στο 20 % σύμφωνα με το σημείο 9.3.6.5, τότε χρησιμοποιείται η ανώτατη κλίμακα που μπορεί να εξασφαλίσει τη μείωση.

9.3.7. Ρύθμιση του FID

9.3.7.1. Βελτιστοποίηση της απόκρισης του ανιχνευτή

Ο FID πρέπει να ρυθμίζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή του οργάνου. Για τη βελτιστοποίηση της απόκρισης στη συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη περιοχή λειτουργίας, θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως αέριο βαθμονόμησης μείγμα προπανίου και αέρα.

Αφού οι ρυθμοί ροής καυσίμου και αέρα ρυθμιστούν σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή, εισάγεται στον αναλυτή αέριο βαθμονόμησης με συγκέντρωση 350 ± 75 ppm C. Η απόκριση σε μια δεδομένη ροή καυσίμου προσδιορίζεται από τη διαφορά μεταξύ της απόκρισης του αερίου ρύθμισης της κλίμακας και του αερίου ρύθμισης του μηδενός. Η ροή καυσίμου ρυθμίζεται επαυξητικά επάνω και κάτω από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Καταγράφονται οι ενδείξεις βαθμονόμησης και μηδενός στις ως άνω ροές καυσίμου. Σχεδιάζεται η καμπύλη της διαφοράς μεταξύ των ενδείξεων βαθμονόμησης και μηδενός και η ροή καυσίμου ρυθμίζεται στην υψηλή πλευρά της καμπύλης. Αυτή είναι η αρχική ρύθμιση παροχής που μπορεί να χρειάζεται περαιτέρω βελτίωση ανάλογα με τα αποτελέσματα των συντελεστών απόκρισης υδρογονανθράκων και του ελέγχου παρεμβολής οξυγόνου σύμφωνα με τα σημεία 9.3.7.2 και 9.3.7.3. Αν η παρεμβολή οξυγόνου ή οι συντελεστές απόκρισης υδρογονανθράκων δεν πληρούν τις ακόλουθες προδιαγραφές, η ροή αέρα ρυθμίζεται επαυξητικά επάνω και κάτω από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, ενώ τα σημεία 9.3.7.2 και 9.3.7.3 επαναλαμβάνονται για κάθε ροή.

Προαιρετικά, η βελτιστοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με την εφαρμογή της διαδικασίας που περιγράφεται στο πρότυπο SAE αριθ. 770141.

9.3.7.2. Συντελεστές απόκρισης για τους υδρογονάνθρακες

Διενεργείται γραμμικός έλεγχος του αναλυτή με τη χρήση μείγματος προπανίου και αέρα και καθαρό συνθετικό αέρα, σύμφωνα με το σημείο 9.2.1.3.

Οι συντελεστές απόκρισης προσδιορίζονται όταν τίθεται σε λειτουργία ένας αναλυτής και μετά από μεγάλα διαστήματα λειτουργίας. Ο συντελεστής απόκρισης (r_h) για κάθε είδος υδρογονάνθρακα ορίζεται ως ο λόγος της ένδειξης C1 του FID προς τη συγκέντρωση αερίου στον κύλινδρο, η οποία εκφράζεται σε ppm C1.

Η συγκέντρωση του αερίου δοκιμής πρέπει να είναι σε επίπεδο που να συνεπάγεται απόκριση της τάξης του 80 % της πλήρους κλίμακας. Η συγκέντρωση πρέπει να είναι γνωστή με ακρίβεια ± 2 % σε σχέση με σταθμικό πρότυπο εκφρασμένο σε όγκο. Επιπλέον, ο κύλινδρος του αερίου πρέπει να προετοιμάζεται επί 24 ώρες σε θερμοκρασία $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$).

Τα αέρια ελέγχου που πρέπει να χρησιμοποιούνται και οι περιοχές συντελεστών σχετικής απόκρισης έχουν ως εξής:

- | | |
|--|---------------------------|
| α) Μεθάνιο και καθαρός συνθετικός αέρας | $1,00 \leq r_h \leq 1,15$ |
| β) Προπυλένιο και καθαρός συνθετικός αέρας | $0,90 \leq r_h \leq 1,1$ |
| γ) Τολουόλιο και καθαρός συνθετικός αέρας | $0,90 \leq r_h \leq 1,1$ |

Οι τιμές αυτές είναι σχετικές προς το συντελεστή απόκρισης r_h για προπάνιο και καθαρό συνθετικό αέρα, στον οποίο δίνεται η τιμή 1.

9.3.7.3. Έλεγχος παρεμβολής οξυγόνου

Μόνο για τους αναλυτές πρωτογενών καυσαερίων, ο έλεγχος παρεμβολής οξυγόνου πραγματοποιείται όταν τίθεται σε λειτουργία ένας αναλυτής και μετά από μεγάλα διαστήματα λειτουργίας.

Πρέπει να επιλέγεται περιοχή μέτρησης στην οποία τα αέρια ελέγχου παρεμβολής οξυγόνου να εμπίπτουν στην άνω του 50 % περιοχή. Η δοκιμή πρέπει να διεξάγεται με την απαιτούμενη θερμοκρασία κλιβάνου. Οι προδιαγραφές για τα αέρια ελέγχου παρεμβολής οξυγόνου περιέχονται στο σημείο 9.3.3.4.

- α) Ο αναλυτής ρυθμίζεται στο μηδέν.
- β) Για κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης, ο αναλυτής ρυθμίζεται στο μέγιστο της κλίμακας του για μείγμα με 0 % οξυγόνο. Τα όργανα των κινητήρων ανάφλεξης με συμπίεση ρυθμίζονται στο μέγιστο της κλίμακας τους για μείγμα με 21 % οξυγόνο.
- γ) Επανελέγχεται η μηδενική απόκριση. Αν έχει μεταβληθεί κατά περισσότερο από 0,5 % της πλήρους κλίμακας, οι φάσεις α) και β) του παρόντος σημείου επαναλαμβάνονται.
- δ) Εισάγονται τα αέρια ελέγχου παρεμβολής οξυγόνου 5 % και 10 %.
- ε) Επανελέγχεται η μηδενική απόκριση. Εάν έχει μεταβληθεί σε ποσοστό άνω του ± 1 % της πλήρους κλίμακας, η δοκιμή επαναλαμβάνεται.
- στ) Η παρεμβολή οξυγόνου E_{O_2} υπολογίζεται για κάθε μείγμα στο βήμα δ) ως εξής:

$$E_{O_2} = (c_{ref,d} - c) \times 100 / c_{ref,d} \quad (73)$$

και η απόκριση του αναλυτή είναι

$$c = \frac{c_{ref,b} \times c_{FS,b}}{c_{m,b}} \times \frac{c_{m,d}}{c_{FS,d}} \quad (74)$$

όπου

- $c_{ref,b}$ η συγκέντρωση αναφοράς HC στο βήμα β), σε ppm C
- $c_{ref,d}$ η συγκέντρωση αναφοράς HC στο βήμα δ), σε ppm C
- $c_{FS,b}$ η συγκέντρωσης πλήρους κλίμακας HC στο βήμα β), σε ppm C
- $c_{FS,d}$ η συγκέντρωσης πλήρους κλίμακας HC στο βήμα δ), σε ppm C
- $c_{m,b}$ η μετρούμενη συγκέντρωση HC στο βήμα β), σε ppm C
- $c_{m,d}$ η μετρούμενη συγκέντρωση HC στο βήμα δ), σε ppm C

- ζ) Η παρεμβολή οξυγόνου E_{O_2} πρέπει να είναι μικρότερη από ± 1,5 % για όλα τα απαιτούμενα αέρια ελέγχου παρεμβολής οξυγόνου πριν από τη δοκιμή.
- η) Αν η παρεμβολή οξυγόνου E_{O_2} είναι μεγαλύτερη από ± 1,5 %, μπορούν να ληφθούν διορθωτικά μέτρα, με την επαυξητική ρύθμιση της ροής αέρα επάνω και κάτω από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, της ροής καυσίμου και της ροής δείγματος.
- θ) Η παρεμβολή οξυγόνου επαναλαμβάνεται για κάθε νέα ρύθμιση.

9.3.8. Απόδοση του διαχωριστή υδρογονανθράκων πλην μεθανίου (NMC)

Ο NMC χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των υδρογονανθράκων πλην του μεθανίου από το αέριο δείγματος μέσω οξείδωσης του συνόλου των υδρογονανθράκων με εξαίρεση το μεθάνιο. Σε ιδανικές συνθήκες, η μετατροπή για το μεθάνιο είναι 0 %, ενώ για τους λοιπούς υδρογονάνθρακες που εκπροσωπούνται από το αιθάνιο είναι 100 %. Για την ακριβή μέτρηση των NMHC, προσδιορίζονται οι δύο βαθμοί απόδοσης και χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό της παροχής μάζας εκπομπών NMHC (βλ. σημείο 8.5.2).

9.3.8.1. 1.8.4.1. Απόδοση ως προς το μεθάνιο

Διοχετεύεται μεθάνιο βαθμονόμησης μέσω του FID, με παράκαμψη και χωρίς παράκαμψη του NMC, και καταγράφονται οι δύο συγκεντρώσεις. Η απόδοση προσδιορίζεται ως εξής:

$$E_M = 1 - \frac{c_{HC(w/NMC)}}{c_{HC(w/oNMC)}} \quad (75)$$

όπου

$c_{HC(w/NMC)}$ η συγκέντρωση HC με ροή του CH₄ μέσω του NMC, σε ppm C

$c_{HC(w/o NMC)}$ η συγκέντρωση HC με παράκαμψη του NMC από το CH₄, σε ppm C

9.3.8.2. Απόδοση ως προς το αιθάνιο

Διοχετεύεται αιθάνιο βαθμονόμησης μέσω του FID, με παράκαμψη και χωρίς παράκαμψη του NMC, και καταγράφονται οι δύο συγκεντρώσεις. Η απόδοση προσδιορίζεται ως εξής:

$$E_E = 1 - \frac{c_{HC(w/NMC)}}{c_{HC(w/oNMC)}} \quad (76)$$

όπου

$c_{HC(w/NMC)}$ η συγκέντρωση HC με ροή C₂H₄ μέσω του NMC, σε ppm C

$c_{HC(w/o NMC)}$ η συγκέντρωση HC με παράκαμψη του NMC από το C₂H₆, σε ppm C

9.3.9. Παρεμβολές

Στην ένδειξη μπορούν να παρεμβαίνουν με διάφορους τρόπους άλλα αέρια εκτός από εκείνο που υποβάλλεται σε ανάλυση. Θετικές παρεμβολές συναντώνται σε όργανα NDIR όπου το παρεμβαλλόμενο αέριο παρέχει το ίδιο αποτέλεσμα με το μετρούμενο αέριο, αλλά σε μικρότερο βαθμό. Αρνητικές παρεμβολές συναντώνται σε όργανα NDIR από παρεμβαλλόμενο αέριο που διευρύνει τη ζώνη απορρόφησης του μετρούμενου αερίου και σε όργανα CLD από παρεμβαλλόμενο αέριο που παρεμποδίζει την αντίδραση. Οι έλεγχοι των παρεμβολών στα σημεία 9.3.9.1 και 9.3.9.3 πρέπει να διενεργούνται πριν από την αρχική χρήση ενός αναλυτή και ύστερα από μεγάλα διαστήματα λειτουργίας.

9.3.9.1. Έλεγχος παρεμβολής σε αναλυτές CO

Στην επίδοση του αναλυτή CO μπορεί να παρεμβαίνει το νερό και το CO₂. Συνεπώς, πρέπει να διοχετεύεται, υπό μορφή φυσαλίδων μέσω νερού σε θερμοκρασία δωματίου, CO₂ ρύθμισης της κλίμακας με συγκεντρώση 80 % έως 100 % της πλήρους κλίμακας στη μέγιστη περιοχή σε λειτουργία που χρησιμοποιείται στη διάρκεια του ελέγχου και να καταγράφεται η απόκριση του αναλυτή. Η απόκριση του αναλυτή δεν μπορεί να υπερβαίνει το 2 % της μέσης συγκέντρωσης CO που αναμένεται κατά τις δοκιμές.

Οι διαδικασίες παρεμβολής για CO₂ και H₂O μπορούν να εκτελεστούν και ξεχωριστά. Εάν τα επίπεδα CO₂ και H₂O που χρησιμοποιούνται είναι υψηλότερα από τα ανώτατα αναμενόμενα επίπεδα κατά τις δοκιμές, κάθε παρατηρούμενη τιμή παρεμβολής θα μειωθεί με τον πολλαπλασιασμό της παρατηρούμενης παρεμβολής με το λόγο της τιμής της υψηλότερης αναμενόμενης συγκέντρωσης προς την πραγματική τιμή που χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία. Μπορούν να εκτελούνται ξεχωριστές διαδικασίες παρεμβολής για συγκεντρώσεις H₂O που είναι μικρότερες από τα ανώτατα αναμενόμενα επίπεδα κατά τις δοκιμές, αλλά η παρατηρούμενη παρεμβολή H₂O θα αυξηθεί με τον πολλαπλασιασμό της παρατηρούμενης παρεμβολής με το λόγο της τιμής της υψηλότερης αναμενόμενης συγκέντρωσης H₂O προς την πραγματική τιμή που χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία. Το άθροισμα των δύο υπολογισθέντων τιμών παρεμβολής πρέπει να ανταποκρίνεται στην ανοχή που προβλέπεται στο παρόν σημείο.

9.3.9.2. Έλεγχοι απόσβεσης αναλυτή NO_x για αναλυτή CLD

Τα δύο αέρια που έχουν σημασία για τους αναλυτές CLD (και HCLD) είναι το CO₂ και οι υδρατμοί. Οι αποκρίσεις απόσβεσης αυτών των δύο αερίων είναι ανάλογες προς τις συγκεντρώσεις τους, και συνεπώς απαιτούν τεχνικές δοκιμής για τον προσδιορισμό της απόσβεσης στις υψηλότερες αναμενόμενες συγκεντρώσεις στη διάρκεια της δοκιμής. Εάν ο αναλυτής CLD χρησιμοποιεί αλγορίθμους αντιστάθμισης της απόσβεσης που χρησιμοποιούν H₂O ή/και CO₂ όργανα μέτρησης, η απόσβεση θα αξιολογηθεί με τα εν λόγω όργανα σε λειτουργία και με τους αλγορίθμους αντιστάθμισης σε εφαρμογή.

9.3.9.2.1. Έλεγχος απόσβεσης CO₂

Διοχετεύεται αέριο βαθμονόμησης CO₂ με συγκέντρωση 80 % έως 100 % της πλήρους κλίμακας στη μέγιστη περιοχή λειτουργίας μέσω του αναλυτή NDIR και καταγράφεται η τιμή του CO₂ ως A. Στη συνέχεια αραιώνεται σε αναλογία περίπου 50 % με NO βαθμονόμησης, διέρχεται μέσω των NDIR και CLD και καταγράφονται οι τιμές του CO₂ και του NO ως B και C, αντίστοιχα. Έπειτα διακόπτεται η ροή του CO₂ οπότε μόνο το NO βαθμονόμησης διέρχεται μέσω του (H)CLD και καταγράφεται η τιμή του NO ως D.

Η απόσβεση επί τοις εκατό υπολογίζεται ως εξής:

$$E_{\text{CO}_2} = \left[1 - \left(\frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100 \quad (77)$$

όπου

- A είναι η συγκέντρωση του μη αραιωμένου CO₂ μετρούμενη με τον NDIR, επί τοις εκατό
- B είναι η συγκέντρωση του αραιωμένου CO₂ μετρούμενη με τον NDIR, επί τοις εκατό
- C είναι η συγκέντρωση του αραιωμένου NO μετρούμενη με τον (H)CLD, σε ppm
- D είναι η συγκέντρωση του μη αραιωμένου NO μετρούμενη με τον (H)CLD, σε ppm

Επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές μέθοδοι αραιώσης και ποσοτικού προσδιορισμού των τιμών των αερίων βαθμονόμησης CO₂ και NO, όπως π.χ. η δυναμική ανάδευση/ανάμειξη, με την έγκριση της αρμόδιας αρχής για την έγκριση τύπου.

9.3.9.2.2. Έλεγχος απόσβεσης από τους υδρατμούς

Ο έλεγχος αυτός εφαρμόζεται μόνο σε μετρήσεις συγκέντρωσης αερίων σε υγρή βάση. Για τον υπολογισμό της απόσβεσης νερού λαμβάνεται υπόψη η αραιώση του NO βαθμονόμησης με υδρατμούς και η αναλογία της συγκέντρωσης υδρατμών του μείγματος προς την αναμενόμενη συγκέντρωση κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

Διοχετεύεται ως αέριο βαθμονόμησης NO με συγκέντρωση 80 % έως 100 % πλήρους κλίμακας στη συνήθη περιοχή λειτουργίας μέσω του (H)CLD και καταγράφεται η τιμή του NO ως D. Στη συνέχεια, το αέριο βαθμονόμησης NO διοχετεύεται υπό μορφή φυσαλίδων μέσω νερού σε θερμοκρασία δωματίου και κατόπιν μέσω του (H) CLD και καταγράφεται η τιμή του NO ως C. Προσδιορίζεται η θερμοκρασία του νερού και καταγράφεται ως F. Προσδιορίζεται η τάση κορεσμένων ατμών του μείγματος που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία (F) του νερού με τις φυσαλίδες και καταγράφεται ως (G).

Η συγκέντρωση υδρατμών (%) του μείγματος υπολογίζεται ως εξής:

$$H = 100 \times (G / p_b) \quad (78)$$

και καταγράφεται ως H. Η αναμενόμενη συγκέντρωση αραιωμένου αερίου βαθμονόμησης NO (σε υδρατμούς) υπολογίζεται ως εξής:

$$D_c = D \times (1 - H / 100) \quad (79)$$

και καταγράφεται ως D_e . Για τα καυσαέρια των κινητήρων ντίζελ, εκτιμάται η αναμενόμενη κατά τη δοκιμή μέγιστη συγκέντρωση υδρατμών στα καυσαέρια (%), υποθέτοντας ότι ο λόγος H/C του καυσίμου είναι 1,8/1, από τη μέγιστη συγκέντρωση CO₂ στο καυσαέριο A, ως εξής:

$$H_m = 0,9 \times A \quad (80)$$

και καταγράφεται ως H_m .

Η απόσβεση από τους υδρατμούς επί τοις εκατό υπολογίζεται ως εξής:

$$E_{H_2O} = 100 \times ((D_e - C) / D_e) \times (H_m / H) \quad (81)$$

όπου

D_e η αναμενόμενη συγκέντρωση αραιωμένου NO, σε ppm

C η μετρούμενη συγκέντρωση αραιωμένου NO, σε ppm

H_m η μέγιστη συγκέντρωση υδρατμών, επί τοις εκατό

H η πραγματική συγκέντρωση υδρατμών, επί τοις εκατό

9.3.9.2.3. Μέγιστη επιτρεπόμενη απόσβεση

Η συνδυασμένη απόσβεση CO₂ και υδρατμών δεν μπορεί να υπερβαίνει το 2 τοις εκατό πλήρους κλίμακας.

9.3.9.3. Έλεγχος απόσβεσης αναλυτή NO_x για αναλυτή NDUV

Οι υδρογονάνθρακες και το H₂O μπορούν να δημιουργούν θετική παρεμβολή με αναλυτή NDUV προκαλώντας απόκριση παρόμοια με NO_x. Εάν ο αναλυτής NDUV χρησιμοποιεί αλγορίθμους αντιστάθμισης που χρησιμοποιούν μετρήσεις άλλων αερίων για να ικανοποιηθεί η επαλήθευση της παρεμβολής, τότε ταυτόχρονα οι μετρήσεις αυτές διενεργούνται για τη δοκιμή των αλγορίθμων κατά την επαλήθευση της παρεμβολής.

9.3.9.3.1. Διαδικασία

Η εκκίνηση, λειτουργία, ο μηδενισμός και η βαθμονόμηση με αέριο του αναλυτή NDUV γίνεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Συνιστάται η εξαγωγή καυσαερίου του κινητήρα για την εκτέλεση της επαλήθευσης αυτής. Χρησιμοποιείται CLD για τον ποσοτικό προσδιορισμό του NO_x στο καυσαέριο. Η απόκριση CLD χρησιμοποιείται ως τιμή αναφοράς. Επίσης, οι HC μετρώνται στο καυσαέριο με αναλυτή FID. Η απόκριση FID πρέπει να χρησιμοποιείται ως τιμή αναφοράς υδρογονανθράκων.

Ανάντη οποιοδήποτε αποξηραντή δείγματος, εάν χρησιμοποιείται κατά τις δοκιμές, το καυσαέριο κινητήρα εισάγεται στον αναλυτή NDUV. Δίνεται χρόνος στον αναλυτή για σταθεροποίηση της απόκρισης. Ο χρόνος σταθεροποίησης μπορεί να περιλαμβάνει ένα διάστημα για τον καθαρισμό της γραμμής μεταφοράς και τη συνεκτίμηση της απόκρισης του αναλυτή. Ενώ όλοι οι αναλυτές μετρούν τη συγκέντρωση του δείγματος, καταγράφονται 30 s από τα δεδομένα δειγματοληψίας και υπολογίζονται τα αριθμητικά μέσα για τους τρεις αναλυτές.

Η μέση τιμή CLD αφαιρείται από τη μέση τιμή NDUV. Η διαφορά αυτή πολλαπλασιάζεται με το λόγο της αναμενόμενης μέσης συγκέντρωσης HC προς τη συγκέντρωση HC που μετράται κατά την επαλήθευση, ως εξής:

$$E_{HC/H_2O} = (c_{NO_x,CLD} - c_{NO_x,NDUV}) \times \left(\frac{c_{HC,e}}{c_{HC,m}} \right) \quad (82)$$

όπου:

$c_{NO_x,CLD}$ η μετρούμενη συγκέντρωση NO_x με CLD, σε ppm

$c_{NO_x,NDUV}$ η μετρούμενη συγκέντρωση NO_x με NDUV, σε ppm

$c_{HC,e}$ η αναμενόμενη μέγιστη συγκέντρωση HC, σε ppm

$c_{HC,m}$ η μετρούμενη συγκέντρωση HC, σε ppm

9.3.9.3.2. Μέγιστη επιτρεπόμενη απόσβεση

Ο συνδυασμός απόσβεσης HC και υδρατμών δεν πρέπει να υπερβαίνει το 2 τοις εκατό της συγκέντρωσης NO_x που αναμένεται κατά τις δοκιμές.

9.3.9.4. Αποξηραντής δείγματος

Ένας αποξηραντής δείγματος αφαιρεί τους υδρατμούς, οι οποίοι διαφορετικά θα μπορούσαν να παρεμβληθούν στη μέτρηση NO_x .

9.3.9.4.1. Απόδοση αποξηραντή δείγματος

Για τους αναλυτές CLD σε ξηρά βάση, προσδιορίζεται ότι για την υψηλότερη αναμενόμενη συγκέντρωση υδρατμών H_m (βλ. σημείο 9.3.9.2.2), ο αποξηραντής δείγματος διατηρεί την υγρασία του CLD σε ≤ 5 g νερού/kg ξηρού αέρα (ή περίπου 0,008 % H_2O), που είναι 100 % σχετική υγρασία με 3,9 °C και πίεση 101,3 kPa. Αυτός ο προσδιορισμός της υγρασίας ισοδυναμεί επίσης με περίπου 25 % σχετική υγρασία σε 25 °C και 101,3 kPa. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί με τη μέτρηση της θερμοκρασίας στο στόμιο εξαγωγής ενός θερμικού αφυγραντήρα, ή με τη μέτρηση της υγρασίας στο σημείο ακριβώς πριν από τον αναλυτή CLD. Η υγρασία του αναλυτή καυσαερίων CLD μπορεί επίσης να μετρηθεί εφόσον η μόνη ροή στο CLD είναι εκείνη από τον αφυγραντήρα.

9.3.9.4.2. Διείσδυση του αποξηραντή δείγματος στο NO_2

Το νερό σε υγρή μορφή σε αποξηραντή δείγματος που δεν έχει σχεδιαστεί σωστά μπορεί να αφαιρέσει το NO_2 από το δείγμα. Εάν χρησιμοποιείται αποξηραντής δείγματος σε συνδυασμό με αναλυτή NDUV χωρίς ανάντη μετατροπέα NO_2/NO , ενδέχεται να αφαιρέσει το NO_2 από το δείγμα πριν από τη μέτρηση του NO_x .

Ο αποξηραντής δείγματος πρέπει να επιτρέπει να γίνεται μέτρηση τουλάχιστον του 95 % του συνολικού NO_2 στη μέγιστη αναμενόμενη συγκέντρωση NO_2 .

9.3.10. Δειγματοληψία των αερίων εκπομπών πρωτογενούς καυσαερίου, εάν έχει εφαρμογή

Οι καθετήρες δειγματοληψίας των αερίων εκπομπών πρέπει να συνδέονται σε απόσταση τουλάχιστον 0,5 m ή τριπλάσια της διαμέτρου του σωλήνα εξάτμισης — ανάλογα με το ποια είναι μεγαλύτερη — ανάντη της εξόδου του συστήματος εξάτμισης αλλά αρκετά κοντά στον κινητήρα, ώστε να εξασφαλίζεται θερμοκρασία των καυσαερίων τουλάχιστον 343 K (70 °C) στον καθετήρα.

Σε περίπτωση πολυκύλινδρου κινητήρα με διακλαδούμενη πολλαπλή εξαγωγής, το στόμιο εισαγωγής του καθετήρα τοποθετείται σε αρκετή απόσταση κατάντη, ώστε να διασφαλίζεται αντιπροσωπευτικό δείγμα των μέσων εκπομπών από το σύνολο των κυλίνδρων. Σε πολυκύλινδρους κινητήρες με διακεκριμένες ομάδες πολλαπλών, όπως σε διάταξη κινητήρα σχήματος "V", συνιστάται ο συνδυασμός των πολλαπλών ανάντη του καθετήρα δειγματοληψίας. Εάν αυτό δεν μπορεί να γίνει, επιτρέπεται η λήψη δείγματος από την ομάδα με την υψηλότερη εκπομπή CO_2 . Για τον υπολογισμό των εκπομπών καυσαερίων χρησιμοποιείται η συνολική ροή μάζας καυσαερίων.

Στην περίπτωση που ο κινητήρας είναι εφοδιασμένος με σύστημα μετεπεξεργασίας καυσαερίων, το δείγμα των καυσαερίων λαμβάνεται κατάντη του εν λόγω συστήματος.

9.3.11. Δειγματοληψία για εκπομπές αραιωμένων αερίων, εάν έχει εφαρμογή

Ο σωλήνας εξάτμισης που βρίσκεται μεταξύ του κινητήρα και του συστήματος αραιώσης πλήρους ροής πρέπει να είναι σύμφωνος με τις απαιτήσεις του προσαρτήματος 3. Ο (οι) καθετήρας(-ες) δειγματοληψίας των αερίων εκπομπών τοποθετείται(-ούνται) στη σήραγγα αραιώσης σε σημεία όπου ο αέρας αραιώσης και τα καυσαέρια αναμειγνύονται καλά και σε άμεση γειτνίαση με τον καθετήρα δειγματοληψίας σωματιδίων.

Η δειγματοληψία μπορεί γενικά να γίνει με δύο τρόπους:

- α) λαμβάνονται δείγματα των εκπομπών σε όλη τη διάρκεια του κύκλου, συλλέγονται σε σάκο δείγματος και μετρώνται μετά την ολοκλήρωση της δοκιμής. Για τους HC, ο σάκος δείγματος θερμαίνεται στους 464 ± 11 K (191 ± 11 °C), για τα NO_x , η θερμοκρασία των σάκων δείγματος πρέπει να είναι ανώτερη του σημείου δρόσου.
- β) λαμβάνονται συνεχώς δείγματα των εκπομπών και εξάγεται το ολοκλήρωμα για το σύνολο του κύκλου.

Οι συγκεντρώσεις υποβάθρου προσδιορίζονται πριν από τη σήραγγα αραίωσης σύμφωνα με το α) ή το β) και αφαιρούνται από τη συγκέντρωση των εκπομπών σύμφωνα με το σημείο 8.5.2.3.2.

9.4. Μέτρηση σωματιδίων και σύστημα δειγματοληψίας

9.4.1. Γενικές προδιαγραφές

Για να προσδιοριστεί η μάζα των σωματιδίων, απαιτείται σύστημα αραίωσης και δειγματοληψίας σωματιδίων, φίλτρο δειγματοληψίας σωματιδίων, ζυγός ακρίβειας μικρογραμμαρίου και θάλαμος ζυγίσεως ελεγχόμενης θερμοκρασίας και υγρασίας. Το σύστημα δειγματοληψίας σωματιδίων πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να εξασφαλίζει ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα σωματιδίων, ανάλογο προς τη ροή των καυσαερίων.

9.4.2. Γενικές απαιτήσεις του συστήματος αραίωσης

Ο προσδιορισμός των σωματιδίων απαιτεί αραίωση του δείγματος με φιλτραρισμένο αέρα περιβάλλοντος, συνθετικό αέρα ή άζωτο (το αραιωτικό). Ο συντελεστής αραίωσης ρυθμίζεται ως εξής:

- α) εξαλείφεται κάθε συμπύκνωση νερού στα συστήματα αραίωσης και δειγματοληψίας,
- β) διατηρείται η θερμοκρασία του αραιωμένου καυσαερίου μεταξύ 315 K (42 °C) και 325 K (52 °C) εντός 20 cm ανάντη ή κατάντη του (των) υποδοχέα(-έων) του φίλτρου,
- γ) η θερμοκρασία του αραιωτικού πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 293 K και 325 K (20 °C έως 52 °C) σε άμεση γειτνίαση με την είσοδο στη σήραγγα αραίωσης,
- δ) ο ελάχιστος λόγος αραίωσης πρέπει να βρίσκεται στην περιοχή από 5:1 έως 7:1 και να είναι τουλάχιστον 2:1 για το στάδιο της βασικής αραίωσης βάσει του μέγιστου ρυθμού ροής καυσαερίων από τον κινητήρα,
- ε) για ένα σύστημα αραίωσης μερικής ροής, ο χρόνος παραμονής στο σύστημα από το σημείο της εισαγωγής αραιωτικού στον (στους) υποδοχέα(-είς) του φίλτρου πρέπει να βρίσκεται μεταξύ 0,5 και 5 δευτερολέπτων,
- στ) για ένα σύστημα αραίωσης πλήρους ροής, ο συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα από το σημείο εισαγωγής του αραιωτικού στον(στους) υποδοχέα(-είς) πρέπει να είναι μεταξύ 1 και 5 δευτερολέπτων, και ο χρόνος παραμονής στο σύστημα βοηθητικής αραίωσης, εάν χρησιμοποιείται, από το σημείο εισαγωγής του βοηθητικού αραιωτικού στον (στους) υποδοχέα(-είς) πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,5 δευτερόλεπτα.

Επιτρέπεται η αφύγρανση του αραιωτικού πριν από την είσοδό του στο σύστημα αραίωσης· είναι μάλιστα εξαιρετικά χρήσιμη στην περίπτωση υψηλής υγρασίας του αραιωτικού.

9.4.3. Δειγματοληψία σωματιδίων

9.4.3.1. Σύστημα αραίωσης μερικής ροής

Ο καθετήρας δειγματοληψίας σωματιδίων προσαρμόζεται σε άμεση γειτνίαση με τον καθετήρα δειγματοληψίας αερίων εκπομπών αλλά σε επαρκή απόσταση ώστε να μη δημιουργούνται παρεμβολές. Επομένως, οι απαιτήσεις εγκατάστασης του σημείου 9.3.10 ισχύουν και για τη δειγματοληψία σωματιδίων. Η γραμμή δειγματοληψίας πρέπει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του προσαρτήματος 3.

Σε περίπτωση πολυκύλινδρου κινητήρα με διακλαδούμενη πολλαπλή εξαγωγή, το στόμιο εισαγωγής του καθετήρα τοποθετείται σε αρκετή απόσταση κατάντη, ώστε να διασφαλίζεται αντιπροσωπευτικό δείγμα των μέσων εκπομπών από το σύνολο των κυλίνδρων. Σε πολυκύλινδρους κινητήρες με διακεκριμένες ομάδες πολλαπλών, όπως σε διάταξη κινητήρα σχήματος "V", συνιστάται ο συνδυασμός των πολλαπλών ανάντη του καθετήρα δειγματοληψίας. Εάν αυτό δεν μπορεί να γίνει, επιτρέπεται η λήψη δείγματος από την ομάδα με την υψηλότερη εκπομπή σωματιδίων. Για τον υπολογισμό των εκπομπών καυσαερίων, πρέπει να χρησιμοποιείται η συνολική ροή μάζας καυσαερίων της πολλαπλής.

9.4.3.2. Σύστημα αραιώσης πλήρους ροής

Ο καθετήρας δειγματοληψίας σωματιδίων προσαρμόζεται σε άμεση γειτνίαση με τον καθετήρα δειγματοληψίας αερίων εκπομπών αλλά σε επαρκή απόσταση ώστε να μη δημιουργούνται παρεμβολές. Επομένως, οι απαιτήσεις εγκατάστασης του σημείου 09.03.2011 ισχύουν και για τη δειγματοληψία σωματιδίων. Η γραμμή δειγματοληψίας πρέπει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του προσαρτήματος 3.

9.4.4. Φίλτρα δειγματοληψίας σωματιδίων

Η δειγματοληψία του αραιωμένου καυσαερίου γίνεται με φίλτρο που ικανοποιεί τις απαιτήσεις των σημείων 9.4.4.1 έως 9.4.4.3 κατά την αλληλουχία των φάσεων δοκιμής.

9.4.4.1. Προδιαγραφές των φίλτρων

Όλα τα είδη φίλτρων έχουν απόδοση συλλογής 0,3 μm DOP (φθαλικού διοκτυλίου) τουλάχιστον 99 %. Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένο το φίλτρο είναι:

- α) είτε από υαλοβάμβακα με επικάλυψη φθοράνθρακα (PTFE)
- β) είτε από μεμβράνη με βάση φθοράνθρακες (PTFE).

9.4.4.2. Μέγεθος φίλτρων

Το φίλτρο έχει κυκλικό σχήμα με ονομαστική διάμετρο 47 mm (μέγιστη απόκλιση $46,50 \pm 0,6$ mm) και εκτιθέμενη διάμετρο (διάμετρο ενεργού περιοχής) τουλάχιστον 38 mm.

9.4.4.3. Μετωπική ταχύτητα στο φίλτρο

Η ταχύτητα διέλευσης του μετώπου του αερίου μέσω του φίλτρου πρέπει να είναι μεταξύ 0,90 και 1,00 m/s και λιγότερο από 5 % των καταγεγραμμένων τιμών ροής υπερβαίνουν το εύρος αυτό. Εάν η συνολική η μάζα των σωματιδίων στο φίλτρο υπερβαίνει τα 400 μg, η μετωπική ταχύτητα του φίλτρου μπορεί να μειωθεί στα 0,50 m/s. Η μετωπική ταχύτητα υπολογίζεται ως η ογκομετρική παροχή του δείγματος στην πίεση ανάντη του φίλτρου και στη θερμοκρασία του μετώπου του φίλτρου, διαιρούμενη διά το εκτιθέμενο εμβαδόν του φίλτρου.

9.4.5. Θάλαμος ζύγισης και προδιαγραφές αναλυτικού ζυγού

Το περιβάλλον του θαλάμου (ή της αίθουσας) πρέπει να είναι απαλλαγμένο από τυχόν ξένες ουσίες του περιβάλλοντος (όπως η σκόνη, τα αεροζόλ ή ημιπτητικά υλικά) που θα μπορούσαν να επικαθίσουν στα φίλτρα σωματιδίων. Η αίθουσα ζύγισης πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτούμενες προδιαγραφές επί τουλάχιστον 60 λεπτά πριν από τη ζύγιση των φίλτρων.

9.4.5.1. Συνθήκες θαλάμου ζύγισης

Η θερμοκρασία του θαλάμου (ή αίθουσας) μέσα στον οποίο προετοιμάζονται και ζυγίζονται τα φίλτρα σωματιδίων πρέπει να διατηρείται μεταξύ $295 \text{ K} \pm 3 \text{ K}$ ($22 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$) κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας και της ζύγισης όλων των φίλτρων. Η υγρασία διατηρείται σε σημείο δρόσου $282,5 \text{ K} \pm 1 \text{ K}$ ($9,5 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$).

Εάν το περιβάλλον σταθεροποίησης και το περιβάλλον ζύγισης είναι διαφορετικά, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος σταθεροποίησης διατηρείται με ανοχή $295 \text{ K} \pm 3 \text{ K}$ ($22 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$), αλλά η απαίτηση για το σημείο δρόσου παραμένει στους $282,5 \text{ K} \pm 1 \text{ K}$ ($9,5 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$).

Καταγράφονται η θερμοκρασία υγρασίας και η θερμοκρασία περιβάλλοντος.

9.4.5.2. Ζύγιση φίλτρου αναφοράς

Δύο τουλάχιστον αχρησιμοποίητα φίλτρα αναφοράς ζυγίζονται εντός 12 ωρών από τη ζύγιση του φίλτρου δείγματος, αλλά κατά προτίμηση ταυτόχρονα με αυτήν. Τα εν λόγω φίλτρα πρέπει να είναι από το ίδιο υλικό με τα φίλτρα δείγματος. Η διόρθωση άνωσης εφαρμόζεται στις ζυγίσεις.

Εάν το βάρος των φίλτρων αναφοράς μεταβάλλεται μεταξύ των ζυγίσεων των φίλτρων δείγματος κατά περισσότερο από 10 μg, τότε απορρίπτονται όλα τα φίλτρα δείγματος και η δοκιμή εκπομπών επαναλαμβάνεται.

Τα φίλτρα αναφοράς αντικαθίστανται περιοδικά βάσει ορθής τεχνικής κρίσης αλλά πάντως τουλάχιστον μία φορά το χρόνο.

9.4.5.3. Αναλυτικός ζυγός

Ο αναλυτικός ζυγός που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του βάρους των φίλτρων πρέπει να πληροί το κριτήριο γραμμικού ελέγχου του σημείου 9.2, πίνακας 7. Αυτό συνεπάγεται ακρίβεια (τυπική απόκλιση) τουλάχιστον 2 μg και ανάλυση τουλάχιστον 1 μg (1 ψηφίο = 1 μg).

Για να εξασφαλιστεί η ακριβής ζύγιση του φίλτρου, συνιστάται να εγκαθίσταται ο ζυγός ως εξής:

- α) να εγκαθίσταται σε πλατφόρμα απομόνωσης των δονήσεων ώστε να απομονώνεται από εξωτερικό θόρυβο και δονήσεις,
- β) να είναι προστατευμένος από τη μεταφορά ρευμάτων αέρος με ηλεκτρικά γειωμένο προπέτασμα που απάγει τον στατικό ηλεκτρισμό

9.4.5.4. Εξάλειψη συνεπειών στατικού ηλεκτρισμού

Τα φίλτρα καθίστανται ουδέτερα πριν από τη ζύγιση, π.χ. με έναν εξουδετερωτή πολωνίου ή με κάποια διάταξη παρόμοιας δράσης. Εάν χρησιμοποιείται φίλτρο μεμβράνης PTFE, υπολογίζεται ο στατικός ηλεκτρισμός και συνιστάται να είναι εντός $\pm 2,0$ V του ουδετέρου.

Το στατικό ηλεκτρικό φορτίο ελαχιστοποιείται στο περιβάλλον του ζυγού. Πιθανές μέθοδοι είναι οι εξής:

- α) ο ζυγός πρέπει να είναι ηλεκτρικά γειωμένος,
- β) χρησιμοποιούνται λαβίδες από ανοξείδωτο ατσάλι, εάν γίνεται χειροκίνητος χειρισμός των δειγμάτων PM,₁₀
- γ) οι λαβίδες πρέπει να είναι γειωμένες με ιμάντα γείωσης ή ιμάντας γείωσης πρέπει να παρέχεται στο χειριστή κατά τρόπο ώστε ο ιμάντας γείωσης να έχει κοινή γείωση με το ζυγό. Οι ιμάντες γείωσης θα έχουν κατάλληλο αντιστάτη για να προστατεύει τους χειριστές από ηλεκτροπληξία.

9.4.5.5. Πρόσθετες προδιαγραφές

Όλα τα μέρη του συστήματος αραίωσης και του συστήματος δειγματοληψίας, από το σωλήνα της εξάτμισης μέχρι τον υποδοχέα των φίλτρων, που βρίσκονται σε επαφή με πρωτογενή και αραιωμένα καυσαέρια, πρέπει να είναι κατασκευασμένα με τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η απόδοση ή η αλλοίωση των σωματιδίων. Όλα τα μέρη πρέπει να είναι κατασκευασμένα από ηλεκτρικώς αγωγικά υλικά που να μην αντιδρούν με τα συστατικά του καυσαερίου και να είναι γειωμένα για την παρεμπόδιση τυχόν ηλεκτροστατικών επιδράσεων.

9.4.5.6. Βαθμονόμηση των οργάνων μέτρησης της ροής

Κάθε ροόμετρο που χρησιμοποιείται σε σύστημα δειγματοληψίας σωματιδίων και σε σύστημα αραίωσης μερικής ροής πρέπει να υποβάλλεται στον έλεγχο γραμμικότητας, όπως περιγράφεται στο σημείο 9.2.1, όσο συχνά χρειάζεται για την ικανοποίηση των απαιτήσεων ακρίβειας αυτού του ΠΤΚ. Για τις τιμές ροής αναφοράς, πρέπει να χρησιμοποιείται ροόμετρο ακριβείας που είναι σύμφωνο με διεθνή ή/και εθνικά πρότυπα. Για τη βαθμονόμηση της μέτρησης της διαφορικής ροής βλέπε σημείο 9.4.6.2.

9.4.6. Ειδικές απαιτήσεις για το σύστημα αραίωσης μερικής ροής

Το σύστημα αραίωσης μερικής ροής πρέπει να είναι σχεδιασμένο κατά τρόπο ώστε να εξάγεται αναλογικό δείγμα πρωτογενούς καυσαερίου από το ρεύμα καυσαερίου του κινητήρα, ανταποκρινόμενο έτσι σε εκτροπές της παροχής ρεύματος καυσαερίου. Για το σκοπό αυτό πρέπει ο λόγος αραίωσης ή ο λόγος δειγματοληψίας r_d ή r_s να προσδιορίζονται κατά τρόπο ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις ακριβείας του σημείου 9.4.6.2.

9.4.6.1. Χρόνος απόκρισης του συστήματος

Για τον έλεγχο ενός συστήματος αραίωσης μερικής ροής, απαιτείται ταχεία απόκριση του συστήματος. Ο χρόνος μετατροπής για το σύστημα καθορίζεται σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται στο σημείο 9.4.6.6. Εάν ο συνδυασμένος χρόνος μετατροπής της μέτρησης ροής καυσαερίων (βλ. σημείο 8.3.1.2) και του συστήματος μερικής ροής είναι $\leq 0,3$ δευτερόλεπτα, πρέπει να χρησιμοποιηθεί επιγραμμικός έλεγχος. Εάν ο χρόνος υπερβαίνει τα 0,3 δευτερόλεπτα, πρέπει να χρησιμοποιείται ο έλεγχος πρόβλεψης με βάση δοκιμή που έχει καταγραφεί. Στην περίπτωση αυτή, ο συνδυασμένος χρόνος ανόδου θα είναι ≤ 1 s και ο συνδυασμένος χρόνος καθυστέρησης ≤ 10 s.

Η απόκριση του συνολικού συστήματος πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να εξασφαλίζει ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα των σωματιδίων, $q_{mp,i}$, ανάλογο προς τη ροή της μάζας καυσαερίων. Για να καθοριστεί η αναλογικότητα, διεξάγεται ανάλυση παλινδρόμησης του $q_{mp,i}$ έναντι του $q_{mew,i}$ με ρυθμό συλλογής δεδομένων τουλάχιστον 5 Hz και τηρούνται τα εξής κριτήρια:

- α) ο συντελεστής προσδιορισμού r^2 της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ $q_{mp,i}$ και $q_{mew,i}$ δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 0,95·
- β) το τυπικό σφάλμα εκτίμησης $q_{mp,i}$ σε σχέση με $q_{mew,i}$ δεν πρέπει να υπερβαίνει το 5 % του q_{mp} το ανώτερο·
- γ) η τομή q_{mp} της γραμμής παλινδρόμησης δεν πρέπει να υπερβαίνει ± 2 % του q_{mp} το ανώτερο.

Απαιτείται έλεγχος πρόβλεψης, εάν ο χρόνος μετατροπής του συστήματος σωματιδίων, $t_{50,P}$, και ο χρόνος μετατροπής του σήματος ροής της μάζας καυσαερίων, $t_{50,F}$ είναι $> 0,3$ δευτερόλεπτα. Στην περίπτωση αυτή διεξάγεται προκαταρκτική δοκιμή, και το σήμα της ροής μάζας καυσαερίων της προκαταρκτικής δοκιμής χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ροής του δείγματος στο σύστημα σωματιδίων. Επιτυγχάνεται σωστός έλεγχος του συστήματος διάλυσης μερικής ροής, εάν η καμπύλη του χρόνου του $q_{mew,pre}$ της προκαταρκτικής δοκιμής, που ελέγχει τον q_{mp} , μεταβληθεί με χρόνο πρόβλεψης $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Για την κατάρτιση ενός συσχετισμού μεταξύ $q_{mp,i}$ και $q_{mew,i}$ χρησιμοποιούνται τα δεδομένα που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια της πραγματικής δοκιμής, με τη $q_{mew,i}$ χρονικά ευθυγραμμισμένη κατά $t_{50,F}$ σε σχέση με τη $q_{mp,i}$ (ο $t_{50,P}$ δεν συμβάλλει στη ευθυγράμμιση του χρόνου). Δηλαδή, η χρονική μεταβολή μεταξύ q_{mew} και q_{mp} είναι η διαφορά στους χρόνους μεταβολής τους που καθορίστηκαν στο σημείο 9.4.6.6.

9.4.6.2. Προδιαγραφές μέτρησης διαφορικής ροής

Για συστήματα αραίωσης μερικής ροής, η ακρίβεια της ροής δείγματος q_{mp} έχει ιδιαίτερη σημασία, εάν δεν μετράται απευθείας αλλά προσδιορίζεται με μέτρηση διαφορικής ροής:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} \quad (83)$$

Στην περίπτωση αυτή το μέγιστο σφάλμα της διαφοράς πρέπει να είναι τέτοιο ώστε η ακρίβεια του q_{mp} να κυμαίνεται μεταξύ ± 5 % όταν ο λόγος αραίωσης είναι μικρότερος από 15. Μπορεί να υπολογιστεί λαμβάνοντας τη μέση τετραγωνική ρίζα των σφαλμάτων κάθε οργάνου.

Αποδεκτές ακρίβειες του q_{mp} μπορούν να εξαχθούν με κάποια από τις ακόλουθες μεθόδους:

- α) Η απόλυτη ακρίβεια για το q_{mdew} και το q_{mdw} είναι $\pm 0,2$ %, κάτι που εξασφαλίζει ακρίβεια του q_{mp} ≤ 5 % σε λόγο αραίωσης 15. Ωστόσο, προκύπτουν μεγαλύτερα σφάλματα με υψηλότερους λόγους αραίωσης.

- β) Η βαθμονόμηση του q_{mdw} σε σχέση με το q_{mdew} γίνεται έτσι ώστε να προκύπτουν οι ίδιες ακρίβειες για το q_{mp} όπως στο α). Λεπτομέρειες σχετικά με τη βαθμονόμηση αυτή περιέχονται στο σημείο 9.4.6.2.
- γ) η ακρίβεια του q_{mp} καθορίζεται έμμεσα από την ακρίβεια του λόγου αραίωσης όπως καθορίζεται από το αέριο ιχνηθέτη, π.χ. το CO₂. Για το q_{mp} απαιτούνται ακρίβειες ισοδύναμες με τη μέθοδο α).
- δ) Η απόλυτη ακρίβεια για το q_{mdew} και το q_{mdw} είναι εντός του $\pm 2 \%$ της πλήρους κλίμακας, το μέγιστο σφάλμα της διαφοράς μεταξύ q_{mdew} και q_{mdw} εντός του 0,2 %, και το σφάλμα γραμμικότητας εντός του $\pm 0,2 \%$ του υψηλότερου q_{mdew} που διαπιστώνεται κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

9.4.6.3. Βαθμονόμηση της διαφορικής μέτρησης ροής

Το ροόμετρο ή τα όργανα μέτρησης της ροής πρέπει να βαθμονομούνται με μία από τις ακόλουθες διαδικασίες, ώστε η ροή του καθετήρα q_{mp} στη σήραγγα να ικανοποιεί τις απαιτήσεις ακρίβειας του σημείου 9.4.6.2:

- α) Το ροόμετρο για το q_{mdw} συνδέεται εν σειρά με το ροόμετρο για το q_{mdew} , η διαφορά ανάμεσα στα δύο ροόμετρα βαθμονομείται για τουλάχιστον πέντε σημεία με τιμές ροής ομοιόμορφα κατανεμημένες ανάμεσα στη χαμηλότερη τιμή q_{mdw} που χρησιμοποιήθηκε κατά τη δοκιμή και την τιμή q_{mdew} που χρησιμοποιήθηκε κατά τη δοκιμή. Η σήραγγα αραίωσης μπορεί να παρακαμφθεί.
- β) Στο ροόμετρο για το q_{mdew} συνδέεται εν σειρά βαθμονομημένη διάταξη ροής μάζας και η ακρίβεια ελέγχεται για την τιμή που χρησιμοποιείται στη δοκιμή. Στη συνέχεια, η βαθμονομημένη διάταξη ροής συνδέεται εν σειρά με το ροόμετρο για το q_{mdw} , και η ακρίβεια ελέγχεται για τουλάχιστον πέντε ρυθμίσεις που αντιστοιχούν σε λόγο αραίωσης από 3 έως 50 σε σχέση με το q_{mdew} που χρησιμοποιήθηκε στη δοκιμή.
- γ) Ο σωλήνας μεταφοράς (ΤΤ) αποσυνδέεται από την εξάτμιση και μια βαθμονομημένη διάταξη μέτρησης της ροής με κατάλληλη κλίμακα για τη μέτρηση του q_{mp} συνδέεται με το σωλήνα μεταφοράς. Το q_{mdew} ρυθμίζεται στην τιμή που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της δοκιμής και το q_{mdw} ρυθμίζεται διαδοχικά σε τουλάχιστον πέντε τιμές που αντιστοιχούν σε λόγους αραίωσης από 3 έως 50. Εναλλακτικά, μπορεί να προβλεφθεί ειδική βαθμονόμηση διαδρομής ροής, στην οποία παρακάμπτεται η σήραγγα, όμως ο συνολικός αέρας και ο αέρας αραίωσης ρέουν μέσω των αντίστοιχων μετρητών όπως και στην πραγματική δοκιμή.
- δ) Στο σωλήνα μεταφοράς της εξάτμισης ΤΤ διοχετεύεται αέριο ιχνηθέτης. Το αέριο ιχνηθέτης μπορεί να είναι συστατικό του καυσαερίου, όπως το CO₂ ή το NO_x. Μετά την αραίωση στη σήραγγα μετράται το συστατικό του αερίου ιχνηθέτη. Αυτό εκτελείται για πέντε λόγους αραίωσης από 3 έως 50. Η ακρίβεια της ροής δείγματος ορίζεται από το λόγο αραίωσης r_d :

$$q_{mp} = q_{mdew} - r_d \quad (84)$$

Οι τιμές ακριβείας για τους αναλυτές αερίου λαμβάνονται υπόψη για την εξασφάλιση ακριβείας για το q_{mp} .

9.4.6.4. Έλεγχος ροής άνθρακα

Συνιστάται ιδιαίτερα ο έλεγχος ροής άνθρακα με πραγματική εξάτμιση για τον εντοπισμό προβλημάτων μέτρησης και ελέγχου και για την πιστοποίηση της ορθής λειτουργίας του συστήματος μερικής ροής. Ο έλεγχος ροής άνθρακα πρέπει να γίνεται τουλάχιστον κάθε φορά που τοποθετείται νέος κινητήρας ή μεταβάλλεται κάτι σημαντικό στη διάταξη του θαλάμου δοκιμής.

Ο κινητήρας πρέπει να λειτουργεί σε μέγιστη ροπή και ταχύτητα ή σε φάση σταθερών συνθηκών που παράγουν 5 % ή περισσότερο CO₂. Το σύστημα δειγματοληψίας μερικής ροής λειτουργεί με συντελεστή αραίωσης περίπου 15 προς 1.

Όταν διενεργείται έλεγχος ροής άνθρακα εφαρμόζεται η διαδικασία που προβλέπεται στο προσάρτημα 5. Οι ρυθμοί ροής άνθρακα υπολογίζονται σύμφωνα με τις εξισώσεις 80 έως 82 στο προσάρτημα 5. Όλες οι τιμές ροής άνθρακα πρέπει να συμφωνούν μεταξύ τους σε ποσοστό 3 %.

9.4.6.5. Έλεγχος πριν από τη δοκιμή

Διενεργείται έλεγχος πριν από τη δοκιμή εντός 2 ωρών πριν ξεκινήσει η δοκιμή, με τον ακόλουθο τρόπο.

Ελέγχεται η ακρίβεια των ροόμετρων με την ίδια μέθοδο που χρησιμοποιείται για τη βαθμονόμηση (βλ. σημείο 9.4.6.2) για τουλάχιστον δύο σημεία, συμπεριλαμβανομένων τιμών ροής $q_{m,dw}$ που αντιστοιχούν σε λόγους αραιώσης από 5 έως 15 για την τιμή $q_{m,dew}$ που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

Εάν μπορεί να αποδειχθεί από την καταγραφή της διαδικασίας βαθμονόμησης, σύμφωνα με το σημείο 9.4.6.2, ότι η βαθμονόμηση του ροόμετρου είναι σταθερή για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, μπορεί να παραλειφθεί ο έλεγχος πριν τη δοκιμή.

9.4.6.6. Προσδιορισμός του χρόνου μετατροπής

Οι ρυθμίσεις του συστήματος για την αξιολόγηση του χρόνου μετατροπής είναι ακριβώς ίδιες με αυτές κατά τη διάρκεια της μέτρησης της δοκιμής. Ο χρόνος μετατροπής προσδιορίζεται με την ακόλουθη μέθοδο.

Ένα ανεξάρτητο ροόμετρο αναφοράς με κλίμακα μέτρησης κατάλληλη για τη ροή καθετήρα τοποθετείται εν σειρά και συνδέεται με τον καθετήρα. Το ροόμετρο πρέπει να έχει χρόνο μετατροπής μικρότερο από 100 ms για το μέγεθος βαθμίδας ροής που χρησιμοποιείται σε αυτή τη μέτρηση του χρόνου απόκρισης, με χρόνο στραγγαλισμού της ροής αρκετά μικρό, ώστε να μην επηρεάζει τη δυναμική απόδοση του συστήματος αραιώσης μερικής ροής, και σύμφωνα με την ορθή τεχνική πρακτική.

Εφαρμόζεται βαθμιδωτή αλλαγή στην είσοδο ροής των καυσαερίων (ή της ροής του αέρα αν υπολογίζεται η ροή καυσαερίων) του συστήματος αραιώσης μερικής ροής, από μια χαμηλή ροή στο 90 % τουλάχιστον της πλήρους κλίμακας. Η διάταξη που χρησιμοποιείται για την βαθμιδωτή αλλαγή πρέπει να είναι η ίδια με εκείνη που χρησιμοποιήθηκε για την έναρξη του ελέγχου πρόβλεψης στην πραγματική δοκιμή. Καταγράφονται το ερέθισμα της βαθμίδας της ροής των καυσαερίων και η απόκριση του ροόμετρου με ρυθμό λήψης δείγματος τουλάχιστον 10 Hz.

Από το δεδομένο αυτό προσδιορίζεται ο χρόνος μετατροπής για το σύστημα αραιώσης μερικής ροής, ο οποίος είναι ο χρόνος από την έναρξη του ερεθίσματος της βαθμίδας έως το 50 % της απόκρισης του ροόμετρου. Κατά παρόμοιο τρόπο προσδιορίζονται οι χρόνοι μετατροπής του σήματος q_{mp} του συστήματος αραιώσης μερικής ροής και του σήματος $q_{mew,i}$ του ροόμετρου καυσαερίου. Τα σήματα αυτά χρησιμοποιούνται στους ελέγχους παλινδρόμησης που εκτελούνται ύστερα από κάθε δοκιμή (βλ. σημείο 9.4.6.1).

Ο υπολογισμός επαναλαμβάνεται για τουλάχιστον 5 ερεθίσματα ανόδου και πτώσης και λαμβάνεται ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων. Από αυτήν την τιμή αφαιρείται ο χρόνος εσωτερικής μετατροπής (<100 ms) του ροόμετρου αναφοράς. Αυτή είναι η τιμή πρόβλεψης του συστήματος αραιώσης μερικής ροής, η οποία εφαρμόζεται σύμφωνα με το σημείο 9.4.6.1.

9.5. Βαθμονόμηση του συστήματος μέτρησης σε σταθερό όγκο (CVS)

9.5.1. Γενικά

Το σύστημα CVS βαθμονομείται με τη χρήση ενός ροόμετρου ακριβείας και μιας διάταξης περιορισμού της ροής. Η ροή μέσω του συστήματος μετράται σε διαφορετικές ρυθμίσεις περιορισμού, οι δε παράμετροι ελέγχου του συστήματος μετρώνται και συσχετίζονται με τη ροή.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τύποι ροόμετρων, π.χ. βαθμονομημένοι σωλήνας βεντούρι, βαθμονομημένοι μετρητής παροχής στρωτής ροής, βαθμονομημένος στροβιλομετρητής παροχής.

9.5.2. Βαθμονόμηση της αντλίας θετικής εκτόπισης (PDP)

Όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με την αντλία μετρούνται ταυτόχρονα μαζί με τις παραμέτρους που σχετίζονται με το βεντούρι βαθμονόμησης το οποίο είναι συνδεδεμένο σε σειρά με την αντλία. Χαράσσεται η καμπύλη της υπολογιζόμενης παροχής (σε m^3/s στο στόμιο εισόδου της αντλίας, σε απόλυτη πίεση και θερμοκρασία) έναντι συνάρτησης συσχετισμού που αποτελεί την τιμή ενός ειδικού συνδυασμού των παραμέτρων της αντλίας. Προσδιορίζεται η γραμμική εξίσωση η οποία συσχετίζει τη ροή στην αντλία με την συνάρτηση συσχετισμού. Αν ένα CVS έχει μετάδοση κίνησης πολλαπλού αριθμού στροφών, η βαθμονόμηση εκτελείται για κάθε χρησιμοποιούμενη περιοχή.

Κατά τη διάρκεια της βαθμονόμησης, η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή.

Τυχόν διαρροές σε όλες τις συνδέσεις και τους αγωγούς ανάμεσα στο βεντούρι βαθμονόμησης και στην αντλία CVS διατηρούνται σε επίπεδο κάτω του 0,3 % του χαμηλότερου σημείου ροής (υψηλότερο σημείο στραγγαλισμού και χαμηλότερο σημείο στροφών PDP της αντλίας).

9.5.2.1. Ανάλυση δεδομένων

Η ρυθμός ροής του αέρα ($q_{v,CVS}$) σε κάθε ρύθμιση στραγγαλισμού (τουλάχιστον 6 ρυθμίσεις) υπολογίζεται σε πρότυπες μονάδες m^3/s από τα δεδομένα του ροόμετρου βάσει της μεθόδου που υποδεικνύει ο κατασκευαστής. Στην συνέχεια, η παροχή αέρα μετατρέπεται σε ροή αντλίας (V_0) σε m^3/rev , σε απόλυτη θερμοκρασία και πίεση στο στόμιο εισόδου της αντλίας, ως εξής:

$$V_0 = \frac{q_{v,CVS}}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{p_p} \quad (85)$$

όπου

| | |
|-------------|--|
| $q_{v,CVS}$ | ο ρυθμός ροής του αέρα υπό κανονικές συνθήκες (101,3 kPa, 273 K), σε m^3/s |
| T | η θερμοκρασία στην είσοδο της αντλίας, σε K |
| p_p | η απόλυτη πίεση στο στόμιο εισόδου της αντλίας, σε kPa |
| n | ο αριθμός στροφών της αντλίας, σε rev/s |

Για να ληφθεί υπόψη η αλληλεπίδραση μεταξύ των διακυμάνσεων της πίεσης στην αντλία και του ποσοστού ολίσθησης της αντλίας, υπολογίζεται η συνάρτηση συσχετισμού (X_0) του αριθμού στροφών της αντλίας με τη διαφορά πίεσης στα στόμια εισαγωγής και εξαγωγής της και με την απόλυτη πίεση στο στόμιο εξαγωγής, ως εξής:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (86)$$

όπου

| | |
|--------------|---|
| Δp_p | η διαφορά πίεσης ανάμεσα στην είσοδο της αντλίας και στην έξοδο της αντλίας, σε kPa |
| p_p | απόλυτη πίεση εξόδου στο στόμιο εξαγωγής της αντλίας, σε kPa |

Χαρασσεται η ευθεία με τη γραμμική προσαρμογή ελάχιστων τετραγώνων για να εξαχθεί η εξίσωση βαθμονόμησης ως εξής:

$$V_0 = D_0 - m \times X_0 \quad (87)$$

όπου D_0 και m είναι η τομή και η κλίση, αντίστοιχα, οι οποίες περιγράφουν τις καμπύλες παλινδρόμησης.

Για σύστημα CVS με πολλαπλό αριθμό στροφών, οι καμπύλες βαθμονόμησης που κατασκευάζονται για τις διάφορες κλίμακες ροής της αντλίας είναι σχεδόν παράλληλες, και οι τιμές τομής των αξόνων (D_0) αυξάνονται όσο μειώνεται η κλίμακα ροής της αντλίας.

Οι τιμές που υπολογίζονται βάσει της εξίσωσης πρέπει να περικλείονται μεταξύ των ορίων $\pm 0,5\%$ της μετρούμενης τιμής του V_0 . Οι τιμές του m ποικίλλουν από τη μία αντλία στην άλλη. Η εισροή σωματιδίων με την πάροδο του χρόνου προκαλεί μείωση της ολίσθησης της αντλίας, όπως φαίνεται και από τις χαμηλότερες τιμές του m . Συνεπώς, βαθμονόμηση διενεργείται κατά την έναρξη λειτουργίας της αντλίας, μετά από σοβαρές εργασίες συντήρησης, καθώς και στην περίπτωση που ο έλεγχος του συνόλου του συστήματος δείχνει αλλαγή του ρυθμού ολίσθησης.

9.5.3. Βαθμονόμηση του σωλήνα βεντούρι κρίσιμης ροής (CFV)

Η βαθμονόμηση του CFV βασίζεται στην εξίσωση ροής για σωλήνα βεντούρι κρίσιμης ροής. Η ροή αερίων αποτελεί συνάρτηση της πίεσης και της θερμοκρασίας στο στόμιο εισόδου του σωλήνα βεντούρι.

Για τον προσδιορισμό της κλίμακας κρίσιμης ροής, χαράσσεται η καμπύλη του K_v συναρτήσει της πίεσης στο στόμιο εισόδου του σωλήνα βεντούρι. Για την κρίσιμη ροή (στραγγαλισμού), ο K_v θα έχει σχετικά σταθερή τιμή. Καθώς μειώνεται η πίεση (αυξάνεται το κενό), η ροή στο σωλήνα βεντούρι παύει να είναι στραγγαλισμένη και η K_v μειώνεται, γεγονός που δείχνει ότι το CFV λειτουργεί εκτός του επιτρεπτού εύρους.

9.5.3.1. Ανάλυση δεδομένων

Η ρυθμός ροής του αέρα ($q_{v, CVS}$) σε κάθε ρύθμιση στραγγαλισμού (τουλάχιστον 8 ρυθμίσεις) υπολογίζεται σε πρότυπες μονάδες m^3/s από τα δεδομένα του ροόμετρου βάσει της μεθόδου που υποδεικνύει ο κατασκευαστής. Ο συντελεστής βαθμονόμησης υπολογίζεται βάσει των δεδομένων βαθμονόμησης για κάθε ρύθμιση ως εξής:

$$K_v = \frac{q_{v, CVS} \times \sqrt{T}}{p_p} \quad (88)$$

όπου

$q_{v, CVS}$ ο ρυθμός ροής αέρα υπό κανονικές συνθήκες (101,3 kPa, 273 K), σε m^3/s

T η θερμοκρασία στο στόμιο εισόδου του σωλήνα βεντούρι, σε K

p_p η απόλυτη πίεση στο στόμιο εισόδου του σωλήνα βεντούρι, σε kPa

Υπολογίζεται η μέση τιμή του K_v και η τυπική απόκλιση, η οποία δεν πρέπει να υπερβαίνει το $\pm 0,3\%$ του μέσου K_v .

9.5.4. Βαθμονόμηση του σωλήνα βεντούρι υποηχητικής ροής (SSV)

Η βαθμονόμηση του SSV βασίζεται στην εξίσωση ροής για σωλήνα βεντούρι υποηχητικής ροής. Η ροή των αερίων είναι συνάρτηση της πίεσης και της θερμοκρασίας στην είσοδο, της πτώσης της πίεσης μεταξύ της εισόδου και του λαϊμού του SSV, όπως φαίνεται στην εξίσωση 43 (βλ. σημείο 8.5.1.4).

9.5.4.1. Ανάλυση δεδομένων

Η παροχή αέρα (Q_{SSV}) σε κάθε ρύθμιση περιορισμού (16 θέσεις κατ' ελάχιστο) υπολογίζεται σε πρότυπες μονάδες m^3/s από τα δεδομένα του ροόμετρου, βάσει της μεθόδου που υποδεικνύει ο κατασκευαστής. Ο συντελεστής παροχής υπολογίζεται βάσει των δεδομένων βαθμονόμησης για κάθε ρύθμιση ως εξής:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{d_v^2 \times p_p \times \sqrt{\left[\frac{1}{T} \times (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \times \left(\frac{1}{1 - r_D^4 \times r_p^{1,4286}} \right) \right]}} \quad (89)$$

όπου

Q_{SSV} ο ρυθμός ροής αέρα υπό κανονικές συνθήκες (101,3 kPa, 273 K), σε m^3/s

T η θερμοκρασία στο στόμιο εισόδου του σωλήνα βεντούρι, σε K

d_v η διάμετρος της στεφάνης SSV, σε m

r_p ο λόγος της στεφάνης SSV προς την απόλυτη στατική πίεση στο στόμιο εισόδου = $1 - \frac{\Delta p}{p_p}$

r_D ο λόγος της διαμέτρου της στεφάνης SSV, d_v , προς την εσωτερική διάμετρο του στομιού εισόδου του σωλήνα, D

Για τον προσδιορισμό της περιοχής υποηχητικής ροής, το C_d χαράσσεται ως συνάρτηση του αριθμού Reynolds Re στη στεφάνη του SSV. Ο Re στη στεφάνη SSV υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$Re = A_1 \times \frac{Q_{SSV}}{d_V \times \mu} \quad (90)$$

όπου

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T} \quad (91)$$

όπου

$$A_1 = 25,55152 \text{ σε μονάδες SI } \left(\frac{1}{m^3} \right) \left(\frac{\text{min}}{s} \right) \left(\frac{mm}{m} \right)$$

Q_{SSV} ο ρυθμός ροής αέρα υπό κανονικές συνθήκες (101,3 kPa, 273 K), σε m^3/s

d_V η διάμετρος της στεφάνης SSV, σε m

μ απόλυτο ή δυναμικό ιξώδες του αερίου, σε kg/ms

$b = 1,458 \times 10^6$ (εμπειρική σταθερά), σε $kg/ms K^{0,5}$

$S = 110,4$ (εμπειρική σταθερά), σε K

Επειδή το Q_{SSV} αποτελεί όρο της εξίσωσης Re , οι υπολογισμοί πρέπει να ξεκινήσουν με την αρχική υπόθεση για το Q_{SSV} ή C_d της βαθμονόμησης βεντούρι, και να επαναληφθεί έως ότου συγκλίνει το Q_{SSV} . Η μέθοδος σύγκλισης πρέπει να είναι ακριβείας 0,1 % του σημείου ή μεγαλύτερης ακριβείας.

Για δεκαέξι τουλάχιστον σημεία στην περιοχή υποηχητικής ροής, οι υπολογιζόμενες τιμές του C_d από την προκύπτουσα εξίσωση της καμπύλης βαθμονόμησης πρέπει να είναι $\pm 0,5$ % του μετρούμενου C_d για κάθε σημείο βαθμονόμησης.

9.5.5. Επαλήθευση του συνόλου του συστήματος

Προσδιορίζεται η συνολική ακρίβεια του συστήματος δειγματοληψίας και του αναλυτικού συστήματος CVS με την εισαγωγή δεδομένης μάζας αερίου ρύπου στο σύστημα, ενώ αυτό λειτουργεί κανονικά. Ο ρύπος αναλύεται και υπολογίζεται η μάζα σύμφωνα με το σημείο 8.4.2.4, εκτός από την περίπτωση του προπανίου όπου χρησιμοποιείται για τους HC ο συντελεστής μ με τιμή 0,000472 αντί 0,000480. Χρησιμοποιείται μια από τις ακόλουθες δύο τεχνικές.

9.5.5.1. Μέτρηση με στόμιο κρίσιμης ροής

Το σύστημα CVS τροφοδοτείται με γνωστή ποσότητα καθαρού αερίου (μονοξείδιο του άνθρακα ή προπάνιο) μέσω βαθμονομημένου στομίου κρίσιμης ροής. Εάν η πίεση στην είσοδο είναι αρκετά υψηλή, ο ρυθμός ροής, ο οποίος προσαρμόζεται μέσω του στομίου κρίσιμης ροής, είναι ανεξάρτητος της πίεσης στην έξοδο του στομίου (κρίσιμη ροή). Το σύστημα CVS λειτουργεί όπως και σε μια κανονική δοκιμή εκπομπών καυσαερίων για περίπου 5 έως 10 λεπτά. Ένα δείγμα αερίου πρέπει να αναλύεται με το συνήθη εξοπλισμό (σάκος δειγματοληψίας ή μέθοδος ολοκλήρωσης) και να υπολογίζεται η μάζα του αερίου.

Η μάζα αυτή πρέπει να περικλείεται στα όρια ± 3 % της γνωστής μάζας του αερίου τροφοδότησης.

9.5.5.2. Μέτρηση με σταθμική τεχνική

Προσδιορίζεται η μάζα ενός μικρού κυλίνδρου που έχει πληρωθεί με μονοξείδιο του άνθρακα ή προπάνιο με ακρίβεια $\pm 0,01$ g. Για περίπου 5 έως 10 λεπτά, το σύστημα CVS λειτουργεί όπως και στην κανονική δοκιμή εκπομπής καυσαερίων, ενώ στο σύστημα εγχύεται μονοξείδιο του άνθρακα ή προπάνιο. Η ποσότητα του καθαρού αερίου που εκλύεται πρέπει να υπολογίζεται μέσω της διαφοράς του βάρους. Ένα δείγμα αερίου πρέπει να αναλύεται με το συνήθη εξοπλισμό (σάκος δειγματοληψίας ή μέθοδος ολοκλήρωσης) και να υπολογίζεται η μάζα του αερίου.

Η μάζα αυτή πρέπει να περικλείεται στα όρια ± 3 % της γνωστής μάζας του αερίου τροφοδότησης.

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ 1

ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ WHTC

| Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή |
|-----|----------------|-------------|-----|----------------|-------------|-----|----------------|-------------|
| s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ |
| 1 | 0,0 | 0,0 | 50 | 0,0 | 13,1 | 99 | 35,6 | 25,2 |
| 2 | 0,0 | 0,0 | 51 | 13,1 | 30,1 | 100 | 36,1 | 24,8 |
| 3 | 0,0 | 0,0 | 52 | 26,3 | 25,5 | 101 | 36,3 | 24,0 |
| 4 | 0,0 | 0,0 | 53 | 35,0 | 32,2 | 102 | 36,2 | 23,6 |
| 5 | 0,0 | 0,0 | 54 | 41,7 | 14,3 | 103 | 36,2 | 23,5 |
| 6 | 0,0 | 0,0 | 55 | 42,2 | 0,0 | 104 | 36,8 | 22,7 |
| 7 | 1,5 | 8,9 | 56 | 42,8 | 11,6 | 105 | 37,2 | 20,9 |
| 8 | 15,8 | 30,9 | 57 | 51,0 | 20,9 | 106 | 37,0 | 19,2 |
| 9 | 27,4 | 1,3 | 58 | 60,0 | 9,6 | 107 | 36,3 | 18,4 |
| 10 | 32,6 | 0,7 | 59 | 49,4 | 0,0 | 108 | 35,4 | 17,6 |
| 11 | 34,8 | 1,2 | 60 | 38,9 | 16,6 | 109 | 35,2 | 14,9 |
| 12 | 36,2 | 7,4 | 61 | 43,4 | 30,8 | 110 | 35,4 | 9,9 |
| 13 | 37,1 | 6,2 | 62 | 49,4 | 14,2 | 111 | 35,5 | 4,3 |
| 14 | 37,9 | 10,2 | 63 | 40,5 | 0,0 | 112 | 35,2 | 6,6 |
| 15 | 39,6 | 12,3 | 64 | 31,5 | 43,5 | 113 | 34,9 | 10,0 |
| 16 | 42,3 | 12,5 | 65 | 36,6 | 78,2 | 114 | 34,7 | 25,1 |
| 17 | 45,3 | 12,6 | 66 | 40,8 | 67,6 | 115 | 34,4 | 29,3 |
| 18 | 48,6 | 6,0 | 67 | 44,7 | 59,1 | 116 | 34,5 | 20,7 |
| 19 | 40,8 | 0,0 | 68 | 48,3 | 52,0 | 117 | 35,2 | 16,6 |
| 20 | 33,0 | 16,3 | 69 | 51,9 | 63,8 | 118 | 35,8 | 16,2 |
| 21 | 42,5 | 27,4 | 70 | 54,7 | 27,9 | 119 | 35,6 | 20,3 |
| 22 | 49,3 | 26,7 | 71 | 55,3 | 18,3 | 120 | 35,3 | 22,5 |
| 23 | 54,0 | 18,0 | 72 | 55,1 | 16,3 | 121 | 35,3 | 23,4 |
| 24 | 57,1 | 12,9 | 73 | 54,8 | 11,1 | 122 | 34,7 | 11,9 |
| 25 | 58,9 | 8,6 | 74 | 54,7 | 11,5 | 123 | 45,5 | 0,0 |
| 26 | 59,3 | 6,0 | 75 | 54,8 | 17,5 | 124 | 56,3 | m |
| 27 | 59,0 | 4,9 | 76 | 55,6 | 18,0 | 125 | 46,2 | m |
| 28 | 57,9 | m | 77 | 57,0 | 14,1 | 126 | 50,1 | 0,0 |
| 29 | 55,7 | m | 78 | 58,1 | 7,0 | 127 | 54,0 | m |
| 30 | 52,1 | m | 79 | 43,3 | 0,0 | 128 | 40,5 | m |
| 31 | 46,4 | m | 80 | 28,5 | 25,0 | 129 | 27,0 | m |
| 32 | 38,6 | m | 81 | 30,4 | 47,8 | 130 | 13,5 | m |
| 33 | 29,0 | m | 82 | 32,1 | 39,2 | 131 | 0,0 | 0,0 |
| 34 | 20,8 | m | 83 | 32,7 | 39,3 | 132 | 0,0 | 0,0 |
| 35 | 16,9 | m | 84 | 32,4 | 17,3 | 133 | 0,0 | 0,0 |
| 36 | 16,9 | 42,5 | 85 | 31,6 | 11,4 | 134 | 0,0 | 0,0 |
| 37 | 18,8 | 38,4 | 86 | 31,1 | 10,2 | 135 | 0,0 | 0,0 |
| 38 | 20,7 | 32,9 | 87 | 31,1 | 19,5 | 136 | 0,0 | 0,0 |
| 39 | 21,0 | 0,0 | 88 | 31,4 | 22,5 | 137 | 0,0 | 0,0 |
| 40 | 19,1 | 0,0 | 89 | 31,6 | 22,9 | 138 | 0,0 | 0,0 |
| 41 | 13,7 | 0,0 | 90 | 31,6 | 24,3 | 139 | 0,0 | 0,0 |
| 42 | 2,2 | 0,0 | 91 | 31,9 | 26,9 | 140 | 0,0 | 0,0 |
| 43 | 0,0 | 0,0 | 92 | 32,4 | 30,6 | 141 | 0,0 | 0,0 |
| 44 | 0,0 | 0,0 | 93 | 32,8 | 32,7 | 142 | 0,0 | 4,9 |
| 45 | 0,0 | 0,0 | 94 | 33,7 | 32,5 | 143 | 0,0 | 7,3 |
| 46 | 0,0 | 0,0 | 95 | 34,4 | 29,5 | 144 | 4,4 | 28,7 |
| 47 | 0,0 | 0,0 | 96 | 34,3 | 26,5 | 145 | 11,1 | 26,4 |
| 48 | 0,0 | 0,0 | 97 | 34,4 | 24,7 | 146 | 15,0 | 9,4 |
| 49 | 0,0 | 0,0 | 98 | 35,0 | 24,9 | 147 | 15,9 | 0,0 |

| Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή |
|-----|----------------|-------------|-----|----------------|-------------|-----|----------------|-------------|
| s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ |
| 148 | 15,3 | 0,0 | 201 | 0,0 | 0,0 | 254 | 9,4 | 13,6 |
| 149 | 14,2 | 0,0 | 202 | 0,0 | 0,0 | 255 | 22,2 | 16,9 |
| 150 | 13,2 | 0,0 | 203 | 0,0 | 0,0 | 256 | 33,0 | 53,5 |
| 151 | 11,6 | 0,0 | 204 | 0,0 | 0,0 | 257 | 43,7 | 22,1 |
| 152 | 8,4 | 0,0 | 205 | 0,0 | 0,0 | 258 | 39,8 | 0,0 |
| 153 | 5,4 | 0,0 | 206 | 0,0 | 0,0 | 259 | 36,0 | 45,7 |
| 154 | 4,3 | 5,6 | 207 | 0,0 | 0,0 | 260 | 47,6 | 75,9 |
| 155 | 5,8 | 24,4 | 208 | 0,0 | 0,0 | 261 | 61,2 | 70,4 |
| 156 | 9,7 | 20,7 | 209 | 0,0 | 0,0 | 262 | 72,3 | 70,4 |
| 157 | 13,6 | 21,1 | 210 | 0,0 | 0,0 | 263 | 76,0 | m |
| 158 | 15,6 | 21,5 | 211 | 0,0 | 0,0 | 264 | 74,3 | m |
| 159 | 16,5 | 21,9 | 212 | 0,0 | 0,0 | 265 | 68,5 | m |
| 160 | 18,0 | 22,3 | 213 | 0,0 | 0,0 | 266 | 61,0 | m |
| 161 | 21,1 | 46,9 | 214 | 0,0 | 0,0 | 267 | 56,0 | m |
| 162 | 25,2 | 33,6 | 215 | 0,0 | 0,0 | 268 | 54,0 | m |
| 163 | 28,1 | 16,6 | 216 | 0,0 | 0,0 | 269 | 53,0 | m |
| 164 | 28,8 | 7,0 | 217 | 0,0 | 0,0 | 270 | 50,8 | m |
| 165 | 27,5 | 5,0 | 218 | 0,0 | 0,0 | 271 | 46,8 | m |
| 166 | 23,1 | 3,0 | 219 | 0,0 | 0,0 | 272 | 41,7 | m |
| 167 | 16,9 | 1,9 | 220 | 0,0 | 0,0 | 273 | 35,9 | m |
| 168 | 12,2 | 2,6 | 221 | 0,0 | 0,0 | 274 | 29,2 | m |
| 169 | 9,9 | 3,2 | 222 | 0,0 | 0,0 | 275 | 20,7 | m |
| 170 | 9,1 | 4,0 | 223 | 0,0 | 0,0 | 276 | 10,1 | m |
| 171 | 8,8 | 3,8 | 224 | 0,0 | 0,0 | 277 | 0,0 | m |
| 172 | 8,5 | 12,2 | 225 | 0,0 | 0,0 | 278 | 0,0 | 0,0 |
| 173 | 8,2 | 29,4 | 226 | 0,0 | 0,0 | 279 | 0,0 | 0,0 |
| 174 | 9,6 | 20,1 | 227 | 0,0 | 0,0 | 280 | 0,0 | 0,0 |
| 175 | 14,7 | 16,3 | 228 | 0,0 | 0,0 | 281 | 0,0 | 0,0 |
| 176 | 24,5 | 8,7 | 229 | 0,0 | 0,0 | 282 | 0,0 | 0,0 |
| 177 | 39,4 | 3,3 | 230 | 0,0 | 0,0 | 283 | 0,0 | 0,0 |
| 178 | 39,0 | 2,9 | 231 | 0,0 | 0,0 | 284 | 0,0 | 0,0 |
| 179 | 38,5 | 5,9 | 232 | 0,0 | 0,0 | 285 | 0,0 | 0,0 |
| 180 | 42,4 | 8,0 | 233 | 0,0 | 0,0 | 286 | 0,0 | 0,0 |
| 181 | 38,2 | 6,0 | 234 | 0,0 | 0,0 | 287 | 0,0 | 0,0 |
| 182 | 41,4 | 3,8 | 235 | 0,0 | 0,0 | 288 | 0,0 | 0,0 |
| 183 | 44,6 | 5,4 | 236 | 0,0 | 0,0 | 289 | 0,0 | 0,0 |
| 184 | 38,8 | 8,2 | 237 | 0,0 | 0,0 | 290 | 0,0 | 0,0 |
| 185 | 37,5 | 8,9 | 238 | 0,0 | 0,0 | 291 | 0,0 | 0,0 |
| 186 | 35,4 | 7,3 | 239 | 0,0 | 0,0 | 292 | 0,0 | 0,0 |
| 187 | 28,4 | 7,0 | 240 | 0,0 | 0,0 | 293 | 0,0 | 0,0 |
| 188 | 14,8 | 7,0 | 241 | 0,0 | 0,0 | 294 | 0,0 | 0,0 |
| 189 | 0,0 | 5,9 | 242 | 0,0 | 0,0 | 295 | 0,0 | 0,0 |
| 190 | 0,0 | 0,0 | 243 | 0,0 | 0,0 | 296 | 0,0 | 0,0 |
| 191 | 0,0 | 0,0 | 244 | 0,0 | 0,0 | 297 | 0,0 | 0,0 |
| 192 | 0,0 | 0,0 | 245 | 0,0 | 0,0 | 298 | 0,0 | 0,0 |
| 193 | 0,0 | 0,0 | 246 | 0,0 | 0,0 | 299 | 0,0 | 0,0 |
| 194 | 0,0 | 0,0 | 247 | 0,0 | 0,0 | 300 | 0,0 | 0,0 |
| 195 | 0,0 | 0,0 | 248 | 0,0 | 0,0 | 301 | 0,0 | 0,0 |
| 196 | 0,0 | 0,0 | 249 | 0,0 | 0,0 | 302 | 0,0 | 0,0 |
| 197 | 0,0 | 0,0 | 250 | 0,0 | 0,0 | 303 | 0,0 | 0,0 |
| 198 | 0,0 | 0,0 | 251 | 0,0 | 0,0 | 304 | 0,0 | 0,0 |
| 199 | 0,0 | 0,0 | 252 | 0,0 | 0,0 | 305 | 0,0 | 0,0 |
| 200 | 0,0 | 0,0 | 253 | 0,0 | 31,6 | 306 | 0,0 | 0,0 |

| Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή |
|-----|----------------|-------------|-----|----------------|-------------|-----|----------------|-------------|
| s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ |
| 307 | 0,0 | 0,0 | 360 | 38,8 | 0,0 | 413 | 53,1 | m |
| 308 | 0,0 | 0,0 | 361 | 30,0 | 37,0 | 414 | 51,8 | m |
| 309 | 0,0 | 0,0 | 362 | 37,0 | 63,6 | 415 | 50,3 | m |
| 310 | 0,0 | 0,0 | 363 | 45,5 | 90,8 | 416 | 48,4 | m |
| 311 | 0,0 | 0,0 | 364 | 54,5 | 40,9 | 417 | 45,9 | m |
| 312 | 0,0 | 0,0 | 365 | 45,9 | 0,0 | 418 | 43,1 | m |
| 313 | 0,0 | 0,0 | 366 | 37,2 | 47,5 | 419 | 40,1 | m |
| 314 | 0,0 | 0,0 | 367 | 44,5 | 84,4 | 420 | 37,4 | m |
| 315 | 0,0 | 0,0 | 368 | 51,7 | 32,4 | 421 | 35,1 | m |
| 316 | 0,0 | 0,0 | 369 | 58,1 | 15,2 | 422 | 32,8 | m |
| 317 | 0,0 | 0,0 | 370 | 45,9 | 0,0 | 423 | 45,3 | 0,0 |
| 318 | 0,0 | 0,0 | 371 | 33,6 | 35,8 | 424 | 57,8 | m |
| 319 | 0,0 | 0,0 | 372 | 36,9 | 67,0 | 425 | 50,6 | m |
| 320 | 0,0 | 0,0 | 373 | 40,2 | 84,7 | 426 | 41,6 | m |
| 321 | 0,0 | 0,0 | 374 | 43,4 | 84,3 | 427 | 47,9 | 0,0 |
| 322 | 0,0 | 0,0 | 375 | 45,7 | 84,3 | 428 | 54,2 | m |
| 323 | 0,0 | 0,0 | 376 | 46,5 | m | 429 | 48,1 | m |
| 324 | 4,5 | 41,0 | 377 | 46,1 | m | 430 | 47,0 | 31,3 |
| 325 | 17,2 | 38,9 | 378 | 43,9 | m | 431 | 49,0 | 38,3 |
| 326 | 30,1 | 36,8 | 379 | 39,3 | m | 432 | 52,0 | 40,1 |
| 327 | 41,0 | 34,7 | 380 | 47,0 | m | 433 | 53,3 | 14,5 |
| 328 | 50,0 | 32,6 | 381 | 54,6 | m | 434 | 52,6 | 0,8 |
| 329 | 51,4 | 0,1 | 382 | 62,0 | m | 435 | 49,8 | m |
| 330 | 47,8 | m | 383 | 52,0 | m | 436 | 51,0 | 18,6 |
| 331 | 40,2 | m | 384 | 43,0 | m | 437 | 56,9 | 38,9 |
| 332 | 32,0 | m | 385 | 33,9 | m | 438 | 67,2 | 45,0 |
| 333 | 24,4 | m | 386 | 28,4 | m | 439 | 78,6 | 21,5 |
| 334 | 16,8 | m | 387 | 25,5 | m | 440 | 65,5 | 0,0 |
| 335 | 8,1 | m | 388 | 24,6 | 11,0 | 441 | 52,4 | 31,3 |
| 336 | 0,0 | m | 389 | 25,2 | 14,7 | 442 | 56,4 | 60,1 |
| 337 | 0,0 | 0,0 | 390 | 28,6 | 28,4 | 443 | 59,7 | 29,2 |
| 338 | 0,0 | 0,0 | 391 | 35,5 | 65,0 | 444 | 45,1 | 0,0 |
| 339 | 0,0 | 0,0 | 392 | 43,8 | 75,3 | 445 | 30,6 | 4,2 |
| 340 | 0,0 | 0,0 | 393 | 51,2 | 34,2 | 446 | 30,9 | 8,4 |
| 341 | 0,0 | 0,0 | 394 | 40,7 | 0,0 | 447 | 30,5 | 4,3 |
| 342 | 0,0 | 0,0 | 395 | 30,3 | 45,4 | 448 | 44,6 | 0,0 |
| 343 | 0,0 | 0,0 | 396 | 34,2 | 83,1 | 449 | 58,8 | m |
| 344 | 0,0 | 0,0 | 397 | 37,6 | 85,3 | 450 | 55,1 | m |
| 345 | 0,0 | 0,0 | 398 | 40,8 | 87,5 | 451 | 50,6 | m |
| 346 | 0,0 | 0,0 | 399 | 44,8 | 89,7 | 452 | 45,3 | m |
| 347 | 0,0 | 0,0 | 400 | 50,6 | 91,9 | 453 | 39,3 | m |
| 348 | 0,0 | 0,0 | 401 | 57,6 | 94,1 | 454 | 49,1 | 0,0 |
| 349 | 0,0 | 0,0 | 402 | 64,6 | 44,6 | 455 | 58,8 | m |
| 350 | 0,0 | 0,0 | 403 | 51,6 | 0,0 | 456 | 50,7 | m |
| 351 | 0,0 | 0,0 | 404 | 38,7 | 37,4 | 457 | 42,4 | m |
| 352 | 0,0 | 0,0 | 405 | 42,4 | 70,3 | 458 | 44,1 | 0,0 |
| 353 | 0,0 | 0,0 | 406 | 46,5 | 89,1 | 459 | 45,7 | m |
| 354 | 0,0 | 0,5 | 407 | 50,6 | 93,9 | 460 | 32,5 | m |
| 355 | 0,0 | 4,9 | 408 | 53,8 | 33,0 | 461 | 20,7 | m |
| 356 | 9,2 | 61,3 | 409 | 55,5 | 20,3 | 462 | 10,0 | m |
| 357 | 22,4 | 40,4 | 410 | 55,8 | 5,2 | 463 | 0,0 | 0,0 |
| 358 | 36,5 | 50,1 | 411 | 55,4 | m | 464 | 0,0 | 1,5 |
| 359 | 47,7 | 21,0 | 412 | 54,4 | m | 465 | 0,9 | 41,1 |

| Ωρα s | Κανον. Στροφές Κατάλοιπ | Κανον. Ροπή Κατάλοιπ | Ωρα s | Κανον. Στροφές Κατάλοιπ | Κανον. Ροπή Κατάλοιπ | Ωρα s | Κανον. Στροφές Κατάλοιπ | Κανον. Ροπή Κατάλοιπ |
|----------|-------------------------------|----------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|
| 466 | 7,0 | 46,3 | 519 | 30,4 | 25,1 | 572 | 40,7 | 39,7 |
| 467 | 12,8 | 48,5 | 520 | 32,6 | 60,5 | 573 | 43,8 | 37,1 |
| 468 | 17,0 | 50,7 | 521 | 35,4 | 72,7 | 574 | 48,1 | 39,1 |
| 469 | 20,9 | 52,9 | 522 | 38,4 | 88,2 | 575 | 52,0 | 22,0 |
| 470 | 26,7 | 55,0 | 523 | 41,0 | 65,1 | 576 | 54,7 | 13,2 |
| 471 | 35,5 | 57,2 | 524 | 42,9 | 25,6 | 577 | 56,4 | 13,2 |
| 472 | 46,9 | 23,8 | 525 | 44,2 | 15,8 | 578 | 57,5 | 6,6 |
| 473 | 44,5 | 0,0 | 526 | 44,9 | 2,9 | 579 | 42,6 | 0,0 |
| 474 | 42,1 | 45,7 | 527 | 45,1 | m | 580 | 27,7 | 10,9 |
| 475 | 55,6 | 77,4 | 528 | 44,8 | m | 581 | 28,5 | 21,3 |
| 476 | 68,8 | 100,0 | 529 | 43,9 | m | 582 | 29,2 | 23,9 |
| 477 | 81,7 | 47,9 | 530 | 42,4 | m | 583 | 29,5 | 15,2 |
| 478 | 71,2 | 0,0 | 531 | 40,2 | m | 584 | 29,7 | 8,8 |
| 479 | 60,7 | 38,3 | 532 | 37,1 | m | 585 | 30,4 | 20,8 |
| 480 | 68,8 | 72,7 | 533 | 47,0 | 0,0 | 586 | 31,9 | 22,9 |
| 481 | 75,0 | m | 534 | 57,0 | m | 587 | 34,3 | 61,4 |
| 482 | 61,3 | m | 535 | 45,1 | m | 588 | 37,2 | 76,6 |
| 483 | 53,5 | m | 536 | 32,6 | m | 589 | 40,1 | 27,5 |
| 484 | 45,9 | 58,0 | 537 | 46,8 | 0,0 | 590 | 42,3 | 25,4 |
| 485 | 48,1 | 80,0 | 538 | 61,5 | m | 591 | 43,5 | 32,0 |
| 486 | 49,4 | 97,9 | 539 | 56,7 | m | 592 | 43,8 | 6,0 |
| 487 | 49,7 | m | 540 | 46,9 | m | 593 | 43,5 | m |
| 488 | 48,7 | m | 541 | 37,5 | m | 594 | 42,8 | m |
| 489 | 45,5 | m | 542 | 30,3 | m | 595 | 41,7 | m |
| 490 | 40,4 | m | 543 | 27,3 | 32,3 | 596 | 40,4 | m |
| 491 | 49,7 | 0,0 | 544 | 30,8 | 60,3 | 597 | 39,3 | m |
| 492 | 59,0 | m | 545 | 41,2 | 62,3 | 598 | 38,9 | 12,9 |
| 493 | 48,9 | m | 546 | 36,0 | 0,0 | 599 | 39,0 | 18,4 |
| 494 | 40,0 | m | 547 | 30,8 | 32,3 | 600 | 39,7 | 39,2 |
| 495 | 33,5 | m | 548 | 33,9 | 60,3 | 601 | 41,4 | 60,0 |
| 496 | 30,0 | m | 549 | 34,6 | 38,4 | 602 | 43,7 | 54,5 |
| 497 | 29,1 | 12,0 | 550 | 37,0 | 16,6 | 603 | 46,2 | 64,2 |
| 498 | 29,3 | 40,4 | 551 | 42,7 | 62,3 | 604 | 48,8 | 73,3 |
| 499 | 30,4 | 29,3 | 552 | 50,4 | 28,1 | 605 | 51,0 | 82,3 |
| 500 | 32,2 | 15,4 | 553 | 40,1 | 0,0 | 606 | 52,1 | 0,0 |
| 501 | 33,9 | 15,8 | 554 | 29,9 | 8,0 | 607 | 52,0 | m |
| 502 | 35,3 | 14,9 | 555 | 32,5 | 15,0 | 608 | 50,9 | m |
| 503 | 36,4 | 15,1 | 556 | 34,6 | 63,1 | 609 | 49,4 | m |
| 504 | 38,0 | 15,3 | 557 | 36,7 | 58,0 | 610 | 47,8 | m |
| 505 | 40,3 | 50,9 | 558 | 39,4 | 52,9 | 611 | 46,6 | m |
| 506 | 43,0 | 39,7 | 559 | 42,8 | 47,8 | 612 | 47,3 | 35,3 |
| 507 | 45,5 | 20,6 | 560 | 46,8 | 42,7 | 613 | 49,2 | 74,1 |
| 508 | 47,3 | 20,6 | 561 | 50,7 | 27,5 | 614 | 51,1 | 95,2 |
| 509 | 48,8 | 22,1 | 562 | 53,4 | 20,7 | 615 | 51,7 | m |
| 510 | 50,1 | 22,1 | 563 | 54,2 | 13,1 | 616 | 50,8 | m |
| 511 | 51,4 | 42,4 | 564 | 54,2 | 0,4 | 617 | 47,3 | m |
| 512 | 52,5 | 31,9 | 565 | 53,4 | 0,0 | 618 | 41,8 | m |
| 513 | 53,7 | 21,6 | 566 | 51,4 | m | 619 | 36,4 | m |
| 514 | 55,1 | 11,6 | 567 | 48,7 | m | 620 | 30,9 | m |
| 515 | 56,8 | 5,7 | 568 | 45,6 | m | 621 | 25,5 | 37,1 |
| 516 | 42,4 | 0,0 | 569 | 42,4 | m | 622 | 33,8 | 38,4 |
| 517 | 27,9 | 8,2 | 570 | 40,4 | m | 623 | 42,1 | m |
| 518 | 29,0 | 15,9 | 571 | 39,8 | 5,8 | 624 | 34,1 | m |

| Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή |
|-----|----------------|-------------|-----|----------------|-------------|-----|----------------|-------------|
| s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ |
| 625 | 33,0 | 37,1 | 678 | 81,8 | 78,2 | 731 | 0,0 | 0,0 |
| 626 | 36,4 | 38,4 | 679 | 84,1 | 39,0 | 732 | 0,0 | 0,0 |
| 627 | 43,3 | 17,1 | 680 | 69,6 | 0,0 | 733 | 0,0 | 0,0 |
| 628 | 35,7 | 0,0 | 681 | 55,0 | 25,2 | 734 | 0,0 | 0,0 |
| 629 | 28,1 | 11,6 | 682 | 55,8 | 49,9 | 735 | 0,0 | 0,0 |
| 630 | 36,5 | 19,2 | 683 | 56,7 | 46,4 | 736 | 0,0 | 0,0 |
| 631 | 45,2 | 8,3 | 684 | 57,6 | 76,3 | 737 | 0,0 | 0,0 |
| 632 | 36,5 | 0,0 | 685 | 58,4 | 92,7 | 738 | 0,0 | 0,0 |
| 633 | 27,9 | 32,6 | 686 | 59,3 | 99,9 | 739 | 0,0 | 0,0 |
| 634 | 31,5 | 59,6 | 687 | 60,1 | 95,0 | 740 | 0,0 | 0,0 |
| 635 | 34,4 | 65,2 | 688 | 61,0 | 46,7 | 741 | 0,0 | 0,0 |
| 636 | 37,0 | 59,6 | 689 | 46,6 | 0,0 | 742 | 0,0 | 0,0 |
| 637 | 39,0 | 49,0 | 690 | 32,3 | 34,6 | 743 | 0,0 | 0,0 |
| 638 | 40,2 | m | 691 | 32,7 | 68,6 | 744 | 0,0 | 0,0 |
| 639 | 39,8 | m | 692 | 32,6 | 67,0 | 745 | 0,0 | 0,0 |
| 640 | 36,0 | m | 693 | 31,3 | m | 746 | 0,0 | 0,0 |
| 641 | 29,7 | m | 694 | 28,1 | m | 747 | 0,0 | 0,0 |
| 642 | 21,5 | m | 695 | 43,0 | 0,0 | 748 | 0,0 | 0,0 |
| 643 | 14,1 | m | 696 | 58,0 | m | 749 | 0,0 | 0,0 |
| 644 | 0,0 | 0,0 | 697 | 58,9 | m | 750 | 0,0 | 0,0 |
| 645 | 0,0 | 0,0 | 698 | 49,4 | m | 751 | 0,0 | 0,0 |
| 646 | 0,0 | 0,0 | 699 | 41,5 | m | 752 | 0,0 | 0,0 |
| 647 | 0,0 | 0,0 | 700 | 48,4 | 0,0 | 753 | 0,0 | 0,0 |
| 648 | 0,0 | 0,0 | 701 | 55,3 | m | 754 | 0,0 | 0,0 |
| 649 | 0,0 | 0,0 | 702 | 41,8 | m | 755 | 0,0 | 0,0 |
| 650 | 0,0 | 0,0 | 703 | 31,6 | m | 756 | 0,0 | 0,0 |
| 651 | 0,0 | 0,0 | 704 | 24,6 | m | 757 | 0,0 | 0,0 |
| 652 | 0,0 | 0,0 | 705 | 15,2 | m | 758 | 0,0 | 0,0 |
| 653 | 0,0 | 0,0 | 706 | 7,0 | m | 759 | 0,0 | 0,0 |
| 654 | 0,0 | 0,0 | 707 | 0,0 | 0,0 | 760 | 0,0 | 0,0 |
| 655 | 0,0 | 0,0 | 708 | 0,0 | 0,0 | 761 | 0,0 | 0,0 |
| 656 | 0,0 | 3,4 | 709 | 0,0 | 0,0 | 762 | 0,0 | 0,0 |
| 657 | 1,4 | 22,0 | 710 | 0,0 | 0,0 | 763 | 0,0 | 0,0 |
| 658 | 10,1 | 45,3 | 711 | 0,0 | 0,0 | 764 | 0,0 | 0,0 |
| 659 | 21,5 | 10,0 | 712 | 0,0 | 0,0 | 765 | 0,0 | 0,0 |
| 660 | 32,2 | 0,0 | 713 | 0,0 | 0,0 | 766 | 0,0 | 0,0 |
| 661 | 42,3 | 46,0 | 714 | 0,0 | 0,0 | 767 | 0,0 | 0,0 |
| 662 | 57,1 | 74,1 | 715 | 0,0 | 0,0 | 768 | 0,0 | 0,0 |
| 663 | 72,1 | 34,2 | 716 | 0,0 | 0,0 | 769 | 0,0 | 0,0 |
| 664 | 66,9 | 0,0 | 717 | 0,0 | 0,0 | 770 | 0,0 | 0,0 |
| 665 | 60,4 | 41,8 | 718 | 0,0 | 0,0 | 771 | 0,0 | 22,0 |
| 666 | 69,1 | 79,0 | 719 | 0,0 | 0,0 | 772 | 4,5 | 25,8 |
| 667 | 77,1 | 38,3 | 720 | 0,0 | 0,0 | 773 | 15,5 | 42,8 |
| 668 | 63,1 | 0,0 | 721 | 0,0 | 0,0 | 774 | 30,5 | 46,8 |
| 669 | 49,1 | 47,9 | 722 | 0,0 | 0,0 | 775 | 45,5 | 29,3 |
| 670 | 53,4 | 91,3 | 723 | 0,0 | 0,0 | 776 | 49,2 | 13,6 |
| 671 | 57,5 | 85,7 | 724 | 0,0 | 0,0 | 777 | 39,5 | 0,0 |
| 672 | 61,5 | 89,2 | 725 | 0,0 | 0,0 | 778 | 29,7 | 15,1 |
| 673 | 65,5 | 85,9 | 726 | 0,0 | 0,0 | 779 | 34,8 | 26,9 |
| 674 | 69,5 | 89,5 | 727 | 0,0 | 0,0 | 780 | 40,0 | 13,6 |
| 675 | 73,1 | 75,5 | 728 | 0,0 | 0,0 | 781 | 42,2 | m |
| 676 | 76,2 | 73,6 | 729 | 0,0 | 0,0 | 782 | 42,1 | m |
| 677 | 79,1 | 75,6 | 730 | 0,0 | 0,0 | 783 | 40,8 | m |

| Ωρα s | Κανον. Στροφές Κατάλοιπ | Κανον. Ροπή Κατάλοιπ | Ωρα s | Κανον. Στροφές Κατάλοιπ | Κανον. Ροπή Κατάλοιπ | Ωρα s | Κανον. Στροφές Κατάλοιπ | Κανον. Ροπή Κατάλοιπ |
|----------|-------------------------------|----------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|
| 784 | 37,7 | 37,6 | 837 | 44,5 | m | 890 | 26,6 | m |
| 785 | 47,0 | 35,0 | 838 | 40,9 | m | 891 | 20,0 | m |
| 786 | 48,8 | 33,4 | 839 | 38,1 | m | 892 | 13,3 | m |
| 787 | 41,7 | m | 840 | 37,2 | 42,7 | 893 | 6,7 | m |
| 788 | 27,7 | m | 841 | 37,5 | 70,8 | 894 | 0,0 | 0,0 |
| 789 | 17,2 | m | 842 | 39,1 | 48,6 | 895 | 0,0 | 0,0 |
| 790 | 14,0 | 37,6 | 843 | 41,3 | 0,1 | 896 | 0,0 | 0,0 |
| 791 | 18,4 | 25,0 | 844 | 42,3 | m | 897 | 0,0 | 0,0 |
| 792 | 27,6 | 17,7 | 845 | 42,0 | m | 898 | 0,0 | 0,0 |
| 793 | 39,8 | 6,8 | 846 | 40,8 | m | 899 | 0,0 | 0,0 |
| 794 | 34,3 | 0,0 | 847 | 38,6 | m | 900 | 0,0 | 0,0 |
| 795 | 28,7 | 26,5 | 848 | 35,5 | m | 901 | 0,0 | 5,8 |
| 796 | 41,5 | 40,9 | 849 | 32,1 | m | 902 | 2,5 | 27,9 |
| 797 | 53,7 | 17,5 | 850 | 29,6 | m | 903 | 12,4 | 29,0 |
| 798 | 42,4 | 0,0 | 851 | 28,8 | 39,9 | 904 | 19,4 | 30,1 |
| 799 | 31,2 | 27,3 | 852 | 29,2 | 52,9 | 905 | 29,3 | 31,2 |
| 800 | 32,3 | 53,2 | 853 | 30,9 | 76,1 | 906 | 37,1 | 10,4 |
| 801 | 34,5 | 60,6 | 854 | 34,3 | 76,5 | 907 | 40,6 | 4,9 |
| 802 | 37,6 | 68,0 | 855 | 38,3 | 75,5 | 908 | 35,8 | 0,0 |
| 803 | 41,2 | 75,4 | 856 | 42,5 | 74,8 | 909 | 30,9 | 7,6 |
| 804 | 45,8 | 82,8 | 857 | 46,6 | 74,2 | 910 | 35,4 | 13,8 |
| 805 | 52,3 | 38,2 | 858 | 50,7 | 76,2 | 911 | 36,5 | 11,1 |
| 806 | 42,5 | 0,0 | 859 | 54,8 | 75,1 | 912 | 40,8 | 48,5 |
| 807 | 32,6 | 30,5 | 860 | 58,7 | 36,3 | 913 | 49,8 | 3,7 |
| 808 | 35,0 | 57,9 | 861 | 45,2 | 0,0 | 914 | 41,2 | 0,0 |
| 809 | 36,0 | 77,3 | 862 | 31,8 | 37,2 | 915 | 32,7 | 29,7 |
| 810 | 37,1 | 96,8 | 863 | 33,8 | 71,2 | 916 | 39,4 | 52,1 |
| 811 | 39,6 | 80,8 | 864 | 35,5 | 46,4 | 917 | 48,8 | 22,7 |
| 812 | 43,4 | 78,3 | 865 | 36,6 | 33,6 | 918 | 41,6 | 0,0 |
| 813 | 47,2 | 73,4 | 866 | 37,2 | 20,0 | 919 | 34,5 | 46,6 |
| 814 | 49,6 | 66,9 | 867 | 37,2 | m | 920 | 39,7 | 84,4 |
| 815 | 50,2 | 62,0 | 868 | 37,0 | m | 921 | 44,7 | 83,2 |
| 816 | 50,2 | 57,7 | 869 | 36,6 | m | 922 | 49,5 | 78,9 |
| 817 | 50,6 | 62,1 | 870 | 36,0 | m | 923 | 52,3 | 83,8 |
| 818 | 52,3 | 62,9 | 871 | 35,4 | m | 924 | 53,4 | 77,7 |
| 819 | 54,8 | 37,5 | 872 | 34,7 | m | 925 | 52,1 | 69,6 |
| 820 | 57,0 | 18,3 | 873 | 34,1 | m | 926 | 47,9 | 63,6 |
| 821 | 42,3 | 0,0 | 874 | 33,6 | m | 927 | 46,4 | 55,2 |
| 822 | 27,6 | 29,1 | 875 | 33,3 | m | 928 | 46,5 | 53,6 |
| 823 | 28,4 | 57,0 | 876 | 33,1 | m | 929 | 46,4 | 62,3 |
| 824 | 29,1 | 51,8 | 877 | 32,7 | m | 930 | 46,1 | 58,2 |
| 825 | 29,6 | 35,3 | 878 | 31,4 | m | 931 | 46,2 | 61,8 |
| 826 | 29,7 | 33,3 | 879 | 45,0 | 0,0 | 932 | 47,3 | 62,3 |
| 827 | 29,8 | 17,7 | 880 | 58,5 | m | 933 | 49,3 | 57,1 |
| 828 | 29,5 | m | 881 | 53,7 | m | 934 | 52,6 | 58,1 |
| 829 | 28,9 | m | 882 | 47,5 | m | 935 | 56,3 | 56,0 |
| 830 | 43,0 | 0,0 | 883 | 40,6 | m | 936 | 59,9 | 27,2 |
| 831 | 57,1 | m | 884 | 34,1 | m | 937 | 45,8 | 0,0 |
| 832 | 57,7 | m | 885 | 45,3 | 0,0 | 938 | 31,8 | 28,8 |
| 833 | 56,0 | m | 886 | 56,4 | m | 939 | 32,7 | 56,5 |
| 834 | 53,8 | m | 887 | 51,0 | m | 940 | 33,4 | 62,8 |
| 835 | 51,2 | m | 888 | 44,5 | m | 941 | 34,6 | 68,2 |
| 836 | 48,1 | m | 889 | 36,4 | m | 942 | 35,8 | 68,6 |

| Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή |
|-----|----------------|-------------|------|----------------|-------------|------|----------------|-------------|
| s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ |
| 943 | 38,6 | 65,0 | 996 | 53,5 | m | 1049 | 28,2 | 15,7 |
| 944 | 42,3 | 61,9 | 997 | 47,8 | m | 1050 | 29,2 | 30,5 |
| 945 | 44,1 | 65,3 | 998 | 41,9 | m | 1051 | 31,1 | 52,6 |
| 946 | 45,3 | 63,2 | 999 | 35,9 | m | 1052 | 33,4 | 60,7 |
| 947 | 46,5 | 30,6 | 1000 | 44,3 | 0,0 | 1053 | 35,0 | 61,4 |
| 948 | 46,7 | 11,1 | 1001 | 52,6 | m | 1054 | 35,3 | 18,2 |
| 949 | 45,9 | 16,1 | 1002 | 43,4 | m | 1055 | 35,2 | 14,9 |
| 950 | 45,6 | 21,8 | 1003 | 50,6 | 0,0 | 1056 | 34,9 | 11,7 |
| 951 | 45,9 | 24,2 | 1004 | 57,8 | m | 1057 | 34,5 | 12,9 |
| 952 | 46,5 | 24,7 | 1005 | 51,6 | m | 1058 | 34,1 | 15,5 |
| 953 | 46,7 | 24,7 | 1006 | 44,8 | m | 1059 | 33,5 | m |
| 954 | 46,8 | 28,2 | 1007 | 48,6 | 0,0 | 1060 | 31,8 | m |
| 955 | 47,2 | 31,2 | 1008 | 52,4 | m | 1061 | 30,1 | m |
| 956 | 47,6 | 29,6 | 1009 | 45,4 | m | 1062 | 29,6 | 10,3 |
| 957 | 48,2 | 31,2 | 1010 | 37,2 | m | 1063 | 30,0 | 26,5 |
| 958 | 48,6 | 33,5 | 1011 | 26,3 | m | 1064 | 31,0 | 18,8 |
| 959 | 48,8 | m | 1012 | 17,9 | m | 1065 | 31,5 | 26,5 |
| 960 | 47,6 | m | 1013 | 16,2 | 1,9 | 1066 | 31,7 | m |
| 961 | 46,3 | m | 1014 | 17,8 | 7,5 | 1067 | 31,5 | m |
| 962 | 45,2 | m | 1015 | 25,2 | 18,0 | 1068 | 30,6 | m |
| 963 | 43,5 | m | 1016 | 39,7 | 6,5 | 1069 | 30,0 | m |
| 964 | 41,4 | m | 1017 | 38,6 | 0,0 | 1070 | 30,0 | m |
| 965 | 40,3 | m | 1018 | 37,4 | 5,4 | 1071 | 29,4 | m |
| 966 | 39,4 | m | 1019 | 43,4 | 9,7 | 1072 | 44,3 | 0,0 |
| 967 | 38,0 | m | 1020 | 46,9 | 15,7 | 1073 | 59,2 | m |
| 968 | 36,3 | m | 1021 | 52,5 | 13,1 | 1074 | 58,3 | m |
| 969 | 35,3 | 5,8 | 1022 | 56,2 | 6,3 | 1075 | 57,1 | m |
| 970 | 35,4 | 30,2 | 1023 | 44,0 | 0,0 | 1076 | 55,4 | m |
| 971 | 36,6 | 55,6 | 1024 | 31,8 | 20,9 | 1077 | 53,5 | m |
| 972 | 38,6 | 48,5 | 1025 | 38,7 | 36,3 | 1078 | 51,5 | m |
| 973 | 39,9 | 41,8 | 1026 | 47,7 | 47,5 | 1079 | 49,7 | m |
| 974 | 40,3 | 38,2 | 1027 | 54,5 | 22,0 | 1080 | 47,9 | m |
| 975 | 40,8 | 35,0 | 1028 | 41,3 | 0,0 | 1081 | 46,4 | m |
| 976 | 41,9 | 32,4 | 1029 | 28,1 | 26,8 | 1082 | 45,5 | m |
| 977 | 43,2 | 26,4 | 1030 | 31,6 | 49,2 | 1083 | 45,2 | m |
| 978 | 43,5 | m | 1031 | 34,5 | 39,5 | 1084 | 44,3 | m |
| 979 | 42,9 | m | 1032 | 36,4 | 24,0 | 1085 | 43,6 | m |
| 980 | 41,5 | m | 1033 | 36,7 | m | 1086 | 43,1 | m |
| 981 | 40,9 | m | 1034 | 35,5 | m | 1087 | 42,5 | 25,6 |
| 982 | 40,5 | m | 1035 | 33,8 | m | 1088 | 43,3 | 25,7 |
| 983 | 39,5 | m | 1036 | 33,7 | 19,8 | 1089 | 46,3 | 24,0 |
| 984 | 38,3 | m | 1037 | 35,3 | 35,1 | 1090 | 47,8 | 20,6 |
| 985 | 36,9 | m | 1038 | 38,0 | 33,9 | 1091 | 47,2 | 3,8 |
| 986 | 35,4 | m | 1039 | 40,1 | 34,5 | 1092 | 45,6 | 4,4 |
| 987 | 34,5 | m | 1040 | 42,2 | 40,4 | 1093 | 44,6 | 4,1 |
| 988 | 33,9 | m | 1041 | 45,2 | 44,0 | 1094 | 44,1 | m |
| 989 | 32,6 | m | 1042 | 48,3 | 35,9 | 1095 | 42,9 | m |
| 990 | 30,9 | m | 1043 | 50,1 | 29,6 | 1096 | 40,9 | m |
| 991 | 29,9 | m | 1044 | 52,3 | 38,5 | 1097 | 39,2 | m |
| 992 | 29,2 | m | 1045 | 55,3 | 57,7 | 1098 | 37,0 | m |
| 993 | 44,1 | 0,0 | 1046 | 57,0 | 50,7 | 1099 | 35,1 | 2,0 |
| 994 | 59,1 | m | 1047 | 57,7 | 25,2 | 1100 | 35,6 | 43,3 |
| 995 | 56,8 | m | 1048 | 42,9 | 0,0 | 1101 | 38,7 | 47,6 |

| Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή |
|------|----------------|-------------|------|----------------|-------------|------|----------------|-------------|
| s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ |
| 1102 | 41,3 | 40,4 | 1155 | 0,0 | 0,0 | 1208 | 44,9 | 0,0 |
| 1103 | 42,6 | 45,7 | 1156 | 0,0 | 0,0 | 1209 | 34,9 | 47,4 |
| 1104 | 43,9 | 43,3 | 1157 | 0,0 | 0,0 | 1210 | 42,7 | 82,7 |
| 1105 | 46,9 | 41,2 | 1158 | 0,0 | 0,0 | 1211 | 52,0 | 81,2 |
| 1106 | 52,4 | 40,1 | 1159 | 0,0 | 0,0 | 1212 | 61,8 | 82,7 |
| 1107 | 56,3 | 39,3 | 1160 | 0,0 | 0,0 | 1213 | 71,3 | 39,1 |
| 1108 | 57,4 | 25,5 | 1161 | 0,0 | 0,0 | 1214 | 58,1 | 0,0 |
| 1109 | 57,2 | 25,4 | 1162 | 0,0 | 0,0 | 1215 | 44,9 | 42,5 |
| 1110 | 57,0 | 25,4 | 1163 | 0,0 | 0,0 | 1216 | 46,3 | 83,3 |
| 1111 | 56,8 | 25,3 | 1164 | 0,0 | 0,0 | 1217 | 46,8 | 74,1 |
| 1112 | 56,3 | 25,3 | 1165 | 0,0 | 0,0 | 1218 | 48,1 | 75,7 |
| 1113 | 55,6 | 25,2 | 1166 | 0,0 | 0,0 | 1219 | 50,5 | 75,8 |
| 1114 | 56,2 | 25,2 | 1167 | 0,0 | 0,0 | 1220 | 53,6 | 76,7 |
| 1115 | 58,0 | 12,4 | 1168 | 0,0 | 0,0 | 1221 | 56,9 | 77,1 |
| 1116 | 43,4 | 0,0 | 1169 | 0,0 | 0,0 | 1222 | 60,2 | 78,7 |
| 1117 | 28,8 | 26,2 | 1170 | 0,0 | 0,0 | 1223 | 63,7 | 78,0 |
| 1118 | 30,9 | 49,9 | 1171 | 0,0 | 0,0 | 1224 | 67,2 | 79,6 |
| 1119 | 32,3 | 40,5 | 1172 | 0,0 | 0,0 | 1225 | 70,7 | 80,9 |
| 1120 | 32,5 | 12,4 | 1173 | 0,0 | 0,0 | 1226 | 74,1 | 81,1 |
| 1121 | 32,4 | 12,2 | 1174 | 0,0 | 0,0 | 1227 | 77,5 | 83,6 |
| 1122 | 32,1 | 6,4 | 1175 | 0,0 | 0,0 | 1228 | 80,8 | 85,6 |
| 1123 | 31,0 | 12,4 | 1176 | 0,0 | 0,0 | 1229 | 84,1 | 81,6 |
| 1124 | 30,1 | 18,5 | 1177 | 0,0 | 0,0 | 1230 | 87,4 | 88,3 |
| 1125 | 30,4 | 35,6 | 1178 | 0,0 | 0,0 | 1231 | 90,5 | 91,9 |
| 1126 | 31,2 | 30,1 | 1179 | 0,0 | 0,0 | 1232 | 93,5 | 94,1 |
| 1127 | 31,5 | 30,8 | 1180 | 0,0 | 0,0 | 1233 | 96,8 | 96,6 |
| 1128 | 31,5 | 26,9 | 1181 | 0,0 | 0,0 | 1234 | 100,0 | m |
| 1129 | 31,7 | 33,9 | 1182 | 0,0 | 0,0 | 1235 | 96,0 | m |
| 1130 | 32,0 | 29,9 | 1183 | 0,0 | 0,0 | 1236 | 81,9 | m |
| 1131 | 32,1 | m | 1184 | 0,0 | 0,0 | 1237 | 68,1 | m |
| 1132 | 31,4 | m | 1185 | 0,0 | 0,0 | 1238 | 58,1 | 84,7 |
| 1133 | 30,3 | m | 1186 | 0,0 | 0,0 | 1239 | 58,5 | 85,4 |
| 1134 | 29,8 | m | 1187 | 0,0 | 0,0 | 1240 | 59,5 | 85,6 |
| 1135 | 44,3 | 0,0 | 1188 | 0,0 | 0,0 | 1241 | 61,0 | 86,6 |
| 1136 | 58,9 | m | 1189 | 0,0 | 0,0 | 1242 | 62,6 | 86,8 |
| 1137 | 52,1 | m | 1190 | 0,0 | 0,0 | 1243 | 64,1 | 87,6 |
| 1138 | 44,1 | m | 1191 | 0,0 | 0,0 | 1244 | 65,4 | 87,5 |
| 1139 | 51,7 | 0,0 | 1192 | 0,0 | 0,0 | 1245 | 66,7 | 87,8 |
| 1140 | 59,2 | m | 1193 | 0,0 | 0,0 | 1246 | 68,1 | 43,5 |
| 1141 | 47,2 | m | 1194 | 0,0 | 0,0 | 1247 | 55,2 | 0,0 |
| 1142 | 35,1 | 0,0 | 1195 | 0,0 | 0,0 | 1248 | 42,3 | 37,2 |
| 1143 | 23,1 | m | 1196 | 0,0 | 20,4 | 1249 | 43,0 | 73,6 |
| 1144 | 13,1 | m | 1197 | 12,6 | 41,2 | 1250 | 43,5 | 65,1 |
| 1145 | 5,0 | m | 1198 | 27,3 | 20,4 | 1251 | 43,8 | 53,1 |
| 1146 | 0,0 | 0,0 | 1199 | 40,4 | 7,6 | 1252 | 43,9 | 54,6 |
| 1147 | 0,0 | 0,0 | 1200 | 46,1 | m | 1253 | 43,9 | 41,2 |
| 1148 | 0,0 | 0,0 | 1201 | 44,6 | m | 1254 | 43,8 | 34,8 |
| 1149 | 0,0 | 0,0 | 1202 | 42,7 | 14,7 | 1255 | 43,6 | 30,3 |
| 1150 | 0,0 | 0,0 | 1203 | 42,9 | 7,3 | 1256 | 43,3 | 21,9 |
| 1151 | 0,0 | 0,0 | 1204 | 36,1 | 0,0 | 1257 | 42,8 | 19,9 |
| 1152 | 0,0 | 0,0 | 1205 | 29,3 | 15,0 | 1258 | 42,3 | m |
| 1153 | 0,0 | 0,0 | 1206 | 43,8 | 22,6 | 1259 | 41,4 | m |
| 1154 | 0,0 | 0,0 | 1207 | 54,9 | 9,9 | 1260 | 40,2 | m |

| Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή |
|------|----------------|-------------|------|----------------|-------------|------|----------------|-------------|
| s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ |
| 1261 | 38,7 | m | 1314 | 51,0 | 100,0 | 1367 | 29,9 | m |
| 1262 | 37,1 | m | 1315 | 51,9 | 100,0 | 1368 | 28,7 | m |
| 1263 | 35,6 | m | 1316 | 52,6 | 100,0 | 1369 | 29,0 | 58,6 |
| 1264 | 34,2 | m | 1317 | 52,8 | 32,4 | 1370 | 29,7 | 88,5 |
| 1265 | 32,9 | m | 1318 | 47,7 | 0,0 | 1371 | 31,0 | 86,3 |
| 1266 | 31,8 | m | 1319 | 42,6 | 27,4 | 1372 | 31,8 | 43,4 |
| 1267 | 30,7 | m | 1320 | 42,1 | 53,5 | 1373 | 31,7 | m |
| 1268 | 29,6 | m | 1321 | 41,8 | 44,5 | 1374 | 29,9 | m |
| 1269 | 40,4 | 0,0 | 1322 | 41,4 | 41,1 | 1375 | 40,2 | 0,0 |
| 1270 | 51,2 | m | 1323 | 41,0 | 21,0 | 1376 | 50,4 | m |
| 1271 | 49,6 | m | 1324 | 40,3 | 0,0 | 1377 | 47,9 | m |
| 1272 | 48,0 | m | 1325 | 39,3 | 1,0 | 1378 | 45,0 | m |
| 1273 | 46,4 | m | 1326 | 38,3 | 15,2 | 1379 | 43,0 | m |
| 1274 | 45,0 | m | 1327 | 37,6 | 57,8 | 1380 | 40,6 | m |
| 1275 | 43,6 | m | 1328 | 37,3 | 73,2 | 1381 | 55,5 | 0,0 |
| 1276 | 42,3 | m | 1329 | 37,3 | 59,8 | 1382 | 70,4 | 41,7 |
| 1277 | 41,0 | m | 1330 | 37,4 | 52,2 | 1383 | 73,4 | 83,2 |
| 1278 | 39,6 | m | 1331 | 37,4 | 16,9 | 1384 | 74,0 | 83,7 |
| 1279 | 38,3 | m | 1332 | 37,1 | 34,3 | 1385 | 74,9 | 41,7 |
| 1280 | 37,1 | m | 1333 | 36,7 | 51,9 | 1386 | 60,0 | 0,0 |
| 1281 | 35,9 | m | 1334 | 36,2 | 25,3 | 1387 | 45,1 | 41,6 |
| 1282 | 34,6 | m | 1335 | 35,6 | m | 1388 | 47,7 | 84,2 |
| 1283 | 33,0 | m | 1336 | 34,6 | m | 1389 | 50,4 | 50,2 |
| 1284 | 31,1 | m | 1337 | 33,2 | m | 1390 | 53,0 | 26,1 |
| 1285 | 29,2 | m | 1338 | 31,6 | m | 1391 | 59,5 | 0,0 |
| 1286 | 43,3 | 0,0 | 1339 | 30,1 | m | 1392 | 66,2 | 38,4 |
| 1287 | 57,4 | 32,8 | 1340 | 28,8 | m | 1393 | 66,4 | 76,7 |
| 1288 | 59,9 | 65,4 | 1341 | 28,0 | 29,5 | 1394 | 67,6 | 100,0 |
| 1289 | 61,9 | 76,1 | 1342 | 28,6 | 100,0 | 1395 | 68,4 | 76,6 |
| 1290 | 65,6 | 73,7 | 1343 | 28,8 | 97,3 | 1396 | 68,2 | 47,2 |
| 1291 | 69,9 | 79,3 | 1344 | 28,8 | 73,4 | 1397 | 69,0 | 81,4 |
| 1292 | 74,1 | 81,3 | 1345 | 29,6 | 56,9 | 1398 | 69,7 | 40,6 |
| 1293 | 78,3 | 83,2 | 1346 | 30,3 | 91,7 | 1399 | 54,7 | 0,0 |
| 1294 | 82,6 | 86,0 | 1347 | 31,0 | 90,5 | 1400 | 39,8 | 19,9 |
| 1295 | 87,0 | 89,5 | 1348 | 31,8 | 81,7 | 1401 | 36,3 | 40,0 |
| 1296 | 91,2 | 90,8 | 1349 | 32,6 | 79,5 | 1402 | 36,7 | 59,4 |
| 1297 | 95,3 | 45,9 | 1350 | 33,5 | 86,9 | 1403 | 36,6 | 77,5 |
| 1298 | 81,0 | 0,0 | 1351 | 34,6 | 100,0 | 1404 | 36,8 | 94,3 |
| 1299 | 66,6 | 38,2 | 1352 | 35,6 | 78,7 | 1405 | 36,8 | 100,0 |
| 1300 | 67,9 | 75,5 | 1353 | 36,4 | 50,5 | 1406 | 36,4 | 100,0 |
| 1301 | 68,4 | 80,5 | 1354 | 37,0 | 57,0 | 1407 | 36,3 | 79,7 |
| 1302 | 69,0 | 85,5 | 1355 | 37,3 | 69,1 | 1408 | 36,7 | 49,5 |
| 1303 | 70,0 | 85,2 | 1356 | 37,6 | 49,5 | 1409 | 36,6 | 39,3 |
| 1304 | 71,6 | 85,9 | 1357 | 37,8 | 44,4 | 1410 | 37,3 | 62,8 |
| 1305 | 73,3 | 86,2 | 1358 | 37,8 | 43,4 | 1411 | 38,1 | 73,4 |
| 1306 | 74,8 | 86,5 | 1359 | 37,8 | 34,8 | 1412 | 39,0 | 72,9 |
| 1307 | 76,3 | 42,9 | 1360 | 37,6 | 24,0 | 1413 | 40,2 | 72,0 |
| 1308 | 63,3 | 0,0 | 1361 | 37,2 | m | 1414 | 41,5 | 71,2 |
| 1309 | 50,4 | 21,2 | 1362 | 36,3 | m | 1415 | 42,9 | 77,3 |
| 1310 | 50,6 | 42,3 | 1363 | 35,1 | m | 1416 | 44,4 | 76,6 |
| 1311 | 50,6 | 53,7 | 1364 | 33,7 | m | 1417 | 45,4 | 43,1 |
| 1312 | 50,4 | 90,1 | 1365 | 32,4 | m | 1418 | 45,3 | 53,9 |
| 1313 | 50,5 | 97,1 | 1366 | 31,1 | m | 1419 | 45,1 | 64,8 |

| Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή |
|------|----------------|-------------|------|----------------|-------------|------|----------------|-------------|
| s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ |
| 1420 | 46,5 | 74,2 | 1473 | 50,4 | 83,4 | 1526 | 48,8 | 23,0 |
| 1421 | 47,7 | 75,2 | 1474 | 51,4 | 90,6 | 1527 | 49,1 | 67,9 |
| 1422 | 48,1 | 75,5 | 1475 | 52,3 | 93,8 | 1528 | 49,4 | 73,7 |
| 1423 | 48,6 | 75,8 | 1476 | 53,3 | 94,0 | 1529 | 49,8 | 75,0 |
| 1424 | 48,9 | 76,3 | 1477 | 54,2 | 94,1 | 1530 | 50,4 | 75,8 |
| 1425 | 49,9 | 75,5 | 1478 | 54,9 | 94,3 | 1531 | 51,4 | 73,9 |
| 1426 | 50,4 | 75,2 | 1479 | 55,7 | 94,6 | 1532 | 52,3 | 72,2 |
| 1427 | 51,1 | 74,6 | 1480 | 56,1 | 94,9 | 1533 | 53,3 | 71,2 |
| 1428 | 51,9 | 75,0 | 1481 | 56,3 | 86,2 | 1534 | 54,6 | 71,2 |
| 1429 | 52,7 | 37,2 | 1482 | 56,2 | 64,1 | 1535 | 55,4 | 68,7 |
| 1430 | 41,6 | 0,0 | 1483 | 56,0 | 46,1 | 1536 | 56,7 | 67,0 |
| 1431 | 30,4 | 36,6 | 1484 | 56,2 | 33,4 | 1537 | 57,2 | 64,6 |
| 1432 | 30,5 | 73,2 | 1485 | 56,5 | 23,6 | 1538 | 57,3 | 61,9 |
| 1433 | 30,3 | 81,6 | 1486 | 56,3 | 18,6 | 1539 | 57,0 | 59,5 |
| 1434 | 30,4 | 89,3 | 1487 | 55,7 | 16,2 | 1540 | 56,7 | 57,0 |
| 1435 | 31,5 | 90,4 | 1488 | 56,0 | 15,9 | 1541 | 56,7 | 69,8 |
| 1436 | 32,7 | 88,5 | 1489 | 55,9 | 21,8 | 1542 | 56,8 | 58,5 |
| 1437 | 33,7 | 97,2 | 1490 | 55,8 | 20,9 | 1543 | 56,8 | 47,2 |
| 1438 | 35,2 | 99,7 | 1491 | 55,4 | 18,4 | 1544 | 57,0 | 38,5 |
| 1439 | 36,3 | 98,8 | 1492 | 55,7 | 25,1 | 1545 | 57,0 | 32,8 |
| 1440 | 37,7 | 100,0 | 1493 | 56,0 | 27,7 | 1546 | 56,8 | 30,2 |
| 1441 | 39,2 | 100,0 | 1494 | 55,8 | 22,4 | 1547 | 57,0 | 27,0 |
| 1442 | 40,9 | 100,0 | 1495 | 56,1 | 20,0 | 1548 | 56,9 | 26,2 |
| 1443 | 42,4 | 99,5 | 1496 | 55,7 | 17,4 | 1549 | 56,7 | 26,2 |
| 1444 | 43,8 | 98,7 | 1497 | 55,9 | 20,9 | 1550 | 57,0 | 26,6 |
| 1445 | 45,4 | 97,3 | 1498 | 56,0 | 22,9 | 1551 | 56,7 | 27,8 |
| 1446 | 47,0 | 96,6 | 1499 | 56,0 | 21,1 | 1552 | 56,7 | 29,7 |
| 1447 | 47,8 | 96,2 | 1500 | 55,1 | 19,2 | 1553 | 56,8 | 32,1 |
| 1448 | 48,8 | 96,3 | 1501 | 55,6 | 24,2 | 1554 | 56,5 | 34,9 |
| 1449 | 50,5 | 95,1 | 1502 | 55,4 | 25,6 | 1555 | 56,6 | 34,9 |
| 1450 | 51,0 | 95,9 | 1503 | 55,7 | 24,7 | 1556 | 56,3 | 35,8 |
| 1451 | 52,0 | 94,3 | 1504 | 55,9 | 24,0 | 1557 | 56,6 | 36,6 |
| 1452 | 52,6 | 94,6 | 1505 | 55,4 | 23,5 | 1558 | 56,2 | 37,6 |
| 1453 | 53,0 | 65,5 | 1506 | 55,7 | 30,9 | 1559 | 56,6 | 38,2 |
| 1454 | 53,2 | 0,0 | 1507 | 55,4 | 42,5 | 1560 | 56,2 | 37,9 |
| 1455 | 53,2 | m | 1508 | 55,3 | 25,8 | 1561 | 56,6 | 37,5 |
| 1456 | 52,6 | m | 1509 | 55,4 | 1,3 | 1562 | 56,4 | 36,7 |
| 1457 | 52,1 | m | 1510 | 55,0 | m | 1563 | 56,5 | 34,8 |
| 1458 | 51,8 | m | 1511 | 54,4 | m | 1564 | 56,5 | 35,8 |
| 1459 | 51,3 | m | 1512 | 54,2 | m | 1565 | 56,5 | 36,2 |
| 1460 | 50,7 | m | 1513 | 53,5 | m | 1566 | 56,5 | 36,7 |
| 1461 | 50,7 | m | 1514 | 52,4 | m | 1567 | 56,7 | 37,8 |
| 1462 | 49,8 | m | 1515 | 51,8 | m | 1568 | 56,7 | 37,8 |
| 1463 | 49,4 | m | 1516 | 50,7 | m | 1569 | 56,6 | 36,6 |
| 1464 | 49,3 | m | 1517 | 49,9 | m | 1570 | 56,8 | 36,1 |
| 1465 | 49,1 | m | 1518 | 49,1 | m | 1571 | 56,5 | 36,8 |
| 1466 | 49,1 | m | 1519 | 47,7 | m | 1572 | 56,9 | 35,9 |
| 1467 | 49,1 | 8,3 | 1520 | 47,3 | m | 1573 | 56,7 | 35,0 |
| 1468 | 48,9 | 16,8 | 1521 | 46,9 | m | 1574 | 56,5 | 36,0 |
| 1469 | 48,8 | 21,3 | 1522 | 46,9 | m | 1575 | 56,4 | 36,5 |
| 1470 | 49,1 | 22,1 | 1523 | 47,2 | m | 1576 | 56,5 | 38,0 |
| 1471 | 49,4 | 26,3 | 1524 | 47,8 | m | 1577 | 56,5 | 39,9 |
| 1472 | 49,8 | 39,2 | 1525 | 48,2 | 0,0 | 1578 | 56,4 | 42,1 |

| Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή | Ωρα | Κανον. Στροφές | Κανον. Ροπή |
|------|----------------|-------------|------|----------------|-------------|------|----------------|-------------|
| s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ | s | Κατάλοιπ | Κατάλοιπ |
| 1579 | 56,5 | 47,0 | 1632 | 56,7 | 44,9 | 1685 | 57,5 | 25,9 |
| 1580 | 56,4 | 48,0 | 1633 | 56,6 | 45,2 | 1686 | 57,5 | 20,7 |
| 1581 | 56,1 | 49,1 | 1634 | 56,8 | 46,0 | 1687 | 57,6 | 16,4 |
| 1582 | 56,4 | 48,9 | 1635 | 56,5 | 46,6 | 1688 | 57,6 | 12,4 |
| 1583 | 56,4 | 48,2 | 1636 | 56,6 | 48,3 | 1689 | 57,6 | 8,9 |
| 1584 | 56,5 | 48,3 | 1637 | 56,4 | 48,6 | 1690 | 57,5 | 8,0 |
| 1585 | 56,5 | 47,9 | 1638 | 56,6 | 50,3 | 1691 | 57,5 | 5,8 |
| 1586 | 56,6 | 46,8 | 1639 | 56,3 | 51,9 | 1692 | 57,3 | 5,8 |
| 1587 | 56,6 | 46,2 | 1640 | 56,5 | 54,1 | 1693 | 57,6 | 5,5 |
| 1588 | 56,5 | 44,4 | 1641 | 56,3 | 54,9 | 1694 | 57,3 | 4,5 |
| 1589 | 56,8 | 42,9 | 1642 | 56,4 | 55,0 | 1695 | 57,2 | 3,2 |
| 1590 | 56,5 | 42,8 | 1643 | 56,4 | 56,2 | 1696 | 57,2 | 3,1 |
| 1591 | 56,7 | 43,2 | 1644 | 56,2 | 58,6 | 1697 | 57,3 | 4,9 |
| 1592 | 56,5 | 42,8 | 1645 | 56,2 | 59,1 | 1698 | 57,3 | 4,2 |
| 1593 | 56,9 | 42,2 | 1646 | 56,2 | 62,5 | 1699 | 56,9 | 5,5 |
| 1594 | 56,5 | 43,1 | 1647 | 56,4 | 62,8 | 1700 | 57,1 | 5,1 |
| 1595 | 56,5 | 42,9 | 1648 | 56,0 | 64,7 | 1701 | 57,0 | 5,2 |
| 1596 | 56,7 | 42,7 | 1649 | 56,4 | 65,6 | 1702 | 56,9 | 5,5 |
| 1597 | 56,6 | 41,5 | 1650 | 56,2 | 67,7 | 1703 | 56,6 | 5,4 |
| 1598 | 56,9 | 41,8 | 1651 | 55,9 | 68,9 | 1704 | 57,1 | 6,1 |
| 1599 | 56,6 | 41,9 | 1652 | 56,1 | 68,9 | 1705 | 56,7 | 5,7 |
| 1600 | 56,7 | 42,6 | 1653 | 55,8 | 69,5 | 1706 | 56,8 | 5,8 |
| 1601 | 56,7 | 42,6 | 1654 | 56,0 | 69,8 | 1707 | 57,0 | 6,1 |
| 1602 | 56,7 | 41,5 | 1655 | 56,2 | 69,3 | 1708 | 56,7 | 5,9 |
| 1603 | 56,7 | 42,2 | 1656 | 56,2 | 69,8 | 1709 | 57,0 | 6,6 |
| 1604 | 56,5 | 42,2 | 1657 | 56,4 | 69,2 | 1710 | 56,9 | 6,4 |
| 1605 | 56,8 | 41,9 | 1658 | 56,3 | 68,7 | 1711 | 56,7 | 6,7 |
| 1606 | 56,5 | 42,0 | 1659 | 56,2 | 69,4 | 1712 | 56,9 | 6,9 |
| 1607 | 56,7 | 42,1 | 1660 | 56,2 | 69,5 | 1713 | 56,8 | 5,6 |
| 1608 | 56,4 | 41,9 | 1661 | 56,2 | 70,0 | 1714 | 56,6 | 5,1 |
| 1609 | 56,7 | 42,9 | 1662 | 56,4 | 69,7 | 1715 | 56,6 | 6,5 |
| 1610 | 56,7 | 41,8 | 1663 | 56,2 | 70,2 | 1716 | 56,5 | 10,0 |
| 1611 | 56,7 | 41,9 | 1664 | 56,4 | 70,5 | 1717 | 56,6 | 12,4 |
| 1612 | 56,8 | 42,0 | 1665 | 56,1 | 70,5 | 1718 | 56,5 | 14,5 |
| 1613 | 56,7 | 41,5 | 1666 | 56,5 | 69,7 | 1719 | 56,6 | 16,3 |
| 1614 | 56,6 | 41,9 | 1667 | 56,2 | 69,3 | 1720 | 56,3 | 18,1 |
| 1615 | 56,8 | 41,6 | 1668 | 56,5 | 70,9 | 1721 | 56,6 | 20,7 |
| 1616 | 56,6 | 41,6 | 1669 | 56,4 | 70,8 | 1722 | 56,1 | 22,6 |
| 1617 | 56,9 | 42,0 | 1670 | 56,3 | 71,1 | 1723 | 56,3 | 25,8 |
| 1618 | 56,7 | 40,7 | 1671 | 56,4 | 71,0 | 1724 | 56,4 | 27,7 |
| 1619 | 56,7 | 39,3 | 1672 | 56,7 | 68,6 | 1725 | 56,0 | 29,7 |
| 1620 | 56,5 | 41,4 | 1673 | 56,8 | 68,6 | 1726 | 56,1 | 32,6 |
| 1621 | 56,4 | 44,9 | 1674 | 56,6 | 68,0 | 1727 | 55,9 | 34,9 |
| 1622 | 56,8 | 45,2 | 1675 | 56,8 | 65,1 | 1728 | 55,9 | 36,4 |
| 1623 | 56,6 | 43,6 | 1676 | 56,9 | 60,9 | 1729 | 56,0 | 39,2 |
| 1624 | 56,8 | 42,2 | 1677 | 57,1 | 57,4 | 1730 | 55,9 | 41,4 |
| 1625 | 56,5 | 42,3 | 1678 | 57,1 | 54,3 | 1731 | 55,5 | 44,2 |
| 1626 | 56,5 | 44,4 | 1679 | 57,0 | 48,6 | 1732 | 55,9 | 46,4 |
| 1627 | 56,9 | 45,1 | 1680 | 57,4 | 44,1 | 1733 | 55,8 | 48,3 |
| 1628 | 56,4 | 45,0 | 1681 | 57,4 | 40,2 | 1734 | 55,6 | 49,1 |
| 1629 | 56,7 | 46,3 | 1682 | 57,6 | 36,9 | 1735 | 55,8 | 49,3 |
| 1630 | 56,7 | 45,5 | 1683 | 57,5 | 34,2 | 1736 | 55,9 | 47,7 |
| 1631 | 56,8 | 45,0 | 1684 | 57,4 | 31,1 | 1737 | 55,9 | 47,4 |

| Ώρα s | Κανον. Στροφές Κατάλοιπ | Κανον. Ροπή Κατάλοιπ | Ώρα s | Κανον. Στροφές Κατάλοιπ | Κανον. Ροπή Κατάλοιπ | Ώρα s | Κανον. Στροφές Κατάλοιπ | Κανον. Ροπή Κατάλοιπ |
|----------|-------------------------------|----------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|
| 1738 | 55,8 | 46,9 | 1759 | 46,8 | m | 1780 | 44,0 | m |
| 1739 | 56,1 | 46,8 | 1760 | 45,7 | m | 1781 | 37,6 | m |
| 1740 | 56,1 | 45,8 | 1761 | 44,8 | m | 1782 | 47,2 | 0,0 |
| 1741 | 56,2 | 46,0 | 1762 | 43,9 | m | 1783 | 56,8 | m |
| 1742 | 56,3 | 45,9 | 1763 | 42,9 | m | 1784 | 47,5 | m |
| 1743 | 56,3 | 45,9 | 1764 | 41,5 | m | 1785 | 42,9 | m |
| 1744 | 56,2 | 44,6 | 1765 | 39,5 | m | 1786 | 31,6 | m |
| 1745 | 56,2 | 46,0 | 1766 | 36,7 | m | 1787 | 25,8 | m |
| 1746 | 56,4 | 46,2 | 1767 | 33,8 | m | 1788 | 19,9 | m |
| 1747 | 55,8 | m | 1768 | 31,0 | m | 1789 | 14,0 | m |
| 1748 | 55,5 | m | 1769 | 40,0 | 0,0 | 1790 | 8,1 | m |
| 1749 | 55,0 | m | 1770 | 49,1 | m | 1791 | 2,2 | m |
| 1750 | 54,1 | m | 1771 | 46,2 | m | 1792 | 0,0 | 0,0 |
| 1751 | 54,0 | m | 1772 | 43,1 | m | 1793 | 0,0 | 0,0 |
| 1752 | 53,3 | m | 1773 | 39,9 | m | 1794 | 0,0 | 0,0 |
| 1753 | 52,6 | m | 1774 | 36,6 | m | 1795 | 0,0 | 0,0 |
| 1754 | 51,8 | m | 1775 | 33,6 | m | 1796 | 0,0 | 0,0 |
| 1755 | 50,7 | m | 1776 | 30,5 | m | 1797 | 0,0 | 0,0 |
| 1756 | 49,9 | m | 1777 | 42,8 | 0,0 | 1798 | 0,0 | 0,0 |
| 1757 | 49,1 | m | 1778 | 55,2 | m | 1799 | 0,0 | 0,0 |
| 1758 | 47,7 | m | 1779 | 49,9 | m | 1800 | 0,0 | 0,0 |

m = οδήγηση για λόγους αναψυχής

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ 2

ΚΑΥΣΙΜΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΝΤΙΖΕΛ

| Παράμετρος | Μονάδα | Όρια ⁽¹⁾ | | Μέθοδος δοκιμής ⁽⁵⁾ |
|---|--------------------|---------------------|---------|--------------------------------|
| | | κατώτατο | ανώτατο | |
| Αριθμός κετανίου | | 52 | 54 | ISO 5165 |
| Πυκνότητα σε 15 °C | kg/m ³ | 833 | 837 | ISO 3675 |
| Απόσταξη: | | | | |
| — 50 % κατ' όγκο | °C | 245 | | ISO 3405 |
| — 95 % κατ' όγκο | °C | 345 | 350 | |
| — τελικό σημείο βρασμού | °C | | 370 | |
| Σημείο ανάφλεξης | °C | 55 | | ISO 2719 |
| Σημείο απόφραξης ψυχρού φίλτρου | °C | | - 5 | EN 116 |
| Κινητικό ιξώδες στους 40 °C | mm ² /s | 2,3 | 3,3 | ISO 3104 |
| Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες | % m/m | 2,0 | 6,0 | EN 12916 |
| Κατάλοιπα άνθρακα κατά Conradson (10 % DR) | % m/m | | 0,2 | ISO 10370 |
| Περιεκτικότητα σε τέφρες | % m/m | | 0,01 | EN-ISO 6245 |
| Περιεκτικότητα σε νερό | % m/m | | 0,02 | EN-ISO 12937 |
| Περιεκτικότητα σε θείο | mg/kg | | 10 | EN-ISO 14596 |
| Διάβρωση χαλκού στους 50 °C | | | 1 | EN-ISO 2160 |
| Λιπαντική ισχύς (HFRR στους 60 °C) | µm | | 400 | CEC F-06-A-96 |
| Αριθμός εξουδετέρωσης | mg KOH/g | | 0,02 | |
| Αντοχή στην οξείδωση στους 110 °C ⁽²⁾ ⁽³⁾ | h | 20 | | EN 14112 |
| FAME ⁽⁴⁾ | % v/v | 4,5 | 5,5 | EN 14078 |

(1) Οι τιμές που αναφέρονται στην προδιαγραφή είναι "αληθείς τιμές". Για τον καθορισμό των οριακών τιμών εφαρμόζονται οι όροι του προτύπου ISO 4259: "Προϊόντα πετρελαίου – προσδιορισμός και εφαρμογή δεδομένων ακριβείας σε σχέση με τις μεθόδους δοκιμής", ενώ για τον καθορισμό της ελάχιστης τιμής λήφθηκε υπόψη ελάχιστη διαφορά 2R πάνω από το μηδέν. Για τον καθορισμό μέγιστης και ελάχιστης τιμής, η ελάχιστη διαφορά είναι 4R (R = αναπαραγωγικότητα).

Παρά το μέτρο αυτό, που είναι αναγκαίο για στατιστικούς λόγους, ο παραγωγός του καυσίμου θα πρέπει εντούτοις να στοχεύει σε μηδενική τιμή όταν η καθορισμένη μέγιστη τιμή είναι 2R, και στη μέση τιμή στην περίπτωση τιμών ανώτατων και κατώτατων ορίων. Εάν χρειάζεται να διευκρινιστεί το ζήτημα κατά πόσον ένα καύσιμο πληροί τις απαιτήσεις των προδιαγραφών, θα πρέπει να εφαρμόζονται οι όροι του ISO 4259.

(2) Ακόμη και αν ελέγχεται η σταθερότητα έναντι οξείδωσης, είναι πιθανό ότι η διάρκεια αποθήκευσης θα είναι περιορισμένη. Πρέπει να ζητούνται οδηγίες από τον προμηθευτή για τις συνθήκες και τη διάρκεια αποθήκευσης.

(3) Η αντοχή στην οξείδωση μπορεί να αποδεικνύεται κατά EN-ISO 12205 ή κατά EN 14112. Η συγκεκριμένη απαίτηση πρέπει να αναθεωρηθεί βάσει της αξιολόγησης από τη CEN/TC19 της απόδοσης ως προς την αντοχή στην οξείδωση και των ορίων δοκιμών.

(4) Ποιότητα FAME σύμφωνα με το EN 14214 (ASTM D 6751).

(5) Ισχύει η τελευταία έκδοση της αντίστοιχης μεθόδου δοκιμής.

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ 3

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

A.3.1. Στο παρόν προσάρτημα περιέχονται οι βασικές απαιτήσεις και οι γενικές περιγραφές της δειγματοληψίας και των συστημάτων ανάλυσης για τη μέτρηση αερίων εκπομπών και εκπομπών σωματιδίων. Επειδή διάφορες διατάξεις μπορούν να παραγάγουν ισοδύναμα αποτελέσματα, δεν απαιτείται η πλήρης συμμόρφωση με τα αριθμητικά στοιχεία του παρόντος προσαρτήματος. Μπορούν να χρησιμοποιούνται στοιχεία, όπως π.χ. όργανα, βαλβίδες, σωληνοειδή, αντλίες, διατάξεις ροής και διακόπτες, για την παροχή πρόσθετων πληροφοριών και για το συντονισμό των λειτουργιών των επί μέρους συστημάτων. Άλλα στοιχεία, που δεν είναι αναγκαία για τη διατήρηση της ακρίβειας ορισμένων συστημάτων, μπορούν να αποκλείονται, εάν αυτός ο αποκλεισμός βασίζεται σε ορδή τεχνική κρίση.

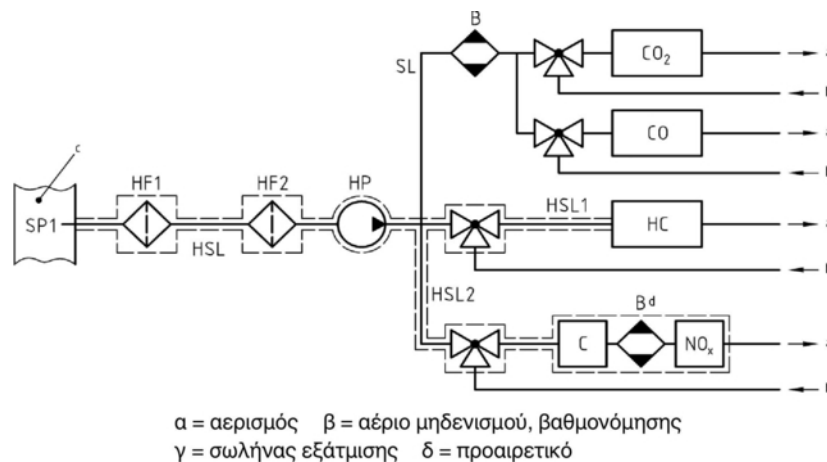
A.3.1.1. Αναλυτικό σύστημα

A.3.1.2. Περιγραφή του αναλυτικού συστήματος

Περιγράφεται αναλυτικό σύστημα για τον προσδιορισμό των εκπομπών αερίων στο πρωτογενές (σχήμα 9) ή αραιωμένο (σχήμα 10) καυσαέριο με βάση τη χρήση:

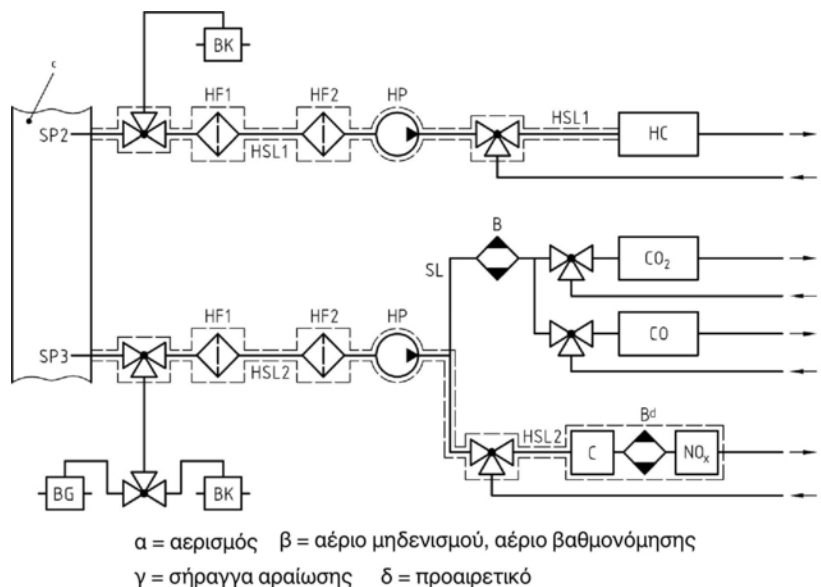
- α) αναλυτή HFID ή FID για τη μέτρηση των υδρογονανθράκων·
- β) αναλυτών NDIR για τη μέτρηση του μονοξειδίου και του διοξειδίου του άνθρακα·
- γ) αναλυτή HCLD ή CLD για τη μέτρηση των οξειδίων του αζώτου.

Το δείγμα για όλα τα συστατικά πρέπει να λαμβάνεται με έναν καθετήρα δειγματοληψίας και εσωτερικά διαχωρισμένο κατά τους διάφορους αναλυτές. Προαιρετικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο καθετήρες δειγματοληψίας τοποθετημένους πολύ κοντά. Πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να μη γίνεται ακούσια συμπύκνωση των συστατικών των καυσαερίων (συμπεριλαμβανομένων του νερού και του θειικού οξέος) σε κανένα σημείο του αναλυτικού συστήματος.



Σχήμα 9

Διάγραμμα ροής του συστήματος ανάλυσης πρωτογενούς καυσαερίου για CO, CO₂, NO_x, HC



Σχήμα 10

Διάγραμμα ροής συστήματος ανάλυσης αρωμαμένων καυσαερίων για CO, CO₂, NO_x και HC

A.3.1.3. Στοιχεία των σχημάτων 9 και 10

EP Σωλήνας εξαγωγής

SP Καθετήρας δειγματοληψίας πρωτογενούς καυσαερίου (σχήμα 9 μόνο)

Συνιστάται ευθύγραμμος καθετήρας από ανοξείδωτο χάλυβα, με κλειστά άκρα και με πολλές οπές. Η εσωτερική διάμετρος δεν θα είναι μεγαλύτερη από την εσωτερική διάμετρο της δειγματοληπτικής γραμμής. Το πάχος των τοιχωμάτων του καθετήρα δεν είναι μεγαλύτερο από 1 mm. Υπάρχουν το ελάχιστο 3 οπές σε 3 διαφορετικά κάθετα προς τον άξονα επίπεδα, με μέγεθος τέτοιο ώστε να λαμβάνουν δείγμα περίπου την ίδια ροή. Ο καθετήρας πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 80 % της διαμέτρου του σωλήνα εξαγωγής. Μπορούν να χρησιμοποιούνται ένας ή δύο καθετήρες δειγματοληψίας.

SP2 Καθετήρας δειγματοληψίας αρωμαμένου καυσαερίου HC (σχήμα 10 μόνο)

Ο καθετήρας:

- να ορίζεται ως τα πρώτα 254 έως 762 mm της θερμαινόμενης δειγματοληπτικής γραμμής HSL1,
- να έχει 5 mm ελάχιστη εσωτερική διάμετρο,
- να τοποθετείται στη σήραγγα αραίωσης DT (σημείο 15) σε σημείο όπου αναμειγνύονται καλά ο αέρας αραίωσης και τα καυσαέρια (δηλ. σε σημείο ευρισκόμενο σε απόσταση δεκαπλάσια της διαμέτρου της σήραγγας μετά το σημείο όπου τα καυσαέρια εισέρχονται στη σήραγγα αραίωσης),
- να βρίσκεται σε αρκετή απόσταση (κάθετη προς τον άξονα) από άλλους καθετήρες και από τα τοιχώματα της σήραγγας ώστε να μην υφίσταται την επίδραση τυχόν κυματισμών ή δινών,
- να θερμαίνεται κατά τρόπο ώστε να αυξάνεται η θερμοκρασία του ρεύματος του αερίου σε $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190\text{ }^\circ\text{C} \pm 10\text{ }^\circ\text{C}$) στην έξοδο του καθετήρα, ή σε $385\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($112\text{ }^\circ\text{C} \pm 10\text{ }^\circ\text{C}$) για τους κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης,
- να μη θερμαίνεται σε περίπτωση μέτρησης FID (ψυχρή κατάσταση).

SP3 Καθετήρας δειγματοληψίας αρωμαμένου καυσαερίου CO, CO₂, NO_x (σχήμα 10 μόνο)

Ο καθετήρας:

- α) να είναι στο ίδιο επίπεδο με τον SP2,
- β) να βρίσκεται σε αρκετή απόσταση (κάθετη προς τον άξονα) από άλλους καθετήρες και από τα τοιχώματα της σήραγγας ώστε να μην υφίσταται την επίδραση τυχόν κυματισμών ή δινών,
- γ) να θερμαίνεται και να μονώνεται καθ' όλο το μήκος του μέχρι μία ελάχιστη θερμοκρασία 328 K (55 °C) για να παρεμποδίζεται η συμπύκνωση του νερού.

HF1 Θερμαινόμενο προφίλτρο (προαιρετικό)

Η θερμοκρασία είναι η ίδια όπως στην HSL1.

HF2 Θερμαινόμενο φίλτρο

Το φίλτρο αφαιρεί όλα τα στερεά σωματίδια από το δείγμα αερίου πριν από τον αναλυτή. Η θερμοκρασία είναι η ίδια όπως στην HSL1. Το φίλτρο αντικαθίσταται όποτε είναι ανάγκη.

HSL1 Θερμαινόμενη γραμμή δειγματοληψίας

Η γραμμή δειγματοληψίας παρέχει δείγμα αερίου από ένα μόνο καθετήρα στο(στα) σημείο(α) διαχωρισμού και στον αναλυτή HC.

Η δειγματοληπτική γραμμή:

- α) να έχει 4 mm ελάχιστη και 13,5 mm μέγιστη εσωτερική διάμετρο,
- β) να είναι από ανοξείδωτο χάλυβα ή από PTFE,
- γ) διατηρεί τη θερμοκρασία τοιχωμάτων στους 463 K \pm 10 K (190 °C \pm 10 °C), όπως μετράται σε κάθε χωριστά θερμαινόμενο τμήμα, εάν η θερμοκρασία του καυσαερίου στο δειγματοληπτικό καθετήρα είναι ίση ή μικρότερη από 463 K (190 °C).
- δ) να διατηρεί θερμοκρασία τοιχώματος μεγαλύτερη από 453 K (180 °C) εάν η θερμοκρασία των καυσαερίων στον καθετήρα δειγματοληψίας είναι πάνω από 463 K (190 °C),
- ε) διατηρεί τη θερμοκρασία αερίου στους 463 K \pm 10 K (190 °C \pm 10 °C) αμέσως πριν από το θερμαινόμενο φίλτρο HF2 και τον HFID.

HSL2 Θερμαινόμενη γραμμή δειγματοληψίας NO_x

Η δειγματοληπτική γραμμή:

- α) διατηρεί τη θερμοκρασία τοιχωμάτων από 328 K έως 473 K (55 °C έως 200 °C), μέχρι τον μετατροπέα για ξηρή μέτρηση και μέχρι τον αναλυτή για υγρή μέτρηση.
- β) είναι κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα ή PTFE.

HP Θερμαινόμενη αντλία δειγματοληψίας

Η αντλία πρέπει να θερμαίνεται στη θερμοκρασία της HSL1.

SL Γραμμή δειγματοληψίας CO και CO₂

SL Γραμμή δειγματοληψίας CO και CO₂ Μπορεί να θερμαίνεται ή όχι.

HC Αναλυτής HFID

Θερμαινόμενος ανιχνευτής ιονισμού φλόγας (HFID) ή ανιχνευτής ιονισμού φλόγας (FID) για τον προσδιορισμό των υδρογονανθράκων. Η θερμοκρασία του HFID διατηρείται στους 453 K έως 473 K (180 °C έως 200 °C).

CO, CO₂ Αναλυτής NDIR

Αναλυτές NDIR για τον προσδιορισμό του μονοξειδίου του άνθρακα και του διοξειδίου του άνθρακα (προαιρετικοί για τον προσδιορισμό του λόγου αραίωσης για τη μέτρηση των PT).

NO_x Αναλυτής CLD ή αναλυτής NDUV

Αναλυτής CLD, HCLD ή NDUV για τον προσδιορισμό των οξειδίων του αζώτου. Εάν χρησιμοποιείται αναλυτής HCLD, διατηρείται σε θερμοκρασία 328 K έως 473 K (55 °C έως 200 °C).

B Αποξηραντής δείγματος (προαιρετικό για μετρήσεις NO)

Για την ψύξη και συμπύκνωση του νερού από το δείγμα του καυσαερίου. Είναι προαιρετικό, εάν ο αναλυτής δεν υφίσταται παρεμποδιστική δράση υδρατμών, όπως αυτή ορίζεται στο σημείο 9.3.9.2.2. Εάν το νερό απομακρύνεται με συμπύκνωση, πρέπει να παρακολουθείται η θερμοκρασία του αερίου του δείγματος ή το σημείο δρόσου είτε μέσα στην παγίδα νερού είτε στα κατάντη. Η θερμοκρασία του αερίου του δείγματος ή το σημείο δρόσου δεν πρέπει να υπερβαίνουν του 280 K (7 °C). Χημικοί ξηραντές δεν επιτρέπονται για την απομάκρυνση του νερού από το δείγμα.

BK Σάκος υποβάθρου (προαιρετικός, μόνο σχήμα 10)

Για τη μέτρηση των συγκεντρώσεων του περιβάλλοντος.

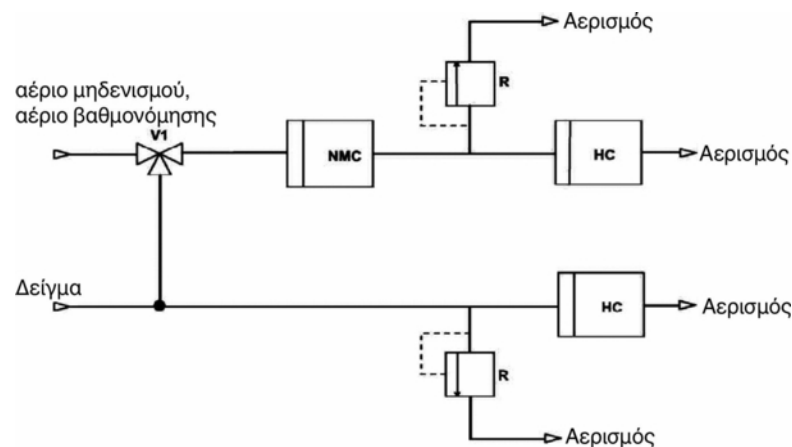
BG Σάκος δείγματος (προαιρετικός, μόνο σχήμα 10)

Για τη μέτρηση των συγκεντρώσεων δείγματος.

A.3.1.4. Μέθοδος του διαχωριστή υδρογονάνθρακων πλην μεθανίου (NMC)

Ο διαχωριστής οξειδώνει όλους τους υδρογονάνθρακες σε CO₂ και H₂O, με εξαίρεση το CH₄, ώστε κατά τη διέλευση του δείγματος μέσω του NMC, ο HFID να ανιχνεύει μόνο το CH₄. Εκτός από τη συνήθη συστοιχία δειγματοληψίας HC (βλ. σχήματα 9 και 10), τοποθετείται δεύτερη συστοιχία δειγματοληψίας HC, εξοπλισμένη με διαχωριστή όπως καθορίζεται στο σχήμα 11. Αυτό επιτρέπει ταυτόχρονη μέτρηση συνολικών HC, HC₄ και NMHC.

Ο διαχωριστής χαρακτηρίζεται σε θερμοκρασία τουλάχιστον 600 K (327 °C) πριν από τη διεξαγωγή της δοκιμής, ως προς την καταλυτική του δράση στο CH₄ και το C₂H₆ σε τιμές H₂O αντιπροσωπευτικές των συνθηκών του ρεύματος της εξάτμισης. Πρέπει να είναι γνωστά το σημείο δρόσου και η περιεκτικότητα σε O₂ του ρεύματος καυσαερίου από το οποίο ελήφθη το δείγμα. Η σχετική απόκριση του FID στο CH₄ και στο C₂H₆ προσδιορίζεται σύμφωνα με το σημείο 9.3.8.



Σχήμα 11

Διάγραμμα ροής για την ανάλυση μεθανίου με τον NMC

A.3.1.5. Στοιχεία του σχήματος 11

NMC Διαχωριστής υδρογονανθράκων πλην μεθανίου

Για την οξείδωση όλων των υδρογονανθράκων πλην του μεθανίου.

HC

Θερμαινόμενος ανιχνευτής ιονισμού φλόγας (HFID) ή ανιχνευτής ιονισμού φλόγας (FID) για τη μέτρηση των συγκεντρώσεων HC και CH₄. Η θερμοκρασία του HFID διατηρείται στους 453 K έως 473 K (180 °C έως 200 °C).

V1 Βαλβίδα επιλογής

Για την επιλογή αερίου μηδενισμού και αερίου βαθμονόμησης.

R Ρυθμιστής πίεσης

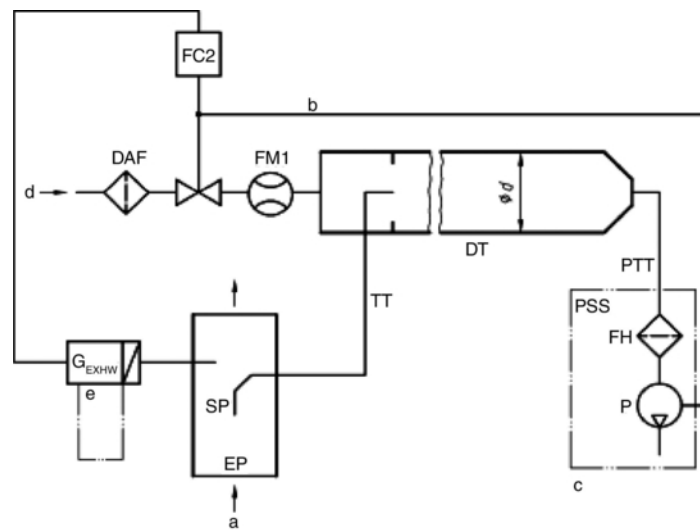
Για τον έλεγχο της πίεσης στη γραμμή δειγματοληψίας και της ροής προς το HFID.

A.3.2. Σύστημα αραίωσης και δειγματοληψίας σωματιδίων

A.3.2.1. Περιγραφή συστημάτων μερικής ροής

Η περιγραφή ενός συστήματος αραίωσης βασίζεται στην αραίωση μέρους του ρεύματος των καυσαερίων. Η διαίρεση του ρεύματος της εξάτμισης και η διαδικασία αραίωσης που ακολουθεί μπορούν να γίνουν με διαφορετικούς τύπους συστημάτων αραίωσης. Για τη μετέπειτα συλλογή των σωματιδίων, το σύνολο ή μέρος μόνον των αραιωμένων καυσαερίων διοχετεύεται στο σύστημα δειγματοληψίας σωματιδίων. Η πρώτη μέθοδος αναφέρεται ως τύπος ολικής δειγματοληψίας και η δεύτερη ως τύπος κλασματικής δειγματοληψίας. Ο υπολογισμός του λόγου αραίωσης εξαρτάται από τον τύπο του συστήματος που χρησιμοποιείται.

Στο συνολικό σύστημα δειγματοληψίας, όπως φαίνεται στο σχήμα 12, τα πρωτογενή καυσαέρια μεταφέρονται από το σωλήνα εξαγωγής (EP) στη σήραγγα αραίωσης (DT) μέσω του καθετήρα δειγματοληψίας (SP) και του σωλήνα μεταφοράς (TT). Η ολική ροή διαμέσου της σήραγγας ρυθμίζεται με τη διάταξη ελέγχου ροής FC2 και την αντλία δειγματοληψίας (P) του συστήματος δειγματοληψίας σωματιδίων (βλ. σχήμα 16). Η ροή του αέρα αραίωσης ελέγχεται από τη διάταξη ελέγχου ροής FC1, που μπορεί να χρησιμοποιεί τα q_{mew} ή q_{maw} και q_{mf} ως σήματα εντολής, για τον επιθυμητό διαχωρισμό των καυσαερίων. Η ροή δείγματος στην DT είναι η διαφορά μεταξύ της συνολικής ροής και της ροής του αέρα αραίωσης. Ο ρυθμός ροής του αέρα αραίωσης μετράται με τη συσκευή μέτρησης ροής FM1, ενώ ο συνολικός ρυθμός ροής μετράται με τη συσκευή μέτρησης ροής FM3 του συστήματος δειγματοληψίας σωματιδίων (βλ. σχήμα 16). Ο λόγος αραίωσης υπολογίζεται βάσει των δύο αυτών ρυθμών ροής.



α = εξάτμιση β = προαιρετικό γ = για λεπτομέρειες βλ. σχήμα 16

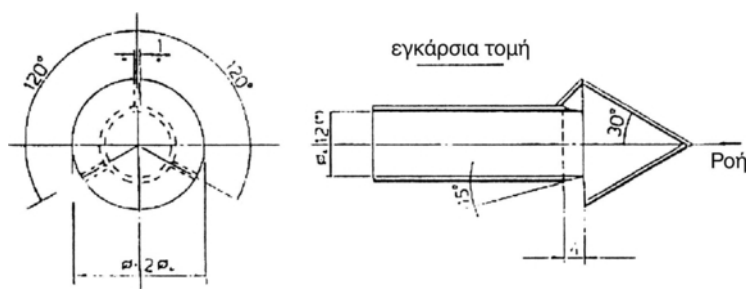
Σχήμα 12

Σύστημα αραίωσης μερικής ροής (τύπος ολικής δειγματοληψίας)

- γ) καθετήρας πολλαπλών οπών όπως περιγράφεται στο SP στο σημείο A.3.1.3
- δ) καθετήρας με κωνικό άκρο στραμμένος προς τα ανάντη κατά τον κεντρικό άξονα του σωλήνα εξαγωγής όπως φαίνεται στο σχήμα 14.

Η ελάχιστη εσωτερική διάμετρος του καθετήρα είναι 4 mm. Ο ελάχιστος λόγος της διαμέτρου του σωλήνα εξαγωγής προς τη διάμετρο του καθετήρα είναι 4.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται ο τύπος καθετήρα α), εγκαθίσταται, απευθείας ανάντη του υποδοχέα φίλτρου, από 2,5 μm έως 10 μm, αδρανειακός προβαθμονομητής (φυγοκεντρικός συλλέκτης ή κρούστης) με σημείο διακοπής 50 %.



Σχήμα 14

Σχεδιάγραμμα του καθετήρα με κάλυμμα

TT Σωλήνας μεταφοράς καυσαερίων

Ο σωλήνας μεταφοράς καυσαερίου θα είναι όσο το δυνατόν βραχύτερος, αλλά:

- α) το μήκος του δεν θα υπερβαίνει τα 0,26 m, εάν είναι μονωμένος στο 80 % του συνολικού μήκους, μετρούμενο μεταξύ του τέλους του καθετήρα και του σταδίου αραίωσης,
- ή
- β) δεν θα υπερβαίνει το 1 m, εάν θερμανθεί μεταξύ 150 °C στο 90 % του συνολικού μήκους, μετρούμενο μεταξύ του τέλους του καθετήρα και του σταδίου αραίωσης,

Θα έχει διάμετρο ίση ή μεγαλύτερη από τη διάμετρο του καθετήρα, αλλά όχι μεγαλύτερη από 25 mm, θα εκβάλλει στο διαμήκη άξονα της σήραγγας αραίωσης και θα είναι στραμμένος προς τα κατάντη.

Όσον αφορά το α), πρέπει να μονώνεται με υλικό μέγιστης θερμικής αγωγιμότητας 0,05 W/mK με πάχος μόνωσης κάθετο προς τον άξονά του που να αντιστοιχεί στη διάμετρο του καθετήρα..

FC1 Ρυθμιστής ροής

Χρησιμοποιείται ρυθμιστής ροής για τον έλεγχο του ρεύματος αραίωσης μέσω του ανεμιστήρα αντίθλιψης PB ή/και του ανεμιστήρα αναρρόφησης SB. Ο ρυθμιστής μπορεί να συνδεθεί με τα σήματα ροής καυσαερίων του αισθητήρα σύμφωνα με το σημείο 8.4.1. Ο ρυθμιστής ροής μπορεί να εγκατασταθεί ανάντη ή κατάντη του αντίστοιχου ανεμιστήρα. Όταν χρησιμοποιείται παροχή αέρα υπό πίεση, η FC1 ελέγχει απευθείας τη ροή του αέρα.

FM1 Διάταξη μέτρησης ροής

Μετρητής αερίου ή άλλα όργανα για τη μέτρηση της ροής του αέρα αραίωσης. Ο FM1 είναι προαιρετικός, όταν ο ανεμιστήρας αντίθλιψης PB έχει βαθμονομηθεί για τη μέτρηση της ροής.

DAF Φίλτρο αραιωτικού

Το αραιωτικό (αέρας περιβάλλοντος, συνθετικός αέρας ή άζωτο) φιλτράρεται με φίλτρο ιδανικής απόδοσης (HEPA) με αρχική ελάχιστη απόδοση συλλογής 99,97 % σύμφωνα με το EN 1822-1 (κατηγορία φίλτρου H14 ή καλύτερη), ASTM F 1471-93 ή ισοδύναμο πρότυπο.

FM2 Διάταξη μέτρησης παροχής (τύπος κλασματικής δειγματοληψίας, σχήμα 13 μόνο)

Μετρητής αερίων ή άλλα όργανα για τη μέτρηση της ροής του αραιωμένου καυσαερίου. Η FM2 είναι προαιρετικός, όταν ο ανεμιστήρας αναρρόφησης SB έχει βαθμονομηθεί για τη μέτρηση της ροής.

PB Ανεμιστήρας αντίθλιψης (τύπος κλασματικής δειγματοληψίας, σχήμα 13 μόνο)

Για τον έλεγχο του ρυθμού ροής του αέρα αραιώσεως, ο PB μπορεί να συνδεθεί με τις διατάξεις ελέγχου ροής FC1 ή FC2. Ο PB δεν είναι αναγκαίος όταν χρησιμοποιείται πεταλούδα. Ο PB μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της ροής του αέρα αραιώσεως, εάν έχει βαθμονομηθεί.

SB Ανεμιστήρας αναρρόφησης (τύπος κλασματικής δειγματοληψίας, σχήμα 13 μόνο)

Ο SB μπορεί να χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ροής των αραιωμένων καυσαερίων, εάν βαθμονομηθεί.

DT Σήραγγα αραιώσεως (μερική ροή)

Η σήραγγα αραιώσεως:

- α) πρέπει να είναι ικανού μήκους ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης ανάμειξη των καυσαερίων και του αέρα αραιώσεως σε συνθήκες τυρβώδους ροής (αριθμός Reynolds, Re , μεγαλύτερος από 4 000, όπου ο Re βασίζεται στην εσωτερική διάμετρο της σήραγγας αραιώσεως) για σύστημα κλασματικής δειγματοληψίας, δηλ. η πλήρης ανάμειξη δεν απαιτείται για σύστημα συνολικής δειγματοληψίας,
- β) πρέπει να είναι κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα·
- γ) μπορεί να θερμαίνεται σε θερμοκρασία τοιχωμάτων 325 K (52 °C) κατ' ανώτατο όριο·

δ) μπορούν να έχει(-ουν) μονωθεί.

PSP Καθετήρας δειγματοληψίας σωματιδίων (τύπος κλασματικής δειγματοληψίας, σχήμα 13 μόνο)

Ο καθετήρας δειγματοληψίας σωματιδίων αποτελεί το ακραίο τμήμα του σωλήνα μεταφοράς σωματιδίων PTT (βλ. σημείο A.3.2.6.) και

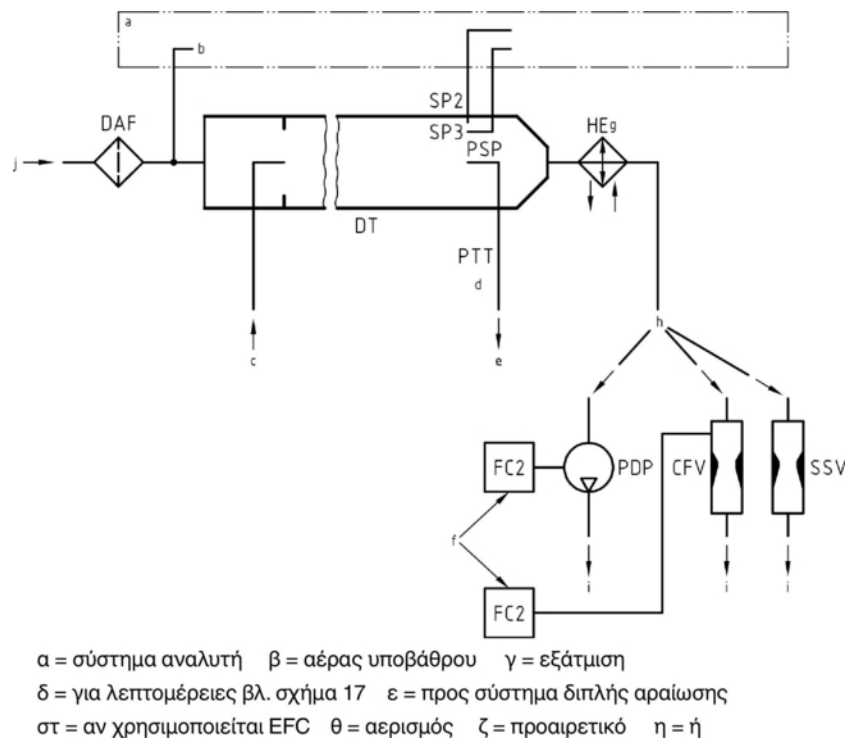
- α) τοποθετείται στραμμένος προς τα ανάντη σε ένα σημείο όπου ο αέρας αραιώσεως και τα καυσαέρια είναι καλά αναμειγμένα, δηλ. στον κεντρικό άξονα της σήραγγας αραιώσεως (DT) και σε απόσταση σχεδόν δεκαπλάσια της διαμέτρου της σήραγγας, κατάντη του σημείου εισόδου των καυσαερίων στη σήραγγα αραιώσεως,
- β) πρέπει να έχει εσωτερική διάμετρο 8 mm κατ' ελάχιστον,
- γ) μπορεί να θερμαίνεται κατ' ανώτατο όριο έως 325 K (52 °C) θερμοκρασία τοιχώματος με απευθείας θέρμανση ή με προθέρμανση του αέρα αραιώσεως, υπό την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία του αέρα δεν υπερβαίνει τους 325 K (52 °C) πριν από την εισαγωγή των καυσαερίων στη σήραγγα αραιώσεως,
- δ) μπορεί να έχει μονωθεί.

A.3.2.3. Περιγραφή του συστήματος αραίωσης πλήρους ροής

Περιγράφεται σύστημα αραίωσης που βασίζεται στην αραίωση του συνόλου των πρωτογενών καυσαερίων στη σήραγγα αραίωσης DT με τη μέθοδο της δειγματοληψίας σταθερού όγκου (CVS), και απεικονίζεται στο σχήμα 15.

Ο ρυθμός ροής αραιωμένων καυσαερίων μετράται είτε με αντλία θετικού εκτοπίσματος (PDP) ή με βεντούρι κρίσιμης ροής (CFV) ή με βεντούρι υποχημητικής ροής (SSV). Μπορεί να χρησιμοποιείται εναλλάκτης θερμότητας (HE) ή ηλεκτρονική αντιστάθμιση ροής (EFC) για την αναλογική δειγματοληψία σωματιδίων και για τον προσδιορισμό της ροής. Εφόσον ο προσδιορισμός της μάζας των σωματιδίων βασίζεται στη συνολική ροή αραιωμένων καυσαερίων, δεν απαιτείται να υπολογίζεται η αναλογία αραίωσης.

Για τη μετέπειτα συλλογή των σωματιδίων, δείγμα των αραιωμένων καυσαερίων διοχετεύεται στο σύστημα δειγματοληψίας σωματιδίων διπλής αραίωσης (βλ. σχήμα 17). Αν και πρόκειται εν μέρει για σύστημα αραίωσης, το σύστημα διπλής αραίωσης περιγράφεται ως τροποποίηση του συστήματος δειγματοληψίας σωματιδίων, δεδομένου ότι τα περισσότερα μέρη του είναι κοινά με ενός συνήθους συστήματος δειγματοληψίας σωματιδίων.



Σχήμα 15

Σχεδιάγραμμα του συστήματος αραίωσης πλήρους ροής

A.3.2.4. Στοιχεία του σχήματος 15

EP Σωλήνας καυσαερίου

Το μήκος του σωλήνα καυσαερίου από την έξοδο της πολλαπλής καυσαερίου του κινητήρα, το στόμιο εξαγωγής του στροβιλοσυμπιεστή ή τη συσκευή μετεπεξεργασίας μέχρι τη σήραγγα αραίωσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10 m. Εάν το σύστημα έχει μήκος πάνω από 4 m, τότε όλες οι σωληνώσεις πέραν των 4 m πρέπει να μονώνονται, εκτός από τυχόν χρησιμοποιούμενο εν γραμμής μετρητή καπνού. Το πάχος της μόνωσης κάθετα προς τον άξονα πρέπει να είναι τουλάχιστον 25 mm. Η θερμική αγωγιμότητα του μονωτικού υλικού πρέπει να μην υπερβαίνει την τιμή 0,1 W/mK μετρούμενη στους 673 K. Για τη μείωση της θερμικής αδράνειας του σωλήνα εξαγωγής, συνιστάται λόγος πάχους προς διάμετρο ίσος με 0,015 ή μικρότερος. Περιορίζεται η χρήση εύκαμπτων μερών σε λόγο μήκους προς διάμετρο ίσο με 12 ή μικρότερο.

PDP Αντλία θετικής εκτόπισης

Η PDP μετρά την ολική ροή του αραιωμένου καυσαερίου από τον αριθμό των περιστροφών και το εκτόπισμα της αντλίας. Η αντίθλιψη του συστήματος εξάτμισης δεν πρέπει να μειώνεται τεχνητά από την PDP ή από το σύστημα εισαγωγής αέρα αραιώσης. Η στατική αντίθλιψη εξάτμισης, μετρούμενη με το σύστημα PDP σε λειτουργία, πρέπει να παραμένει μέσα στα όρια $\pm 1,5$ kPa της στατικής πίεσης που μετράται χωρίς σύνδεση με την PDP στις ίδιες στροφές και στο ίδιο φορτίο του κινητήρα. Η θερμοκρασία του μείγματος αερίων αμέσως μετά την PDP πρέπει να είναι μέσα στα όρια ± 6 K της μέσης θερμοκρασίας λειτουργίας που παρατηρείται κατά τη διάρκεια της δοκιμής, όταν δεν χρησιμοποιείται αντιστάθμιση ροής (EFC). Αντιστάθμιση ροής επιτρέπεται μόνον εάν η θερμοκρασία στην είσοδο της PDP δεν υπερβαίνει τους 323 K (50 °C).

CFV Βεντούρι κρίσιμης ροής

Το CFV μετρά τη συνολική ροή αραιωμένων καυσαερίων διατηρώντας τη ροή σε συνθήκες στραγγαλισμού (κρίσιμη ροή). Η στατική αντίθλιψη εξάτμισης, μετρούμενη με το σύστημα CFV σε λειτουργία, πρέπει να παραμένει μέσα στα όρια $\pm 1,5$ kPa της στατικής πίεσης που μετράται χωρίς σύνδεση με το CFV στις ίδιες στροφές και στο ίδιο φορτίο του κινητήρα. Η θερμοκρασία του μείγματος αερίων αμέσως μετά την CFV πρέπει να είναι μέσα στα όρια ± 11 K της μέσης θερμοκρασίας λειτουργίας που παρατηρείται κατά τη διάρκεια της δοκιμής, όταν δεν χρησιμοποιείται αντιστάθμιση ροής (EFC).

SSV Βεντούρι υποηχητικής ροής

Το SSV μετρά τη συνολική ροή αραιωμένων καυσαερίων με τη χρήση της λειτουργίας ροής αερίων ενός βεντούρι υποηχητικής ροής σε συνάρτηση με την πίεση και τη θερμοκρασία στο στόμιο εισόδου και την πτώση της πίεσης μεταξύ της εισόδου και του λαιμού του βεντούρι. Η στατική αντίθλιψη εξάτμισης, μετρούμενη με το σύστημα SSV σε λειτουργία, πρέπει να παραμένει μέσα στα όρια $\pm 1,5$ kPa της στατικής πίεσης που μετράται χωρίς σύνδεση με το SSV στις ίδιες στροφές και στο ίδιο φορτίο του κινητήρα. Η θερμοκρασία του μείγματος αερίων αμέσως μετά την SSV πρέπει να είναι μέσα στα όρια ± 11 K της μέσης θερμοκρασίας λειτουργίας που παρατηρείται κατά τη διάρκεια της δοκιμής, όταν δεν χρησιμοποιείται αντιστάθμιση ροής (EFC).

HE Εναλλάκτης θερμότητας (προαιρετικός)

Ο εναλλάκτης θερμότητας έχει επαρκή ισχύ για να διατηρεί τη θερμοκρασία μέσα στα όρια που καθορίζονται παραπάνω. Αν χρησιμοποιείται EFC, δεν απαιτείται εναλλάκτης θερμότητας.

EFC Ηλεκτρονική αντιστάθμιση ροής (προαιρετική)

Εάν η θερμοκρασία στην είσοδο είτε της PDP, είτε του CFV, είτε του SSV δεν διατηρείται στα προαναφερθέντα όρια, απαιτείται η ύπαρξη συστήματος αντιστάθμισης ροής για τη συνεχή μέτρηση του ρυθμού ροής και τον έλεγχο της αναλογικής δειγματοληψίας στο σύστημα διπλής αραιώσης. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται οι ενδείξεις των συνεχών μετρήσεων ρυθμού ροής για τη διατήρηση της αναλογικότητας του ρυθμού ροής του δείγματος μέσω των φίλτρων σωματιδίων του συστήματος διπλής αραιώσης (βλ. σχήμα 17) εντός του $\pm 2,5$ %.

DT Σήραγγα αραιώσης (πλήρης ροή)

Η σήραγγα αραιώσης

- a) έχει αρκετά μικρή διάμετρο ώστε να προκαλεί τυρβώδη ροή (αριθμός Reynolds, Re , άνω του 4 000, όπου Re βασίζεται στην εσωτερική διάμετρο της σήραγγας αραιώσης) και αρκετό μήκος ώστε να εξασφαλίζει πλήρη ανάμειξη του καυσαερίου και του αέρα αραιώσης,
- β) μπορεί να είναι μονωμένη
- γ) μπορεί να θερμαίνεται σε θερμοκρασία τοιχωμάτων ικανή να εξαλείψει τη συμπύκνωση υδρατμών.

Το καυσαέριο του κινητήρα κατευθύνεται προς τα κατάντη στο σημείο όπου εισέρχεται στη σήραγγα αραιώσης και αναμειγνύεται πλήρως. Μπορεί να χρησιμοποιείται στόμιο ανάμειξης.

Για το σύστημα διπλής αραίωσης, ένα δείγμα από τη σήραγγα αραίωσης μεταφέρεται στη δευτερεύουσα σήραγγα αραίωσης, όπου αραιώνεται περαιτέρω, και στη συνέχεια διέρχεται από τα φίλτρα δειγματοληψίας (σχήμα 17). Το δευτερεύον σύστημα αραίωσης πρέπει να παρέχει αρκετό αέρα δεύτερης αραίωσης, ώστε το ρεύμα των διπλά αραιωμένων καυσαερίων να διατηρείται σε θερμοκρασία μεταξύ 315 K (42 °C) και 325 K (52 °C) ακριβώς πριν από το φίλτρο σωματιδίων.

DAF Φίλτρο αραιωτικού

Το αραιωτικό (αέρας περιβάλλοντος, συνθετικός αέρας ή άζωτο) φιλτράρεται με φίλτρο ιδανικής απόδοσης (HEPA) με αρχική ελάχιστη απόδοση συλλογής 99,97 τοις εκατό σύμφωνα με το EN 1822-1 (κατηγορία φίλτρου H14 ή καλύτερη), ASTM F 1471-93 ή ισοδύναμο πρότυπο.

PSP Καθετήρας δειγματοληψίας σωματιδίων

Ο καθετήρας αποτελεί το ακραίο τμήμα του PTT και:

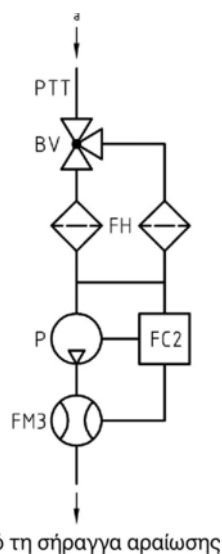
- α) τοποθετείται στραμμένος προς τα ανάντη σε ένα σημείο όπου ο αέρας αραίωσης και τα καυσαέρια είναι καλά αναμειγμένα, δηλ. στον κεντρικό άξονα της σήραγγας αραίωσης (DT) του συστήματος αραίωσης και σε απόσταση σχεδόν δεκαπλάσια της διαμέτρου της σήραγγας, κατάντη του σημείου εισόδου των καυσαερίων στη σήραγγα αραίωσης·
- β) έχει ελάχιστη εσωτερική διάμετρο 8 mm,
- γ) μπορεί να θερμαίνεται μέχρι το πολύ 325 K (52 °C) θερμοκρασία τοιχώματος με απευθείας θέρμανση ή με προθέρμανση του αέρα αραίωσης, υπό την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία του αέρα δεν υπερβαίνει τους 325 K (52 °C) πριν από την εισαγωγή του καυσαερίου στη σήραγγα αραίωσης,
- δ) μπορεί (-ούν) να έχει(-ουν) μονωθεί.

A.3.2.5. Περιγραφή του συστήματος δειγματοληψίας σωματιδίων

Το σύστημα δειγματοληψίας σωματιδίων απαιτείται για τη συλλογή των σωματιδίων στο φίλτρο σωματιδίων και απεικονίζεται στα σχήματα 16 και 17. Στην περίπτωση της αραίωσης μερικής ροής με ολική δειγματοληψία, η οποία συνίσταται στη διέλευση ολοκλήρου του δείγματος αραιωμένου καυσαερίου από τα φίλτρα, το σύστημα αραίωσης και το σύστημα δειγματοληψίας αποτελούν συνήθως ενιαία μονάδα (βλ. σχήμα 12). Στην περίπτωση της αραίωσης μερικής ροής με κλασματική δειγματοληψία ή της αραίωσης πλήρους ροής, η οποία συνίσταται στη διέλευση από τα φίλτρα μέρους μόνο του αραιωμένου καυσαερίου, το σύστημα αραίωσης και το σύστημα δειγματοληψίας αποτελούν συνήθως χωριστές μονάδες.

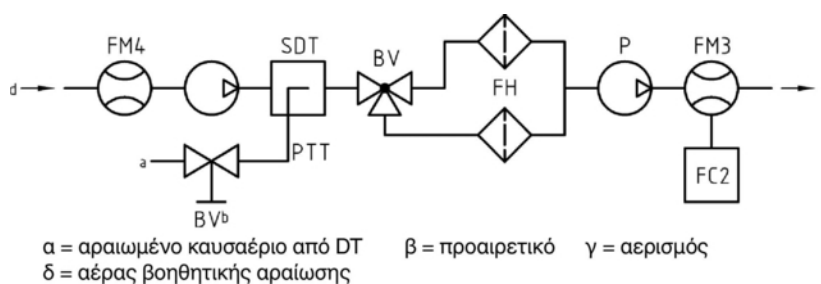
Σε ένα σύστημα αραίωσης μερικής ροής, λαμβάνεται δείγμα του αραιωμένου καυσαερίου από τη σήραγγα αραίωσης (DT) μέσω του καθετήρα δειγματοληψίας σωματιδίων (PSP) και του σωλήνα μεταφοράς σωματιδίων (PTT) διαμέσου της αντλίας δειγματοληψίας (P), όπως φαίνεται στο σχήμα 16. Το δείγμα φέρεται στον ή στους υποδοχείς φίλτρων (FH) που συγκρατούν τα φίλτρα δειγματοληψίας σωματιδίων. Ο ρυθμός ροής του δείγματος ελέγχεται από τη διάταξη ελέγχου ροής FC3.

Σε ένα σύστημα αραίωσης πλήρους ροής, χρησιμοποιείται σύστημα δειγματοληψίας σωματιδίων διπλής αραίωσης πρέπει να χρησιμοποιηθεί σύστημα δειγματοληψίας σωματιδίων, όπως φαίνεται στο σχήμα 17. Δείγμα του αραιωμένου καυσαερίου μεταφέρεται από τη σήραγγα αραίωσης (DT) μέσω του καθετήρα δειγματοληψίας σωματιδίων (PSP) και του σωλήνα μεταφοράς σωματιδίων (PTT) στη σήραγγα βοηθητικής αραίωσης (SDT), όπου αραιώνεται άλλη μια φορά. Στη συνέχεια, το δείγμα φέρεται στον ή στους υποδοχείς φίλτρων (FH) που συγκρατούν τα φίλτρα δειγματοληψίας σωματιδίων. Ο ρυθμός ροής του αέρα αραίωσης είναι συνήθως σταθερός ενώ ο ρυθμός ροής του δείγματος ρυθμίζεται με τη διάταξη ελέγχου ροής FC3. Εάν χρησιμοποιείται ηλεκτρονική αντιστάθμιση ροής (EFC) (βλ. σχήμα 15), η συνολική ροή του αραιωμένου καυσαερίου χρησιμοποιείται ως σήμα εντολής για την FC3.



Σχήμα 16

Σχεδιάγραμμα του συστήματος δειγματοληψίας σωματιδίων



Σχήμα 17

Σχεδιάγραμμα του συστήματος δειγματοληψίας σωματιδίων διπλής αραιώσης

A.3.2.6. Στοιχεία των σχημάτων 16 (σύστημα μερικής ροής μόνο) και 17 (σύστημα πλήρους ροής, μόνο)

PTT Σωλήνας μεταφοράς σωματιδίων

Ο σωλήνας μεταφοράς:

- α) θα είναι αδρανής ως προς τα σωματίδια,
- β) μπορεί να θερμαίνεται σε θερμοκρασία τοιχωμάτων 325 K (52 °C) κατ' ανώτατο όριο·
- γ) μπορεί να έχει μονωθεί.

SDT Σήραγγα βοηθητικής αραιώσης (σχήμα 17 μόνο)

Η σήραγγα βοηθητικής αραιώσης:

- α) πρέπει να είναι ικανού μήκους και διαμέτρου κατά τρόπο ώστε να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του χρόνου παραμονής του σημείου 9.4.2 στ),
- β) μπορεί να θερμαίνεται σε θερμοκρασία τοιχωμάτων 325 K (52 °C) κατ' ανώτατο όριο·
- γ) μπορεί να έχει μονωθεί.

FH Υποδοχέας φίλτρου

Ο υποδοχέας φίλτρου:

- α) πρέπει να έχει αποκλίνουσα γωνία κώνου $12,5^\circ$ (από το κέντρο) προς τη μετάβαση της διαμέτρου της γραμμής μεταφοράς στην εκτιθέμενη διάμετρο του μετώπου του φίλτρου·
- β) μπορεί να θερμαίνεται σε θερμοκρασία τοιχωμάτων 325 K (52 °C) κατ' ανώτατο όριο·
- γ) μπορεί να έχει μονωθεί.

Είναι δεκτοί εναλλάκτες πολλαπλών φίλτρων (αυτόματοι εναλλάκτες), όταν δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ φίλτρων δειγματοληψίας.

Τα φίλτρα μεμβράνης PTFE εγκαθίστανται σε ειδική κασέτα εντός του υποδοχέα φίλτρου.

Αν χρησιμοποιείται καθετήρας δειγματοληψίας πρέπει να είναι ανοικτός σωλήνας στραμμένος προς τα ανάντη, μπορεί να εγκατασταθεί, απευθείας ανάντη του υποδοχέα φίλτρου, από 2,5 μm έως 10 μm, αδρανειακός προβαθμονομητής με σημείο διακοπής 50 %.

P Αντλία δειγματοληψίας

FC2 Διάταξη ελέγχου ροής

Χρησιμοποιείται διάταξη ελέγχου του ρυθμού ροής του δείγματος σωματιδίων.

FM3 Διάταξη μέτρησης ροής

Ο μετρητής αερίου ή το όργανο για τον προσδιορισμό της ροής του δείγματος σωματιδίων μέσω του φίλτρου σωματιδίων. Μπορεί να τοποθετηθεί ανάντη ή κατάντη της αντλίας δειγματοληψίας P.

FM4 Διάταξη μέτρησης ροής

Ο μετρητής αερίου ή το όργανο για τον προσδιορισμό της ροής του αέρα βοηθητικής αραιώσης μέσω του φίλτρου σωματιδίων.

BV Σφαιρική βαλβίδα (προαιρετική)

Η σφαιρική βαλβίδα έχει εσωτερική διάμετρο τουλάχιστον ίση με την εσωτερική διάμετρο του σωλήνα μεταφοράς σωματιδίων (PTT) και χρόνο μεταγωγής μικρότερο από 0,5 δευτερόλεπτα.

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ 4

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ

Α.4.1. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση

Η αριθμητική μέση τιμή υπολογίζεται ως εξής:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (92)$$

Η μέση απόκλιση υπολογίζεται ως εξής:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (93)$$

Α.4.2. Ανάλυση παλινδρόμησης

Η καμπύλη της παλινδρόμησης υπολογίζεται ως εξής:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) \times (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (94)$$

Το σημείο τομής του y με την καμπύλη παλινδρόμησης υπολογίζεται ως εξής:

$$a_0 = \bar{y} - (a_1 \times \bar{x}) \quad (95)$$

Το τυπικό σφάλμα εκτίμησης (SEE) υπολογίζεται ως εξής:

$$SEE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}}{n - 2} \quad (96)$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού υπολογίζεται ως εξής:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (97)$$

Α.4.3. Προσδιορισμός της ισοδυναμίας του συστήματος

Ο προσδιορισμός της ισοδυναμίας του συστήματος σύμφωνα με το σημείο 5.1.1 βασίζεται σε μελέτη συσχέτισης ανάμεσα σε 7 (ή και περισσότερα) ζεύγη δειγμάτων του υποψήφιου συστήματος και ενός από τα αποδεκτά συστήματα αναφοράς του παρόντος παραρτήματος που χρησιμοποιούν τον (τους) κατάλληλο(-ους) κύκλο(-ους) δοκιμών. Τα κριτήρια ισοδυναμίας που πρέπει να εφαρμόζονται είναι ο έλεγχος F και η διμερής δοκιμή του στατιστικού t (Student t).

Η στατιστική αυτή μέθοδος εξετάζει την υπόθεση ότι η τυπική απόκλιση δείγματος και η μέση τιμή για μια εκπομπή που μετράται με το υποψήφιο σύστημα να μην διαφέρουν από την τυπική απόκλιση δείγματος και τη μέση τιμή δείγματος για την εκπομπή αυτή που μετράται με το σύστημα αναφοράς. Η υπόθεση δοκιμάζεται με βάση επίπεδο σημαντικότητας 10 % για τις τιμές F και t . Οι κρίσιμες τιμές F και t για τα ζεύγη δειγμάτων 7 έως 10 παρατίθενται στον πίνακα 9. Εάν οι τιμές F και t που υπολογίζονται σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους είναι μεγαλύτερες από τις κρίσιμες τιμές F και t , το υποψήφιο σύστημα δεν είναι ισοδύναμο.

Ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία: Οι δείκτες R και C αναφέρονται στο σύστημα αναφοράς και στο υποψήφιο σύστημα αντίστοιχα:

α) Πραγματοποιείστε τουλάχιστον 7 δοκιμές με το υποψήφιο σύστημα και το σύστημα αναφοράς να λειτουργούν ταυτόχρονα. Ο αριθμός των δοκιμών αναφέρεται ως n_R και n_C .

β) Υπολογίστε τις μέσες τιμές \bar{x}_R και \bar{x}_C καθώς και τις τυπικές αποκλίσεις s_R και s_C .

γ) Υπολογίστε την τιμή F ως εξής:

$$F = \frac{s_{\text{major}}^2}{s_{\text{minor}}^2} \quad (98)$$

(η μεγαλύτερη από τις δύο τυπικές αποκλίσεις s_R ή s_C πρέπει να βρίσκεται στον αριθμητή).

δ) Υπολογίστε την τιμή t ως εξής:

$$t = \frac{|\bar{x}_C - \bar{x}_R|}{\sqrt{s_C^2/n_C + s_R^2/n_R}} \quad (99)$$

ε) Συγκρίνετε τις τιμές F και t που υπολογίσατε με τις κρίσιμες τιμές F και t που αφορούν τον αντίστοιχο αριθμό δοκιμών, όπως παρατίθενται στον πίνακα 9. Εάν επιλέξετε μεγαλύτερα μεγέθη δειγμάτων, συμβουλευτείτε τους στατιστικούς πίνακες για το επίπεδο σημαντικότητας 10 % (90 % εμπιστοσύνη).

στ) Καθορίστε τους βαθμούς ελευθερίας (df), ως εξής:

$$\text{για τη δοκιμή } F: \quad df1 = n_R - 1, \quad df2 = n_C - 1 \quad (100)$$

$$\text{για τη δοκιμή } t: \quad df = (n_C + n_R - 2) / 2 \quad (101)$$

ζ) Καθορίστε την ισοδυναμία ως εξής:

(i) εάν $F < F_{\text{crit}}$ και $t < t_{\text{crit}}$, τότε το υποψήφιο σύστημα είναι ισοδύναμο με το σύστημα αναφοράς του παρόντος παραρτήματος.

(ii) εάν $F \geq F_{\text{crit}}$ ή $t \geq t_{\text{crit}}$, τότε το υποψήφιο σύστημα είναι διαφορετικό από το σύστημα αναφοράς του παρόντος παραρτήματος.

Πίνακας 9

Τιμές F και t για επιλεγμένα μεγέθη δειγμάτων

| Μέγεθος δείγματος | Δοκιμή F | | Δοκιμή t | |
|-------------------|------------|-------------------|------------|-------------------|
| | df | F_{crit} | df | t_{crit} |
| 7 | 6,6 | 3,055 | 6 | 1,943 |
| 8 | 7,7 | 2,785 | 7 | 1,895 |
| 9 | 8,8 | 2,589 | 8 | 1,860 |
| 10 | 9,9 | 2,440 | 9 | 1,833 |

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ 5

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

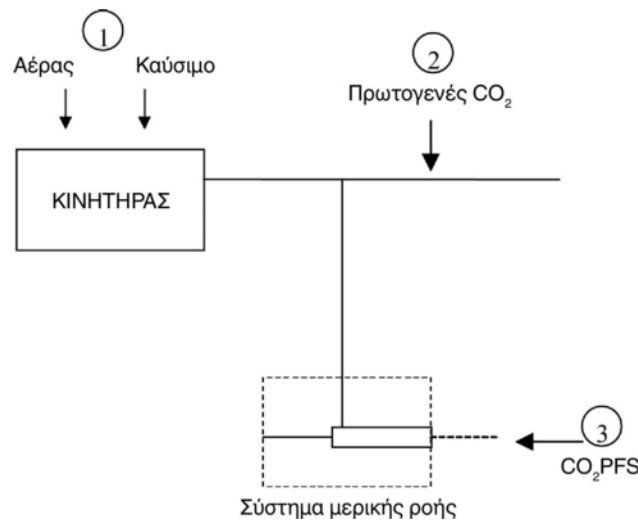
Α.5.1. Εισαγωγή

Όλος ο άνθρακας στην εξάτμιση εκτός από ένα μικρό μέρος προέρχεται από το καύσιμο και όλος ο άνθρακας εκτός από ένα ελάχιστο μέρος εμφανίζεται στο καυσαέριο ως CO₂. Στο γεγονός αυτό βασίζεται ένας έλεγχος επαλήθευσης του συστήματος που στηρίζεται σε μετρήσεις του CO₂.

Η ροή του άνθρακα στο σύστημα μέτρησης των καυσαερίων καθορίζεται από το ρυθμό ροής του καυσίμου. Η ροή του άνθρακα στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας των συστημάτων δειγματοληψίας εκπομπών και σωματιδίων καθορίζεται από τις συγκεντρώσεις του CO₂ και την παροχή αερίου στα σημεία αυτά.

Με αυτή την έννοια, ο κινητήρας αποτελεί γνωστή πηγή ροής άνθρακα και με την παρατήρηση της ίδιας ροής άνθρακα στο σωλήνα της εξάτμισης και στην έξοδο του συστήματος δειγματοληψίας σωματιδίων μερικής ροής επαληθεύεται το γεγονός ότι δεν υπάρχει διαφυγή, καθώς και η ακρίβεια της μέτρησης ροής. Ο έλεγχος αυτός έχει το πλεονέκτημα ότι τα κατασκευαστικά στοιχεία λειτουργούν υπό τις πραγματικές συνθήκες θερμοκρασίας και ροής του κινητήρα.

Το σχήμα 18 παρουσιάζει τα σημεία δειγματοληψίας στα οποία ελέγχονται οι ροές του άνθρακα. Οι ειδικές εξισώσεις για τις ροές του άνθρακα σε κάθε σημείο δειγματοληψίας δίνονται παρακάτω.



Σχήμα 18

Σημεία μέτρησης για τον έλεγχο της ροής του άνθρακα

Α.5.2. Ρυθμός ροής του άνθρακα στον κινητήρα (θέση 1)

Ο ρυθμός ροής μάζας του άνθρακα στον κινητήρα για καύσιμο CH_aO_ε δίνεται από την εξίσωση:

$$q_{mCf} = \frac{12\beta}{12\beta + \alpha + 16\varepsilon} \times q_{mf} \quad (102)$$

όπου

q_{mf} ο ρυθμός ροής μάζας καυσίμου, σε kg/s

A.5.3. Ρυθμός ροής του άνθρακα στο πρωτογενές καυσαέριο (θέση 2)

Ο ρυθμός ροής της μάζας του άνθρακα στο σωλήνα της εξάτμισης του κινητήρα προσδιορίζεται από τη συγκέντρωση του πρωτογενούς CO₂ και το ρυθμό ροής της μάζας του καυσαερίου:

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO_2,r} - c_{CO_2,a}}{100} \right) \times q_{mew} \times \frac{12,011}{M_e} \quad (103)$$

όπου

$c_{CO_2,r}$ η συγκέντρωση σε υγρή βάση του CO₂ στα πρωτογενή καυσαέρια, επί τοις εκατό

$c_{CO_2,a}$ η συγκέντρωση σε υγρή βάση του CO₂ στον αέρα περιβάλλοντος, επί τοις εκατό

q_{mew} ο ρυθμός ροής της μάζας καυσαερίων σε υγρή βάση, σε kg/s

M_e η γραμμομοριακή μάζα του καυσαερίου, σε g/mol

Εάν το CO₂ μετράται σε ξηρά βάση, πρέπει να μετατρέπεται σε υγρή βάση σύμφωνα με το σημείο 8.1.

A.5.4. Ρυθμός ροής του άνθρακα στο σύστημα αραιώσης (θέση 3)

Για το σύστημα αραιώσης μερικής ροής, πρέπει να λαμβάνεται επίσης υπόψη η αναλογία διαχωρισμού. Ο ρυθμός ροής του άνθρακα προσδιορίζεται από τη συγκέντρωση του αραιωμένου CO₂, το ρυθμό ροής της μάζας του καυσαερίου και το ρυθμό ροής του δείγματος:

$$q_{mCp} = \left(\frac{c_{CO_2,d} - c_{CO_2,a}}{100} \right) \times q_{mdew} \times \frac{12,011}{M_e} \times \frac{q_{mew}}{q_{mp}} \quad (104)$$

όπου

$c_{CO_2,d}$ η συγκέντρωση σε υγρή βάση του CO₂ στο αραιωμένο καυσαέριο στην έξοδο της σήραγγας αραιώσης, %

$c_{CO_2,a}$ η συγκέντρωση σε υγρή βάση του CO₂ στον αέρα περιβάλλοντος, %

q_{mew} ο ρυθμός ροής της μάζας καυσαερίου σε υγρή βάση, σε kg/s

q_{mp} η ροή του δείγματος καυσαερίου σε σύστημα αραιώσης μερικής ροής, σε kg/s

M_e η γραμμομοριακή μάζα του καυσαερίου, σε g/mol

Εάν το CO₂ μετράται σε ξηρά βάση, πρέπει να μετατρέπεται σε υγρή βάση σύμφωνα με το σημείο 8.1.

A.5.5. Υπολογισμός της γραμμομοριακής μάζας του καυσαερίου

Η γραμμομοριακή μάζα του καυσαερίου υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 41 (βλ. σημείο 8.4.2.4)

Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι εξής γραμμομοριακές μάζες:

M_e (diesel) = 28,9 g/mol

M_e (LPG) = 28,6 g/mol

M_e (NG) = 28,3 g/mol

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ 6

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Α.6.1. Διαδικασία απομαλοποίησης ροπής και αριθμού στροφών

Ως παράδειγμα, απομαλοποιείται το ακόλουθο σημείο δοκιμής:

επί τοις εκατό του αριθμού στροφών = 43 τοις εκατό

επί τοις εκατό της ροπής = 82 τοις εκατό

Με δεδομένες τις ακόλουθες τιμές:

$$n_{lo} = 1\,015 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{hi} = 2\,200 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{pref} = 1\,300 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{idle} = 600 \text{ min}^{-1}$$

συνεπάγεται ότι:

$$\begin{aligned} \text{οι πραγματικές στροφές} &= \frac{43 \times (0,45 \times 1015 + 0,45 \times 1300 + 0,1 \times 2200 - 600) \times 2,0327}{100} + 600 \\ &= 1\,178 \text{ min}^{-1} \end{aligned}$$

Με μέγιστη ροπή 700 Nm να παρατηρείται στην καμπύλη ροπής σε στροφές 1 178 το λεπτό⁻¹

$$\text{η πραγματική ροπή} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

Α.6.2. Βασικά δεδομένα για στοιχειομετρικούς υπολογισμούς

| | |
|--|----------------|
| Ατομική μάζα υδρογόνου | 1,00794 g/atom |
| Ατομική μάζα άνθρακα | 12,011 g/atom |
| Ατομική μάζα θείου | 32,065 g/atom |
| Ατομική μάζα αζώτου | 14,0067 g/atom |
| Ατομική μάζα οξυγόνου | 15,9994 g/atom |
| Ατομική μάζα αργού | 39,9 g/atom |
| Γραμμομοριακή μάζα νερού | 18,01534 g/mol |
| Γραμμομοριακή μάζα διοξειδίου του άνθρακα | 44,01 g/mol |
| Γραμμομοριακή μάζα μονοξειδίου του άνθρακα | 28,011 g/mol |
| Γραμμομοριακή μάζα οξυγόνου | 31,9988 g/mol |
| Γραμμομοριακή μάζα αζώτου | 28,011 g/mol |
| Γραμμομοριακή μάζα μονοξειδίου του αζώτου | 30,008 g/mol |
| Γραμμομοριακή μάζα διοξειδίου του αζώτου | 46,01 g/mol |
| Γραμμομοριακή μάζα θείου | 64,066 g/mol |
| Γραμμομοριακή μάζα ξηρού αέρα | 28,965 g/mol |

Υποθέτοντας ότι δεν υπάρχει επίδραση συμπίεστικότητας, όλα τα αέρια που είναι παρόντα στη διαδικασία εισαγωγής/καύσης/εξάτμισης του κινητήρα μπορούν να θεωρηθούν ιδανικά και κάθε υπολογισμός όγκου πρέπει επομένως να βασίζεται σε γραμμομοριακό όγκο 22,414 l/mol σύμφωνα με την υπόθεση Avogadro.

Α.6.3. Αέριες εκπομπές (καύσιμο ντίζελ)

Τα δεδομένα της μέτρησης ενός μεμονωμένου σημείου του κύκλου δοκιμής (ρυθμός δειγματοληψίας των δεδομένων 1 Hz) για τον υπολογισμό των στιγμιαίων εκπομπών μάζας παρατίθενται παρακάτω. Στο παράδειγμα αυτό, τα CO και NO_x μετρώνται σε ξηρά βάση, ενώ οι HC σε υγρή βάση. Η συγκέντρωση HC δίνεται σε ισοδύναμα προπανίου (C3) και πρέπει να πολλαπλασιασθεί με το 3 για να προκύψουν τα ισοδύναμα C1. Η διαδικασία υπολογισμού είναι η ίδια και για τα λοιπά σημεία του κύκλου.

Το παράδειγμα υπολογισμού δείχνει τα στρογγυλοποιημένα ενδιάμεσα αποτελέσματα των διαφόρων βημάτων για καλύτερη επεξήγηση. Πρέπει να σημειωθεί ότι για τον υπολογισμό δεν επιτρέπεται η στρογγυλοποίηση των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων (βλ. σημείο 8).

| T _{a,i} (K) | H _{a,i} (g/kg) | W _{act} (kWh) | q _{mew,i} (kg/s) | q _{maw,i} (kg/s) | q _{mf,i} (kg/s) | c _{HC,i} (ppm) | c _{CO,i} (ppm) | c _{NOx,i} (ppm) |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 295 | 8,0 | 40 | 0,155 | 0,150 | 0,005 | 10 | 40 | 500 |

Εξετάζεται η ακόλουθη σύνθεση καυσίμου:

| Συστατικό | Γραμμοριακή αναλογία | % κατά μάζα |
|-----------|----------------------|--------------------------|
| H | α = 1,8529 | w _{ALF} = 13,45 |
| C | β = 1,0000 | w _{BET} = 86,50 |
| S | γ = 0,0002 | w _{GAM} = 0,050 |
| N | δ = 0,0000 | w _{DEL} = 0,000 |
| O | ε = 0,0000 | w _{EPS} = 0,000 |

Βήμα 1: Διόρθωση για ξηρά/υγρή βάση (σημείο 8.1):

$$\text{Εξίσωση (16): } k_f = 0,055584 \times 13,45 - 0,0001083 \times 86,5 - 0,0001562 \times 0,05 = 0,7382$$

$$\text{Εξίσωση (13): } k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2434 \times 8 + 111,12 \times 13,45 \times \frac{0,005}{0,148}}{773,4 + 1,2434 \times 8 + \frac{0,005}{0,148} \times 0,7382 \times 1000} \right) \times 1,008 = 0,9331$$

$$\begin{aligned} \text{Εξίσωση (12): } c_{CO,i} \text{ (υγρή βάση)} &= 40 \times 0,9331 &&= 37,3 \text{ ppm} \\ c_{NOx,i} \text{ (υγρή βάση)} &= 500 \times 0,9331 &&= 466,6 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Βήμα 2: Διόρθωση των NO_x για θερμοκρασία και υγρασία (σημείο 8.2.1):

$$\text{Εξίσωση (23): } k_{h,D} = \frac{15,698 \times 8,00}{1000} + 0,832 = 0,9576$$

Βήμα 3: Υπολογισμός των στιγμιαίων εκπομπών για κάθε σημείο του κύκλου (σημείο 8.4.2.3):

$$\begin{aligned} \text{Εξίσωση (36): } m_{HC,i} &= 10 \times 3 \times 0,155 &&= 4,650 \\ m_{CO,i} &= 37,3 \times 0,155 &&= 5,782 \\ m_{NOx,i} &= 466,6 \times 0,9576 \times 0,155 &&= 69,26 \end{aligned}$$

Βήμα 4: Υπολογισμός της μάζας των εκπομπών σε ολόκληρο τον κύκλο από το ολοκλήρωμα των τιμών των στιγμιαίων εκπομπών και των τιμών u από τον πίνακα 5 (σημείο 8.4.2.3):

Ο ακόλουθος υπολογισμός λαμβάνεται ως υπόθεση για τον κύκλο WHTC (1 800 s) και οι ίδιες εκπομπές σε κάθε σημείο του κύκλου.

$$\begin{aligned}
 \text{Εξίσωση (36): } m_{\text{HC}} &= 0,000479 \times \sum_{i=1}^{1800} 4,650 &= 4,01 \text{ g/test} \\
 m_{\text{CO}} &= 0,000966 \times \sum_{i=1}^{1800} 5,782 &= 10,05 \text{ g/test} \\
 m_{\text{NOx}} &= 0,001586 \times \sum_{i=1}^{1800} 69,26 &= 197,72 \text{ g/test}
 \end{aligned}$$

Βήμα 5: Υπολογισμός των ειδικών εκπομπών (σημείο 8.6.3):

$$\begin{aligned}
 \text{Εξίσωση (69): } e_{\text{HC}} &= 4,01 / 40 &= 0,10 \text{ g/kWh} \\
 e_{\text{CO}} &= 10,05 / 40 &= 0,25 \text{ g/kWh} \\
 e_{\text{NOx}} &= 197,72 / 40 &= 4,94 \text{ g/kWh}
 \end{aligned}$$

A.6.4. Εκπομπές σωματιδίων (καύσιμο ντίζελ)

| $P_{b,b}$ (kPa) | $P_{b,a}$ (kPa) | W_{act} (kWh) | $q_{\text{mew},i}$ (kg/s) | $q_{\text{mf},i}$ (kg/s) | $q_{\text{mdw},i}$ (kg/s) | $q_{\text{mdew},i}$ (kg/s) | $m_{\text{uncor},b}$ (mg) | $m_{\text{uncor},a}$ (mg) | m_{sep} (kg) |
|--------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 99 | 100 | 40 | 0,155 | 0,005 | 0,0015 | 0,0020 | 90,0000 | 91,7000 | 1,515 |

Βήμα 1: Υπολογισμός m_{edf} (σημείο 8.4.3.2.2):

$$\begin{aligned}
 &0,002 \\
 \text{Εξίσωση (48): } r_{d,i} &= \frac{0,002}{(0,002 - 0,0015)} &= 4 \\
 \text{Εξίσωση (47): } q_{\text{medf},i} &= 0,155 \times 4 &= 0,620 \text{ kg/s} \\
 \text{Εξίσωση (46): } m_{\text{edf}} &= \sum_{i=1}^{1800} 0,620 &= 1,116 \text{ kg/test}
 \end{aligned}$$

Βήμα 2: Διόρθωση άνωσης της μάζας σωματιδίων (σημείο 8.3)

Προ δοκιμής:

$$\begin{aligned}
 \text{Εξίσωση (26): } \rho_{a,b} &= \frac{99 \times 28,836}{8,3144 \times 295} &= 1,164 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Εξίσωση (25): } m_{f,T} &= 90,0000 \times \frac{(1 - 1,164 / 8000)}{(1 - 1,164 / 2300)} &= 90,0325 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

Μετά τη δοκιμή:

$$\begin{aligned}
 \text{Εξίσωση (26): } \rho_{a,a} &= \frac{100 \times 28,836}{8,3144 \times 295} &= 1,176 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Εξίσωση (25): } m_{f,G} &= 91,7000 \times \frac{(1 - 1,176 / 8000)}{(1 - 1,176 / 2300)} &= 91,7334 \text{ mg} \\
 \text{Εξίσωση (27): } m_p &= 91,7334 \text{ mg} - 90,0325 \text{ mg} &= 1,7009 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

Βήμα 3: Υπολογισμός της μάζας εκπομπών σωματιδίων (σημείο 8.4.3.2.2):

$$\text{Εξίσωση (45): } m_{\text{PM}} = \frac{1,7009 \times 1116}{1,515 \times 1000} = 1,253 \text{ g/test}$$

Βήμα 4: Υπολογισμός των ειδικών εκπομπών (σημείο 8.6.3):

$$\text{Εξίσωση (69): } e_{\text{PM}} = 1,253 / 40 = 0,031 \text{ g/kWh}$$

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ 7

ΕΓΚΑΤΑ ΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

| Αριθμός | Βοηθητικός εξοπλισμός | Τοποθετημένα για τη δοκιμή εκπομπών |
|---------|--|--|
| 1 | <p>Σύστημα εισαγωγής αέρα</p> <p>Πολλαπλές σωληνώσεις εισαγωγής</p> <p>Σύστημα ελέγχου εκπομπών στροφαλοθαλάμου</p> <p>Διατάξεις ελέγχου για σύστημα πολλαπλών σωληνώσεων διπλής εισαγωγής</p> <p>Μετρητής ροής αέρα</p> <p>Σωλήνας εισαγωγής αέρα</p> <p>Φίλτρο αέρα</p> <p>Σιγαστήρας εισαγωγής</p> <p>Διάταξη περιορισμού ταχύτητας</p> | <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι ή εξοπλισμός θαλάμου δοκιμής</p> <p>Ναι ή εξοπλισμός θαλάμου δοκιμής</p> <p>Ναι ή εξοπλισμός θαλάμου δοκιμής</p> <p>Ναι</p> |
| 2 | Διάταξη επαγωγικής θέρμανσης πολλαπλής εισαγωγής | Ναι, εάν είναι δυνατόν, πρέπει να τοποθετείται στην ευνοϊκότερη θέση |
| 3 | <p>Σύστημα εξάτμισης</p> <p>Πολλαπλή εξαγωγή</p> <p>Συνδετικοί αγωγοί</p> <p>Σιγαστήρας</p> <p>Εξάτμιση</p> <p>Πέδη καυσαερίων</p> <p>Υπερπληρωτής</p> | <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Όχι, ή πλήρως ανοικτό</p> <p>Ναι</p> |
| 4 | Αντλία τροφοδοσίας καυσίμου | Ναι |
| 5 | <p>Εξοπλισμός για κινητήρες αερίου</p> <p>Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου, μετρητής ροής αέρα, κλπ.</p> <p>Μειωτήρας πίεσης</p> <p>Εξατμιστήρας</p> <p>Αναμεικτής</p> | <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> |
| 6 | <p>Εξοπλισμός έγχυσης καυσίμου</p> <p>Προφίλτρο</p> <p>Φίλτρο</p> <p>Αντλία</p> <p>Σωλήνας υψηλής πίεσης</p> <p>Εγχυτήρας</p> <p>Βαλβίδα εισαγωγής αέρα</p> <p>Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου, αισθητήρες κ.λπ.</p> <p>Ρυθμιστής/σύστημα ελέγχου</p> <p>Αυτόματο στοπ υπό πλήρες φορτίο για τον κανόνα ελέγχου (rack) ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες</p> | <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι</p> |
| 7 | <p>Διάταξη υγρόψυξης</p> <p>Ψυγείο</p> <p>Ανεμιστήρας</p> <p>Κάλυμμα ανεμιστήρα</p> <p>Αντλία νερού</p> <p>Θερμοστάτης</p> | <p>Όχι</p> <p>Όχι</p> <p>Όχι</p> <p>Ναι</p> <p>Ναι, μπορεί να είναι πλήρως ανοικτός</p> |

| Αριθμός | Βοηθητικός εξοπλισμός | Τοποθετημένα για τη δοκιμή εκπομπών |
|---------|--|--|
| 8 | Αερόψυξη Κάλυμμα Ανεμιστήρας ή φυσητήρας με κινητήρα Διάταξη ρύθμισης θερμοκρασίας | Όχι Όχι Όχι |
| 9 | Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός Γεννήτρια Πηνίο ή πηνία Καλωδίωση Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου | Όχι Ναι Ναι Ναι |
| 10 | Εξοπλισμός αέρα εισαγωγής Συμπιεστής που λειτουργεί απευθείας με τον κινητήρα ή/και με το καυσαέριο Ψύκτης του αέρα τροφοδοσίας Αντλία ψυκτικού ή ανεμιστήρας (που λειτουργεί με τον κινητήρα) Διάταξη ελέγχου ροής ψυκτικού | Ναι Ναι ή σύστημα θαλάμου δοκιμής Όχι Ναι |
| 11 | Αντιρρυπαντική διάταξη (σύστημα μετεπεξεργασίας καυσαερίων) | Ναι |
| 12 | Εξοπλισμός εκκίνησης | Ναι ή σύστημα θαλάμου δοκιμής |
| 13 | Αντλία λιπαντικού | Ναι» |

Τροποποίηση παραρτήματος 9B

Ο τίτλος, τροποποιείται ως εξής:

«ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ (OBD)»

Το σημείο 1 τροποποιείται ως εξής:

«1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Το παρόν παράρτημα εφαρμόζεται στους κινητήρες ντίζελ ή κινητήρες που τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο (NG) ή υγραέριο (LPG) που προορίζονται να τοποθετηθούν σε οδικά οχήματα, αλλά δεν εφαρμόζεται σε κινητήρες μίγματος καυσίμων ή διπλού καυσίμου.

Σημείωση: Εφαρμόζεται το παράρτημα 9B αντί του παραρτήματος 9A κατόπιν απόφασης των συμβαλλόμενων μερών, υπό την προϋπόθεση ότι εφαρμόζεται και το 4B. Ωστόσο, στην περίπτωση που ένα συμβαλλόμενο μέρος αποφασίσει να εφαρμόσει το παρόν παράρτημα, ενδέχεται μερικές απαιτήσεις του παραρτήματος 9A να παραμείνουν εφαρμοστέες κατόπιν ρητού αιτήματος του εν λόγω συμβαλλόμενου μέρους, υπό την προϋπόθεση ότι οι απαιτήσεις αυτές δεν έρχονται σε αντίθεση με τις προδιαγραφές του παρόντος παραρτήματος.»

Το σημείο 3.35 τροποποιείται ως εξής:

«3.35. ως “κύκλος προθέρμανσης” νοείται η λειτουργία του κινητήρα επί χρονικό διάστημα επαρκές ώστε η θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου να ανέβει τουλάχιστον κατά 22 K (22 °C / 40 °F) από τη θερμοκρασία κατά την εκκίνηση του κινητήρα και να φθάσει τουλάχιστον σε θερμοκρασία 333 K (60 °C / 140 °F) (2).»

Το σημείο 3.36 τροποποιείται ως εξής:

«3.36. Συντμήσεις

| | |
|-----------------|---|
| CV | Εξαερισμός στροφαλοθαλάμου |
| DOC | Οξειδωτικός καταλύτης ντίζελ |
| DPF | Φίλτρο σωματιδίων ντίζελ ή παγίδα σωματιδίων που περιλαμβάνει φίλτρο σωματιδίων ντίζελ με καταλύτη και παγίδες συνεχούς αναγέννησης |
| DTC | Ορισμοί διαγνωστικών κωδικών προβλημάτων |
| EGR | Ανακυκλοφορία καυσαερίου |
| HC | Υδρογονάνθρακες |
| LNT | Παγίδα φτωχού μίγματος NO _x (ή απορροφητής NO _x) |
| LPG | Υγραέριο |
| MECS | Μέθοδος ελέγχου εκπομπών σε περίπτωση δυσλειτουργίας |
| NG | Φυσικό αέριο |
| NO _x | Οξείδια του αζώτου |
| OTL | Κατώτατες οριακές τιμές συστήματος OBD |
| PM | Σωματίδια |
| SCR | Επιλεκτική καταλυτική αναγωγή |
| SW | Καθαριστήρες φίλτρων |
| TFF | Παρακολούθηση ολοκληρωτικής λειτουργικής αστοχίας |
| VGT | Στροβιλοσυμπιεστής μεταβλητής γεωμετρίας |
| VVT | Μεταβλητό σύστημα χρονισμού βαλβίδων» |

Το σημείο 4.3 τροποποιείται ως εξής:

«4.3. Απαιτήσεις για την καταχώριση πληροφοριών OBD

Όταν ανιχνεύεται μια δυσλειτουργία ...

Όταν μια επιβεβαιωμένη και ενεργοποιημένη δυσλειτουργία δεν ανιχνεύεται πλέον από το σύστημα κατά τη διάρκεια μιας πλήρους λειτουργικής αλληλουχίας, δίνεται ο χαρακτηρισμός “πρώην ενεργοποιημένη” από την έναρξη της επόμενης λειτουργικής αλληλουχίας και ο χαρακτηρισμός αυτός διατηρείται έως ότου η δυσλειτουργία αυτή διαγραφεί από τη διάταξη σάρωσης ή διαγραφεί από τη μνήμη του υπολογιστή σύμφωνα με το σημείο 4.4.»

Το σημείο 4.7.1.2., στοιχείο ιβ), η φράση «επιβεβαιωμένους και ενεργοποιημένους DTC για τις δυσλειτουργίες της κατηγορίας B1» αντικαθίσταται από τη φράση «επιβεβαιωμένους και ενεργοποιημένους DTC για τις δυσλειτουργίες της κατηγορίας B1».

Το σημείο 5.2.3 τροποποιείται ως εξής:

«5.2.3. Χαμηλή στάθμη καυσίμου

Οι κατασκευαστές μπορούν να ζητήσουν έγκριση για να τεθούν εκτός λειτουργίας συστήματα παρακολούθησης που επηρεάζονται από τυχόν χαμηλή στάθμη / πίεση καυσίμου ή εξάντληση καυσίμου (π.χ. διάγνωση δυσλειτουργίας του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου ή διαλείψεων ανάφλεξης).

| | NTIZEA | ΑΕΡΙΟ | |
|---|--------|-------|-----|
| | | NG | LPG |
| α) Η χαμηλή στάθμη καυσίμου που λαμβάνεται υπόψη για αυτή τη θέση εκτός λειτουργίας δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 100 λίτρα ή το 20 % της ονομαστικής χωρητικότητας της δεξαμενής, ανάλογα με το ποιο είναι χαμηλότερο. | X | | X |
| β) Η χαμηλή πίεση καυσίμου στη δεξαμενή που λαμβάνεται υπόψη για αυτή τη θέση εκτός λειτουργίας δεν πρέπει να υπερβαίνει το 20 % της ονομαστικής πίεσης καυσίμου στη δεξαμενή. | | X» | |

Εισάγεται νέο σημείο 5.2.8, το οποίο έχει ως εξής:

«5.2.8. Ανεφοδιασμός με καύσιμο

Μετά τον ανεφοδιασμό με καύσιμο, ο κατασκευαστής ενός οχήματος που τροφοδοτείται με αέριο μπορεί προσωρινά να απενεργοποιήσει το σύστημα OBD όταν το σύστημα πρέπει να προσαρμοστεί κατά τρόπο ώστε να αναγνωρίζεται από τη μονάδα ECU μια αλλαγή στην ποιότητα και τη σύνθεση του καυσίμου.

Το σύστημα επανενεργοποιείται αμέσως μετά την αναγνώριση της ποιότητας και σύνθεσης του καυσίμου ή μετά την επαναπροσαρμογή των παραμέτρων του κινητήρα. Η απενεργοποίηση αυτή μπορεί να διαρκεί το πολύ 10 λεπτά.»

Το σημείο 6 τροποποιείται ως εξής (προστίθεται νέο εδάφιο δ):

«6. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΔΕΙΞΗΣ

...

δ) διαδικασία για την επιλογή του καυσίμου αναφοράς σε περίπτωση κινητήρα αερίου»

Το σημείο 6.3 τροποποιείται ως εξής:

«6.3. Διαδικασίες απόδειξης της απόδοσης του OBD

Ο κατασκευαστής ...

Στις ακόλουθες παραγράφους παρατίθενται οι απαιτήσεις απόδειξης της απόδοσης του OBD, συμπεριλαμβανομένων των απαιτήσεων δοκιμών. Ο αριθμός δοκιμών είναι τετραπλάσιος του αριθμού των οικογενειών κινητήρων που εξετάζονται εντός της οικογενείας κινητήρων με σύστημα OBD για τον έλεγχο των δοκιμών, αλλά δεν μπορεί να είναι μικρότερος του 8.

Τα συστήματα παρακολούθησης που επιλέγονται πρέπει να αντιστοιχούν στα διάφορα είδη παρακολούθησης που αναφέρονται στο σημείο 4.2. (δηλ. παρακολούθηση κατωφλίου εκπομπών, παρακολούθηση απόδοσης, παρακολούθηση συνολικής λειτουργικής δυσλειτουργίας ή παρακολούθηση κατασκευαστικού στοιχείου) κατά τρόπο ισορροπημένο. Τα συστήματα παρακολούθησης που επιλέγονται πρέπει επίσης να αντιστοιχούν στα σημεία του προσαρτήματος 3 του παρόντος παραρτήματος κατά τρόπο ισορροπημένο.»

Το σημείο 6.3.2 τροποποιείται ως εξής (επίσης διόρθωση της υποσημείωσης 10):

«6.3.2. Διαδικασία έγκρισης φθαρμένου κατασκευαστικού στοιχείου (ή συστήματος)

Το παρόν σημείο ισχύει για τις περιπτώσεις που η δυσλειτουργία η οποία επελέγη για τη δοκιμή επίδειξης OBD παρακολουθείται μέσω εκπομπών καυσαερίων ⁽¹⁰⁾ (παρακολούθηση κατώτατων ορίων εκπομπών – βλέπε σημείο 4.2), και απαιτείται από τον κατασκευαστή να αποδείξει, βάσει δοκιμής εκπομπών, την έγκριση του φθαρμένου κατασκευαστικού στοιχείου.

⁽¹⁰⁾ Το σημείο αυτό θα επεκταθεί αργότερα σε άλλα συστήματα παρακολούθησης εκτός από τα συστήματα παρακολούθησης της εκπομπής κατωφλίου.»

Εισάγεται νέο σημείο 6.5, το οποίο έχει ως εξής:

«6.5. Διαδικασία για την επιλογή του καυσίμου αναφοράς σε περίπτωση κινητήρα αερίου

Η απόδειξη της απόδοσης OBD και της κατάταξης της δυσλειτουργίας επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός από τα καύσιμα αναφοράς που αναφέρονται στο παράρτημα 5 και με το οποίο είναι σχεδιασμένος να λειτουργεί ο κινητήρας.

Η επιλογή του καυσίμου αναφοράς γίνεται από την αρχή έγκρισης τύπου, η οποία πρέπει να παρέχει επαρκή χρόνο στο εργαστήριο δοκιμών ώστε αυτό να εξασφαλίσει την παροχή του επιλεγμένου καυσίμου αναφοράς.»

Το σημείο 7.2 τροποποιείται ως εξής:

«7.2. Εφαρμοστέες δοκιμές

Στο πλαίσιο του παρόντος παραρτήματος:

- α) ο κύκλος δοκιμής εκπομπής είναι ο κύκλος δοκιμής που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των εκπομπών που υπόκεινται σε ρύθμιση κατά το χαρακτηρισμό ενός φθαρμένου συστατικού ή συστήματος,
- β) ο κύκλος δοκιμής OBD είναι ο κύκλος δοκιμής που χρησιμοποιείται για την απόδειξη της ικανότητας των συστημάτων παρακολούθησης OBD να ανιχνεύουν τις δυσλειτουργίες.»

Το στοιχείο 7.2.2 τροποποιείται ως εξής (διαγράφεται η φράση «εναρμονισμένος σε παγκόσμια κλίμακα»):

«7.2.2. Κύκλος δοκιμών OBD

Ο κύκλος δοκιμών OBD που εξετάζεται στο παρόν παράρτημα είναι το θερμό μέρος του κύκλου δοκιμών WHTC όπως περιγράφεται στο παράρτημα 4B.

Ύστερα από αίτηση του κατασκευαστή και με την έγκριση της αρχής για την έγκριση τύπου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικός κύκλος δοκιμής OBD (π.χ. το ψυχρό μέρος του κύκλου δοκιμών WHTC) για ένα συγκεκριμένο σύστημα παρακολούθησης. Η αίτηση πρέπει να περιλαμβάνει στοιχεία (τεχνικά δεδομένα, προσομοίωση, αποτελέσματα δοκιμών κλπ.) από τα οποία να προκύπτουν:

- α) ο ζητούμενος κύκλος δοκιμών που είναι κατάλληλος για την απόδειξη της παρακολούθησης λειτουργεί σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης και,
- β) το θερμό μέρος του κύκλου WHTC φαίνεται να είναι λιγότερο κατάλληλο για την εν λόγω παρακολούθηση (π.χ. παρακολούθηση κατανάλωσης υγρών).»

Το σημείο 8.1.3 τροποποιείται ως εξής:

«8.1.3. Τεκμηρίωση σχετικά με οικογένεια κινητήρων με σύστημα OBD

...

Επιπλέον, ο κατασκευαστής πρέπει να παρέχει κατάλογο όλων των ηλεκτρονικών σημάτων εισόδου, εξόδου και προσδιορισμό του πρωτοκόλλου επικοινωνίας που χρησιμοποιείται από κάθε οικογένεια κινητήρων με σύστημα OBD για τον έλεγχο των εκπομπών.»

Στο παράρτημα 9B, προσάρτημα 2 διορθώνεται η πρώτη παράγραφος ως εξής:

«Σκοπός του προσαρτήματος είναι η επεξήγηση των απαιτήσεων που αναφέρονται στα σημεία 4.3 και 4.6.5 του παρόντος παραρτήματος.»

Στο παράρτημα 9B το προσάρτημα 3 τροποποιείται ως εξής (παρεμβάλλεται νέο σημείο 15):

«ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

Στα επιμέρους σημεία αυτού του παραρτήματος αναφέρονται τα συστήματα ή κατασκευαστικά στοιχεία που πρέπει να παρακολουθούνται από το σύστημα OBD, σύμφωνα με το σημείο 4.2. Εκτός αν προβλέπεται διαφορετικά, οι απαιτήσεις εφαρμόζονται και στους κινητήρες ντίζελ και στους κινητήρες αερίου.

ΣΗΜΕΙΟ 1

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ / ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Τα ηλεκτρικά/ηλεκτρονικά κατασκευαστικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο ή την παρακολούθηση των συστημάτων ελέγχου των εκπομπών, που περιγράφονται στο παρόν προσάρτημα, πρέπει να υποβάλλονται στην παρακολούθηση των κατασκευαστικών στοιχείων σύμφωνα με τις διατάξεις του σημείου 4.2. του παρόντος παραρτήματος. Ο έλεγχος αυτός περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, αισθητήρες πίεσης, αισθητήρες θερμοκρασίας, αισθητήρες καυσαερίου και οξυγόνου -εφόσον υπάρχουν-, αισθητήρες κτύπων, εγχυτήρα(-ες) καυσίμου ή αναγωγικού μέσου στο σύστημα καυσαερίων, καυστήρες ή θερμαντικά στοιχεία στο σύστημα καυσαερίων, αναφλεκτήρες θέρμανσης, θερμαντήρες του αέρα εισαγωγής.

Όταν υπάρχει βρόχος ελέγχου ανάδρασης το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί την ικανότητα του συστήματος να διατηρεί τον έλεγχο ανάδρασης σύμφωνα με το σχεδιασμό (π.χ. εάν ο έλεγχος ανάδρασης εισαχθεί μέσα στο χρονικό διάστημα που έχει καθορίσει ο κατασκευαστής, το σύστημα δεν μπορεί να διατηρήσει τον έλεγχο ανάδρασης, ο έλεγχος ανάδρασης έχει εξαντλήσει όλες τις δυνατότητες προσαρμογής που επιτρέπει ο κατασκευαστής) μέσω της παρακολούθησης των κατασκευαστικών στοιχείων.

Σημείωση: Οι διατάξεις αυτές εφαρμόζονται σε όλα τα ηλεκτρικά/ηλεκτρονικά κατασκευαστικά στοιχεία, ακόμα κι αν ανήκουν σε κάποια από τα όργανα παρακολούθησης που περιγράφονται στα άλλα σημεία του παρόντος παραρτήματος.

ΣΗΜΕΙΟ 2

ΣΥΣΤΗΜΑ DPF

Το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί την ορθή λειτουργία των ακόλουθων στοιχείων του συστήματος DPF στους κινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με αυτό:

- α) υποστρώμα DPF: η παρουσία του υποστρώματος DPF - παρακολούθηση ολοκληρωτικής λειτουργικής αστοχίας
- β) απόδοση DPF φραγμένο DPF - ολοκληρωτική λειτουργική αστοχία
- γ) απόδοση DPF διαδικασία διήθησης και αναγέννησης (π.χ. συσσώρευση σωματιδίων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας διήθησης και αφαίρεση των σωματιδίων κατά τη διάρκεια διαδικασίας επιταχυνόμενης αναγέννησης) - παρακολούθηση απόδοσης (για παράδειγμα, αξιολόγηση μετρήσιμων ιδιοτήτων του DPF, όπως η υποπίεση ή η διαφορά πίεσης, η οποία μπορεί να μην ανιχνεύσει όλες τις αστοχίες που μειώνουν την αποτελεσματικότητα της παγίδευσης).

ΣΗΜΕΙΟ 3

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ (SCR)

Για τους σκοπούς του παρόντος σημείου, ως SCR νοείται η επιλεκτική καταλυτική αναγωγή ή άλλη διάταξη φτωχού μίγματος καταλύτη NO_x . Το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί την ορθή λειτουργία των ακόλουθων στοιχείων του συστήματος SCR στους κινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με αυτό:

- α) ενεργό σύστημα έγχυσης αναγωγικού μέσου: την ικανότητα του συστήματος έγχυσης να ρυθμίζει σωστά την έγχυση αναγωγικού μέσου, είτε αυτό γίνεται μέσω έγχυσης στο σύστημα καυσαερίων είτε μέσω έγχυσης στους κυλίνδρους – παρακολούθηση απόδοσης.
- β) ενεργό αναγωγικό μέσο: την ύπαρξη επί του οχήματος του αναγωγικού μέσου και την ορθή κατανάλωσή του εφόσον ως αναγωγικό μέσο χρησιμοποιείται άλλο από καύσιμο (π.χ. ουρία) - παρακολούθηση απόδοσης.
- γ) ενεργό αναγωγικό μέσο: στο μέτρο του δυνατού, την ποιότητα του αναγωγικού μέσου εφόσον ως αναγωγικό μέσο χρησιμοποιείται άλλο από καύσιμο (π.χ. ουρία) - παρακολούθηση απόδοσης.
- δ) απόδοση μετατροπής καταλύτη SCR: η ικανότητα του καταλύτη SCR να μετατρέπει τις εκπομπές NO_x – παρακολούθηση κατώτατων ορίων εκπομπών.

ΣΗΜΕΙΟ 4

ΠΑΓΙΔΑ ΦΤΩΧΟΥ ΜΙΓΜΑΤΟΣ NO_x (LNT, Η ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΣ NO_x)

Το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί την ορθή λειτουργία των ακόλουθων στοιχείων του συστήματος LNT στους κινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με αυτό:

- α) ικανότητα του συστήματος LNT: την ικανότητα του συστήματος LNT να απορροφά/αποθηκεύει και να μετατρέπει τα NO_x - παρακολούθηση απόδοσης.
- β) ενεργό σύστημα έγχυσης αναγωγικού μέσου LNT: την ικανότητα του συστήματος έγχυσης να ρυθμίζει σωστά την έγχυση αναγωγικού μέσου, είτε αυτό γίνεται μέσω έγχυσης στο σύστημα καυσαερίων είτε μέσω έγχυσης στους κυλίνδρους – παρακολούθηση απόδοσης.

ΣΗΜΕΙΟ 5

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΛΥΤΩΝ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ (ΣΥΜΠΕΡΙΛ. ΚΑΤΑΛΥΤΗ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ NTIZEL – DOC)

Το παρόν σημείο εφαρμόζεται στους καταλύτες οξειδωσης που είναι διαφορετικοί από άλλα συστήματα μετεπεξεργασίας. Εκείνοι που ανήκουν στο πλαίσιο ενός συστήματος μετεπεξεργασίας καλύπτονται από το κατάλληλο σημείο του παρόντος προσαρτήματος.

Το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί την ορθή λειτουργία των ακόλουθων στοιχείων των καταλυτών οξειδωσης στους κινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με αυτό:

- α) απόδοση μετατροπής HC: την ικανότητα των καταλυτών οξειδωσης να μετατρέπουν τους HC ανάντη άλλων διατάξεων μετεπεξεργασίας - παρακολούθηση ολοκληρωτικής λειτουργικής αστοχίας.
- β) απόδοση μετατροπής HC: την ικανότητα των καταλυτών οξειδωσης να μετατρέπουν τους HC κατάντη άλλων διατάξεων μετεπεξεργασίας - παρακολούθηση ολοκληρωτικής λειτουργικής αστοχίας.

ΣΗΜΕΙΟ 6

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ (EGR)

Το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί την ορθή λειτουργία των ακόλουθων στοιχείων του συστήματος EGR στους κινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με αυτό:

| | NTIΖEA | AEΠIO |
|---|--------|-------|
| α1) υψηλός/χαμηλός ρυθμός ροής EGR: την ικανότητα του συστήματος EGR να διατηρεί το ρυθμό ροής EGR που έχει ρυθμιστεί και να ανιχνεύει τόσο τις “συνθήκες πολύ χαμηλής παροχής” όσο και τις “συνθήκες πολύ υψηλής παροχής” - παρακολούθηση κατώτατων ορίων εκπομπών. | X | |
| α2) υψηλός/χαμηλός ρυθμός ροής EGR: την ικανότητα του συστήματος EGR να διατηρεί το ρυθμό ροής EGR που έχει ρυθμιστεί και να ανιχνεύει τόσο τις “συνθήκες πολύ χαμηλής παροχής” όσο και τις “συνθήκες πολύ υψηλής παροχής” - παρακολούθηση απόδοσης. (Η απαίτηση για παρακολούθηση θα συζητηθεί περαιτέρω) | | X |
| β) αργή απόκριση του ενεργοποιητή EGR: την ικανότητα του συστήματος EGR να επιτυγχάνει το ρυθμό ροής εντός του χρονικού διαστήματος που καθορίζει ο κατασκευαστής - παρακολούθηση απόδοσης. | X | X |
| γ) απόδοση ως προς την υπόψυξη του ψύκτη EGR: την ικανότητα του συστήματος ψύξης EGR να επιτυγχάνει την ψυκτική απόδοση που καθορίζει ο κατασκευαστής - παρακολούθηση απόδοσης | X | X |

ΣΗΜΕΙΟ 7

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί την ορθή λειτουργία των ακόλουθων στοιχείων του συστήματος καυσίμου στους κινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με αυτό:

| | NTIΖEA | AEΠIO |
|---|--------|-------|
| α) Έλεγχος πίεσης του συστήματος καυσίμου: την ικανότητα του συστήματος καυσίμου να επιτυγχάνει την πίεση καυσίμου που έχει ρυθμιστεί σε έλεγχο κλειστού βρόχου - παρακολούθηση απόδοσης. | X | |
| β) Έλεγχος πίεσης του συστήματος καυσίμου: την ικανότητα του συστήματος καυσίμου να επιτυγχάνει την πίεση καυσίμου που έχει ρυθμιστεί σε έλεγχο κλειστού βρόχου στην περίπτωση που το σύστημα είναι κατασκευασμένο κατά τρόπο που η πίεση μπορεί να ελεγχθεί ανεξάρτητα από άλλες παραμέτρους - παρακολούθηση απόδοσης. | X | |
| γ) Χρόνος έγχυσης καυσίμου: την ικανότητα του συστήματος καυσίμου να επιτυγχάνει το χρονισμό έγχυσης καυσίμου όπως έχει ρυθμιστεί για τουλάχιστον μία από τις εγχύσεις όταν ο κινητήρας είναι εξοπλισμένος με τους κατάλληλους αισθητήρες - παρακολούθηση απόδοσης. | X | |
| δ) Σύστημα έγχυσης καυσίμου: την ικανότητα του συστήματος να διατηρεί την επιθυμητή αναλογία αέρα-καυσίμου (μεταξύ άλλων, αλλά όχι μόνο, τα χαρακτηριστικά αυτοαναπροσαρμογή) - παρακολούθηση απόδοσης. | | X |

ΣΗΜΕΙΟ 8

ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΥΠΕΡΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΣΤΟ ΣΤΡΟΒΙΛΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗ

Το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί την ορθή λειτουργία των ακόλουθων στοιχείων του συστήματος ρύθμισης εισαγωγής αέρα και του ρυθμιστή της πίεσης υπερτροφοδοσίας στο στροβιλοσυμπιεστή στους κινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με αυτά:

| | NTIΖEA | AEΠIO |
|--|--------|-------|
| α1) μεγάλη πίεση/μικρή πίεση υπερτροφοδοσίας του στροβιλοσυμπιεστή: την ικανότητα του συστήματος υπερτροφοδοσίας του στροβιλοσυμπιεστή να διατηρεί την πίεση υπερτροφοδοσίας που έχει ρυθμιστεί και να ανιχνεύει τόσο τις συνθήκες πολύ χαμηλής πίεσης όσο και τις συνθήκες πολύ υψηλής πίεσης - παρακολούθηση κατώτατων ορίων εκπομπών. | X | |
| α2) μεγάλη πίεση/μικρή πίεση υπερτροφοδοσίας του στροβιλοσυμπιεστή: την ικανότητα του συστήματος υπερτροφοδοσίας του στροβιλοσυμπιεστή να διατηρεί την πίεση υπερτροφοδοσίας που έχει ρυθμιστεί και να ανιχνεύει τόσο τις συνθήκες πολύ χαμηλής πίεσης όσο και τις συνθήκες πολύ υψηλής πίεσης - παρακολούθηση απόδοσης. (Η απαίτηση για παρακολούθηση θα συζητηθεί περαιτέρω). | | X |
| β) αργή απόκριση του στροβιλοσυμπιεστής μεταβλητής γεωμετρίας (VGT): την ικανότητα του συστήματος VGT να επιτυγχάνει τη γεωμετρία που έχει ρυθμιστεί εντός του χρονικού διαστήματος που καθορίζει ο κατασκευαστής - παρακολούθηση απόδοσης. | X | X |
| γ) Ψύκτης του αέρα τροφοδοσίας: Αποτελεσματικότητα του συστήματος του ψύκτη του αέρα τροφοδοσίας - ολοκληρωτική λειτουργική αστοχία. | X | X |

ΣΗΜΕΙΟ 9

ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΒΑΛΒΙΔΩΝ (VVT)

Το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί την ορθή λειτουργία των ακόλουθων στοιχείων του μεταβλητού συστήματος χρονισμού βαλβίδων VVT στους κινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με αυτό:

- α) σφάλμα στόχευσης VVT: την ικανότητα του συστήματος VVT να επιτυγχάνει το χρονισμό των βαλβίδων που έχει ρυθμιστεί – παρακολούθηση απόδοσης.
- β) αργή απόκριση του VVT: την ικανότητα του συστήματος VVT να επιτυγχάνει το χρονισμό των βαλβίδων που έχει ρυθμιστεί εντός του χρονικού διαστήματος που καθορίζει ο κατασκευαστής – παρακολούθηση απόδοσης.

ΣΗΜΕΙΟ 10

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΛΕΙΨΕΩΝ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ

| | ΝΤΙΖΕΛ | ΑΕΡΙΟ |
|---|--------|-------|
| α) Χωρίς προδιαγραφές | X | |
| β) Οι διαλείψεις ανάφλεξης που μπορεί να προκαλέσουν βλάβη στον κινητήρα (π.χ. με την παρακολούθηση ενός ποσοστού διαλείψεων ανάφλεξης για ορισμένο χρονικό διάστημα) – παρακολούθηση της απόδοσης (Η απαίτηση για παρακολούθηση θα συζητηθεί περαιτέρω μαζί με τα σημεία 6 και 8). | | X |

ΣΗΜΕΙΟ 11

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΤΡΟΦΑΛΟΘΑΛΛΑΜΟΥ

Χωρίς προδιαγραφές

ΣΗΜΕΙΟ 12

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί την ορθή λειτουργία των ακόλουθων στοιχείων του συστήματος ψύξης του κινητήρα:

- α) Θερμοκρασία του ψυκτικού του κινητήρα (θερμοστάτης): Θερμοστάτης ακινητοποιημένος στη θέση “ανοικτός”. Οι κατασκευαστές δεν χρειάζεται να παρακολουθούν το θερμοστάτη για να διαπιστώσουν εάν η αστοχία του μπορεί να θέσει εκτός λειτουργίας άλλα συστήματα παρακολούθησης του OBD - ολοκληρωτική λειτουργική αστοχία.

Οι κατασκευαστές δεν είναι υποχρεωμένοι να παρακολουθούν τη θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου του κινητήρα ούτε τον αισθητήρα θερμοκρασίας του ψυκτικού μέσου εάν η θερμοκρασία αυτή ή ο εν λόγω αισθητήρας δεν χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση ελέγχου κλειστού βρόχου/ανάδρασης του συστήματος ελέγχου των εκπομπών ή/και δεν θα θέσει εκτός λειτουργίας άλλους δέκτες ελέγχου.

Οι κατασκευαστές μπορούν να αναβάλουν ή να καθυστερήσουν τη χρονική στιγμή που ο δέκτης ελέγχου φθάνει στη θερμοκρασία ενεργοποίησης του ελέγχου κλειστού βρόχου, εάν οι συνθήκες του κινητήρα μπορούν να οδηγήσουν σε εσφαλμένη διάγνωση (π.χ. σε περίπτωση βραδυπορίας για περισσότερο από το 50 έως 75 % του χρόνου προθέρμανσης).

ΣΗΜΕΙΟ 13

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Το σύστημα OBD παρακολουθεί:

| | NTIZEA | ΑΕΡΙΟ |
|---|--------|-------|
| α) την ορθή λειτουργία των ηλεκτρικών στοιχείων των αισθητήρων καυσαερίου στους κινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με αυτά, σύμφωνα με το σημείο 1 του παρόντος προσαρτήματος – παρακολούθηση κατασκευαστικών στοιχείων | X | X |
| β) τους αισθητήρες οξυγόνου πρωτεύοντος και δευτερεύοντος αέρα (ελέγχου καυσίμου). Οι αισθητήρες αυτοί θεωρούνται αισθητήρες καυσαερίου του οποίου πρέπει να παρακολουθείται η ορθή λειτουργία σύμφωνα με το σημείο 1 του παρόντος προσαρτήματος – παρακολούθηση κατασκευαστικού στοιχείου. | | X |

ΣΗΜΕΙΟ 14

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΣΤΡΟΦΩΝ ΑΦΟΡΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Το σύστημα OBD παρακολουθεί, στους κινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με το σύστημα αυτό, την ορθή λειτουργία των συστημάτων ελέγχου των στροφών άφορτης λειτουργίας σύμφωνα με το σημείο 1 του παρόντος προσαρτήματος.

ΣΗΜΕΙΟ 15

ΤΡΙΟΔΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ

Το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί την ορθή λειτουργία του τριοδικού καταλύτη στους κινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με αυτόν:

| | NTIZEA | ΑΕΡΙΟ |
|---|--------|-------|
| α) Απόδοση μετατροπής τριοδικού καταλύτη: η ικανότητα του καταλύτη να μετατρέπει τα NO _x και το CO – παρακολούθηση απόδοσης. | | X» |

Το παράρτημα 9B, Προσάρτημα 4 τροποποιείται ως εξής:

«Έκθεση τεχνικής συμμόρφωσης

Η έκθεση αυτή ...

ΕΚΘΕΣΗ ΟΡΙΣΤΙΚΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ

Το υλικό τεκμηρίωσης και το σύστημα OBD / η οικογένεια κινητήρων με σύστημα OBD που περιγράφονται παρακάτω πληρούν τις απαιτήσεις του ακόλουθου κανονισμού:

Κανονισμός ... / έκδοση .../ ημερομηνία έναρξης ισχύος /τύπος καυσίμου

...»

Στο παράρτημα 9B, προσάρτημα 4, σημείο 4, παράγραφος 1.1, στο τμήμα «Πληροφορίες σχετικά με τις δοκιμές» η γραμμή «Καύσιμο που χρησιμοποιείται στη δοκιμή», τροποποιείται ως εξής «Καύσιμο αναφοράς».

Στο παράρτημα 9B, Προσάρτημα 5, ο πίνακας 3, τροποποιείται ως εξής:

«Πίνακας 3

Προαιρετικές πληροφορίες, εάν χρησιμοποιούνται από το σύστημα εκπομπών ή το σύστημα OBD για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση μιας πληροφορίας OBD

| | Ακινήτοποιημένο πλαίσιο | Ροή δεδομένων |
|---|-------------------------|---------------|
| Επίπεδο καυσίμου ή πίεση καυσίμου στη δεξαμενή (ανάλογα με την περίπτωση) | X | X |
| Θερμοκρασία λαδιού κινητήρα | X | X |
| Ταχύτητα του οχήματος | X | X |
| Κατάσταση προσαρμογής της ποιότητας του καυσίμου (ενεργή / μη ενεργή) στην περίπτωση κινητήρων αερίου | | X |
| Τάση του συστήματος υπολογιστή ελέγχου του κινητήρα (για την κύρια μικροπλακέτα ελέγχου) | X | X» |

Παράρτημα 9B, Προσάρτημα 5, πίνακας 4, τροποποιείται ως εξής:

«Πίνακας 4

Προαιρετικές πληροφορίες, εφόσον ο κινητήρας έχει τον απαιτούμενο εξοπλισμό, συλλέγει ή υπολογίζει τις πληροφορίες:

| | Ακινήτοποιημένο πλαίσιο | Ροή δεδομένων |
|---|-------------------------|---------------|
| Απόλυτη θέση "γκάζι" ... | X | X |
| ... | | |
| Ενδείξεις αισθητήρα οξυγόνου | | X |
| Ενδείξεις δευτερεύοντος αισθητήρα οξυγόνου (όταν έχει συνδεθεί) | | X |
| Ενδείξεις του αισθητήρα NO _x | | X» |

Εισάγεται νέο Παράρτημα 9Γ, που έχει ως εξής:

«ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9Γ

Τεχνικές απαιτήσεις για την αξιολόγηση της απόδοσης κατά τη χρήση των ενσωματωμένων συστημάτων διάγνωσης (OBD)

1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Στην τρέχουσα έκδοσή του, το παρόν παράρτημα εφαρμόζεται μόνον στα οδικά οχήματα που είναι εφοδιασμένα με κινητήρα ντίζελ

2. (Δεσμευμένο)

3. ΟΡΙΣΜΟΙ

3.1. “Λόγος απόδοσης κατά τη χρήση”

Ο λόγος απόδοσης κατά τη χρήση (IUPR) ενός συγκεκριμένου συστήματος παρακολούθησης m του συστήματος OBD είναι: $IUPR_m = \text{Αριθμητής}_m / \text{Παρονομαστής}_m$.

3.2. “Αριθμητής”

Ο αριθμητής ενός συγκεκριμένου συστήματος παρακολούθησης m (Αριθμητής $_m$) είναι ένας μετρητής που δείχνει πόσες φορές ένα όχημα έχει λειτουργήσει έτσι ώστε όλες οι παρακολουθούμενες συνθήκες από αυτό το συγκεκριμένο σύστημα παρακολούθησης να έχουν ανιχνεύσει δυσλειτουργία.

3.3. “Παρονομαστής”

Ο παρονομαστής ενός συγκεκριμένου συστήματος παρακολούθησης m (Παρονομαστής $_m$) είναι ένας μετρητής που δείχνει τον αριθμό των γεγονότων κατά τη λειτουργία του οχήματος, λαμβάνοντας υπόψη ειδικές συνθήκες για το συγκεκριμένο σύστημα παρακολούθησης.

3.4. “Γενικός παρονομαστής”

Ο γενικός παρονομαστής είναι ένας μετρητής που δείχνει πόσες φορές το όχημα έχει λειτουργήσει, λαμβάνοντας υπόψη γενικές συνθήκες.

3.5. “Μετρητής κύκλων έναυσης”

Ο μετρητής κύκλων έναυσης είναι ένας μετρητής που δείχνει τον αριθμό εκκινήσεων του κινητήρα του οχήματος.

3.6. “Εκκίνηση κινητήρα”

Η εκκίνηση κινητήρα συνίσταται στα εξής: διακόπτης έναυσης κλειστός, περιστροφή κινητήρα και έναρξη καύσης και ολοκληρώνεται όταν οι στροφές του κινητήρα φθάσουν στις ελάχιστες στροφές άφορτης λειτουργίας (ρελαντί) σε κανονική θερμοκρασία, μειωμένες κατά 150.

3.7. “Κύκλος λειτουργίας”

Κύκλος λειτουργίας είναι μία αλληλουχία που αποτελείται από εκκίνηση κινητήρα, μια περίοδο λειτουργίας, διακοπή λειτουργίας του κινητήρα και το χρόνο μέχρι την επόμενη εκκίνηση αυτού.

3.8. Συντμήσεις

IUPR Λόγος της απόδοσης κατά τη χρήση

$IUPR_m$ Λόγος της απόδοσης κατά τη χρήση συγκεκριμένου συστήματος παρακολούθησης m

4. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Το σύστημα OBD πρέπει να έχει τη δυνατότητα παρακολούθησης και καταγραφής των δεδομένων απόδοσης κατά τη χρήση (παράγραφος 6) των συστημάτων παρακολούθησης του OBD που ορίζονται στην παρούσα παράγραφος, αποθήκευσης αυτών των δεδομένων σε μνήμη Η/Υ και μετάδοσης αυτών εκτός του οχήματος όταν ζητηθεί (παράγραφος 7).

Τα δεδομένα απόδοσης κατά τη λειτουργία ενός συστήματος παρακολούθησης αποτελούνται από τον αριθμητική και τον παρονομαστή, επιτρέποντας έτσι τον υπολογισμό του IUPR.

4.1. Συστήματα παρακολούθησης IUPR

4.1.1. Συγκροτήματα συστημάτων παρακολούθησης

Οι κατασκευαστές θα πρέπει να εγκαταστήσουν στο σύστημα OBD αλγορίθμους λογισμικού που θα παρακολουθούν ανεξάρτητα και θα αναγγέλλουν δεδομένα απόδοσης κατά τη χρήση από τα συγκροτήματα συστημάτων παρακολούθησης που αναφέρονται στο προσάρτημα 1 του παρόντος παραρτήματος.

Οι κατασκευαστές δεν απαιτείται να εγκαταστήσουν στο σύστημα OBD αλγορίθμους λογισμικού που θα παρακολουθούν ανεξάρτητα και θα αναφέρουν δεδομένα απόδοσης κατά τη λειτουργία από συστήματα παρακολούθησης που λειτουργούν συνεχώς, όπως ορίζεται στην παράγραφο 4.2.3 του παραρτήματος 9B, εφόσον αυτά τα συστήματα παρακολούθησης αποτελούν ήδη μέρος ενός από τα συγκροτήματα συστημάτων παρακολούθησης που αναφέρονται στο προσάρτημα 1 του παρόντος παραρτήματος.

Τα στοιχεία απόδοσης κατά τη χρήση των συστημάτων παρακολούθησης που συνδέονται με διαφορετικές γραμμές καυσαερίου ή πλευρές του κινητήρα σε ένα συγκρότημα συστημάτων παρακολούθησης θα παρακολουθούνται και θα καταγράφονται ξεχωριστά, όπως προδιαγράφεται στην παράγραφο 6 και θα υποβάλλονται όπως προδιαγράφεται στην παράγραφο 7.

4.1.2. Πολλαπλά συστήματα παρακολούθησης

Για κάθε συγκρότημα συστημάτων παρακολούθησης που απαιτείται να αναγγέλλονται, σύμφωνα με την παράγραφο 4.1.1, το σύστημα OBD θα παρακολουθεί ιδιαίτερος τα δεδομένα απόδοσης κατά τη χρήση, όπως ορίζεται στην παράγραφο 6, για κάθε ένα από τα συγκεκριμένα συστήματα παρακολούθησης που ανήκουν σ' εκείνο το συγκρότημα.

4.2. Περιορισμός της χρήσης των στοιχείων απόδοσης κατά τη λειτουργία

Τα στοιχεία απόδοσης κατά τη χρήση ενός οχήματος χρησιμοποιούνται για τη στατιστική αξιολόγηση της απόδοσης κατά τη χρήση του συστήματος OBD μιας μεγαλύτερης ομάδας οχημάτων.

Αντίθετα με άλλα στοιχεία του OBD, τα στοιχεία απόδοσης κατά τη χρήση δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αξιοπιστία στο δρόμο ενός μεμονωμένου οχήματος.

5. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΛΟΓΩΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ

5.1. Υπολογισμός του λόγου απόδοσης κατά τη χρήση

Για κάθε σύστημα παρακολούθησης m που εξετάζεται στο παρόν παράρτημα, ο λόγος απόδοσης κατά τη χρήση υπολογίζεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$IUPR_m = \text{Αριθμητής}_{m} / \text{Παρονομαστής}_{m}$$

όπου ο Αριθμητής_m και ο Παρονομαστής_m αυξάνονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές της παρούσας παραγράφου.

5.1.1. Απαιτήσεις για το λόγο όταν υπολογίζεται και αποθηκεύεται από το σύστημα

Κάθε λόγος IUPR_m πρέπει να έχει ελάχιστη τιμή μηδέν και μέγιστη τιμή 7,99527 με ακρίβεια 0,000122 ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε μέγιστη δεκαεξαδική τιμή 0xFFFF με ακρίβεια 0x1.

Ο λόγος για μια συγκεκριμένη συνιστώσα πρέπει να θεωρείται μηδέν όποτε ο αντίστοιχος αριθμητής είναι ίσος με μηδέν και ο αντίστοιχος παρονομαστής διάφορος του μηδενός.

Ο λόγος για μια συγκεκριμένη συνιστώσα πρέπει να θεωρείται ότι είναι η μέγιστη τιμή 7,99527, εάν ο αντίστοιχος παρονομαστής είναι ίσος με μηδέν ή εάν η πραγματική τιμή του αριθμητή διά του παρονομαστή υπερβαίνει τη μέγιστη τιμή του 7,99527.

5.2. Απαιτήσεις για την επαύξηση του αριθμητή

Ο αριθμητής δεν πρέπει να επαυξάνεται περισσότερο από μία φορά ανά κύκλο λειτουργίας.

Ο αριθμητής ενός συγκεκριμένου συστήματος παρακολούθησης πρέπει να επαυξάνεται εντός 10 δευτερολέπτων, εάν και μόνον εάν πληρούνται τα παρακάτω κριτήρια σ' έναν κύκλο λειτουργίας:

α) Έχει ικανοποιηθεί κάθε συνθήκη παρακολούθησης απαραίτητη για το σύστημα παρακολούθησης της συγκεκριμένης συνιστώσας προκειμένου αυτό να ανιχνεύσει μια δυσλειτουργία και να αποθηκεύσει έναν εκκρεμή DTC, συμπεριλαμβανομένων των κριτηρίων ενεργοποίησης, της παρουσίας ή απουσίας σχετικού DTC, επαρκούς χρόνου παρακολούθησης και της εκτέλεσης διαγνωστικών εργασιών με σειρά προτεραιότητας (π.χ. το διαγνωστικό "Α" πρέπει να εκτελείται πριν από το διαγνωστικό "Β").

Σημείωση: Για την επαύξηση του αριθμητή ενός συγκεκριμένου συστήματος παρακολούθησης μπορεί να μην είναι αρκετό να ικανοποιούνται όλες οι συνθήκες που είναι απαραίτητες ώστε το συγκεκριμένο σύστημα να διαπιστώσει απουσία δυσλειτουργίας.

β) Για συστήματα παρακολούθησης που απαιτούν πολλαπλά στάδια ή γεγονότα σε έναν κύκλο λειτουργίας για την ανίχνευση δυσλειτουργίας, κάθε συνθήκη παρακολούθησης που είναι αναγκαία ώστε όλα τα γεγονότα να πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί θα πρέπει να ικανοποιείται.

γ) Για συστήματα παρακολούθησης που χρησιμοποιούνται για ταυτοποίηση βλάβης και τα οποία λειτουργούν μόνο μετά την αποθήκευση ενός εκκρεμού DTC, ο αριθμητής και ο παρονομαστής πρέπει να είναι ίδιοι με εκείνους του συστήματος παρακολούθησης που ανιχνεύει την αρχική δυσλειτουργία.

δ) Για συστήματα παρακολούθησης που απαιτούν επίμονη λειτουργία για την περαιτέρω διερεύνηση της ύπαρξης δυσλειτουργίας, ο κατασκευαστής μπορεί να υποβάλει στην αρχή έγκρισης τύπου εναλλακτικό τρόπο για την επαύξηση του αριθμητή. Αυτή η εναλλακτική θα πρέπει να είναι ισοδύναμη με εκείνη που, εάν υπήρχε δυσλειτουργία, θα επέτρεπε να επαυξηθεί ο αριθμητής.

Για συστήματα παρακολούθησης που λειτουργούν ή ολοκληρώνουν τη λειτουργία τους κατά τη θέση του κινητήρα εκτός λειτουργίας ο αριθμητής θα επαυξάνεται εντός 10 δευτερολέπτων από την ολοκλήρωση της λειτουργίας του συστήματος κατά το σβήσιμο του κινητήρα ή κατά τα πρώτα 10 δευτερόλεπτα από το άναμμα του κινητήρα για τον επόμενο κύκλο λειτουργίας.

5.3. Απαιτήσεις για την επαύξηση του παρονομαστή

5.3.1. Γενικοί κανόνες της επαύξησης

Ο παρονομαστής πρέπει να επαυξάνεται μία φορά ανά κύκλο λειτουργίας, εάν κατά τη διάρκεια αυτού του κύκλου λειτουργίας

α) ο γενικός αριθμητής επαυξάνεται όπως ορίζεται στην παράγραφο 5.4 και

β) ο παρονομαστής δεν είναι απενεργοποιημένος, σύμφωνα με την παράγραφο 5.6, και

γ) όταν ενδείκνυται, τηρούνται οι ειδικοί πρόσθετοι κανόνες επαύξησης που ορίζονται στην παράγραφο 5.3.2.

5.3.2. Πρόσθετοι κανόνες επαύξησης ειδικά για τις συστήματα παρακολούθησης

5.3.2.1. Ειδικός παρονομαστής για εξατμιστικά συστήματα (δεσμευμένο)

5.3.2.2. Ειδικός παρονομαστής για συστήματα δευτερεύοντα αέρα (δεσμευμένο)

5.3.2.3. Ειδικός παρονομαστής για συνιστώσες / συστήματα που λειτουργούν μόνο κατά την εκκίνηση του κινητήρα

Πέραν των απαιτήσεων της παραγράφου 5.3.1 στοιχεία α) και β), ο/οι παρονομαστής(-ές) για συστήματα παρακολούθησης συνιστωσών ή συστήματα που λειτουργούν μόνον κατά την εκκίνηση του κινητήρα πρέπει να επαυξάνεται(-ονται), εάν η συνιστώσα ή στρατηγική δέχεται την εντολή "on" για χρόνο μεγαλύτερο ή ίσο με 10 δευτερόλεπτα.

Για τον καθορισμό αυτού του χρόνου της εντολής "on", το σύστημα OBD δεν μπορεί να περιλαμβάνει χρόνο κατά τη διάρκεια επίμονης λειτουργίας οποιασδήποτε από τις συνιστώσες ή στρατηγικές μεταγενέστερα στον ίδιο κύκλο λειτουργίας αποκλειστικά για σκοπούς παρακολούθησης.

5.3.2.4. Ειδικός παρονομαστής για συνιστώσες ή συστήματα που δεν λαμβάνουν συνεχώς εντολή να λειτουργούν

Επιπλέον των απαιτήσεων της παραγράφου 5.3.1 α) και β), ο/οι παρονομαστής(-ές) για συστήματα παρακολούθησης συνιστωσών ή συστημάτων που δεν λαμβάνουν συνεχώς εντολή να λειτουργούν (π.χ. συστήματα μεταβλητού χρονισμού βαλβίδων – VVT – ή βαλβίδων EGR), πρέπει να επαυξάνεται(-ονται), εάν η εν λόγω συνιστώσα ή σύστημα δέχεται κάποια εντολή λειτουργίας (π.χ., τις εντολές "on", "open", "closed", "locked") σε δύο ή περισσότερες περιπτώσεις κατά τη διάρκεια του κύκλου λειτουργίας ή για χρόνο, αθροιστικά, μεγαλύτερο από ή ίσο με 10 δευτερόλεπτα, όποιο από τα δύο συμβεί πρώτο.

5.3.2.5. Ειδικός παρονομαστής φίλτρων σωματιδίων ντίζελ (DPF)

Πέραν των απαιτήσεων της παραγράφου 5.3.1 α) και β), σε τουλάχιστον έναν κύκλο λειτουργίας, ο/οι παρονομαστής(-ές) για τα DPF πρέπει να αυξάνεται(-ονται), εάν έχουν διανυθεί τουλάχιστον 800 χιλιόμετρα, αθροιστικά, λειτουργίας του οχήματος ή, εναλλακτικά, εάν έχουν συμπληρωθεί τουλάχιστον 750 λεπτά λειτουργίας του κινητήρα από την τελευταία φορά που αυξήθηκε ο παρονομαστής.

5.3.2.6. Ειδικός παρονομαστής για καταλύτες οξειδωσης

Επιπλέον των απαιτήσεων της παραγράφου 5.3.1 στοιχεία α) και β), σε τουλάχιστον ένα κύκλο λειτουργίας ο παρονομαστής(-ές) για συστήματα παρακολούθησης καταλυτών οξειδωσης που χρησιμοποιείται(-ούνται) για την ενεργητική αναγέννηση των DPF πρέπει να επαυξάνεται, εάν ένα γεγονός αναγέννησης λάβει εντολή για χρόνο μεγαλύτερο από ή ίσο με 10 δευτερόλεπτα.

5.3.2.7. Ειδικός παρονομαστής για υβρίδια (δεσμευμένο)

5.4. Απαιτήσεις για την επαύξηση του γενικού παρονομαστή

Ο γενικός παρονομαστής επαυξάνεται εντός 10 δευτερολέπτων, εάν και μόνο εάν, πληρούνται τα ακόλουθα κριτήρια για έναν και μόνο κύκλο λειτουργίας:

- α) ο αθροιστικός χρόνος από την έναρξη του κύκλου λειτουργίας είναι μεγαλύτερος από ή ίσος με 600 δευτερόλεπτα, ενώ παραμένει:
 - i) σε υψόμετρο μικρότερο των 2 500 μέτρων πάνω από το επίπεδο της θάλασσας, και
 - ii) σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μεγαλύτερη από ή ίση με 266 K (– 7 βαθμοί Κελσίου), και
 - iii) σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μικρότερη από ή ίση με 308 K (35 βαθμοί Κελσίου).
- β) Η αθροιστική λειτουργία του κινητήρα στις 1 150 min⁻¹ ή πάνω από αυτές για περισσότερο ή έως 300 δευτερόλεπτα ενώ βρίσκεται υπό τις συνθήκες που ορίστηκαν στο ανωτέρω στοιχείο α)· ως εναλλακτικές για τον κατασκευαστή μπορεί να χρησιμοποιηθούν η λειτουργία του κινητήρα σε ή πάνω από 15 τοις εκατό υπολογισθέν φορτίο ή λειτουργία οχήματος σε ή πάνω από 40 km/h αντί του κριτηρίου των 1 150 min⁻¹.
- γ) Συνεχής λειτουργία οχήματος σε άφορτη λειτουργία (στο ρελαντί) (δηλ., ποδόπληκτρο επιτάχυνσης απελευθερωμένο από τον οδηγό και είτε ταχύτητα του οχήματος μικρότερη ή ίση με 1,6 km/h είτε στροφές κινητήρα μικρότερες από ή ίσες με 200 min⁻¹ πάνω από τις στροφές άφορτης λειτουργία σε κανονική θερμοκρασία) για χρόνο μεγαλύτερο ή ίσο με 30 δευτερόλεπτα, ενώ βρίσκεται υπό τις συνθήκες που ορίζονται στο ανωτέρω στοιχείο α).

- 5.5. Απαιτήσεις για την επαύξηση του μετρητή του κύκλου έναυσης
- Ο μετρητής του κύκλου έναυσης επαυξάνεται μία και μόνο μία φορά ανά εκκίνηση του κινητήρα.
- 5.6. Η επαυξητική απενεργοποίηση των αριθμητών, των παρονομαστών και του γενικού παρονομαστή
- 5.6.1. Εντός 10 δευτερολέπτων από την ανίχνευση δυσλειτουργίας (δηλ. αφότου ένας εκκρεμής ή επιβεβαιωμένος και ενεργητικός DTC αποθηκεύεται), η οποία απενεργοποιεί ένα σύστημα παρακολούθησης, το σύστημα OBD πρέπει να απενεργοποιεί την περαιτέρω αύξηση των αντίστοιχων αριθμητών και παρονομαστών για κάθε σύστημα παρακολούθησης που απενεργοποιείται.
- Όταν η δυσλειτουργία δεν ανιχνεύεται πλέον (και ο εκκρεμής κωδικός διαγράφεται με αυτοδιαγραφή ή μέσω εντολής εργαλείου σάρωσης), η επαύξηση όλων των αντίστοιχων αριθμητών και παρονομαστών ξεκινά και πάλι εντός 10 δευτερολέπτων.
- 5.6.2. Εντός 10 δευτερολέπτων από την εκκίνηση λειτουργίας της μονάδας απόληψης ισχύος (PTO), η οποία αδρανοποιεί τη λειτουργία συστήματος παρακολούθησης, που πρέπει να ανταποκρίνεται στις προϋποθέσεις παρακολούθησης του παραρτήματος 9B, το σύστημα OBD αδρανοποιεί την περαιτέρω επαύξηση του αντίστοιχου αριθμητή και παρονομαστή για κάθε σύστημα παρακολούθησης που αδρανοποιείται.
- Μόλις ολοκληρωθεί η λειτουργία PTO, η επαύξηση όλων των αντίστοιχων αριθμητών και παρονομαστών ξεκινά και πάλι εντός 10 δευτερολέπτων.
- 5.6.3. Στην περίπτωση δυσλειτουργίας (δηλ. μόλις έχει αποθηκευτεί ένας εκκρεμής ή επιβεβαιωμένος και ενεργητικός DTC), η πρόληψη του καθορισμού κατά πόσο ικανοποιούνται τα κριτήρια για τον Παρονομαστή_m ενός συστήματος παρακολούθησης m που αναφέρεται στην παράγραφο 5.3 ⁽¹⁾, το σύστημα OBD πρέπει να αδρανοποιεί την περαιτέρω επαύξηση του Αριθμητή_m και του Παρονομαστή_m εντός 10 δευτερολέπτων.
- Η επαύξηση του Αριθμητή_m και του Παρονομαστή_m ξεκινά και πάλι εντός 10 δευτερολέπτων, όταν δεν υπάρχει πλέον δυσλειτουργία (και ο εκκρεμής κωδικός διαγράφεται με αυτοδιαγραφή ή μέσω εντολής εργαλείου σάρωσης).
- 5.6.4. Στην περίπτωση δυσλειτουργίας (δηλ. μόλις έχει αποθηκευτεί ένας εκκρεμής ή επιβεβαιωμένος και ενεργητικός DTC) η πρόληψη καθορισμού κατά πόσον ικανοποιούνται τα κριτήρια για τον γενικό παρονομαστή που αναφέρονται στην παράγραφο 5.4 ⁽²⁾, το σύστημα OBD πρέπει να αδρανοποιεί την περαιτέρω αύξηση του γενικού παρονομαστή εντός 10 δευτερολέπτων.
- Η επαύξηση του γενικού παρονομαστή ξεκινά και πάλι εντός 10 δευτερολέπτων, όταν δεν υφίσταται πλέον δυσλειτουργία (και ο εκκρεμής κωδικός διαγράφεται με αυτοδιαγραφή ή μέσω εντολής εργαλείου σάρωσης).
- Η επαύξηση του γενικού παρονομαστή δεν μπορεί να αδρανοποιείται υπό οποιεσδήποτε άλλες συνθήκες.
6. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
- Για κάθε ομάδα συστημάτων παρακολούθησης που παρατίθενται στο προσάρτημα 1 του παρόντος παραρτήματος, το σύστημα OBD πρέπει να παρακολουθεί ξεχωριστά του αριθμητές και τους παρονομαστές για κάθε ένα συγκεκριμένο σύστημα παρακολούθησης που παρατίθεται στο προσάρτημα 3 του παραρτήματος 9B και ανήκει στο εν λόγω συγκρότημα.
- Πρέπει να αναγγέλλει μόνον τους αντίστοιχους αριθμητές και παρονομαστές για το συγκεκριμένο σύστημα παρακολούθησης που έχει το χαμηλότερο αριθμητικό λόγο.
- Εάν δύο ή περισσότερα συστήματα παρακολούθησης έχουν πανομοιότυπους λόγους, για το συγκεκριμένο συγκρότημα συστημάτων παρακολούθησης πρέπει να αναγγέλλεται ο αντίστοιχος αριθμητής και παρονομαστής του συγκεκριμένου συστήματος παρακολούθησης με τον υψηλότερο παρονομαστή.

⁽¹⁾ Π.χ. ταχύτητα οχήματος / στροφές κινητήρα / υπολογιζόμενο φορτίο, θερμοκρασία περιβάλλοντος, υψόμετρο, άφορτη λειτουργία, ή χρόνος λειτουργίας.

⁽²⁾ Ο κατασκευαστής επιτρέπεται να χρησιμοποιεί πρόσθετη ενσωματωμένη στο όχημα διάταξη διάγνωσης, όπως π.χ. διάταξη οπτικής απεικόνισης επί του πίνακα οργάνων του οχήματος, για τη διευκόλυνση της πρόσβασης σε στοιχεία απόδοσης κατά τη χρήση. Αυτή η πρόσθετη διάταξη δεν υπόκειται στις απαιτήσεις του παρόντος παραρτήματος.

Για να καθοριστεί αμερόληπτα ο χαμηλότερος λόγος ενός συγκροτήματος, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μόνον τα συστήματα παρακολούθησης που αναφέρονται στο εν λόγω συγκρότημα (π.χ. ένας αισθητήρας NO_x όταν χρησιμοποιείται για να θέτει σε λειτουργία ένα από τα συστήματα παρακολούθησης που απαριθμούνται στο παράρτημα 9B, προσάρτημα 3, στοιχείο 3· το “SCR” θα λαμβάνεται υπόψη στο συγκρότημα συστημάτων παρακολούθησης “αισθητήρας καυσαερίου” και όχι στο συγκρότημα συστημάτων παρακολούθησης “SCR”).

Το σύστημα OBD πρέπει επίσης να παρακολουθεί και να αναγγέλλει τον γενικό παρονομαστή και τον μετρητή κύκλου έναυσης.

Σημείωση: σύμφωνα με την παράγραφο 4.1.1, οι κατασκευαστές δεν απαιτείται να εφαρμόζουν αλγορίθμους λογισμικού στο σύστημα OBD για να παρακολουθούν και να αναγγέλλουν αριθμητές και παρονομαστές συστημάτων παρακολούθησης που λειτουργούν συνεχώς.

7. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ

Η κοινοποίηση στοιχείων απόδοσης κατά τη χρήση είναι μια νέα περίπτωση χρήσης και δεν περιλαμβάνεται στις τρεις υφιστάμενες περιπτώσεις χρήσης που είναι αφιερωμένες στην παρουσία πιθανών δυσλειτουργιών

7.1. Πληροφορίες σχετικά με τα στοιχεία απόδοσης κατά τη χρήση

Οι πληροφορίες που καταγράφονται από το σύστημα OBD πρέπει να είναι διαθέσιμες όταν ζητούνται από σύστημα εκτός του οχήματος σύμφωνα με την παράγραφο 7.2.

Οι πληροφορίες αυτές θα παρέχουν στις αρχές έγκρισης τύπου στοιχεία απόδοσης κατά τη χρήση.

Το σύστημα OBD πρέπει να παρέχει όλες τις πληροφορίες (σύμφωνα με το ισχύον πρότυπο που περιέχεται στο προσάρτημα 6) για τον εξωτερικό εξοπλισμό δοκιμών IUPR για την κατανόηση των στοιχείων και παρέχει στον επιθεωρητή τις ακόλουθες πληροφορίες:

- α) τον αναγνωριστικό αριθμό του οχήματος (VIN)·
- β) τον αριθμητή και τον παρονομαστή για κάθε συγκρότημα συστημάτων παρακολούθησης που καταγράφονται από το σύστημα σύμφωνα με την παράγραφο 6.,
- γ) τον γενικό παρονομαστή,
- δ) την τιμή του μετρητή κύκλου έναυσης,
- ε) το σύνολο των ωρών λειτουργίας του κινητήρα.

Οι πληροφορίες αυτές μπορούν μόνο να αναγνωσθούν (δηλαδή δεν μπορούν να διαγραφούν).

7.2. Πρόσβαση σε στοιχεία απόδοσης κατά τη χρήση

Η πρόσβαση στις πληροφορίες OBD πρέπει να παρέχεται μόνο σύμφωνα με τα πρότυπα που αναφέρονται στο προσάρτημα 6 του παρόντος παραρτήματος και στα ακόλουθα σημεία ⁽¹⁾.

Η πρόσβαση στα στοιχεία απόδοσης κατά τη χρήση δεν πρέπει να εξαρτάται από τον κωδικό πρόσβασης ή άλλη διάταξη ή μέθοδο που μπορεί να διαθέσει μόνον ο κατασκευαστής ή οι προμηθευτές του. Για την ερμηνεία των στοιχείων απόδοσης κατά τη χρήση δεν πρέπει να χρειάζεται οιαδήποτε μοναδική πληροφορία αποκωδικοποίησης, εκτός εάν αυτή είναι διαθέσιμη στο κοινό.

Η μέθοδος πρόσβασης (δηλ. σημείο/κόμβος πρόσβασης) σε στοιχεία απόδοσης κατά τη χρήση πρέπει να είναι ίδια με εκείνη που χρησιμοποιείται για την απόληψη όλων των πληροφοριών OBD. Η μέθοδος αυτή θα επιτρέψει την πρόσβαση σε όλα τα στοιχεία απόδοσης κατά τη χρήση που απαιτούνται σύμφωνα με το παρόν παράρτημα.

⁽¹⁾ Ο κατασκευαστής επιτρέπεται να χρησιμοποιεί πρόσθετη ενσωματωμένη στο όχημα οπτική διάταξη διάγνωσης, όπως π.χ. διάταξη οπτικής απεικόνισης στον πίνακα οργάνων του οχήματος, για την παροχή πρόσβασης στα στοιχεία απόδοσης κατά τη χρήση. Αυτή η πρόσθετη διάταξη δεν υπόκειται στις απαιτήσεις του παρόντος παραρτήματος.

7.3. Επαναφορά στην αρχική κατάσταση των στοιχείων απόδοσης κατά τη χρήση

7.3.1. Επαναφορά στο μηδέν

Κάθε αριθμός πρέπει να επαναφέρεται στο μηδέν μόνον όταν συμβαίνει επαναφορά στο μηδέν μιας μη πτητικής μνήμης τυχαίας προσπέλασης (NVRAM) (π.χ., γεγονός επαναπρογραμματισμού). Οι αριθμοί μπορεί να μην επαναφέρονται στο μηδέν κάτω από οποιεσδήποτε άλλες περιστάσεις, συμπεριλαμβανομένης και της περίπτωσης όταν ληφθεί μια εντολή εργαλείου σάρωσης για εκκαθάριση κωδικών βλάβης.

7.3.2. Επαναφορά σε περίπτωση υπερροής μνήμης

Εάν είτε ο αριθμητής είτε ο παρονομαστής για ένα συγκεκριμένο σύστημα παρακολούθησης φτάσει την τιμή των $65\ 535 \pm 2$, και οι δύο αριθμοί πρέπει να διαιρεθούν με το δύο πριν ο ένας ή ο άλλος αυξηθεί και πάλι, ώστε να αποφευχθούν προβλήματα υπερροής.

Εάν ο μετρητής κύκλου έναυσης φτάσει τη μέγιστη τιμή των $65\ 535 \pm 2$, ο μετρητής κύκλου έναυσης μπορεί να ανατραπεί και να αυξηθεί σε μηδέν κατά τον επόμενο κύκλο έναυσης για να αποφευχθούν προβλήματα υπερροής.

Εάν ο γενικός παρονομαστής φτάσει τη μέγιστη τιμή των $65\ 535 \pm 2$, ο γενικός παρονομαστής μπορεί να ανατραπεί και να αυξηθεί σε μηδέν κατά τον επόμενο κύκλο έναυσης που πληροί τον ορισμό του γενικού παρονομαστή για να αποφευχθούν προβλήματα υπερροής.

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ 1

ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

Τα συγκροτήματα συστημάτων παρακολούθησης που εξετάζονται στο παρόν παράρτημα είναι τα εξής:

Α. Καταλύτες οξείδωσης

Τα συγκεκριμένα συστήματα παρακολούθησης για το εν λόγω συγκρότημα είναι εκείνα που παρατίθενται στο σημείο 5 του προσαρτήματος 3 του παραρτήματος 9B.

Β. Συστήματα επιλεκτικής καταλυτικής αναγωγής (SCR)

Τα συγκεκριμένα συστήματα παρακολούθησης για το εν λόγω συγκρότημα είναι εκείνα που παρατίθενται στο σημείο 3 του προσαρτήματος 3 του παραρτήματος 9B.

Γ. Αισθητήρες καυσαερίου και οξυγόνου

Τα συγκεκριμένα συστήματα παρακολούθησης για το εν λόγω συγκρότημα είναι εκείνα που παρατίθενται στο σημείο 13 του προσαρτήματος 3 του παραρτήματος 9B.

Δ. Συστήματα EGR και VVT

Τα συγκεκριμένα συστήματα παρακολούθησης για το εν λόγω συγκρότημα είναι εκείνα που παρατίθενται στα σημεία 6 και 9 του προσαρτήματος 3 του παραρτήματος 9B.

Ε. Συστήματα DPF

Τα συγκεκριμένα συστήματα παρακολούθησης για το εν λόγω συγκρότημα είναι εκείνα που παρατίθενται στο σημείο 2 του προσαρτήματος 3 του παραρτήματος 9B.

ΣΤ. Σύστημα ελέγχου της υπερσυμπίεσης εισαγωγής

Τα συγκεκριμένα συστήματα παρακολούθησης για το εν λόγω συγκρότημα είναι εκείνα που παρατίθενται στο σημείο 8 του προσαρτήματος 3 του παραρτήματος 9B.

Ζ. Απορροφητής NO_x

Τα συγκεκριμένα συστήματα παρακολούθησης για το εν λόγω συγκρότημα είναι εκείνα που παρατίθενται στο σημείο 4 του προσαρτήματος 3 του παραρτήματος 9B.

Η. Τριοδικός καταλύτης

Τα συγκεκριμένα συστήματα παρακολούθησης για το εν λόγω συγκρότημα είναι εκείνα που παρατίθενται στο σημείο 15 του προσαρτήματος 3 του παραρτήματος 9B.

Θ. Εξατμιστικά συστήματα (δεσμευμένο)

Ι. Σύστημα δευτερεύουσας παροχής αέρα (δεσμευμένο)

Ένα συγκεκριμένο σύστημα παρακολούθησης πρέπει να ανήκει μόνο σε ένα από τα εν λόγω συγκροτήματα.»

Εισάγεται νέο παράρτημα 10, το οποίο έχει ως εξής:

«ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 10

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΕΚΤΟΣ ΚΥΚΛΟΥ (OCE)

1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Το παρόν παράρτημα θεσπίζει απαιτήσεις εκπομπών εκτός κύκλου με βάση την απόδοση και μια απαγόρευση σχετικά με τις στρατηγικές αναστολής για κινητήρες βαρέων επαγγελματικών οχημάτων και βαρέα επαγγελματικά οχήματα έτσι ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματικός έλεγχος εκπομπών βάσει ενός ευρέος φάσματος συνθηκών λειτουργίας του κινητήρα και συνθηκών περιβάλλοντος που αντιμετωπίζονται κατά τη διάρκεια κανονικής λειτουργίας κατά τη χρήση του οχήματος.

2. Δεσμευμένο ⁽¹⁾

3. ΟΡΙΣΜΟΙ

3.1. Ως “βοηθητική στρατηγική ελέγχου των εκπομπών (‘AES’)” νοείται μια στρατηγική εκπομπών που καθίσταται ενεργός και αντικαθιστά ή τροποποιεί μια βασική στρατηγική εκπομπών για ένα συγκεκριμένο σκοπό ή σκοπούς και σε απόκριση σε ένα ειδικό σύνολο συνθηκών περιβάλλοντος και/ή λειτουργίας και παραμένει λειτουργική μόνον εφόσον υφίστανται οι εν λόγω συνθήκες.

3.2. Ως “βασική στρατηγική ελέγχου των εκπομπών (‘BES’)” νοείται μια στρατηγική ελέγχου των εκπομπών που είναι ενεργός σε όλη τη διάρκεια της κλίμακας στροφών και φορτίου λειτουργίας του κινητήρα εκτός αν έχει ενεργοποιηθεί η AES.

3.3. Ως “στρατηγική αναστολής” νοείται μια στρατηγική εκπομπών που δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις απόδοσης για μια βασική και/ή βοηθητική στρατηγική εκπομπών όπως ορίζεται στο παρόν παράρτημα.

3.4. Ως “στοιχείο σχεδιασμού” νοείται:

α) το σύστημα κινητήρα·

β) κάθε σύστημα ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων του λογισμικού ηλεκτρονικών υπολογιστών, των ηλεκτρονικών συστημάτων ελέγχου και της λογικής υπολογιστή·

γ) οποιαδήποτε βαθμονόμηση του συστήματος ελέγχου· ή

δ) τα αποτελέσματα οποιασδήποτε διάδρασης των συστημάτων.

3.5. Ως “στρατηγική εκπομπών” νοείται ένα στοιχείο ή σύνολο στοιχείων σχεδιασμού που ενσωματώνεται στο συνολικό σχεδιασμό ενός συστήματος κινητήρα ή οχήματος και χρησιμοποιείται στον έλεγχο των εκπομπών.

3.6. Ως “σύστημα ελέγχου εκπομπών” νοούνται τα στοιχεία σχεδιασμού και οι στρατηγικές εκπομπών που αναπτύχθηκαν ή βαθμονομήθηκαν για τον έλεγχο εκπομπών.

3.7. Ως “οικογένεια κινητήρων” νοείται η ομαδοποίηση κινητήρων ενός κατασκευαστή όπως ορίζεται στον παγκόσμιο τεχνικό κανονισμό αριθ. 4 ⁽²⁾.

3.8. Ως “εκκίνηση του κινητήρα” νοείται η διαδικασία από την έναρξη της περιστροφής του κινητήρα έως ότου ο κινητήρας φτάσει στις ελάχιστες στροφές άφορτης λειτουργίας σε κανονική θερμοκρασία μειωμένες κατά 150 (όπως ορίζεται στη θέση drive για οχήματα που έχουν αυτόματο κιβώτιο).

⁽¹⁾ Η αρίθμηση του παρόντος παραρτήματος συμφωνεί με την αρίθμηση του παγκόσμιου τεχνικού κανονισμού για τις OCE. Ωστόσο, ορισμένα σημεία του παγκόσμιου τεχνικού κανονισμού για τις OCE δεν είναι απαραίτητα στο παρόν παράρτημα.

⁽²⁾ Διαδικασία δοκιμών για κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση (CI) και κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης (PI) που τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο (NG) ή υγραέριο (LPG) όσον αφορά την εκπομπή ρύπων (θεσπίστηκε στο παγκόσμιο μητρώο στις 15 Νοεμβρίου 2006). Οι παραπομπές στον παγκόσμιο τεχνικό κανονισμό αριθ. 4 αφορούν το έγγραφο που εγκρίθηκε στις 15 Νοεμβρίου 2006. Μεταγενέστερες αλλαγές στον παγκόσμιο τεχνικό κανονισμό WHDC θα πρέπει να επαναξιολογηθούν όσον αφορά την εφαρμοσιμότητά τους στο παρόν παράρτημα.

- 3.9. Ως “σύστημα κινητήρων” νοείται ο κινητήρας, το σύστημα ελέγχου των εκπομπών και η διεπαφή επικοινωνίας (υλισμικό και μηνύματα) μεταξύ της(των) μονάδας(-ων) ηλεκτρονικού ελέγχου του κινητήρα και οποιουδήποτε άλλου συστήματος κίνησης ή μονάδας ελέγχου του οχήματος.
- 3.10. Ως “προθέρμανση του κινητήρα” νοείται επαρκής λειτουργία του οχήματος έτσι ώστε η θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου να φτάσει μια ελάχιστη θερμοκρασία τουλάχιστον 70 °C.
- 3.11. Ως “περιοδική αναγέννηση” νοείται η διαδικασία αναγέννησης ενός συστήματος μετεπεξεργασίας καυσαερίου που πραγματοποιείται περιοδικά σε λιγότερο από 100 ώρες κανονικής λειτουργίας του κινητήρα.
- 3.12. Ως “ονομαστικές στροφές” νοείται ο μέγιστος υπό πλήρες φορτίο αριθμός στροφών του κινητήρα που επιτρέπεται από το ρυθμιστή στροφών, όπως καθορίζεται από τον κατασκευαστή στο εγχειρίδιο πώλησης και συντήρησης, ή, εάν δεν υπάρχει ρυθμιστής στροφών, οι στροφές στις οποίες λαμβάνεται η μέγιστη ισχύς του κινητήρα, όπως καθορίζεται από τον κατασκευαστή στο εγχειρίδιο πώλησης και συντήρησης.
- 3.13. Ως “εκπομπές που αποτελούν αντικείμενο ρύθμισης” νοούνται οι “αέριοι ρύποι” που ορίζονται ως μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογονάνθρακες και/ή υδρογονάνθρακες πλην μεθανίου (με την παραδοχή λόγου $\text{CH}_{1,85}$ για το ντίζελ, $\text{CH}_{2,525}$ για LPG και $\text{CH}_{2,93}$ για NG, και ένα υποθετικό μόριο $\text{CH}_3\text{O}_{0,5}$ για κινητήρες ντίζελ που χρησιμοποιούν αιθανόλη ως καύσιμο), μεθάνιο (με την παραδοχή λόγου CH_4 για NG) και οξείδια αζώτου (εκφρασμένα σε ισοδύναμο διοξειδίου του αζώτου (NO_2)) και “σωματίδια” (PM) που ορίζονται ως κάθε υλικό που συλλέγεται σε ένα καθορισμένο φίλτρο μετά τη αραίωση καυσαερίου με καθαρό φιλτραρισμένο αέρα σε θερμοκρασία μεταξύ 315 K (42 °C) και 325 K (52 °C), όπως μετράται σε ένα σημείο αμέσως ανάντη του φίλτρου, πρόκειται κυρίως για άνθρακα, συμπυκνωμένους υδρογονάνθρακες και θειικά άλατα με το συναφές νερό.

4. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Κάθε σύστημα κινητήρα και κάθε στοιχείο σχεδιασμού που πρόκειται να επηρεάσει την εκπομπή ρύπων που αποτελούν αντικείμενο ρύθμισης πρέπει να σχεδιάζονται, να κατασκευάζονται, να συναρμολογούνται και να τοποθετούνται έτσι ώστε να καθίσταται δυνατό ο κινητήρας και το όχημα να συμμορφώνονται με τις διατάξεις του παρόντος παραρτήματος.

4.1. Απαγόρευση στρατηγικών αναστολής

Συστήματα κινητήρα και οχήματα δεν πρέπει να εφοδιάζονται με στρατηγική αναστολής.

4.2. Παγκόσμια εναρμονισμένες μη υπερβάσιμες (WNTe) απαιτήσεις εκπομπής

Το παρόν παράρτημα απαιτεί τα συστήματα κινητήρα και τα οχήματα να συμμορφώνονται με τις WNTe οριακές τιμές που περιγράφονται στην παράγραφο 5.2. Για δοκιμές βάσει εργαστηρίου σύμφωνα με την παράγραφο 7.4, κανένα αποτέλεσμα δοκιμής δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια εκπομπής που προσδιορίζονται στην παράγραφο 5.2.

5. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ

5.1. Στρατηγικές εκπομπής

Οι στρατηγικές εκπομπής σχεδιάζονται έτσι ώστε να δώσουν τη δυνατότητα στο σύστημα κινητήρα, σε κανονική χρήση, να συμμορφωθεί με τις διατάξεις του παρόντος παραρτήματος. Η κανονική χρήση δεν περιορίζεται στις συνθήκες χρήσης, όπως προσδιορίζονται στην παράγραφο 6.1.5.4.

5.1.1. Απαιτήσεις για τις βασικές στρατηγικές ελέγχου των εκπομπών (BES)

Μια BES δεν πρέπει να κάνει διάκριση μεταξύ λειτουργίας σε μια εφαρμοστέα δοκιμή έγκρισης τύπου ή πιστοποίησης και άλλης λειτουργίας και να παρέχει χαμηλότερο επίπεδο ελέγχου εκπομπών υπό συνθήκες που δεν περιλαμβάνονται βασικά στις εφαρμοστέες δοκιμές έγκρισης τύπου ή πιστοποίησης.

5.1.2. Απαιτήσεις για βοηθητικές στρατηγικές ελέγχου εκπομπών (AES)

Μια AES δεν πρέπει να μειώνει την αποτελεσματικότητα του ελέγχου των εκπομπών σχετικά με μια BES υπό συνθήκες που μπορεί να αναμένεται ευλόγως ότι θα σημειωθούν σε κανονική λειτουργία και χρήση του οχήματος, εκτός και αν η AES ικανοποιεί μία από τις ακόλουθες ειδικές εξαιρέσεις:

- α) η λειτουργία της περιλαμβάνεται ουσιαστικά στις εφαρμοστέες δοκιμές έγκρισης τύπου ή πιστοποίησης, συμπεριλαμβανομένων των WNTE διατάξεων της παραγράφου 7·
- β) ενεργοποιείται με σκοπό την προστασία του κινητήρα και/ή του οχήματος από βλάβη ή ατύχημα·
- γ) ενεργοποιείται μόνο κατά την έναρξη ή προθέρμανση του κινητήρα, όπως ορίζεται στο παρόν παράρτημα·
- δ) η λειτουργία της χρησιμοποιείται για αντιστάθμιση του ελέγχου ενός τύπου εκπομπών που αποτελούν αντικείμενο ρύθμισης ώστε να διατηρηθεί ο έλεγχος ενός άλλου τύπου εκπομπών που αποτελούν αντικείμενο ρύθμισης υπό ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος ή λειτουργίας που δεν περιλαμβάνονται ουσιαστικά στις δοκιμές έγκρισης τύπου ή πιστοποίησης. Η γενική επίδραση αυτής της AES πρέπει να είναι η αντιστάθμιση για τις επιδράσεις ακραίων συνθηκών περιβάλλοντος κατά τρόπο που να παρέχει αποδεκτό έλεγχο όλων των εκπομπών που αποτελούν αντικείμενο ρύθμισης.

5.2. Τα παγκόσμια εναρμονισμένα μη υπερβάσιμα (WNTE) όρια εκπομπής αέριων και σωματιδιακών εκπομπών καυσαερίου

5.2.1. Οι εκπομπές καυσαερίου δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα εφαρμοστέα παγκόσμια εναρμονισμένα μη υπερβάσιμα (WNTE) όρια εκπομπής που ορίζονται στην παράγραφο 5.2.2 όταν ο κινητήρας λειτουργεί σύμφωνα με τους όρους και τις διαδικασίες που ορίζονται στις παραγράφους 6 και 7.

5.2.2. Τα εφαρμοστέα WNTE όρια εκπομπής ορίζονται ως ακολούθως:

WNTE όριο εκπομπής = όριο εκπομπής WHTC + συνιστώσα WNTE

όπου

“όριο εκπομπής WHTC” είναι το όριο εκπομπής (OE) στο οποίο ο κινητήρας πιστοποιείται σύμφωνα με τον παγκόσμιο τεχνικό κανονισμό WHDC· και

“WNTE συνιστώσα” ορίζεται από τις εξισώσεις 1 έως 4 στην παράγραφο 5.2.3.

5.2.3. Οι εφαρμοστέες WNTE συνιστώσες πρέπει να ορίζονται χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες εξισώσεις, όταν τα OE εκφράζονται σε g/kWh:

$$\text{για NO}_x: \quad \text{WNTE συνιστώσα} = 0,25 \times \text{EL} + 0,1 \quad (1)$$

$$\text{για HC:} \quad \text{WNTE συνιστώσα} = 0,15 \times \text{EL} + 0,07 \quad (2)$$

$$\text{για CO:} \quad \text{WNTE συνιστώσα} = 0,20 \times \text{EL} + 0,2 \quad (3)$$

$$\text{για PM:} \quad \text{WNTE συνιστώσα} = 0,25 \times \text{EL} + 0,003 \quad (4)$$

Όταν τα εφαρμοστέα OE εκφράζονται σε μονάδες άλλες από τις μονάδες g/kWh, οι σταθερές προσθέτων στις εξισώσεις πρέπει να μετατραπούν από g/kWh στις κατάλληλες μονάδες.

Η WNTE συνιστώσα πρέπει να στρογγυλευτεί στο δεκαδικό προς τα δεξιά που αναφέρεται στο ισχύον πρότυπο εκπομπών, σύμφωνα με τη μέθοδο στρογγυλοποίησης ASTM E 29-06.

6. ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Τα WNTΕ όρια εκπομπής πρέπει να εφαρμόζονται σε:

- α) όλες τις ατμοσφαιρικές πιέσεις που είναι μεγαλύτερες από ή ίσες με 82,5 kPa·
- β) όλες τις θερμοκρασίες που είναι μικρότερες από ή ίσες με τη θερμοκρασία που καθορίζεται από την εξίσωση 5 στην καθορισμένη ατμοσφαιρική πίεση:

$$T = -0,4514 \times (101,3 - p_b) + 311 \quad (5)$$

όπου

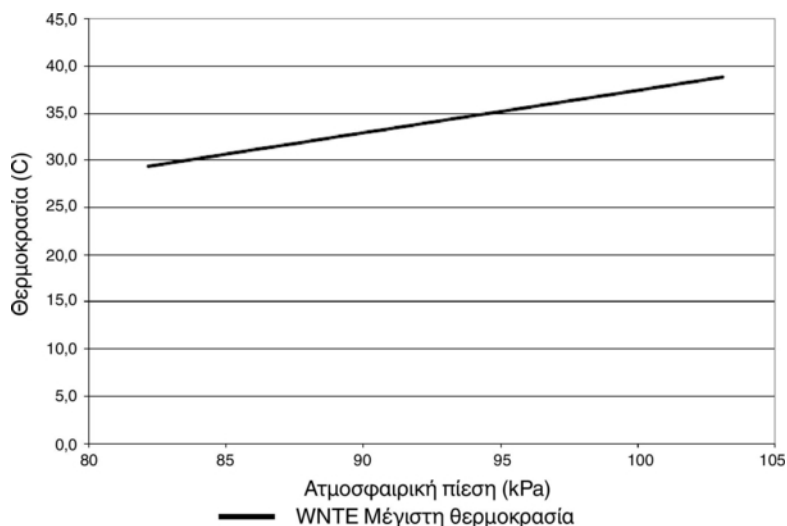
T είναι θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος, K

p_b είναι η συνολική ατμοσφαιρική πίεση, σε kPa

- γ) θερμοκρασία του ψυκτικού του κινητήρα άνω των 343 K (70 °C).

Οι εφαρμοστέες συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης περιβάλλοντος και θερμοκρασίας παρουσιάζονται στο σχήμα 1.

WNTΕ φάσμα ατμοσφαιρικής πίεσης και θερμοκρασίας



Σχήμα 1

Απεικόνιση των συνθηκών ατμοσφαιρικής πίεσης και θερμοκρασίας

7. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΜΕΝΗ ΜΗ ΥΠΕΡΒΑΣΙΜΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

7.1. Παγκόσμια εναρμονισμένη μη υπερβάσιμη επιφάνεια ελέγχου

Η WNTΕ επιφάνεια ελέγχου αποτελείται από τις στροφές του κινητήρα και τα σημεία φορτίου που ορίζονται στις παραγράφους 7.1.1 έως 7.1.6. Η εικόνα 2 είναι παραδειγματική απεικόνιση της WNTΕ επιφάνειας ελέγχου.

7.1.1. Φάσμα στροφών κινητήρα

Η WNTΕ επιφάνεια ελέγχου πρέπει να περιλαμβάνει όλες τις στροφές λειτουργίας μεταξύ της 30ης εκατοστιαίας αθροιστικής κατανομής των στροφών κατά τον κύκλο δοκιμών, συμπεριλαμβανομένης της άφορτης λειτουργίας (n_{30}), και των υψηλότερων στροφών όπου εκδηλώνεται το εβδομήντα τοις εκατό της μέγιστης ισχύος (n_{hi}). Το σχήμα 3 είναι παράδειγμα της WNTΕ αθροιστικής κατανομής συχνότητας στροφών για ένα συγκεκριμένο κινητήρα.

7.1.2. Φάσμα ροπής κινητήρα

Η WNTΕ επιφάνεια ελέγχου πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα σημεία φορτίου κινητήρα με τιμή ροπής μεγαλύτερη από ή ίση με το 30 τοις εκατό της μέγιστης τιμής ροπής που παράγει ο κινητήρας.

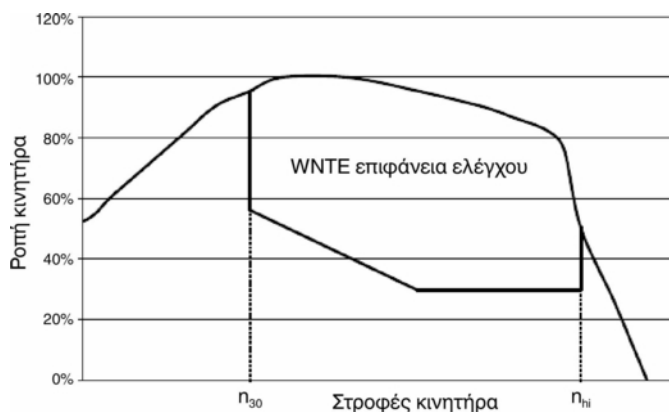
7.1.3. Φάσμα ισχύος κινητήρα

Με την επιφύλαξη των διατάξεων των παραγράφων 7.1.1 και 7.1.2, οι στροφές και τα σημεία φορτίων κάτω από το 30 τοις εκατό της τιμής μέγιστης ισχύος που παράγεται από τον κινητήρα πρέπει να εξαιρείται από την WNTE επιφάνεια ελέγχου για όλες τις εκπομπές.

7.1.4. Εφαρμογή της έννοιας της οικογένειας κινητήρων

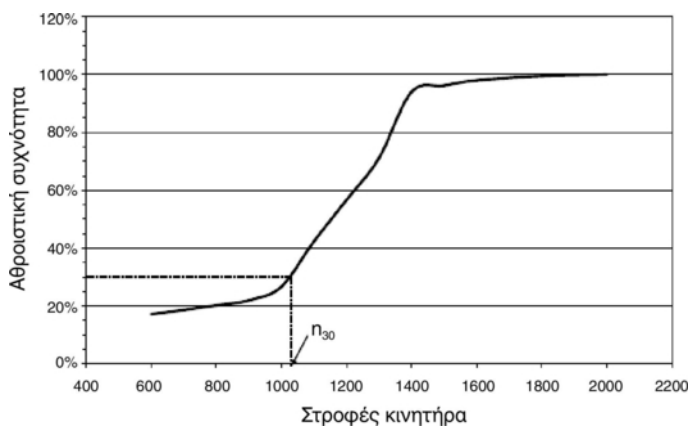
Καταρχήν, κάθε κινητήρας στο πλαίσιο μιας οικογένειας με μοναδική καμπύλη ροπής/ισχύος θα έχει την ατομική της WNTE επιφάνεια ελέγχου. Για τη δοκιμή κατά τη χρήση, πρέπει να εφαρμόζεται η ατομική WNTE επιφάνεια ελέγχου του αντίστοιχου κινητήρα. Για τη δοκιμή έγκρισης τύπου (πιστοποίηση) βάσει της έννοιας της οικογένειας κινητήρων του παγκόσμιου τεχνικού κανονισμού WHDC, ο κατασκευαστής μπορεί να εφαρμόσει προαιρετικά μια ενιαία WNTE επιφάνεια ελέγχου για την οικογένεια κινητήρων βάσει των ακόλουθων διατάξεων:

- μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ενιαίο φάσμα στροφών κινητήρα της WNTE επιφάνειας ελέγχου· εάν οι μετρούμενες στροφές κινητήρα n_{30} και n_{hi} είναι εντός του ± 3 τοις εκατό των στροφών του κινητήρα, όπως δηλώνεται από τον κατασκευαστή. Αν σημειωθεί υπέρβαση της ανοχής για οποιοδήποτε αριθμό στροφών του κινητήρα, τότε για τον καθορισμό της WNTE επιφάνειας ελέγχου πρέπει να χρησιμοποιούνται οι μετρούμενες στροφές του κινητήρα.
- μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ενιαίο φάσμα ροπής/ισχύος κινητήρα της WNTE επιφάνειας ελέγχου, εάν καλύπτει το πλήρες φάσμα από την υψηλότερη έως τη χαμηλότερη βαθμολογία της οικογένειας. Εναλλακτικά, επιτρέπεται ομαδοποίηση των βαθμολογιών των κινητήρων σε διάφορες WNTE επιφάνειες ελέγχου.



Σχήμα 2

Παράδειγμα WNTE επιφάνειας ελέγχου



Σχήμα 3

Παράδειγμα WNTE αθροιστικής κατανομής συχνότητας στροφών

7.1.5. Εξαιρέση της συμμόρφωσης από ορισμένα WNTE σημεία λειτουργίας

Ο κατασκευαστής μπορεί να ζητήσει από την αρχή έγκρισης να εξαιρέσει τα σημεία λειτουργίας από την WNTE επιφάνεια ελέγχου που ορίζεται στις παραγράφους από 7.1.1 έως 7.1.4 κατά τη διάρκεια της πιστοποίησης/έγκρισης τύπου. Η αρχή έγκρισης μπορεί να χορηγήσει την εξαιρέση αυτή, αν ο κατασκευαστής μπορεί να αποδείξει ότι ο κινητήρας δεν είναι ποτέ σε θέση να λειτουργήσει στα σημεία αυτά όταν χρησιμοποιείται σε οποιονδήποτε συνδυασμό οχημάτων.

7.2. Ελάχιστη παγκόσμια εναρμονισμένη μη υπερβάσιμη διάρκεια γεγονότος και συχνότητα δειγματοληψίας στοιχείων

7.2.1. Για τον καθορισμό της συμμόρφωσης με τα WNTE όρια εκπομπής που καθορίζονται στην παράγραφο 5.2, ο κινητήρας πρέπει να λειτουργεί εντός της WNTE επιφάνειας ελέγχου που ορίζεται στην παράγραφο 7.1 και η εκπομπή του πρέπει να μετράται και να ολοκληρώνεται σε μια ελάχιστη περίοδο 30 δευτερολέπτων. Ένα WNTE γεγονός ορίζεται ως ένα ενιαίο σύνολο ολοκληρωμένης εκπομπής στην περίοδο του χρόνου. Για παράδειγμα, εάν ο κινητήρας λειτουργεί για 65 δευτερόλεπτα συνεχώς εντός της WNTE επιφάνειας ελέγχου και συνθηκών περιβάλλοντος αυτό θα συνιστούσε ένα ενιαίο WNTE γεγονός και η εκπομπή θα ανερχόταν στο μέσο όρο κατά την πλήρη περίοδο των 65 δευτερολέπτων. Στην περίπτωση των εργαστηριακών δοκιμών, θα εφαρμόζεται η ολοκληρωμένη περίοδος χρόνου 7,5 δευτερολέπτων.

7.2.2. Για κινητήρες εφοδιασμένους με ελέγχους εκπομπής που περιλαμβάνουν γεγονότα περιοδικής αναγέννησης, εάν συμβεί ένα γεγονός αναγέννησης κατά τη διάρκεια WNTE δοκιμής, τότε η μέση χρονική περίοδος πρέπει να είναι τουλάχιστον τόσο μακρά όσο και ο χρόνος μεταξύ των γεγονότων πολλαπλασιασμένος με τον αριθμό των γεγονότων πλήρους αναγέννησης εντός της περιόδου δειγματοληψίας. Αυτή η απαίτηση εφαρμόζεται μόνο για κινητήρες που στέλνουν ένα ηλεκτρονικό σήμα το οποίο επισημαίνει την έναρξη του γεγονότος αναγέννησης.

7.2.3. Ένα WNTE γεγονός είναι μια σειρά στοιχείων που συλλέγονται στη συχνότητα τουλάχιστον 1 Hz κατά τη διάρκεια λειτουργίας κινητήρα στην WNTE επιφάνεια ελέγχου για την ελάχιστη διάρκεια γεγονότος ή μεγαλύτερη. Τα μετρούμενα στοιχεία εκπομπής πρέπει να ανέρχονται στο μέσο όρο κατά τη διάρκεια κάθε WNTE γεγονότος.

7.3. Παγκόσμια εναρμονισμένες μη υπερβάσιμες δοκιμές κατά τη χρήση

Όταν οι διατάξεις του παρόντος παραρτήματος χρησιμοποιούνται για δοκιμές κατά τη χρήση, ο κινητήρας πρέπει να λειτουργεί βάσει πραγματικών συνθηκών κατά τη χρήση. Τα αποτελέσματα των δοκιμών από το ολικό σύνολο στοιχείων που συμμορφώνονται με τις διατάξεις των παραγράφων 6, 7.1 και 7.2 πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της συμμόρφωσης με τα WNTE όρια εκπομπής που ορίζονται στην παράγραφο 5.2. Εξυπακούεται ότι η εκπομπή κατά τη διάρκεια ορισμένων WNTE συμβάντων δεν μπορεί να αναμένεται να συμμορφώνεται με τα WNTE όρια εκπομπής. Συνεπώς, θα πρέπει να οριστούν και να εφαρμοστούν στατιστικές μέθοδοι για τον καθορισμό της συμμόρφωσης που είναι σύμφωνοι με τις παραγράφους 7.2 και 7.3.

7.4. Παγκόσμια εναρμονισμένες μη υπερβάσιμες εργαστηριακές δοκιμές

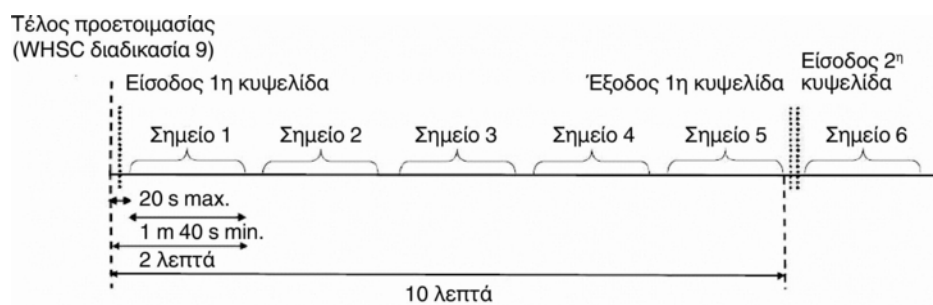
Όταν οι διατάξεις του παρόντος παραρτήματος χρησιμοποιούνται ως βάση για εργαστηριακές δοκιμές πρέπει να εφαρμόζεται η ακόλουθη διάταξη:

7.4.1. Οι ειδικές εκπομπές ρύπων που αποτελούν αντικείμενο ρύθμισης πρέπει να καθορίζονται με βάση τυχαίως ορισμένα σημεία δοκιμών που κατανέμονται σε ολόκληρη την WNTE επιφάνεια ελέγχου. Όλα τα σημεία δοκιμών πρέπει να περιέχονται μέσα σε 3 τυχαίως επιλεγμένες κυψελίδες σε όλη την επιφάνεια ελέγχου. Το πλέγμα αποτελείται από 9 κυψελίδες για κινητήρες με ονομαστικές στροφές μικρότερες από $3\,000\text{ min}^{-1}$ και 12 κυψελίδες για κινητήρες με ονομαστικές στροφές μεγαλύτερες από ή ίσες με $3\,000\text{ min}^{-1}$. Τα πλέγματα ορίζονται ως εξής:

- α) τα εξωτερικά όρια του πλέγματος ευθυγραμμίζονται με την WNTE επιφάνεια ελέγχου·
- β) 2 κάθετες γραμμές που βρίσκονται σε ίση απόσταση μεταξύ των στροφών κινητήρα n_{30} και n_{hi} για 9 κυψελίδες, ή 3 κάθετες γραμμές σε ίση απόσταση μεταξύ στροφών κινητήρα n_{30} και n_{hi} για 12 κυψελίδες· και
- γ) 2 γραμμές που βρίσκονται σε ίση απόσταση από τη ροπή κινητήρα (1/3) σε κάθε κάθετη γραμμή εντός της WNTE επιφάνειας ελέγχου.

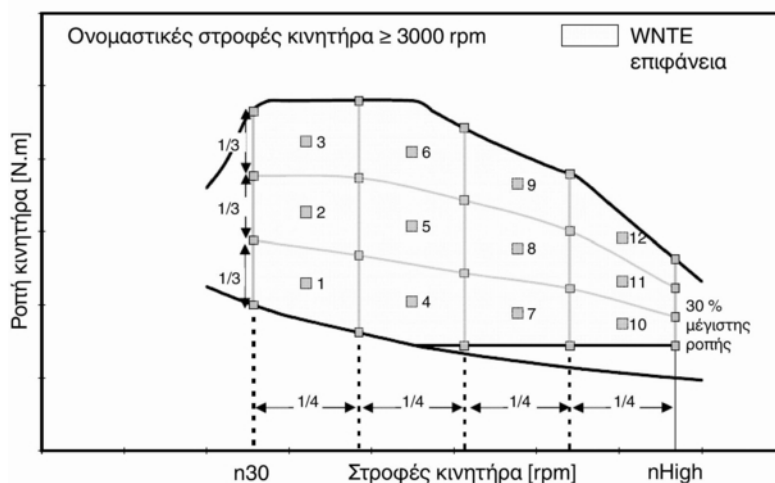
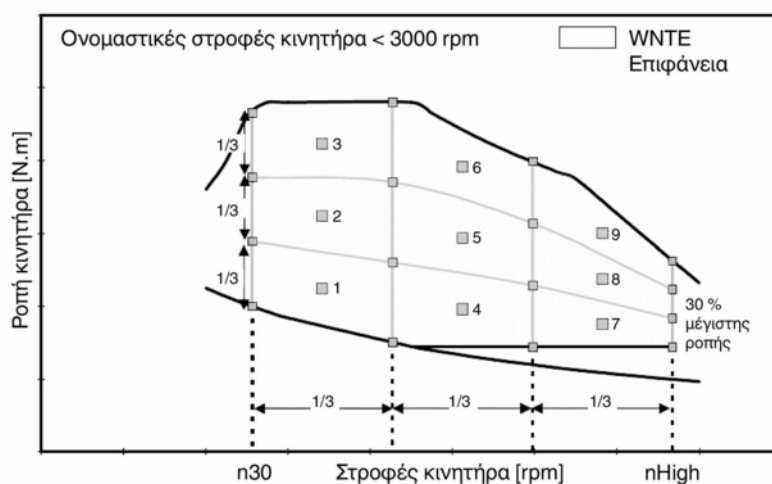
Παραδείγματα πλεγμάτων που εφαρμόζονται σε συγκεκριμένους κινητήρες παρουσιάζονται στα σχήματα 5 και 6.

- 7.4.2. Οι 3 επιλεγμένες κυψελίδες πρέπει να περιλαμβάνουν 5 τυχαία σημεία δοκιμών η κάθε μία, έτσι ώστε να δοκιμάζεται ένα σύνολο 15 τυχαίων σημείων μέσα στην WNTE επιφάνεια ελέγχου. Κάθε κυψελίδα πρέπει να υπόκειται σε δοκιμή διαδοχικά· συνεπώς, και τα 5 σημεία σε μία κυψελίδα υπόκεινται σε δοκιμή πριν από τη μετάβαση στην επόμενη κυψελίδα. Τα σημεία δοκιμής συνδυάζονται σε έναν ενιαίο κύκλο δοκιμής σε σταθερή κατάσταση κατά βαθμίδες.
- 7.4.3. Η σειρά με την οποία κάθε μία κυψελίδα υποβάλλεται σε δοκιμή και η σειρά δοκιμής των σημείων εντός της κυψελίδας πρέπει να καθορίζονται τυχαίως. Οι 3 κυψελίδες που θα υποβληθούν σε δοκιμή, τα 15 σημεία δοκιμών, η σειρά δοκιμής των κυψελίδων και η σειρά των σημείων μέσα σε μια κυψελίδα πρέπει να επιλέγονται από την αρχή έγκρισης τύπου ή πιστοποίησης, χρησιμοποιώντας αναγνωρισμένες στατιστικές μεθόδους τυχαιοποίησης.
- 7.4.4. Η μέση ειδική εκπομπή αέριων ρύπων που αποτελούν αντικείμενο ρύθμισης δεν πρέπει να υπερβαίνει τις WNTE οριακές τιμές που ορίζονται στην παράγραφο 5.2 όταν μετράται σε οποιονδήποτε από τους κύκλους σε μια κυψελίδα με 5 σημεία δοκιμών.
- 7.4.5. Οι μέσες ειδικές εκπομπές σωματιδιακών ρύπων που αποτελούν αντικείμενο ρύθμισης δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις WNTE οριακές τιμές που ορίζονται στην παράγραφο 5.2 όταν μετρώνται σε ολόκληρο τον κύκλο των 15 σημείων δοκιμής.
- 7.5. Διαδικασία εργαστηριακών δοκιμών
- 7.5.1. Μετά την ολοκλήρωση του κύκλου WHSC, ο κινητήρας πρέπει να υποβληθεί σε προετοιμασία στην διαδικασία 9 του WHSC για περίοδο τριών λεπτών. Η αλληλουχία δοκιμών πρέπει να αρχίσει αμέσως μετά την ολοκλήρωση της φάσης προετοιμασίας.
- 7.5.2. Ο κινητήρας πρέπει να λειτουργεί για 2 λεπτά σε κάθε τυχαίο σημείο δοκιμής. Αυτός ο χρόνος περιλαμβάνει την προηγούμενη βαθμίδα από το προηγούμενο σημείο σταθερής κατάστασης. Οι μεταβάσεις ανάμεσα στα σημεία δοκιμής πρέπει να είναι γραμμικές για τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα και πρέπει να διαρκούν 20 ± 1 δευτερόλεπτα.
- 7.5.3. Ο συνολικός χρόνος δοκιμών από την έναρξη έως τη λήξη πρέπει να είναι 30 λεπτά. Η δοκιμή κάθε συνόλου 5 επιλεγμένων σημείων σε κάποιο πλέγμα πρέπει να είναι 10 λεπτά, μετρούμενα από την έναρξη της βαθμίδας εισόδου στο 1ο σημείο έως το τέλος της μέτρησης σταθερής κατάστασης του 5ου σημείου. Η εικόνα 5 απεικονίζει την αλληλουχία της διαδικασίας δοκιμής.
- 7.5.4. Η WNTE εργαστηριακή δοκιμή πρέπει να πληροί τις στατιστικές επικύρωσης της παραγράφου 7.7.2 του παγκόσμιου τεχνικού κανονισμού WHDC.
- 7.5.5. Η μέτρηση των εκπομπών πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με την παράγραφο 7.8 του κανονισμού παγκόσμιου τεχνικού κανονισμού WHDC.
- 7.5.6. Ο υπολογισμός των αποτελεσμάτων της δοκιμής πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με την παράγραφο 8 του κανονισμού παγκόσμιου τεχνικού κανονισμού WHDC.



Σχήμα 4

Σχηματικό παράδειγμα της έναρξης του WNTE κύκλου δοκιμής



Διαγράμματα 5 και 6

WNTC πλέγματα κύκλου δοκιμής

7.6. Στρογγυλοποίηση

Το τελικό αποτέλεσμα της δοκιμής στρογγυλοποιείται κατευθείαν στο δεκαδικό προς τα δεξιά που αναφέρεται στο ισχύον πρότυπο εκπομπών WHDC συν ένα επιπλέον σημαντικό ψηφίο, σύμφωνα με τη μέθοδο ASTM E 29-06. Δεν επιτρέπεται στρογγυλοποίηση ενδιάμεσων τιμών που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του τελικού αποτελέσματος της δοκιμής των εκπομπών.

8. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΜΕΝΕΣ ΜΗ ΥΠΕΡΒΑΣΙΜΕΣ (WNTC) ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΕΣ

Η έννοια της ανεπάρκειας είναι να δοθεί η δυνατότητα σε έναν κινητήρα ή όχημα να πιστοποιηθεί ως σύμφωνο με έναν κανονισμό ακόμη και αν δεν ικανοποιούνται πλήρως συγκεκριμένες απαιτήσεις περιορισμένες ως προς το πεδίο εφαρμογής. Η WNTC διάταξη ανεπάρκειας θα επιτρέψει στον κατασκευαστή να υποβάλει αίτηση ελάφρυνσης από τις WNTC απαιτήσεις εκπομπής υπό περιορισμένες συνθήκες, όπως ακραίες θερμοκρασίες περιβάλλοντος και/ή έντονη λειτουργία όπου τα οχήματα δεν συσσωρεύουν σημαντικό αριθμό χιλιομέτρων.

9. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΜΕΝΕΣ ΜΗ ΥΠΕΡΒΑΣΙΜΕΣ (WNTC) ΕΞΑΙΡΕΣΕΙΣ

Η έννοια μιας WNTC εξαίρεσης είναι ένα σύνολο τεχνικών συνθηκών υπό τις οποίες τα WNTC όρια εκπομπής που ορίζονται στο παρόν παράρτημα δεν θα εφαρμόζονταν. Μια WNTC εξαίρεση πρέπει να ισχύει για όλους τους κατασκευαστές κινητήρων και οχημάτων.

Ενδέχεται να αποφασιστεί να παρασχεθεί WNTΕ εξαίρεση, ιδίως με τη θέσπιση πιο αυστηρών ορίων εκπομπής. Για παράδειγμα, μια WNTΕ εξαίρεση μπορεί να είναι αναγκαία εάν η αρχή έγκρισης καθορίζει ότι κάποια λειτουργία κινητήρα ή οχήματος μέσα σε μια WNTΕ επιφάνεια ελέγχου δεν μπορεί να επιτύχει τα WNTΕ όρια εκπομπής. Στην περίπτωση αυτή, η αρχή έγκρισης μπορεί να ορίσει ότι οι κατασκευαστές κινητήρων δεν χρειάζεται να ζητήσουν WNTΕ ανεπάρκεια για την λειτουργία αυτή, και ότι η χορήγηση μιας WNTΕ εξαίρεσης είναι σκόπιμη. Η αρχή έγκρισης μπορεί να καθορίσει τόσο το πεδίο εφαρμογής της εξαίρεσης όσον αφορά τις WNTΕ απαιτήσεις, καθώς και την χρονική περίοδο για την οποία θα εφαρμόζεται η εξαίρεση.

10. ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΕΚΤΟΣ ΚΥΚΛΟΥ

Στην αίτηση πιστοποίησης ή έγκρισης τύπου, ο κατασκευαστής πρέπει να παράσχει δήλωση ότι η οικογένεια κινητήρων ή οχημάτων συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις αυτού του παγκόσμιου τεχνικού κανονισμού OCE. Επιπλέον της δήλωσης αυτής, η συμμόρφωση με τα WNTΕ όρια πρέπει να επαληθευτεί μέσω πρόσθετων δοκιμών και διαδικασιών πιστοποίησης που ορίζονται από τα συμβαλλόμενα μέρη.

10.1. Παράδειγμα δήλωσης συμμόρφωσης εκπομπής εκτός κύκλου

Η ακόλουθη παράγραφος είναι παράδειγμα δήλωσης συμμόρφωσης:

“(Ονομασία κατασκευαστή) βεβαιώνει ότι οι κινητήρες εντός αυτής της οικογένειας κινητήρων συμμορφώνονται με όλες τις απαιτήσεις του παρόντος παραρτήματος. (Ονομασία κατασκευαστή) προβαίνει στην δήλωση αυτή καλή τη πίστει, αφού έχει εκτελέσει κατάλληλη μηχανική αξιολόγηση της απόδοσης εκπομπών των κινητήρων εντός της οικογένειας κινητήρων στο εφαρμοστέο φάσμα συνθηκών λειτουργίας και περιβάλλοντος.”

10.2. Βάση για τη δήλωση συμμόρφωσης εκπομπής εκτός κύκλου

Ο κατασκευαστής πρέπει να διατηρεί αρχεία στις εγκαταστάσεις του που περιέχουν όλα τα στοιχεία δοκιμών, αναλύσεις μηχανικής φύσης και λοιπά στοιχεία που αποτελούν τη βάση για τη δήλωση συμμόρφωσης OCE. Ο κατασκευαστής πρέπει να παράσχει τις πληροφορίες αυτές στην αρχή πιστοποίησης ή έγκρισης τύπου κατόπιν αίτησης.

11. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

Η αρχή έγκρισης μπορεί να αποφασίσει να απαιτήσει από τον κατασκευαστή να παρέχει μια δέσμη τεκμηρίωσης. Η τεκμηρίωση αυτή θα πρέπει να περιγράφει κάθε στοιχείο σχεδιασμού και στρατηγική ελέγχου εκπομπής του συστήματος κινητήρα και τα μέσα με τα οποία ελέγχει τις μεταβλητές εξόδου του, είτε ο εν λόγω έλεγχος είναι άμεσος είτε έμμεσος.

Οι πληροφορίες μπορεί να περιλαμβάνουν πλήρη περιγραφή της στρατηγικής ελέγχου εκπομπής. Επιπλέον, αυτό μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία όλων των AES και BES, συμπεριλαμβανομένης της περιγραφής των παραμέτρων που τροποποιούνται από οποιαδήποτε AES και των οριακών συνθηκών υπό τις οποίες λειτουργούν οι AES, και επισήμανση του ποιες AES και BES είναι πιθανόν να είναι ενεργοί υπό τις συνθήκες των διαδικασιών δοκιμής στο παρόν παράρτημα.»