

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΣΤΗ ΦΩΤΙΑ
ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΦΥΡΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ Α.Μ. 894

ΧΡΙΣΤΟΦΗΣ ΧΡΥΣΟΣΤΟΜΟΣ Α.Μ. 3186

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΓΙΑΝΝΑΔΑΚΗΣ ΠΔ407

ΠΑΤΡΑ 2024

Πρόλογος

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία συντάχθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του πρώην ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας και αφορά πειραματική διαδικασία των ιδιοτήτων αντίδρασης στη φωτιά δομικών υλικών τα όποια χρησιμοποιούνται ως μονωτικά καλωδίων με την χρήση της μεθόδου Θερμιδομετρίας Κώνου. Τα μονωτικά υλικά κατά βάση θερμοπλαστικά υλικά αποτελούν μια ιδιαίτερη κατηγορία στη χρήση των εφαρμογών της τεχνολογίας η δε εργαστηριακή μελέτη στην αντίδρασή τους με τη φωτιά είναι μία έρευνα με ξεχωριστό ενδιαφέρον, ώστε αυτά να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια στις μηχανολογικές εφαρμογές. Η όλη διαδικασία αναπτύχθηκε στην πειραματική διάταξη με την μεθοδολογία της θερμιδομετρίας κώνου. Η πτυχιακή εργασία ολοκληρώνεται με τα σχόλια και συμπεράσματα μετά από τα πειράματα , τις μετρήσεις και τις αντιδράσεις των υλικών αυτών .

Από τη θέση αυτή ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή μας κ. Αθανάσιο Γιανναδάκη, Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε, την πολύτιμη βοήθεια του, τις γνώσεις που μας μετέδωσε και την καθοδήγηση που μας προσέφερε για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας. Ευχαριστούμε επίσης, το Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών για την παραχώρηση τμήματος του χώρου στο Εργαστήριο Τεχνικής Θερμοδυναμικής για την διεξαγωγή των πειραμάτων που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας και το προσωπικό του Εργαστηρίου για τη βοήθεια επί τεχνικών θεμάτων.

Φυρίος Ιωάννης

Χριστοφής Χρυσόστομος

Πάτρα 2024

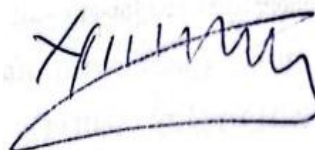
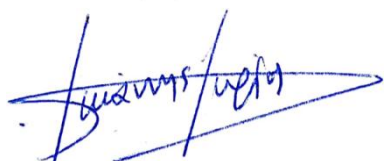
Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Φοιτητές έχουν επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναφέροντας την Βιβλιογραφία με όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε τα δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Φοιτητής

Φυρίος Α. Ιωάννης

Ο Φοιτητής

Χριστοφής Π. Χρυσόστομος



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή είναι αποτέλεσμα εργασίας, μελέτης και ανάλυσης η οποία ολοκληρώθηκε στο εργαστήριο τεχνικής θερμοδυναμικής του τμήματος μηχανολόγων και αεροναυπηγών του Πανεπιστημίου Πάτρας. Ως υλικό της εργασίας είναι τα δομικά μονωτικά υλικά των καλωδίων με σκοπό και αντικείμενο την συμπεριφορά τους σε θερμικό φορτίο, και την αντίδρασή τους στη φωτιά. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του θερμιδόμετρου κώνου σύμφωνα με τον κανονισμό ISO 5660 Reaction of fire test.

Ο πειραματικός προσδιορισμός των ιδιοτήτων αντίδρασης στη φωτιά μονωτικών υλικών καλωδίων με τη μέθοδο θερμιδόμετρου κώνου (Cone Calorimeter) είναι ένα σημαντικό πείραμα που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ασφάλειας αυτών των υλικών σε συνθήκες φωτιάς. Η μέθοδος αυτή παρέχει πληροφορίες σχετικά με την πυρκαγιά και τη συμπεριφορά των υλικών κατά την έκθεσή τους σε υψηλές θερμοκρασίες..

Η διαδικασία πειραματικού προσδιορισμού ιδιοτήτων αντίδρασης στη φωτιά με τη μέθοδο θερμιδόμετρου κώνου περιλαμβάνει τα εξής βήματα

1.Προετοιμασία Δείγματος: Το μονωτικό υλικό καλωδίων τοποθετείται στο κώνο της θερμιδομετρίας.

2.Θέρμανση: Το δείγμα θερμαίνεται με έναν προκαθορισμένο ρυθμό.

3.Εκκίνηση της Φλόγας: Μόλις το δείγμα είναι επαρκώς θερμαινόμενο, ξεκινά η εκπομπή φλόγας.

4.Μέτρηση Θερμικών Παραμέτρων: Καταγράφονται διάφορες θερμικές παράμετροι, όπως ο κορυφαίος ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας, ο χρόνος έναρξης της φλόγας, και άλλες.

5.Ανάλυση Δεδομένων: Τα δεδομένα συνήθως αναλύονται για να αξιολογηθούν οι θερμικές ιδιότητες του μονωτικού υλικού σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Τα αποτελέσματα της δοκιμής παρέχουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το πώς το μονωτικό υλικό αντιδρά σε φωτιά, καθιστώντας δυνατή τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού για μέγιστη ασφάλεια.

Τα πεδία μελέτης στα οποία ακολουθήθηκε η εκπόνηση αποτελείται από πέντε κεφάλαια ως εξής:

Κεφάλαιο 1) Το φαινόμενο της φωτιάς αίτιο γένεση εξέλιξη αποτέλεσμα

Κεφάλαιο 2) Ιδιότητες θερμοπλαστικών υλικών

Κεφάλαιο 3) Περιγραφή του θερμιδόμετρου κώνου

Κεφάλαιο 4) Βαθμονόμηση στο θερμιδόμετρου κώνου

Κεφάλαιο 5) Πίνακες, διαγράμματα των πειραμάτων – Σχόλια συμπεράσματα

Λέξεις κλειδιά : Πυρκαγιά, Τρίγωνο της φωτιάς, Καύση, Έκλαμψη, Καπνός, Θερμοπλαστικά υλικά, Ιδιότητες, Επιλογή, Θερμιδόμετρο Κώνου, Βαθμονόμηση, Σχόλια, Συμπεράσματα, Δοκιμές, Μετρήσεις.

SUMMARY

This thesis is the result of work, study and analysis which was completed in the laboratory of technical thermodynamics of the Department of Mechanical and Aeronautical Engineering of the University of Patras. The material of the thesis is the structural insulating materials of cables with the purpose and object of their behavior under thermal load, and their reaction to fire. The experiments were carried out using the cone calorimeter according to the ISO 5660 Reaction of fire test regulation.

The experimental determination of the fire reaction properties of cable insulation materials using the Cone Calorimeter method is an important experiment used to evaluate the safety of these materials under fire conditions. This method provides information on the fire and the behaviour of the materials when exposed to high temperatures.

The procedure for the experimental determination of fire reaction properties using the cone calorimeter method involves the following steps

1. Sample preparation: The cable insulating material is placed in the cone of the calorimeter.
2. Heating: The sample is heated at a predetermined rate.
3. Flame Start: Once the sample is sufficiently heated, flame emission is initiated.
4. Measuring Thermal Parameters: Various thermal parameters are recorded, such as the peak heat release rate, flame initiation time, and others.
5. Data Analysis: The data is usually analyzed to evaluate the thermal properties of the insulation material in case of fire.

The test results provide important information on how the insulating material reacts to fire, enabling the design to be optimised for maximum safety.

The fields of study in which the thesis was pursued consist of five chapters as follows:

Chapter 1) The fire phenomenon cause genesis evolution effect

Chapter 2) Description of the cone calorimeter

Chapter 3) Calibration in the cone calorimeter

Chapter 4) Properties of thermoplastic materials

Chapter 5) Tables, diagrams of the experiments - Comments and conclusions

Key words : Fire, Triangle of fire, Combustion, Flashing, Smoke, Thermoplastic materials, Properties, Selection, Cone thermometer, Calibration, Comments, Conclusions, Tests, Measurements.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	III
Περίληψη.....	v
Summary.....	vii
Περιεχόμενα	ix
Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 1.....	3
1.1 Το φαινόμενο της φωτιάς αίτιο γένεση εξέλιξη αποτέλεσμα.....	3
1.2 Τι καλούμε Πυρκαγιά.....	3
1.3 Τι καλούμε καύση	3
1.4 Εξέλιξη του φαινομένου της πυρκαγιάς	5
1.5 Έκλαμψη	7
1.6 Τρίγωνο της Φωτιάς	7
1.7 Συνθήκες ανάφλεξης των υλικών.....	8
1.7.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της φωτιάς	9
1.7.2 Χαρακτηριστικά διάδοσης της φωτιάς	9
1.7.3 Ρυθμός εξάπλωσης της πυρκαγιάς συναρτήσει της γωνίας της επιφάνειας του καίόμενου υλικού	11
1.7.4 Παραγωγή και κίνηση καπνού.....	12
1.8 Περιορισμός εξάπλωσης της πυρκαγιάς.....	13
1.9 Υλικά Δομής για αστικές και βιομηχανικές κατασκευές.....	14
1.9.1 Μη εύφλεκτα υλικά	14
1.9.2 Εύφλεκτα υλικά	15
1.9.2.1 Δύσκολα αναφλεγόμενα υλικά	15
1.9.2.2 Κανονικά αναφλεγόμενα υλικά	16
1.9.2.3 Εύκολα αναφλεγόμενα υλικά	16
1.10 Η επίδραση στην εξέλιξη της πυρκαγιάς συναρτήσει του πάχους του καίόμενου υλικού.....	17
1.11 Περιβαλλοντικοί παράγοντες στη εξέλιξη της πυρκαγιάς.....	18
1.12 Η έννοια της πυροπροστασίας.....	19
1.12.1 Παθητική πυροπροστασία	19
1.12.2 Ενεργητική πυροπροστασία	20

1.12.3 Πυραντίσταση	21
1.2. Δόκιμες αντίδρασης στη φωτιά	21
1.2.1 Ευρωπαϊκές κλάσεις δομικών υλικών σχετικά με την αντίδραση τους στη φωτιά	21
1.2.2 Δείκτες κατάταξης υλικών και μετρήσεις σύμφωνα με τα νέα κριτήρια των ευρωκλάσεων	22
Κεφάλαιο 2 ^ο	24
2.1 Θερμοπλαστικά μονωτικά υλικά και η αντίδραση τους στη φωτιά	24
2.2 Θερμοπλαστικά υλικά μονωτικά καλωδίων χημική σύνθεση	26
2.3 Μηχανικές ιδιότητες των θερμοπλαστικών μονωτικών καλωδίων	26
2.4 Θερμική Διαστολή μονωτικών καλωδίων	27
2.5 Φυσικές ιδιότητες θερμοπλαστικών υλικών μονωτικών καλωδίων	28
2.6 Χημικές ιδιότητες θερμοπλαστικών υλικών μονωτικών καλωδίων	28
2.7 Επιλογή μονωτικών υλικών καλωδίων σε σχέση με την αντίδρασή τους στην πυρκαγιά.....	29
Κεφάλαιο 3 ^ο	
Θερμιδόμετρο Κώνου.	31
3.1 Διάταξη του Θερμιδομέτρου.....	31
Κεφάλαιο 4 ^ο	35
4. Διαδικασία βαθμονόμησης θερμιδόμετρου κώνου.....	35
4.1 Διαδικασία προελέγχου.....	35
4.2 Πορεία βαθμονόμησης πριν την έναρξη του πειράματος	35
Κεφάλαιο 5 ^ο	52
5.1. Χαρακτηριστικά Υλικών.....	52
5.2 Προετοιμασία Υλικών.....	52
5.3 Μέθοδος Δοκιμών.....	52
5.4 Αποτελέσματα μετρήσεων.....	54
5.4.1 Χαρακτηριστικές φωτογραφίες των υλικών.....	54
5.4.1.1 Υλικό Δοκιμής 01.....	54
5.4.2.1 Υλικό δοκιμής 02.....	57
5.4.3.1 Υλικό δοκιμής 03.....	59

Συμπεράσματα	67
Διάγραμμα 1.1.....	5
Διαγράμματα Χρονοσειρών Καύσης Υλικών.....	64
Υλικό δοκιμής 01.....	64
Υλικό δοκιμής 02.....	65
Υλικό δοκιμής 03.....	66
Διάγραμμα 5.1: Χρονοσειρές μετρούμενων μεγεθών.....	64
Διάγραμμα 5.2: Χρονοσειρές μετρούμενων μεγεθών.....	65
Διάγραμμα 5.3: Χρονοσειρές μετρούμενων μεγεθών.....	66
Εικόνα 1: Στάδια εξέλιξης της φωτιάς ως προς τη θερμοκρασία.....	6
Εικόνα 2. Τρίγωνο & Τετράεδρο Φωτιάς (Οξυγόνο-Θερμότητα-Καύσιμο- χημική αλυσιδωτή αντίδραση).....	8
Εικόνα 3: Ενδεικτικοί τρόποι εξάπλωσης πυρκαγιάς ως προς τον προσανατολισμό (Drysedale 1965).....	11
Εικόνα 2.2: Κατηγορίες αδρανών και εύκαυστων υλικών.....	22
Εικόνα 3.1: Η συσκευή Θερμιδομέτρου Κώνου με τα περιφερειακά της (FTT).....	33
Εικόνα 3.2: Οριζόντια και Κατακόρυφη Τοπολογία δείγματος δοκιμής.....	34
Εικόνα 4.1 Εντολές λειτουργικού προγράμματος.....	36
Εικόνα 4.2 Επιφάνεια βαθμονόμησης.....	36
Εικόνα 4.3 Εντολή βαθμονόμησης MFM	37
Εικόνα 4.4 Μετατροπές διαφορικής πίεσης DPT	37
Εικόνα 4.5.....	38
Εικόνα 4.6 Έλεγχος Παροχής στην έξοδο της καμινάδας.....	38
Εικόνα 4.7 Μενού βαθμονόμησης των αερίων.....	39
Εικόνα 4.8 Βαθμονόμηση καπνού.....	41
Εικόνα 4.9 Συνολική εμφάνιση των επιμέρους ρυθμίσεων μετά το πέρας της βαθμονόμησης.....	42
Εικόνα 4.10.....	43
Εικόνα 4.11 Πληροφορίες ελέγχου συνθηκών.....	44
Εικόνα 4.12 Αρχείο Αποθήκευσης της διαδικασίας βαθμονόμησης.....	44
Εικόνα 4.13 Pre-run Calibrations.....	45

Εικόνα 4.14 Διαδικασία συλλογής δεδομένων.....	45
Εικόνα 4.15 Παράθυρο βαθμονόμησης του C-Factor (Έναρξη).....	46
Εικόνα 4.16 Συλλογή Δεδομένων.....	47
Εικόνα 4.17 Διαδικασία συλλογής δεδομένων.....	47
Εικόνα 4.18 Διαδικασία επεξεργασίας δεδομένων.....	48
Εικόνα 4.19 Απεικόνιση των αποτελεσμάτων καύσης του μεθανίου σε συνάρτηση με τον χρόνο.....	49
Εικόνα 4.20 Επιλογή τιμής του C-Factor.....	49
Εικόνα 4.21 Πάραθυρο ρύθμισης ροής θερμότητας.....	50
Εικόνα 5.1: Ενδεικτικές εικόνες του δοκιμίου 01 πριν και μετά το πείραμα.....	54
Εικόνα 5.2: Ενδεικτικές εικόνες καύσης του δοκιμίου 01.....	56
Εικόνα 5.3: Ενδεικτικές εικόνες του δοκιμίου 02 πριν και μετά το πείραμα	57
Εικόνα 5.4: Ενδεικτικές εικόνες καύσης του δοκιμίου 02.....	58
Εικόνα 5.5: Ενδεικτικές εικόνες του δοκιμίου 03 πριν και μετά το πείραμα	59
Εικόνα 5.6: Ενδεικτικές εικόνες καύσης του δοκιμίου 03.....	60
Πίνακας 1.1 Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται οι παράγοντες εξάπλωσης της φωτιάς(Freedman,1977).....	10
Πίνακας 1.2: Πειραματικά αποτελέσματα (Magee and McAlevy,1971).....	11
Πίνακας 1.3 Κατηγορίες υλικών πυροπροστασίας	16
Πίνακας 2.1: Ευρωκλάσεις για όλα τα δομικά υλικά εκτός δαπέδων.....	20
Εικόνα 2.2: Κατηγορίες αδρανών και εύκαυστων υλικών.....	20
Πίνακας 5.1: Χαρακτηριστικά υλικών προς δοκιμή	52
Πίνακας 5.2: Συνοπτικός πίνακας δοκιμών.....	53
Πίνακας 5.3: Συγκεντρωτικός Πίνακας Δοκιμών ανά Υλικό και Δείγμα.....	64
Πίνακας 5.4: Συγκεντρωτικός Πίνακας Δοκιμών ανά Υλικό και Δείγμα.....	65
Πίνακας 5.5: Συγκεντρωτικός Πίνακας Δοκιμών ανά Υλικό.....	66

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο άνθρωπος, την κάθε του δραστηριότητα την εκτελεί ή αναπτύσσει σε διαφορετικό περιβάλλον. Ανεξάρτητα από το είδος των κινήσεων του όπου αυτές κι αν λαμβάνουν χώρα όπως σπίτι, σχολείο, εργασία, μέσα μεταφοράς (αυτοκίνητο, πλοίο, αεροπλάνο, τρένο, κλπ), υπάρχουν εύφλεκτα υλικά.

Η τεχνολογική επανάσταση που μεταμόρφωσε τις πόλεις, τις βιομηχανίες και τη ζωή μας, από την εποχή του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου, έφερε μαζί της νέους κινδύνους και προβλήματα και ίσως ένα από τα μεγαλύτερα να είναι η φωτιά.

Τα σημερινά κτίρια είναι τελείως διαφορετικά από τα προπολεμικά, ο νέος τρόπος διαρρύθμισης του εσωτερικού των γραφείων και των διαμερισμάτων, η δημιουργία πολυώροφων οικοδομών, πολυκατοικιών, οι νέες ύλες το επαναστατικό σχέδιο των εργοστασίων, οι σύγχρονες μέθοδοι επεξεργασίας, τα νέα καύσιμα και νέες χημικές ύλες δημιουργούν καθημερινά το ενδεχόμενο του κινδύνου της πυρκαγιάς.

Σε όλα τα ανωτέρω χρησιμοποιούνται υλικά συγκεκριμένης δομής, κατασκευής, διαμόρφωσης, που συμβάλουν στην ολοκλήρωση των σκοπών της καθημερινότητας του ανθρώπου. Κρίνεται αναγκαίο να γνωρίζουμε τη φύση κάθε υλικού, τη συμπεριφορά του απέναντι στη φωτιά, τον κίνδυνο των διαφόρων μορφών ακτινοβολίας για τη ζωή του ανθρώπου και τον καλύτερο τρόπο προστασίας σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Πρέπει ακόμα να γνωρίζουμε την αντοχή στην φωτιά και την συμπεριφορά τους σε σχέση με αυτή.

Σχέση αντοχής προς αυτή είναι, η αντίσταση στην αύξηση της θερμοκρασίας λόγω παρακείμενου θερμικού φορτίου ή γενικά μια πηγής ή αιτίου θερμότητας το οποίο θα προκαλέσει την ανάφλεξη του αλλά και το κυριότερο την διατήρηση της καύσης του .

Αύξηση θερμοκρασίας προέρχεται από διάφορες αιτίες.

Η σχέση αυτή των υλικών προς την φωτιά, ανεξάρτητα από την δομή τους, την σύσταση, τον τρόπο προέλευσης τους, αν είναι όλκιμα ή ελατά με διαφορετικές φυσικές και χημικές ιδιότητες, οδήγησε στον διαχωρισμό όλων αυτών των υλικών σε δύο κατηγορίες τα εύφλεκτα και τα μη εύφλεκτα. Οι δύο αυτές κατηγορίες έχουν θεσπιστεί από το Γερμανικό πρότυπο αντοχής στη φωτιά DIN4102.

Μέσα στους χώρους αυτούς χρησιμοποιούνται και καλώδια. Η χρήση είναι γνωστή, αφορά την μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας σε ηλεκτρικές οικιακές συσκευές, ή σε βιομηχανικές μονάδες όπως ηλεκτρικοί κινητήρες και διάφορα μηχανήματα. Η εγκατάστασή τους γίνεται τόσο σε μόνιμη τοποθέτηση πχ εντός της τοιχοποιίας ή καναλιών πχ σε πλοία, αεροπλάνα, τρένα, κλπ. ή σε ελεύθερη χρήση όπως φορητές μπαλαντέζες, πτυσσόμενοι τηλεσκοπικοί μηχανισμοί, για φόρτιση των κινητών τηλεφώνων κλπ.

Υπάρχουν πολλών ειδών μονωτικά υλικά καλωδίων, τα οποία ανάλογα με την δομή και την σύνθεση τους, επηρεάζουν την διαδικασία πυρόσβεσης και συνεπάγονται σημαντικές αλλαγές στην κατανόηση της βασικής συμπεριφοράς της φωτιάς. Η νέα ορολογία στην πυρόσβεση (π.χ. μονοπάτι ροής αέρα, ρυθμός απελευθέρωσης ενέργειας, μεταβατική επίθεση, φωτιά εξαρτώμενη από καύσιμο ή αέρα, σημείο έναρξης αερισμού, κ.α.) αντικατοπτρίζει αυτές τις αλλαγές.

Για όλους τους ανωτέρω λόγους, χρειάζεται μελέτη, πειράματα, δοκιμές ώστε να παραχθούν μονωτικά υλικά καλωδίων που θα έχουν διάρκεια, αντοχή, αξιοπιστία, ασφάλεια κλπ. Οι δοκιμές υλοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Τεχνικής Θερμοδυναμικής το οποίο στο παρελθόν έχει διαπιστευτεί για την χρήση της ερευνητικής αυτής συσκευής το επιστημονικό προσωπικό διαθέτει εξαιρετική γνώση, άρτια θεωρητική κατάρτιση, υψηλού επιπέδου πείρα ώστε τα πειράματα και σύμφωνα με τις μελέτες της μετρολογίας να αποδίδουν το ελάχιστο δυνατό σφάλμα των υπό εξέταση θερμοπλαστικών στην αντίδρασή τους με την φωτιά.

1° Κεφάλαιο

1.1 Το φαινόμενο της φωτιάς αίτιο γένεση εξέλιξη αποτέλεσμα

Ως αίτιο, χαρακτηρίζεται μια μορφή ενέργειας, η οποία μεταβιβάζεται από σώμα σε σώμα, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας, π.χ. γυμνή φλόγα που επιδρά επάνω σε ένα άλλο σώμα είτε άμεσα (με αγωγή) είτε έμμεσα (με ακτινοβολία).

Η πρώτη πηγή θερμότητας προκαλεί την εξάτμιση του σώματος που έρχεται σε επαφή με αποτέλεσμα την ανάφλεξη του και εν συνεχεία τον επαναλαμβανόμενο κύκλο, μέχρι την πλήρη ανάπτυξη της φωτιάς.

Μετά την πλήρη ανάπτυξη φωτιάς στο καιόμενο υλικό και εφόσον οι συνθήκες ευνοούν την συντήρηση της, καταλήγουμε στην ολική καύση αυτού.

1.2 Τι καλούμε πυρκαγιά.

Πυρκαγιά είναι η ανεξέλεγκτη φωτιά, η οποία προκαλείται από μη ελεγχόμενη καύση με το οξυγόνο και συνοδεύεται από πρόκληση μεγάλων ποσών θερμότητας και φωτός, γεγονός που έχει ως συνέπεια την καταστροφή του καιγόμενου υλικού.

Πρόκειται για χημική αντίδραση (εξώθερμη αντίδραση) κατά την οποία εκλύεται θερμότητα και κατά την διαδικασία αυτή έχουμε ως αποτέλεσμα έναυση φλόγας. Οι φλόγες αποτελούν το φυσικό αποτέλεσμα αυτής της αντίδρασης, έτσι ώστε αυτό να γίνεται αντιληπτό.

1.3 Τι καλούμε καύση

Με τον όρο καύση χαρακτηρίζεται οποιαδήποτε χημική αντίδραση που συνοδεύεται από έκλυση θερμότητας, που συνδυάζεται με την εμφάνιση φλόγας, από θερμά αέρια προϊόντα, ή λάμψης. Οι καύσεις είναι εξώθερμες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, μεταξύ ενός καυσίμου και ενός οξειδωτικού. Κατά το παρελθόν, καύση ονομάζαμε κάθε αντίδραση με το οξυγόνο (O_2) που ελευθερώνει θερμότητα και φως.

Σήμερα όμως είναι δεκτό ότι και άλλες χημικές ουσίες εκτός του O_2 μπορούν να προκαλέσουν διάφορες καύσεις. Χημικές ουσίες η οποίες συμβάλουν στο φαινόμενο της καύσης, είναι το όζον (O_3), το φθόριο (F_2), το χλώριο (Cl_2) κ.ά. Συνήθως όταν αναφέρεται ο όρος καύση, χωρίς άλλη διευκρίνιση, νοείται η ένωση ενός στοιχείου με το οξυγόνο το οποίο όπως είναι γνωστό αποτελεί το 21% κατά τον όγκο του αέρα.

Το φαινόμενο της καύσης ενός στοιχείου ή χημικής ένωσης πραγματοποιείται σε συγκεκριμένο περιβάλλον φυσικών καταστάσεων όπως θερμοκρασία , πίεση (κλειστό -ανοικτό περιβάλλον), απαραίτητο οξυγόνο (όπως αναφέρεται πιο επάνω) , αλλά για κάθε στοιχείο ή ένωση υπάρχει διαφορά λόγω σύστασης η οποία καθορίζει το σημείο ανάφλεξης αυτών στην αντίστοιχη θερμοκρασία.

Από την καύση παράγεται θερμότητα , το ποσό της θερμότητας εξαρτάται από την χημική ένωση ή το στοιχείο, την φυσική του κατάσταση (στερεό, υγρό αέριο), η θερμότητα αυτή ανάλογα με το βαθμό παραγωγής της καθορίζει και το αποτέλεσμα. Το αποτέλεσμα μπορεί να είναι ωφέλιμο ή καταστροφικό. Για παράδειγμα αναφέρουμε την καύση του πετρελαίου εντός των λεβήτων την μετατροπή του ύδατος σε ατμό και την κίνηση από τον ατμό του ατμοστρόβιλου (θερμική ενέργεια σε μηχανική). ή την ανάφλεξη και στη συνέχεια ανάπτυξη πυρκαγιάς καυσίμων υλικών σε ένα χώρο με αποτέλεσμα την μερική ή ολική καταστροφή του χώρου αυτού όπως περιγράφετε πιο κάτω.

Η πυρκαγιά ως συνέπεια της καύσης μπορεί να εξελίσσεται τόσο για κλειστούς χώρους (δωμάτια, διαμερίσματα, χώρους εργασίας) όσο και σε ανοικτούς (δασικές πυρκαγιές). Η πυρκαγιά μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες, εξαπλώνεται γρήγορα και ανεμπόδιστα επειδή μεγάλοι χώροι κτιρίων, εγκαταστάσεων γενικά, καθώς και βιομηχανικών και βιοτεχνικών δομικών κατασκευών είναι ενιαίοι ή γιατί μεταξύ των χώρων αυτών (ακόμη και σε διάφορους ορόφους του ίδιου κτιρίου) δεν υπάρχουν πλήρη προστατευμένα διαμερίσματα, όπως όταν τα χωρίσματα αυτά έχουν ελεύθερα ανοίγματα, απροστάτευτα περάσματα καλωδιώσεων, σωληνώσεων κ.ά.

Για τη δημιουργία μιας καύσης ή πυρκαγιάς πρέπει να συνυπάρχουν τρεις παράγοντες:

1. Καύσιμη ύλη

Στερεά καύσιμα: ξύλα, χόρτα, βαμβάκι, υφάσματα, χαρτί, πλαστικά, άνθρακες κ.α.

Υγρά καύσιμα: πετρέλαιο, βενζίνη, οινόπνευμα, νέφτι κ.α.

Αέρια καύσιμα: υγραέριο, προπάνιο, βουτάνιο, φυσικό αέριο, υδρογόνο, ασετιλίνη κ.α.

2. Οξυγόνο

Ο αέρας αποτελείται από 21% κ.ο. οξυγόνο, 78% κ.ο. άζωτο, ευγενή αέρια, CO₂ κ.α.,

3. Θερμότητα

Οι υγρές καύσιμες ουσίες με την αύξηση της θερμοκρασίας παράγουν εύφλεκτους ατμούς, οι οποίοι στη συνέχεια αναμιγνύονται με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας και αναφλέγονται. Η χαμηλότερη θερμοκρασία μιας ουσίας για την παραγωγή αναφλέξιμου μίγματος με εξωτερική πηγή θερμότητας, λέγεται

θερμοκρασία ή σημείο ανάφλεξης της ουσίας. Εκτός από τη θερμοκρασία ανάφλεξης υπάρχει και η θερμοκρασία (σημείο) αυτανάφλεξης που είναι η θερμοκρασία στην οποία αναφλέγεται μια ουσία χωρίς εξωτερική πηγή θερμότητας. Η θερμοκρασία αυτανάφλεξης για κάθε ουσία είναι πάντοτε υψηλότερη από τη θερμοκρασία ανάφλεξής της.

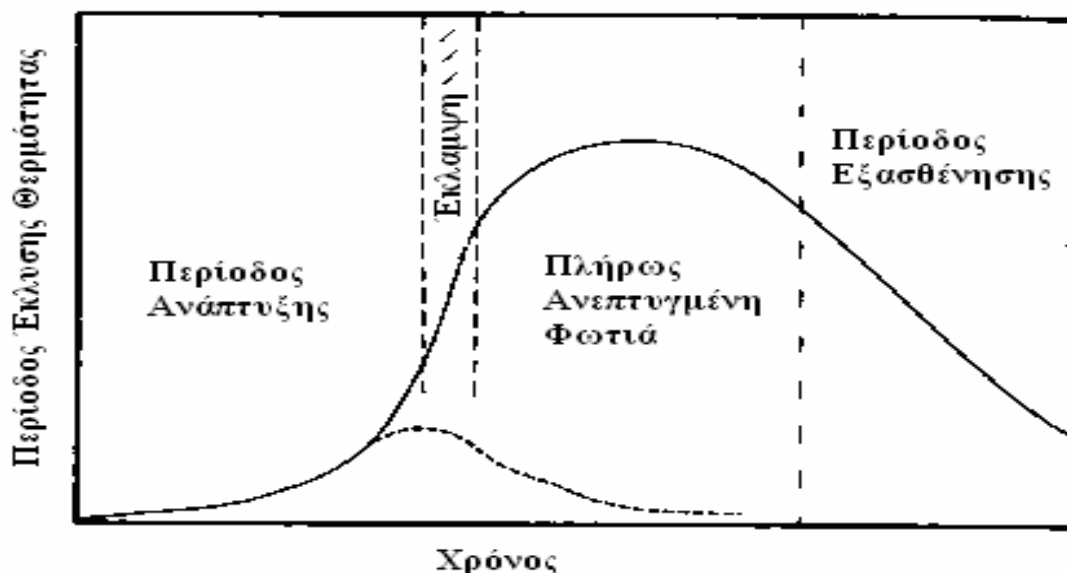
1.4 Εξέλιξη του φαινομένου της πυρκαγιάς

Η εξέλιξη ενός περιστατικού φωτιάς αναπτύσσεται σε τρία στάδια

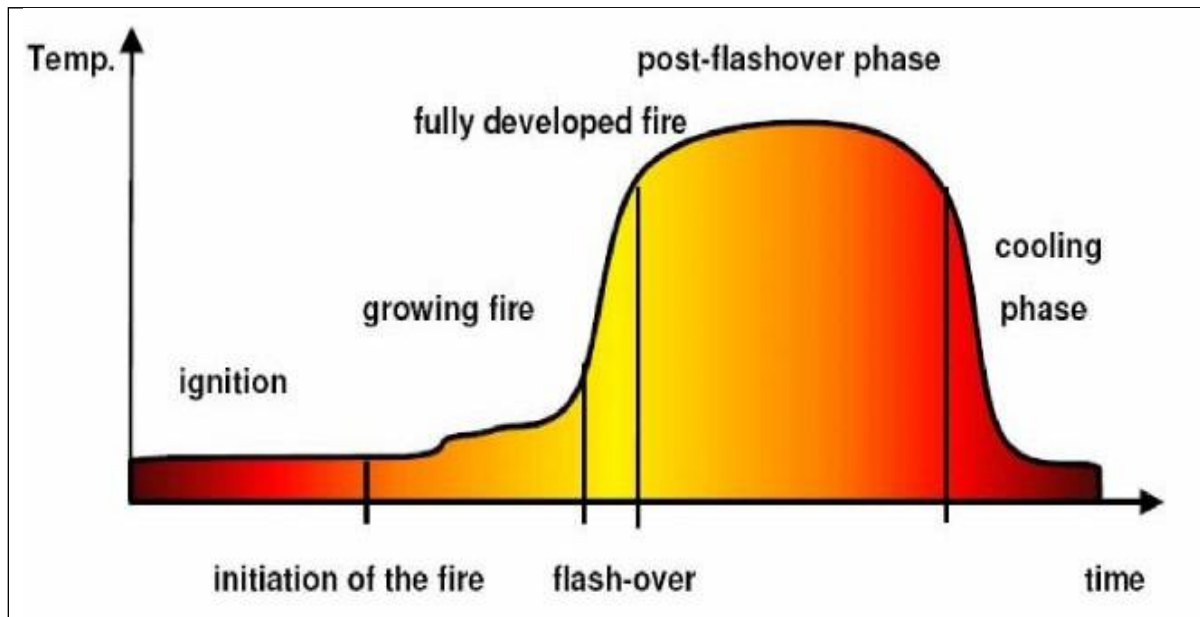
Α με τις προϋποθέσεις της πηγής θερμότητας, της καύσιμης ύλης και του οξυγόνου (αέρας) (αίτιο) η θερμοκρασία των υπαρχόντων ή του εύφλεκτου υλικού ανέρχεται σε τιμή που εκδηλώνεται το φαινόμενο της πυρκαγιάς(γένεση) . Το στάδιο αυτό αποτελεί την φάση της ανάπτυξης με τη μέση θερμοκρασία του περιβάλλοντος σε χαμηλή τιμή.

Β Μετά τη φάση αυτή και εφ'οσον συνεχίζουν οι ίδιες συνθήκες η πυρκαγιά αναπτύσσεται και εξαπλώνεται βαθμιαία σε κάθε καύσιμη ύλη που υπάρχει στο χώρο επιφέροντας την φάση της πλήρους ανάπτυξης.

Γ Εάν η ποσότητες των καυσίμων υλικών εξαντλούνται λόγω της προϊούσας εξέλιξης της πυρκαγιάς αλλά ή και του περιορισμού των δύο άλλων παραγόντων συντήρησης της φωτιάς (Οξυγόνο και Θερμότητα) ακολουθεί το στάδιο της εξασθένησης αυτής έχοντας πλέον περάσει τα μέγιστα επίπεδα θερμοκρασίας, (αποτέλεσμα)



Διάγραμμα 1.1: Το φαινόμενο της πυρκαγιάς σε αίτιο, γένεση, εξέλιξη, αποτέλεσμα συναρτήσεως του χρόνου



Εικόνα 1: Στάδια εξέλιξης της φωτιάς ως προς τη θερμοκρασία.

Κατά την διάρκεια του φαινομένου της πυρκαγιάς και σε συνέχεια των προηγούμενων λαμβάνουν χώρα όπως να περιοριστεί στην αρχική καύσιμη ύλη η οποία λόγω μικρής ποσότητας να μη τροφοδοτήσει περαιτέρω το φαινόμενο. Να συνεχίσει να εξαπλώνεται αλλά λόγω μείωσης ή και πλήρους απουσίας του οξυγόνου να παύση. Να αναπτυχθεί, να εξαπλωθεί, να συντηρηθεί λόγω των προϋποθέσεων (καύσιμη ύλη-θερμότητα -οξειδωτικό) σε μεγάλη ένταση. Ο χρόνος όλων των ανωτέρω φάσεων εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος των ποσοτήτων καύσιμης ύλης καθώς κυρίως της έντασης και έκτασης της πυρκαγιάς σε ένα καιόμενο χώρο. Επίσης μεταξύ των φάσεων Α και Β, ορισμένα οργανικά υλικά καιόμενα, υφίστανται θερμική διάσπαση και απελευθερώνουν εύφλεκτα αέρια, με αποτέλεσμα να συμβεί στιγμιαία ανάφλεξη αυτών. Αυτό το φαινόμενο καλείται flashover και συμβαίνει όταν η πλειοψηφία από τις εκτεθειμένες επιφάνειες σε ένα χώρο θερμαίνονται ως το σημείο αυτανάφλεξης. Το flashover εμφανίζεται συνήθως σε 500–600°C για συνήθη καύσιμα.

1.5 Έκλαμψη

Κατά την εξέλιξη μιας πυρκαγιάς μεταβαίνοντας από την φάση της έναρξης στην πλήρη εξέλιξη της, παρουσιάζεται ένα χαρακτηριστικό φαινόμενο το οποίο καλείται έκλαμψη.

Η έκλαμψη αναφέρεται στην έντονη, φωτεινή αίσθηση που παράγεται από την καύση των υλικών και την απελευθέρωση ενέργειας. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να είναι αποτέλεσμα της έντονης θερμότητας που παράγεται κατά την καύση των υλικών και της κατακρήμνισης αερίων. Η εκλάμψη μπορεί να δημιουργήσει ένα φωτεινό και εντυπωσιακό θέαμα, αλλά είναι επίσης ένδειξη της έντονης θερμότητας και επικινδυνότητας της πυρκαγιάς. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η έκλαμψη μπορεί να είναι τόσο έντονη που δυσκολεύει την ορατότητα και μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο για τους πυροσβέστες και τους ανθρώπους που προσπαθούν να αποφύγουν την πυρκαγιά.

Κατά την διάρκεια της έκλαμψης εφόσον το καιόμενο υλικό καεί ολοκληρωτικά χωρίς περαιτέρω εξάπλωσής της. Επίσης λόγω απουσίας οξυγόνου στον χώρο να μην επεκταθεί στα υπάρχοντα υλικά του χώρου. Υπάρχει και η πιθανότητα της πλήρους ανάπτυξής της και της επέκτασής της στον καιόμενο χώρο.

1.6 Τρίγωνο της φωτιάς

Το "Τρίγωνο της Φωτιάς" είναι ένα μοντέλο που χρησιμοποιείται για να εξηγήσει τους παράγοντες που απαιτούνται για την εκδήλωση και την εξάπλωση μιας πυρκαγιάς. Το μοντέλο αυτό αποτελείται από τρεις βασικούς παράγοντες που απαιτούνται για τη δημιουργία και τη συντήρηση μιας πυρκαγιάς. Οι τρεις παράγοντες είναι οι εξής:

1.Καύσιμο: Αναφέρεται στην ύπαρξη υλικού που μπορεί να καεί. Αυτό μπορεί να είναι οποιοδήποτε υλικό που μπορεί να υποστεί καύση.

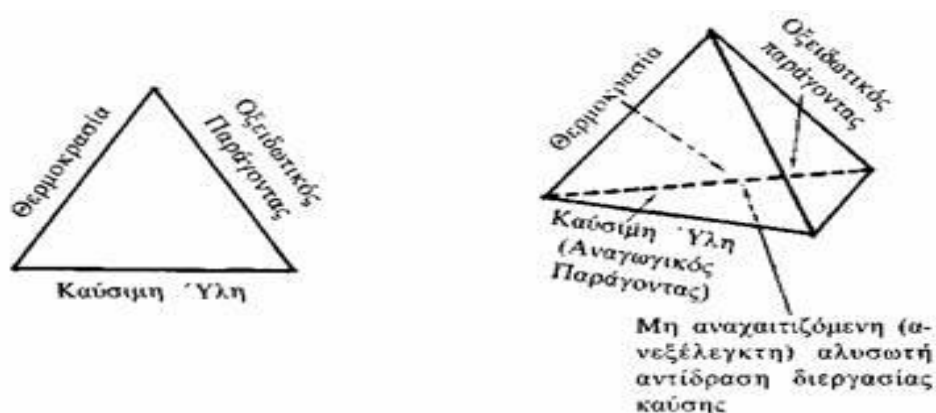
2.Θερμοκρασία: Αναφέρεται στην ύπαρξη υψηλών θερμοκρασιών που μπορούν να αναφλέξουν το καύσιμο. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται μέσω της παρουσίας φλόγας ή άλλων πηγών θερμότητας.

3.Οξυγόνο: Αναφέρεται στην παρουσία του αερίου οξυγόνου που απαιτείται για την καύση. Η διαθεσιμότητα οξυγόνου είναι απαραίτητη για τη διατήρηση μιας φλόγας.

Αυτοί οι τρεις παράγοντες πρέπει να συνυπάρχουν για να υπάρξει μια πυρκαγιά. Εάν κάποιος από αυτούς τους παράγοντες απουσιάσει ή μειωθεί στο ελάχιστο, τότε η πυρκαγιά δεν μπορεί να συνεχίσει να υπάρχει.

Εκτός του Τριγώνου της φωτιάς, στην σύγχρονη μελέτη του φαινομένου της φωτιάς εισήχθη μια νέα παραδοχή μετά από πειράματα μελέτες και παρατηρήσεις, στα οποία προστέθηκε ένα τέταρτο κριτήριο της χημικής αλυσιδωτής αντίδρασης. Η χημική αλυσιδωτή αντίδραση συμβαίνει κατά την καύση του καυσίμου. Αυτή η αντίδραση προκαλεί την διάσπαση των

μοριακών δεσμών, εκπέμποντας θερμότητα και φως. Γίνεται κατανοητό πως τελικά το Τρίγωνο της Φωτιάς, πλέον καλείται και Τετράεδρο.



Εικόνα 2. Τρίγωνο & Τετράεδρο Φωτιάς (Οξυγόνο-Θερμότητα-Καύσιμο-χημική αλυσιδωτή αντίδραση)

1.7 Συνθήκες ανάφλεξης των υλικών

Η ανάφλεξη αναφέρεται στην διαδικασία μιας καύσης ή πυρκαγιάς σε ένα υλικό. Είναι η διαδικασία μέσω της οποίας ένα υλικό φλέγεται και αρχίζει να καίγεται. Αυτό συμβαίνει όταν οι συνθήκες είναι κατάλληλες και η ενέργεια που προσφέρεται είναι αρκετή για να ενεργοποιήσει μια αλυσιδωτή αντίδραση καύσης. Η ανάφλεξη εξαρτάται από την σύσταση, την σύνθεση τις φυσικοχημικές ιδιότητες ενός υλικού, όπως όταν έχουμε ένα στερεό υλικό, υγρό, αέριο ή συνδυασμό αυτών σε κατάλληλες συνθήκες

Η αναφλεξιμότητα ενός υλικού αναφέρεται στην ευαισθησία του στην ανάφλεξη, δηλαδή την τάση του να προκαλέσει πυρκαγιά όταν εκτίθεται σε κατάλληλες συνθήκες. Υλικά με υψηλή αναφλεξιμότητα μπορούν να αναφλεχθούν εύκολα, ενώ υλικά με χαμηλή αναφλεξιμότητα απαιτούν υψηλότερες θερμοκρασίες ή άλλες πηγές θερμότητας για να προκαλέσουν πυρκαγιά

Η αναφλεξιμότητα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων:

Χημική σύνθεση: Ορισμένα χημικά είναι πιο εύφλεκτα από άλλα λόγω της δομής τους και των αντιδράσεων που μπορούν να συμβούν κατά την καύση.

Φυσική κατάσταση: Κάποια υλικά είναι πιο εύφλεκτα όταν είναι σε στερεή, υγρή ή αέρια κατάσταση. Για παράδειγμα, ορισμένα υγρά καύσιμα είναι πιο εύφλεκτα από ξηρά υλικά.

Θερμοκρασία: Η θερμοκρασία περιβάλλοντος μπορεί να επηρεάσει την αναφλεξιμότητα. Υλικά που είναι εύφλεκτα σε χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να αναφλεχθούν πιο εύκολα.

Πίεση: Η πίεση μπορεί επίσης να επηρεάσει την αναφλεξιμότητα. Μερικά υλικά είναι πιο εύφλεκτα όταν είναι υπό υψηλή πίεση.

Η κατανόηση της αναφλεξιμότητας των υλικών είναι σημαντική για την ασφάλεια και την πρόληψη πυρκαγιών σε διάφορους τομείς, όπως η βιομηχανία, η κατασκευή και οι κατοικίες.

1.7.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της φωτιάς

Η ανάπτυξη μιας φωτιάς επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι παίζουν σημαντικό ρόλο στο πώς η φωτιά εξελίσσεται και εξαπλώνεται. Ορισμένοι από αυτούς τους παράγοντες περιλαμβάνουν:

1. **Καύσιμο:** Η ποσότητα, ο τύπος και η δομή του υλικού που καίγεται επηρεάζουν την ανάπτυξη της φωτιάς. Υλικά που καίγονται πιο γρήγορα ή παράγουν περισσότερη θερμότητα μπορούν να επιτρέψουν στη φωτιά να εξαπλωθεί πιο γρήγορα.
2. **Θερμότητα:** Η θερμότητα που παράγεται από τη φωτιά επηρεάζει τον ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο άλλα υλικά αναφλέγονται και συμβάλλουν στη φωτιά.
3. **Οξυγόνο:** Η παροχή αρκετού οξυγόνου είναι απαραίτητη για τη διατήρηση μιας φωτιάς. Όσο περισσότερος οξυγόνος είναι διαθέσιμος, τόσο πιο γρήγορα μπορεί να καίγεται το καύσιμο.
4. **Μετεωρολογικές συνθήκες:** Η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου, καθώς και άλλοι παράγοντες του καιρού, μπορούν να επηρεάσουν το πώς μια φωτιά εξελίσσεται και εξαπλώνεται.
5. **Τοπογραφία.** Η τοπογραφία της περιοχής μπορεί να επηρεάσει τον τρόπο με τον οποίο η φωτιά κινείται, με την ύπαρξη λόφων ή φαραγγιών να μπορεί να επιταχύνει την εξάπλωση της.

Αυτοί οι παράγοντες, μαζί με άλλους, συνδυάζονται για να καθορίσουν το πώς μια φωτιά αναπτύσσεται και εξελίσσεται στο περιβάλλον..

1.7.2 Χαρακτηριστικά διάδοσης της φωτιάς

Η διάδοση της φωτιάς μπορεί να προκύψει από διάφορες πηγές και να επηρεαστεί από πολλούς παράγοντες. Κατανοώντας τα χαρακτηριστικά της διάδοσης της φωτιάς, μπορούμε να λάβουμε μέτρα για τον έλεγχο και την πρόληψη των πυρκαγιών. Ορισμένα χαρακτηριστικά διάδοσης της φωτιάς περιλαμβάνουν:

1. Μεταφορά: Η φωτιά μπορεί να διαδοθεί με τη ροή του αέρα. Όταν οι φλόγες πλησιάζουν μεταξύ τους, υπό την επίδραση ρεύματος αέρος αναπτύσσονται δυνάμεις που μπορούν να επιταχύνουν την εξάπλωση της φωτιάς.

2. Ακτινοβολία: Η θερμότητα που εκπέμπεται από μια φωτιά μπορεί να θερμάνει τα γύρω υλικά και να τα αναφλέξει, διευκολύνοντας έτσι τη διάδοση της φλόγας.

3. Μετάδοση ενέργειας μέσω της θερμότητας: Η θερμότητα μπορεί να μεταδοθεί από μια φωτιά σε γύρω υλικά με τρόπους όπως η αγωγή, η ακτινοβολία και η εκπομπή. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην εξάπλωση της φωτιάς σε μεγαλύτερη απόσταση.

4. Χαρακτηριστικά του δασικής ύλης και των καλλιεργειών: Η διάδοση της φωτιάς μπορεί να επηρεαστεί από τα χαρακτηριστικά της δασικής ύλης και των καλλιεργειών σε μια περιοχή όπως ο τύπος του, η υγρασία του, η πυκνότητα, η σύνθεση και άλλα.

Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να επηρεάσουν τη διάδοση της φωτιάς σε διάφορες συνθήκες και περιβάλλοντα. Η κατανόηση τους είναι σημαντική για την ανάπτυξη πολιτικών και μέτρων για την πρόληψη και τον έλεγχο των πυρκαγιών.

ΥΛΙΚΟ		ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
Χημικοί	Φυσικοί	
Χημική σύσταση	Αρχική θερμοκρασία	Σύσταση της ατμόσφαιρας
Παρουσία επιβραδυντικών υλικών	Κατεύθυνση διάδοσης φλόγας	Ατμοσφαιρική πίεση
	Πάχος υλικού	Θερμοκρασία
	Προσανατολισμός επιφάνειας	Μετάδοση θερμότητας ακτινοβολίας
	Θερμοχωρητικότητα	Ταχύτητα αέρα
	Θερμική αγωγιμότητα	
	Πυκνότητα	
	Σχήμα	

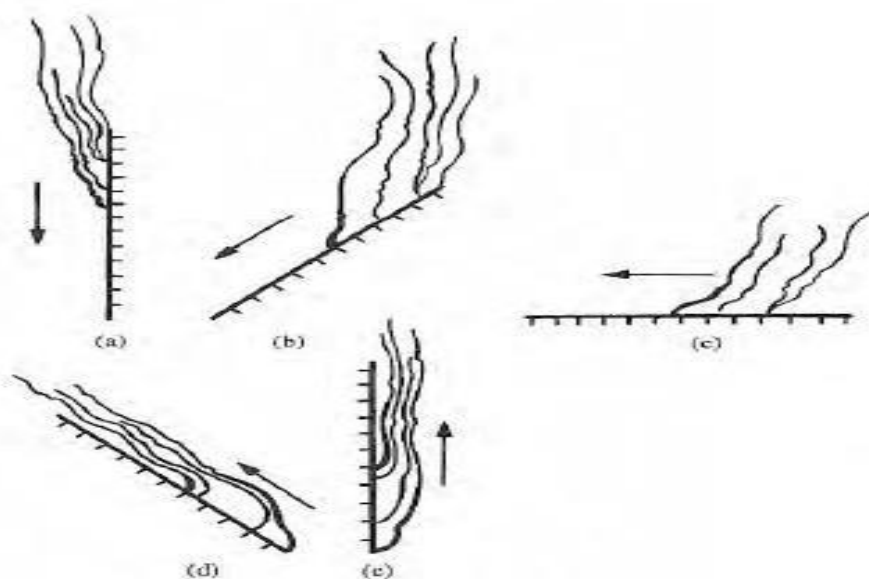
Πίνακας 1.1: Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται οι παράγοντες εξάπλωσης της φωτιάς (Freedman, 1977)

1.7.3 Ρυθμός εξάπλωσης της πυρκαγιάς συναρτήσει της γωνίας της επιφάνειας του καιόμενου υλικού.

Η ταχύτητα εξάπλωσης μιας πυρκαγιάς εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της γωνίας της επιφάνειας του καυσίμου. Η γωνία αυτή είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της επιφάνειας και του οριζόντιου επιπέδου. Γενικά, μια πιο κάθετη επιφάνεια έχει την τάση να εξαπλώνει την πυρκαγιά πιο γρήγορα από μια οριζόντια επιφάνεια. Αυτό συμβαίνει διότι η πιο κάθετη επιφάνεια παρουσιάζει μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής με τον αέρα, προσφέροντας έτσι περισσότερο οξυγόνο για την καύση. Ωστόσο, η ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς εξαρτάται επίσης από την πυκνότητα του υλικού, τον τύπο του καυσίμου, τη θερμοκρασία και άλλους παράγοντες.

Κλίση(°)	Ρυθμός εξάπλωσης(mm/s)
0	3.6
+22.5	6.3
+45	11.2
+75	29.2
+90	46-74 (μη σταθερός)

Πίνακας 1.2: Πειραματικά αποτελέσματα (Magee and McAlevy, 1971)



Εικόνα 3: Ενδεικτικοί τρόποι εξάπλωσης πυρκαγιάς ως προς τον προσανατολισμό (Drysdale 1965)

1.7.4 Παραγωγή και κίνηση καπνού

Ο καπνός αποτελείται από διάφορα σωματίδια άκαυστου άνθρακα που οφείλουν την ύπαρξή τους στην ατελή καύση. Στις φωτιές, με λίγες εξαιρέσεις, παρατηρείται σχεδόν πάντα παραγωγή καπνού. Το αποτέλεσμα του καπνού είναι η μείωση της ορατότητας και συνεπώς η δυσκολία εκκένωσης ενός καιόμενου χώρου, προκαλώντας επιμήκυνση του χρόνου έκθεσης των ανθρώπων στα προϊόντα της καύσης.

Τα προϊόντα της καύσης χαρακτηρίζονται τις περισσότερες φορές από ένα εξαιρετικά σύνθετο μείγμα χημικών ενώσεων, με ορισμένες από αυτές να έχουν την δυνατότητα να προκαλέσουν ακόμα και το θάνατο, είτε λόγω μεγάλης χρονικής έκθεσης σε χαμηλής συγκέντρωσης δηλητηριώδη αέριων είτε λόγω μικρής χρονικής έκθεσης σε υψηλές συγκεντρώσεις, όπως για παράδειγμα το μονοξείδιο του άνθρακα.

Καθοριστικό ρόλο διαδραματίζει η ποσότητα του αερίου που εισπνέεται, δηλαδή η συγκέντρωση των προϊόντων ανά πάσα χρονική στιγμή. Η εκκένωση ενός χώρου χωρίς εξωτερική βοήθεια είναι αδύνατη σε περιπτώσεις όπου η συγκέντρωση αυτή ξεπερνά κάποια συγκεκριμένη τιμή. Εάν η ορατότητα είναι περιορισμένη ή τα προϊόντα της καύσης προκαλούν ερεθισμούς στα μάτια και την αναπνοή τότε η διάρκεια της έκθεσης μεγαλώνει δυσκολεύοντας την εκκένωση του χώρου.

Όσον αφορά την παραγωγή καπνού υπάρχουν δύο ξεχωριστά στάδια. Αρχικά, είναι τα πρώτα στάδια της φωτιάς, όπου η φωτιά είναι μικρή σε μέγεθος και καίγεται μόνο ένα αντικείμενο και μετά ξεχωριστά η πλήρως ανεπτυγμένη φωτιά (μετά την έκλαμψη), όπου καίγονται όλα τα αντικείμενα ενός χώρου.

Το πρώτο στάδιο σχετίζεται με την ανίχνευση του καπνού σε ένα χώρο, ενώ στο δεύτερο στάδιο, παράγονται μεγάλες ποσότητες καπνού που είναι ικανές να μετατρέψουν σε μη προσβάσιμα, ακόμα και σημεία τα οποία βρίσκονται μακριά από την φωτιά.

Κατά την εξάπλωση μιας πυρκαγιάς σε ένα κτίριο το πιο σημαντικό είναι η παραγωγή καπνού καθώς και ο τρόπος κίνησής του. Όπως συμβαίνει και με κάθε ρευστό, ο καπνός, κινείται λόγω της επίδρασης δυνάμεων που ασκούνται σε ολόκληρο τον όγκο του. Οι δυνάμεις αυτές δημιουργούνται από:

- Την άνωση που δημιουργείται άμεσα από την φωτιά
- Την άνωση που προκύπτει από διαφορές ανάμεσα στην εσωτερική και την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος
- Την κίνηση του αέρα και την επίδραση εξωτερικών ανέμων
- Το σύστημα διακίνησης του αέρα στο χώρο

Όσον αφορά τον τρόπο κίνησης του καπνού, τα προϊόντα της καύσης αρχίζουν να αραιώνουν κατά τα πρώτα στάδια μιας φωτιάς, καθώς κινούνται κάθετα με φορά προς τα πάνω ώσπου να φτάσουν στην οροφή. Στη

συνέχεια, ο θερμός καπνός κινείται οριζόντια μέχρι να συναντήσει κάποιο άνοιγμα και να συνεχίσει την ανοδική του πορεία ή μέχρι να συναντήσει κάποιο εμπόδιο, το οποίο θα τον αναγκάσει να σταματήσει την πορεία του, όπως για παράδειγμα έναν τοίχο. Έτσι, το στρώμα καπνού πυκνώνει και εκτείνεται πιο χαμηλά, ενώ ο όγκος που καταλαμβάνει ο καπνός περιορίζεται από την οροφή και τους τοίχους του δωματίου. Ο ρυθμός με τον οποίο αυξάνεται η πυκνότητα του στρώματος καπνού εξαρτάται αφενός από τον ρυθμό της καύσης και αφετέρου από την ποσότητα αέρα που εισάγεται κατά την εξέλιξη της πυρκαγιάς.

1.8 Περιορισμός εξάπλωσης της πυρκαγιάς

Ο περιορισμός μιας πυρκαγιάς είναι ένα σημαντικό ζήτημα για την προστασία της ανθρώπινης ζωής, της περιουσίας και του περιβάλλοντος. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι περιορισμού της εξάπλωσης της πυρκαγιάς:

1. Πυρασφάλεια Υλικών: Χρησιμοποιώντας πυρανθεκτικά υλικά και κατασκευαστικές τεχνικές μείωσης του κινδύνου πυρκαγιάς.
2. Πυροσβεστικά Συστήματα: Εγκατάσταση ανιχνευτών πυρκαγιάς, συστημάτων αυτόματης πυρόσβεσης, πυροσβεστικών εξοπλισμών και αντιπυρικών μέσων.
3. Διαμόρφωση Χώρου: Δημιουργία πυρίμαχων ζωνών γύρω από κτίρια, αφαίρεση φυτικού υλικού και ξηράς βλάστησης από το περιβάλλον κτιρίου.
4. Εκπαίδευση και Ευαισθητοποίηση: Εκπαίδευση του κοινού και των εργαζομένων για την αντιμετώπιση της πυρκαγιάς και τη χρήση του εξοπλισμού πυρόσβεσης.
5. Πολεοδομικός Σχεδιασμός: Ενσωμάτωση προϋποθέσεων ασφαλείας για την αντιμετώπιση πυρκαγιάς στον σχεδιασμό των πόλεων και των κτιρίων.
6. Έγκαιρη Αντίδραση: Αποτελεσματικό σχέδιο διαχείρισης κρίσεων και γρήγορη επέμβαση των πυροσβεστικών και άλλων αρμόδιων αρχών σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Η συνδυασμένη εφαρμογή αυτών των μέτρων μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο πυρκαγιάς και να περιορίσει τις επιπτώσεις της σε περιουσίες και ανθρώπινες ζωές.

1.9 Υλικά δομής για αστικές και βιομηχανικές κατασκευές

Τα υλικά δομής χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κτιρίων και άλλων δομών και μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους. Ορισμένες κύριες κατηγορίες δομικών υλικών περιλαμβάνουν:

1. Ανόργανα υλικά:

- Πέτρα: Μάρμαρο, γρανίτης, πλίνθοι, κ.λπ.
- Τούβλα: Πηλός, συμπιεσμένο τούβλο, κ.λπ.
- Τσιμέντο.
- Γυψοσανίδα: Κατασκευαστική γυψοσανίδα, ανθεκτική στη φωτιά γυψοσανίδα, κ.λπ.
- Μέταλλα: Χάλυβας, αλουμίνιο, κ.λπ.

2. Οργανικά υλικά:

- Ξύλο: Σκληρά ξύλα (όπως δρυς, καρυδιά, τζάκι), μαλακά ξύλα (όπως πεύκο, ελάτη, κορμός), κ.λπ.
- Βιομηχανικά υλικά: Πρέζα, στερεά, μορφής καταλοίπων ξύλου, καπλαμάδες, κ.λπ.

3. Συνθετικά υλικά:

- Θερμοπλαστικά υλικά
- Πλαστικά: PVC, ακρυλικά, πολυαιθυλένια, κ.λπ.
- Συνθετικά κατασκευαστικά υλικά: Πολυστερίνες, γυαλί-ινώδη, κ.λπ.
- Τεχνητές ινώδεις ύλες: Ινοξείδιο, γυαλί-ινώδη, κ.λπ.

Αυτές οι κατηγορίες δομικών υλικών μπορεί να χρησιμοποιούνται μόνες τους ή συνδυασμένες μεταξύ τους για την κατασκευή διαφόρων τύπων δομών, ανάλογα με τις απαιτήσεις σχεδιασμού, την αντοχή, την αισθητική και άλλους παράγοντες..

1.9.1 Μη εύφλεκτα υλικά

Τα υλικά αυτά κατατάσσονται στην κατηγορία των οικοδομικών υλικών:

A. Αυτά είναι υλικά που δεν αναφλέγονται και δεν θεωρούνται πυροφορτίο. Η κατηγορία A χωρίζεται σε δυο υποκατηγορίες. Στην A1 όπου κατατάσσονται υλικά για τα οποία δεν αναφλέγονται, όπως είναι η άμμος, το χαλίκι, το μπετόν, το ασφάλι και τα αφρώδη υλικά. Στην A2 όπου κατατάσσονται υλικά των οποίων τα συστατικά μέρη δεν είναι εύφλεκτα. Έχουν όμως στην σύνθεση τους μικρές ποσότητες εύφλεκτων ουσιών, όπως πολλές πλάκες πυροπροστασίας από γυψοσανίδες.

1.9.2 Εύφλεκτα υλικά

Τα μη εύφλεκτα υλικά είναι υλικά που δεν είναι εύκολο να μεταφέρουν φλόγα ή να καούν. Αυτά τα υλικά συνήθως χρησιμοποιούνται για την κατασκευή δομών ή αντικειμένων όπου η αντίσταση στη φωτιά είναι σημαντική για την ασφάλεια. Ορισμένα παραδείγματα μη εύφλεκτων υλικών περιλαμβάνουν

1. Μεταλλικά υλικά: Τα μέταλλα, όπως ο χάλυβας και το αλουμίνιο, είναι γνωστά για την υψηλή τους αντοχή στη φωτιά. Αν και μπορεί να λιώσουν ή να αποδυναμωθούν από τη θερμότητα, σε γενικές γραμμές δεν εμπλέκονται στην εξάπλωση της φωτιάς.

2. Πέτρα και μάρμαρο: Τα ανόργανα υλικά όπως η πέτρα και το μάρμαρο είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στην θερμότητα και σπάνια πυρκαγιές προκαλούνται από αυτά τα υλικά.

3. Μερικά πλαστικά: Ορισμένα ειδικά είδη πλαστικών μπορούν να είναι μη εύφλεκτα, ειδικά όταν περιέχουν ενισχύσεις όπως γυάλινες ή αραμιδικές ίνες.

4. Ορισμένα μονωτικά υλικά: Κάποια υλικά που χρησιμοποιούνται για μόνωση, όπως τα ανθρακονήματα ή τα κεραμικά υλικά, μπορεί να είναι ανθεκτικά στη φωτιά.

5. Πυρίμαχος γυψοσανίδα: Η πυρίμαχη γυψοσανίδα είναι μια άλλη επιλογή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση του κινδύνου φωτιάς, καθώς προσφέρει μια βασική αντίσταση στη θερμότητα.

Αυτά τα υλικά χρησιμοποιούνται σε κατασκευές όπου η αντοχή στη φωτιά είναι κρίσιμη, όπως σε κτίρια, οχήματα ή εξοπλισμός ευαίσθητος στη θερμότητα.

1.9.2.1 Δύσκολα αναφλεγόμενα υλικά (B1)

Τα δύσκολα αναφλεγόμενα υλικά είναι υλικά που αντιστέκονται στην εύκολη ανάφλεξη και δεν πρόκειται να εμπλακούν εύκολα σε φλόγα. Αυτά τα υλικά συνήθως χαρακτηρίζονται από χαμηλή ευαισθησία στην θερμότητα και τη φωτιά. Μερικά δύσκολα αναφλεγόμενα υλικά περιλαμβάνουν:

1. Μεταλλικά υλικά: Οι κατασκευαστικές και δομικές εφαρμογές με χρήση μεταλλικών υλικών, όπως ασάλι ή αλουμίνιο, συνήθως είναι δύσκολο να αναφλεχθούν.

2. Πέτρα και Μάρμαρο: Τα ανόργανα υλικά όπως η πέτρα και το μάρμαρο είναι ανθεκτικά στη φωτιά και δεν αναφλέγονται εύκολα.

3. Πλαστικά με ειδικές ιδιότητες: Ορισμένα ειδικά πλαστικά μπορεί να σχεδιαστούν για να έχουν χαμηλή ευαισθησία στη φωτιά και να αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες.

4. Μερικά μονωτικά υλικά: Κάποια υλικά που χρησιμοποιούνται για μόνωση, όπως τα ανθρακονήματα, μπορούν να έχουν χαμηλή αντίδραση στη φωτιά.

Αυτά τα υλικά είναι συνήθως προτιμώμενα σε εφαρμογές όπου η αντοχή στη φωτιά είναι σημαντική, όπως κατασκευές κτιρίων, οχημάτων, εξοπλισμού και άλλα ευαίσθητα περιβάλλοντα.

1.9.2.2 Κανονικά αναφλεγόμενα υλικά (B2)

Τα κανονικά αναφλεγόμενα υλικά είναι υλικά που μπορούν να προκαλέσουν πυρκαγιά ή να αναφλεγούν σε συνθήκες που περιλαμβάνουν θερμότητα, ανάφλεξη και παρουσία οξυγόνου. Μερικά παραδείγματα κανονικά αναφλεγόμενων υλικών περιλαμβάνουν:

1. Ξύλο: Το ξύλο είναι ένα από τα πιο κοινά αναφλεγόμενα υλικά. Μπορεί να αναφλεγεί εύκολα αν εκτεθεί σε αρκετή θερμότητα ή φλόγα.
2. Υλικά υδρογονανθράκων: Αέρια, όπως το φυσικό αέριο και το προπάνιο, καθώς και υγρά υδρογονάνθρακες, όπως το πετρέλαιο και οι βενζίνες, είναι επίσης κανονικά αναφλεγόμενα υλικά.
3. Πλαστικά: Πολλά πλαστικά υλικά, όπως το πολυαιθυλένιο, το πολυστυρένιο και οι πολυαμίδες (π.χ. νάιλον), είναι επίσης κανονικά αναφλεγόμενα.
4. Υλικά βιομηχανίας και κατασκευών: Ορισμένα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή, όπως οι μονωτικοί αφροί, οι υλικές πλάκες και τα καουτσούκ, είναι επίσης ευαίσθητα στη φωτιά.

Αυτά τα υλικά πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή και να αντιμετωπίζονται με τις κατάλληλες προφυλάξεις για την αποφυγή πυρκαγιών και ατυχημάτων.

1.9.2.3 Εύκολα αναφλεγόμενα υλικά (B3)

Τα εύκολα αναφλεγόμενα υλικά είναι υλικά που μπορούν να αναφλεγούν εύκολα και να προκαλέσουν πυρκαγιές με μικρή ή και καμία εξωτερική παροχή θερμότητας. Αυτά τα υλικά είναι επικίνδυνα και απαιτούν προσεκτικό χειρισμό και αποθήκευση. Ορισμένα παραδείγματα εύκολα αναφλεγόμενων υλικών περιλαμβάνουν:

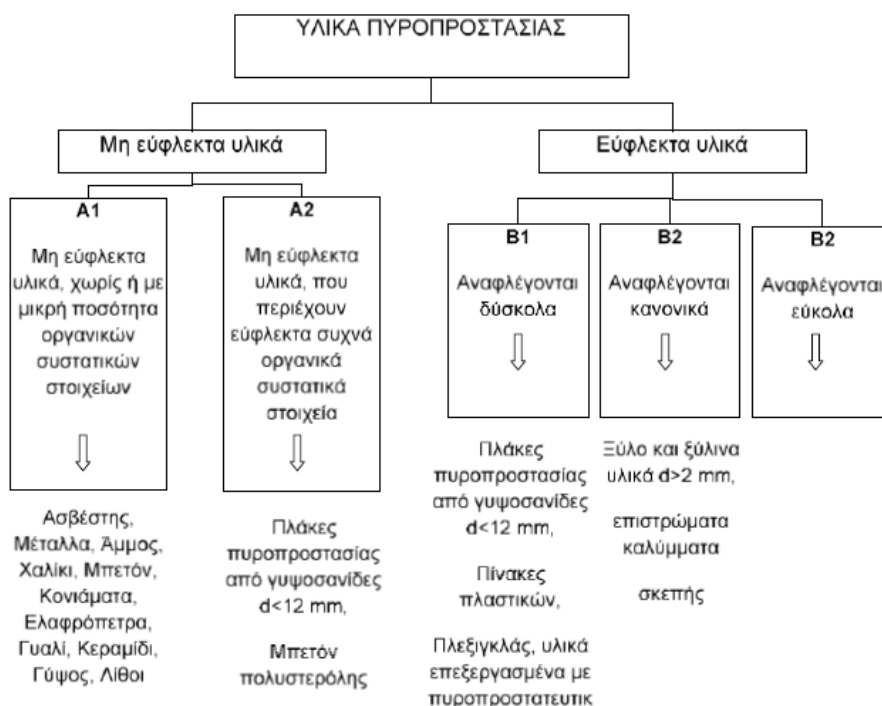
1. Αλκοόλ: Αλκοολούχα ποτά όπως οι αιθυλικές και οι μεθυλικές παραλλαγές, καθώς και οι προϊόντα καθαρισμού που περιέχουν αλκοόλ, μπορούν να είναι εύκολα αναφλεγόμενα.
2. Κερί και αναπτήρες: Τα κεριά και οι αναπτήρες είναι επίσης εύκολα αναφλεγόμενα υλικά.
3. Λάδια και λιπαρά υλικά: Λίπη, βούτυρα, λάδια μαγειρικής και άλλα λιπαρά υλικά είναι επίσης εύκολα αναφλεγόμενα.

4. Αέρια και αεροζόλ: Κατευθυνόμενο αέριο, αεροζόλ καθαρισμού και άλλα προϊόντα που περιέχουν πίεση μπορούν να είναι εύκολα αναφλεγόμενα.

5. Χημικές ουσίες: Ορισμένα χημικά, όπως οι ακεταλδεΐδες, οι αιθέρες και οι οργανικοί διαλύτες, είναι επίσης εύκολα αναφλεγόμενα.

Αυτά τα υλικά απαιτούν προσεκτική χρήση, αποθήκευση και απομάκρυνση για να αποφευχθούν ατυχήματα και πυρκαγιές. Είναι σημαντικό να τηρούνται όλες οι ασφαλείς πρακτικές και να αποφεύγεται η χρήση αυτών των υλικών κοντά σε πηγές θερμότητας ή φλόγα.

Πίνακας 1.3: Κατηγορίες υλικών πυροπροστασίας



1.10 Η επίδραση στην εξέλιξη της πυρκαγιάς συναρτίζει του πάχους του καιόμενου υλικού.

Το πάχος του καιόμενου υλικού είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη διαδικασία και τη δυναμική της πυρκαγιάς. Η συμπεριφορά του καιόμενου υλικού μεταβάλλεται ανάλογα με το πάχος του. Ορισμένες γενικές παρατηρήσεις σχετικά με το πάχος του καιόμενου υλικού περιλαμβάνουν:

1.Μικρό πάχος: Κατά την αρχική φάση της πυρκαγιάς, όταν το υλικό είναι ακόμα ανέπαφο, ένα μικρό πάχος μπορεί να επιτρέψει στη θερμότητα να διαπεράσει γρήγορα το υλικό και να επιταχύνει τη διαδικασία της καύσης.

2. Μεγάλο πάχος: Όταν το υλικό έχει μεγάλο πάχος, η θερμότητα πρέπει να διαπεράσει μεγαλύτερη απόσταση πριν να επηρεάσει τα εσωτερικά στρώματα του υλικού. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πιο αργή εξέλιξη της πυρκαγιάς στο εσωτερικό του υλικού.

3. Ανομοιογένεια πάχους: Σε υλικά με ανομοιογένεια πάχους, όπως σε δομικά υλικά όπου μπορεί να υπάρχουν ξεχωριστά στρώματα, η πυρκαγιά μπορεί να εξελιχθεί με διαφορετικούς ρυθμούς σε κάθε στρώμα.

4. Επίδραση στη διάρκεια της πυρκαγιάς: Στη διάρκεια της πυρκαγιάς, το πάχος του καιόμενου υλικού μπορεί να επηρεάσει το ρυθμό καύσης, την έκταση της πυρκαγιάς και τη θερμότητα που απελευθερώνεται.

Συνολικά, το πάχος του καιόμενου υλικού είναι ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς και των αντίστοιχων μέτρων ασφαλείας και πρόληψης.

1.11 Περιβαλλοντικοί παράγοντες στην εξέλιξη της πυρκαγιάς

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την εξέλιξη μιας πυρκαγιάς. Εδώ είναι ορισμένοι από τους βασικούς παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη:

Καιρικές συνθήκες: Οι καιρικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, οι άνεμοι και η βροχή επηρεάζουν σημαντικά την εξάπλωση μιας πυρκαγιάς. Ο έντονος άνεμος, για παράδειγμα, μπορεί να διασπείρει τις φλόγες και να επιταχύνει την εξάπλωση της πυρκαγιάς.

Γεωγραφία και τοπογραφία: Η γεωγραφία και η τοπογραφία μπορούν να επηρεάσουν την ταχύτητα και την κατεύθυνση της πυρκαγιάς. Η πυρκαγιά εξαπλώνεται γρηγορότερα προς τα επάνω..

Θερμοκρασία καυσίμου: Η θερμοκρασία του καυσίμου είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη και την εξάπλωση μιας πυρκαγιάς. Καθώς η θερμοκρασία του καυσίμου αυξάνεται, αυξάνεται και η πιθανότητα ανάφλεξης και η επιτάχυνση της καύσης..

Μετάδοση θερμότητας μέσω ακτινοβολίας: Η μετάδοση θερμότητας μέσω ακτινοβολίας είναι ένας από τους τρεις βασικούς τρόπους με τους οποίους η θερμότητα μεταφέρεται από ένα αντικείμενο σε ένα άλλο, Αυτή η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται μέσω της εκπομπής ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από το θερμό σώμα προς το ψυχρότερο σώμα

Ατμοσφαιρική Πίεση: η ατμοσφαιρική πίεση μπορεί να επηρεάσει την πυρκαγιά μέσω της επίδρασής της στην κίνηση του αέρα, τη θερμοκρασία και την υγρασία, όλα τα οποία είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη και τη διάδοση της πυρκαγιάς..

Κίνηση του αέρα: Η κίνηση του αέρα επηρεάζει το ρυθμό εξάπλωσης της φωτιάς. Όταν ο αέρας έχει την ίδια κατεύθυνση με τη φλόγα ο ρυθμός εξάπλωσης αυξάνεται. Στην περίπτωση, όμως, που η φλόγα έχει αντίθετη

φορά από τον αέρα υπάρχουν δυο περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση ο αέρας κινείται με πολύ μεγάλη ταχύτητα και ο ρυθμός της φλόγας μειώνεται. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν ο αέρας έχει μικρή σχετικά ταχύτητα ο ρυθμός μετάδοσης αυξάνεται.

Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να συνδυαστούν και να δημιουργήσουν πολύπλοκα περιβαλλοντικά σενάρια που επηρεάζουν την εξέλιξη και την επίπτωση μιας πυρκαγιάς.

1.12 Η έννοια της πυροπροστασίας

Η πυροπροστασία αναφέρεται στο σύνολο των μέτρων, τεχνικών και πρακτικών που λαμβάνονται για την πρόληψη, την ανίχνευση, τον έλεγχο και την κατάσβεση των πυρκαγιών, καθώς και για την προστασία των ανθρώπων, των περιουσιών και του περιβάλλοντος από τις συνέπειες τους. Ο σκοπός της πυροπροστασίας είναι να μειώσει τον κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς, να περιορίσει την εξάπλωσή της, να παρέχει ασφάλεια στα άτομα και τα περιουσιακά στοιχεία, καθώς και να μειώσει τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Οι πρακτικές της πυροπροστασίας περιλαμβάνουν την εφαρμογή αντιπυρικών υλικών σε κτίρια και δομές, την εγκατάσταση συστημάτων ανίχνευσης και κατάσβεσης πυρκαγιών, την εκπαίδευση του προσωπικού για την αντιμετώπιση πυρκαγιών, την εφαρμογή κανονισμών και κανονιστικών προτύπων ασφαλείας και πυροπροστασίας, καθώς και την υποστήριξη της επιστημονικής έρευνας για τη βελτίωση των τεχνικών και των μεθόδων πυροπροστασίας.

Η πυροπροστασία εφαρμόζεται σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων των κτιρίων και των υποδομών, της βιομηχανίας, των μεταφορών, της γεωργίας και του δασικού τομέα, της ενέργειας, της υγείας και της εκπαίδευσης. Επίσης, εφαρμόζεται σε δημόσιους χώρους, όπως πάρκα, δασικές περιοχές και προστατευόμενες φυσικές περιοχές, με σκοπό την πρόληψη και τον έλεγχο των πυρκαγιών σε αυτούς τους χώρους.

1.12.1 Παθητική πυροπροστασία

Η παθητική πυροπροστασία αναφέρεται σε μέτρα και υλικά που σχεδιάζονται και ενσωματώνονται σε κτίρια και δομές κατά τη διάρκεια της κατασκευής ή της ανακαίνισης τους, με σκοπό την προστασία τους από την εξάπλωση της πυρκαγιάς και των καπνών σε περίπτωση πυρκαγιάς, χωρίς την ανάγκη ενέργειας από τον ανθρώπινο παράγοντα ή από αυτόν που διαχειρίζεται το κτίριο.

Τα μέτρα παθητικής πυροπροστασίας περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Διαχωριστικά: Χρησιμοποιούνται για τη διαχωρισμό διαφορετικών ζωνών ενός κτιρίου, προκειμένου να εμποδίσουν την εξάπλωση της φωτιάς από μια ζώνη σε μια άλλη. Παραδείγματα περιλαμβάνουν πυρομονωτικές επενδύσεις, πυρίμαχα τοίχων και πόρτες πυρασφάλειας.

2.Αντιπυρικά υλικά: Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των δομικών στοιχείων και των επικαλύψεων του κτιρίου, προκειμένου να παρέχουν προστασία από την θερμότητα και την εξάπλωση της φωτιάς. Παραδείγματα είναι οι πυρανθεκτικές επενδύσεις, οι αντιπυρικές επιφάνειες και τα πυρίμαχα υλικά.

3.Εγκαταστάσεις ασφαλείας: Περιλαμβάνουν την εγκατάσταση πυρασφαλών υλικών, όπως καλωδίωση και εξαρτήματα, καθώς και συστήματα πυρασφάλειας, όπως πυρανιχνευτές και συστήματα αυτόματης κατάσβεσης πυρκαγιάς.

Η παθητική πυροπροστασία είναι σημαντική για τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς και για την προστασία των ανθρώπων και των περιουσιών. Επιπλέον, είναι συνήθως πιο αποτελεσματική και οικονομική από την ενεργητική πυροπροστασία, καθώς δεν απαιτεί συνεχή ανθρώπινη παρέμβαση ή λειτουργία των συστημάτων κατάσβεσης πυρκαγιάς.

1.12.2 Ενεργητική πυροπροστασία

Η ενεργητική πυροπροστασία αναφέρεται σε μέτρα και συστήματα που απαιτούν ενέργεια για να λειτουργήσουν και που σχεδιάζονται για την ανίχνευση, την κατάσβεση και τον έλεγχο των πυρκαγιών. Αντίθετα με την παθητική πυροπροστασία που αναφέρεται σε μέτρα σχεδιασμένα να αντιστέκονται στην πυρκαγιά χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης, η ενεργητική πυροπροστασία απαιτεί ενέργεια για να λειτουργήσει.

Μερικά παραδείγματα της ενεργητικής πυροπροστασίας περιλαμβάνουν:

1.Συστήματα ανίχνευσης πυρκαγιάς: Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν αισθητήρες για να ανιχνεύσουν τα σημάδια μιας πυρκαγιάς, όπως τον καπνό, τη θερμότητα ή τα αέρια. Μόλις εντοπίσουν μια πιθανή πυρκαγιά, εκπέμπουν σήματα ειδοποίησης.

2. Συστήματα κατάσβεσης πυρκαγιάς: Αυτά τα συστήματα σχεδιάζονται για να κατασβέσουν την πυρκαγιά μόλις εντοπιστεί. Παραδείγματα συστημάτων κατάσβεσης περιλαμβάνουν τα πυροσβεστικά συστήματα αερίου, τα συστήματα αφρού, και τα αυτόματα συστήματα πυροσβεστήρων.

3.Συστήματα καπνού: Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται για την εκκένωση του καπνού από τους χώρους σε περίπτωση πυρκαγιάς, βοηθώντας στη βελτίωση της ασφάλειας των ανθρώπων που βρίσκονται στο εσωτερικό τους.

4. Εκκένωση κτιρίων: Τα συστήματα εκκένωσης κτιρίων σχεδιάζονται για την οδήγηση των ανθρώπων σε ασφαλείς περιοχές εκτός κτιρίου σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, όπως μια πυρκαγιά.

Αυτά τα συστήματα ενεργητικής πυροπροστασίας είναι κρίσιμα για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των πυρκαγιών και την προστασία της ανθρώπινης ζωής και της περιουσίας.

1.12.3 Πυραντίσταση

Η έννοια της πυραντίστασης ορίστηκε στον Ελληνικό Κανονισμό Πυροπροστασίας (Π.Δ 71/1988). Αφορά στα δομικά στοιχεία και όχι στα δομικά υλικά. Σύμφωνα με τη βασική Ευρωπαϊκή Κατευθυντήρια Οδηγία 89/106/ΕΟΚ-CPD (Construction Products Directive) προϊόν του τομέα δομικών κατασκευών ονομάζεται κάθε προϊόν το οποίο έχει κατασκευασθεί για να ενσωματωθεί κατά τρόπο μόνιμο σε δομικά έργα εν γένει, που καλύπτουν τόσο τα κτίρια, όσο και τα άλλα έργα. (μεταφορές, υδραυλικά, εδαφοτεχνικά κλπ.

1.2. Δόκιμες αντίδρασης στη φωτιά

Οι δοκιμές αντίδρασης στη φωτιά είναι διαδικασίες που πραγματοποιούνται για να αξιολογηθεί η αντίδραση υλικών ή προϊόντων σε πυρκαγιά. Αυτές οι δοκιμές είναι σημαντικές για την ασφάλεια και την προστασία των ανθρώπων, των περιουσιών και του περιβάλλοντος.

Ορισμένες από τις δοκιμές αντίδρασης στη φωτιά περιλαμβάνουν:

1. Δοκιμές αντοχής στη φωτιά: Αυτές οι δοκιμές εκτιμούν πόσο ανθεκτικό είναι ένα υλικό στην επίδραση της φωτιάς. Μπορεί να περιλαμβάνουν την έκθεση του υλικού σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες ή την ανάφλεξη του υλικού και την παρατήρηση της αντίδρασής του.
2. Δοκιμές αντιπυρικότητας: Αυτές οι δοκιμές εξετάζουν την ικανότητα ενός υλικού να αντιμετωπίσει την εξάπλωση της φωτιάς ή να καθυστερήσει την επέκτασή της. Μπορεί να περιλαμβάνουν την εφαρμογή αντιπυρικών χημικών ή την αξιολόγηση της αντίδρασης του υλικού σε κατάσβεση πυρκαγιάς.
3. Δοκιμές καπνού και τοξικότητας: Αυτές οι δοκιμές εκτιμούν την ποσότητα και τον τύπο των αερίων και των τοξικών ουσιών που εκπέμπονται από ένα υλικό κατά την καύση και την αξιολόγηση των επιπτώσεών τους στην ανθρώπινη υγεία.
4. Δοκιμές συμπεριφοράς σε πυρκαγιά: Αυτές οι δοκιμές είναι σχεδιασμένες για να μελετήσουν τη συμπεριφορά ενός υλικού ή ενός προϊόντος κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς, όπως η ανάπτυξη της φλόγας, η απελευθέρωση θερμότητας και η παραγωγή καπνού.

Οι δοκιμές αντίδρασης στη φωτιά είναι σημαντικές για την ανάπτυξη ασφαλών υλικών, προϊόντων και δομικών στοιχείων που μπορούν να προστατεύσουν τη ζωή και την περιουσία κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς.

1.2.1 Ευρωπαϊκές κλάσεις δομικών υλικών σχετικά με την αντίδραση τους στη φωτιά

Στην Ευρώπη, η αντίδραση των δομικών υλικών στη φωτιά κατατάσσεται σύμφωνα με ένα σύστημα κλάσεων, το οποίο καθορίζεται από τον

Ευρωπαϊκό Κανονισμό για τα Προϊόντα Καταναλωτή (CPR - Construction Products Regulation). Οι κλάσεις αυτές χαρακτηρίζουν την αντίδραση των υλικών σε πυρκαγιά, λαμβάνοντας υπόψη διάφορες παραμέτρους όπως η δυνατότητα ανάπτυξης φλόγας, η ταχύτητα διασποράς της φωτιάς, η παραγωγή καπνού και τοξικών αερίων κ.λπ.

Οι κλάσεις αυτές καθορίζονται με αριθμητικά επίπεδα από την A1 έως και την F. Ορισμένα από τα βασικά επίπεδα είναι τα εξής:

1. A1, A2: Υλικά που δεν συνεισφέρουν στην πυρκαγιά ή την ανάπτυξη της φλόγας.
2. B: Υλικά που έχουν περιορισμένη συμβολή στην πυρκαγιά και στην ανάπτυξη της φλόγας.
3. C: Υλικά με μέτρια συμβολή στην πυρκαγιά.
4. D: Υλικά με συμβολή στην πυρκαγιά.
5. E: Υλικά που έχουν πολύ μεγάλη συμβολή στην πυρκαγιά.
6. F: Υλικά που δεν έχουν υποβληθεί σε δοκιμές ή δεν μπορούν να ταξινομηθούν σε άλλες κλάσεις.

Αυτές οι κλάσεις χρησιμοποιούνται για την κατηγοριοποίηση των δομικών υλικών όπως μόνωση, κατασκευαστικά υλικά, επενδύσεις κ.λπ., προκειμένου να διασφαλιστεί ότι είναι συμβατά με τις ανάγκες ασφάλειας κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς.

Εικόνα 2.2: Κατηγορίες αδρανών και εύκαυστων υλικών

A	B	C	D	E	F
Αδρανή υλικά				Εύκαυστα υλικά	

1.2.2 Δείκτες κατάταξης υλικών και μετρήσεις σύμφωνα με τα νέα κριτήρια των ευρωκλάσεων

Οι ευρωπαϊκές κλάσεις για την αντίδραση των υλικών στη φωτιά (Euroclasses) χρησιμοποιούν διάφορους δείκτες και μετρήσεις για την κατάταξη των υλικών σύμφωνα με τα νέα κριτήρια. Οι κύριοι δείκτες και μετρήσεις περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

1. Διάρκεια ανάπτυξης της φλόγας (t_1): Αυτή η μέτρηση αναφέρεται στο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την ανάπτυξη μιας φλόγας πάνω στο υλικό δοκιμής. Η κατάταξη κυμαίνεται από το 0 έως το 600 δευτερόλεπτα.

2. Διάρκεια εξάπλωσης της φλόγας (t_2): Αυτή η μέτρηση αναφέρεται στο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την εξάπλωση της φλόγας μεγαλύτερης ή ίσης με 0,1 m σε ένα επιφανειακό υλικό. Η κατάταξη κυμαίνεται από το 0 έως το 10 δευτερόλεπτα.

3. Ταχύτητα εξάπλωσης της φλόγας (s): Αυτή η μέτρηση αναφέρεται στην ταχύτητα με την οποία η φλόγα εξαπλώνεται σε μια οριζόντια επιφάνεια. Η κατάταξη κυμαίνεται από το 0 έως το 500 mm/s.

4. Μέγιστο ύψος της φλόγας (h): Αυτή η μέτρηση αναφέρεται στο μέγιστο ύψος που φτάνει η φλόγα κατά τη δοκιμή. Η κατάταξη κυμαίνεται από το 0 έως το 4 μέτρα.

5. Ταχύτητα καύσης (c): Αυτή η μέτρηση αναφέρεται στην ταχύτητα με την οποία ολόκληρο το υλικό καίγεται. Η κατάταξη κυμαίνεται από το 0,1 έως το 10 mm/min.

Αυτοί οι δείκτες και μετρήσεις βοηθούν στον καθορισμό του επιπέδου αντίδρασης των υλικών στη φωτιά και στην επιλογή των κατάλληλων μέτρων προστασίας και ασφάλειας.

2° Κεφάλαιο

Θερμοπλαστικά υλικά



Εικόνα 2.1

2.1 Θερμοπλαστικά μονωτικά υλικά και η αντίδραση τους στη φωτιά.

Τα θερμοπλαστικά μονωτικά υλικά συχνά χρησιμοποιούνται και για τη μόνωση καλωδίων και στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζουμε την χρήση ως μονωτικά καλωδίων και ειδικότερα την αντίδρασή τους στην φωτιά.

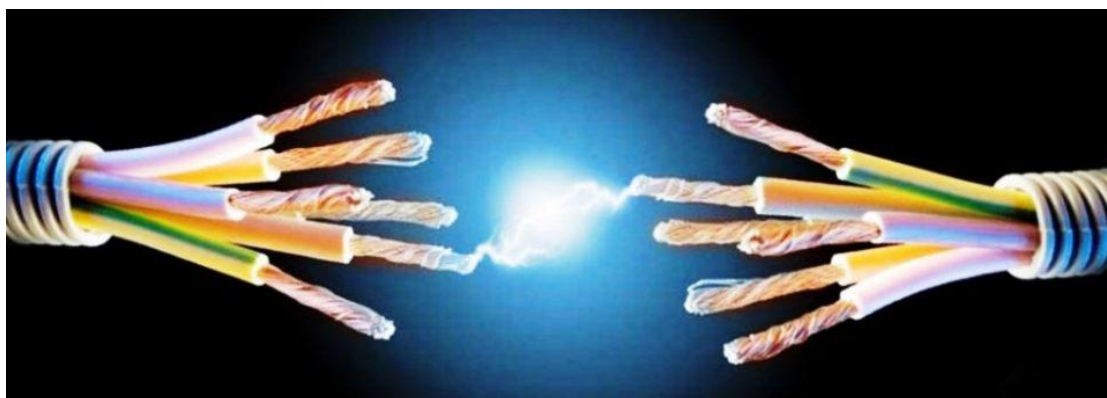
Τα θερμοπλαστικά μονωτικά υλικά καλωδίων είναι υλικά που χρησιμοποιούνται για τη μόνωση καλωδίων σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις και άλλες εφαρμογές. Αυτά τα υλικά είναι κατασκευασμένα από θερμοπλαστικά πολυμερή, τα οποία μπορούν να μαλακώσουν και να τυλιχθούν γύρω από τα καλώδια κατά την εφαρμογή τους.

Ωστόσο, όταν αυτά τα υλικά εκτίθενται σε φωτιά, η αντίδρασή τους εξαρτάται από τη σύνθεσή τους και τη δομή τους. Κάποια θερμοπλαστικά υλικά μπορεί να έχουν καλές ιδιότητες ανθεκτικότητας στη φωτιά, ενώ άλλα μπορεί να λιώσουν και να εξαπλωθεί η φλόγα μέσω τους.

Γενικά κατά την έκθεση σε φωτιά, τα θερμοπλαστικά υλικά μπορεί να απελευθερώσουν επικίνδυνα αέρια ή τοξικές ουσίες, ανάλογα με τη σύνθεσή τους, προκαλώντας προβλήματα υγείας ή ασφάλειας. Η αντίδρασή τους στη φωτιά μπορεί να επηρεαστεί από παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η πίεση και άλλες συνθήκες πυρκαγιάς. Είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι πυροανθυγιεινές ιδιότητες των υλικών κατά την επιλογή και τη χρήση τους, ιδίως όταν χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς.

Σε γενικές γραμμές, τα θερμοπλαστικά υλικά αντιδρούν στη φωτιά με διάφορους τρόπους όπως παρακάτω:

- **Λιώσιμο:** Τα θερμοπλαστικά υλικά, όπως οι πολυουρεθάνες, έχουν την τάση να λιώνουν κατά τη διάρκεια υψηλών θερμοκρασιών. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει μια προστατευτική στρώση πάνω στο υλικό, περιορίζοντας τη μετάδοση της φωτιάς.
- **Απελευθέρωση αερίου:** Ορισμένα θερμοπλαστικά υλικά περιέχουν αέρια που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια της θέρμανσης. Αυτό μπορεί να συμβάλει στην ανάσχεση της μετάδοσης της θερμότητας και να μειώσει την πιθανότητα εξάπλωσης της φωτιάς.
- **Αναστολή φλόγας:** Ορισμένα θερμοπλαστικά υλικά περιέχουν πρόσθετες ουσίες που εμποδίζουν την εξάπλωση της φλόγας. Αυτές οι ουσίες μπορεί να είναι πρόσθετα που ενσωματώνονται στο υλικό για να επιτύχουν αυτήν τη λειτουργία.



Εικόνα 2,2

Τα θερμοπλαστικά υλικά συχνά χρησιμοποιούνται στην επένδυση και την μόνωση καλωδίων λόγω των ιδιοτήτων τους που παρέχουν προστασία από τη θερμότητα, την υγρασία και άλλες εξωτερικές επιρροές. Ορισμένα από τα κύρια θερμοπλαστικά υλικά που χρησιμοποιούνται στα καλώδια είναι τα εξής:

1. Πολυαιθυλένιο (PE): Το πολυαιθυλένιο είναι ένα θερμοπλαστικό υλικό που χρησιμοποιείται ευρέως στη μόνωση καλωδίων. Έχει καλές ηλεκτρικές ιδιότητες και παρέχει καλή αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες.

2. Πολυουρεθάνη (PU): Η πολυουρεθάνη χρησιμοποιείται συχνά για τη μόνωση καλωδίων λόγω της ευελιξίας της. Είναι ένα θερμοπλαστικό υλικό που παρέχει ανθεκτικότητα στην τριβή και τις μηχανικές πιέσεις.

3. Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC): Το PVC είναι ένα από τα πιο κοινά χρησιμοποιούμενα θερμοπλαστικά υλικά στην επένδυση και μόνωση καλωδίων. Είναι ευέλικτο, ανθεκτικό και έχει καλές ηλεκτρικές ιδιότητες.

4. Πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE): Το PTFE, γνωστό και ως Teflon, χρησιμοποιείται για καλώδια που απαιτούν υψηλή αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και χημικές αντιδράσεις.

Αυτά τα υλικά παρέχουν μόνωση και προστασία στα καλώδια, επιτρέποντας τη μεταφορά σημάτων ή ηλεκτρικής ενέργειας με ασφάλεια. Κατά την επιλογή του υλικού, σημαντικό είναι να ληφθούν υπόψη οι απαιτήσεις του περιβάλλοντος, οι ηλεκτρικές ιδιότητες, οι μηχανικές ιδιότητες και οι θερμοκρασιακές αντοχές της εφαρμογής.

2.2 Θερμοπλαστικά υλικά μονωτικά καλωδίων χημική σύνθεση.

Η χημική σύνθεση των θερμοπλαστικών μονωτικών υλικών που χρησιμοποιούνται στην επένδυση και τη μόνωση καλωδίων μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το συγκεκριμένο υλικό. Κάθε θερμοπλαστικό έχει τις δικές του χημικές ιδιότητες που το καθιστούν κατάλληλο για συγκεκριμένες εφαρμογές. Ενδεικτικά αναφέρουμε ένα παράδειγμα χημικής σύνθεσης για δύο από τα κοινά θερμοπλαστικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην μόνωση καλωδίων:

1. Πολυαιθυλένιο (PE):

- Βασική Χημική Σύνθεση: $(C_2H_4)_n$

- Το πολυαιθυλένιο είναι ένα πολυμερές υλικό που αποτελείται από μονομερείς μονάδες αιθυλενίου.

2. Πολυουρεθάνη (PU):

- Βασική Χημική Σύνθεση: $(C_25H_{42}N_2O_6)_n$

- Η πολυουρεθάνη περιλαμβάνει δύο βασικά στοιχεία: το ιζοκυανικό οξύ (ή πολυιζοκυανικό οξύ). Η αντίδραση μεταξύ αυτών των δύο στοιχείων δημιουργεί την πολυουρεθάνη.

Αυτά τα υλικά μπορεί να περιλαμβάνουν και πρόσθετες ουσίες όπως αντιοξειδωτικά, αντιστατικά πρόσθετα, αντι-UV πρόσθετα, κ.ά., ανάλογα με τις ειδικές απαιτήσεις της εφαρμογής στην χρήση των καλωδίων.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η σύνθεση μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την εταιρεία παραγωγής, το είδος του πολυμερούς υλικού και τις πρόσθετες ουσίες που προστίθενται για τη βελτίωση των ιδιοτήτων του υλικού.

2.3 Μηχανικές ιδιότητες των θερμοπλαστικών μονωτικών καλωδίων.

Οι μηχανικές ιδιότητες των θερμοπλαστικών μονωτικών υλικών που χρησιμοποιούνται στην επένδυση και τη μόνωση καλωδίων επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του τύπου του θερμοπλαστικού υλικού και των πρόσθετων συστατικών. Ορισμένες κοινές μηχανικές ιδιότητες περιλαμβάνουν:

1. **Αντοχή στον Εφελκυσμό (Tensile Strength):** Είναι η μέγιστη τάση που μπορεί να αντέξει το υλικό κατά την επιμήκυνση του. Η αντοχή υπό τάση σε

εφελκυσμό είναι σημαντική για τη συμπεριφορά του υλικού σε μηχανισμούς που το καταπονούν.

2. **Όριο θραύσης (Elongation at Break):** Εκφράζει το ποσοστό επιμήκυνσης του υλικού πριν από τον θραύση. Υλικά με υψηλή επιμήκυνση συνήθως είναι όλκιμα.

3. **Σκληρότητα (Hardness):** Αναφέρεται στην αντίσταση του υλικού στη διάτρηση, επίδραση ή γρατζουνιά. Η σκληρότητα επηρεάζει την ανθεκτικότητα του υλικού.

4. **Μέτρο Ελαστικότητας (Modulus of Elasticity):** Εκφράζει την ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για να παραμορφωθεί το υλικό. Είναι σημαντικό για την κατανόηση της ελαστικότητας του υλικού.

5. **Συντελεστής Θερμικής Διαστολής (Coefficient of Thermal Expansion):** Αναφέρεται στο ποσοστό μεταβολής στο μήκος του υλικού ανά μονάδα θερμοκρασίας.

Η συνολική αξιολόγηση των μηχανικών ιδιοτήτων είναι σημαντική για την επιλογή του κατάλληλου θερμοπλαστικού μονωτικού υλικού στον τομέα της καλωδίωσης.

2.4 Θερμική διαστολή μονωτικών καλωδίων.

Η θερμική διαστολή είναι μια ιδιότητα που περιγράφει το πώς αλλάζει το μήκος ενός υλικού με την θερμοκρασία. Για τα μονωτικά υλικά καλωδίων, η θερμική διαστολή είναι σημαντική, καθώς οι αλλαγές στη θερμοκρασία μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση και την αντοχή τους. Η θερμική διαστολή μπορεί να εκφραστεί με τον συντελεστή θερμικής διαστολής (Coefficient of Thermal Expansion - CTE).

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής (CTE) εκφράζει το πόσο επηρεάζεται το υλικό από την αλλαγή της θερμοκρασίας. Έτσι, ο συντελεστής αυτός είναι κρίσιμος για τη σχεδίαση και την αξιολόγηση των καλωδίων, καθώς οι αλλαγές στη θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσουν μηχανικές τάσεις και παραμορφώσεις.

Οι τιμές του CTE μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με το υλικό. Για παράδειγμα:

1. Πολυαιθυλένιο (PE): Συνήθως έχει μικρό CTE, περίπου 100-200 ppm/°C.
2. Πολυουρεθάνη (PU): Ο CTE της πολυουρεθάνης μπορεί να είναι ποικίλο, αλλά συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 150 και 300 ppm/°C.

Κατά την επιλογή μονωτικών υλικών, ιδιαίτερα για καλώδια που εκτίθενται σε εύρη θερμοκρασιών, η θερμική διαστολή είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη για τον σωστό σχεδιασμό και τη σταθερή απόδοση του συστήματος.

2.5 Φυσικές ιδιότητες θερμοπλαστικών υλικών μονωτικών καλωδίων.

Τα θερμοπλαστικά υλικά που χρησιμοποιούνται ως μονωτικά υλικά σε καλώδια έχουν διάφορες φυσικές ιδιότητες που καθορίζουν την απόδοσή τους σε διάφορες συνθήκες. Ορισμένες από αυτές τις ιδιότητες περιλαμβάνουν:

1. **Πυκνότητα (Density):** Η πυκνότητα ενός υλικού είναι το ποσό της μάζας που περιέχεται σε μια μονάδα όγκου. Η πυκνότητα επηρεάζει το βάρος του υλικού και την αντοχή του.
2. **Σημείο Τήξης (Melting Point):** Το σημείο τήξης είναι η θερμοκρασία στην οποία ένα θερμοπλαστικό υλικό μετατρέπεται από στερεό σε υγρό. Η θερμοκρασία μετάβασης είναι η θερμοκρασία στην οποία το υλικό γίνεται αρκετά μαλακό για να ρέει υπό την επίδραση μιας μικρής δύναμης. Αυτές οι ιδιότητες είναι σημαντικές για τις εφαρμογές όπου απαιτείται σταθερότητα σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες.
3. **Σημείο Ανάφλεξης (Flash Point):** Είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία μπορεί να αναπυχθεί αέριο που μπορεί να αναφλεγεί με την παρουσία φλόγας.
4. **Αντίσταση στην Διηλεκτρική αντοχή (Dielectric Strength):** Είναι η ικανότητα ενός υλικού να αντιστέκεται στην διείσδυση ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ παραμένει μονωτικό. Αυτό είναι σημαντικό για τη μόνωση καλωδίων.
5. **Σταθερότητα Διαστάσεων (Dimensional Stability):** Η ικανότητα ενός υλικού να διατηρεί τις διαστάσεις του υπό διάφορες συνθήκες, όπως θερμοκρασία και υγρασία.

Η συνολική αξιολόγηση αυτών των φυσικών ιδιοτήτων είναι σημαντική κατά την επιλογή των μονωτικών υλικών για καλώδια, καθώς επηρεάζουν την απόδοση και την ανθεκτικότητα του υλικού σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας.

2.6 Χημικές ιδιότητες θερμοπλαστικών υλικών μονωτικών καλωδίων

Οι χημικές ιδιότητες των θερμοπλαστικών υλικών που χρησιμοποιούνται ως μονωτικά υλικά σε καλώδια καθορίζονται από τη χημική σύνθεσή τους. Ανάλογα με τον τύπο του θερμοπλαστικού υλικού, οι χημικές ιδιότητες μπορεί να ποικίλλουν. Ορισμένες σημαντικές χημικές ιδιότητες περιλαμβάνουν:

1. **Αντίσταση σε Χημικές ενώσεις και μη (Chemical Resistance):** Η ικανότητα ενός υλικού να αντιστέκεται στη διάβρωση ή διάλυση από χημικά. Αυτή η ιδιότητα είναι σημαντική για την αντοχή των μονωτικών υλικών σε περιβαλλοντικούς παράγοντες.
2. **Αντοχή σε Υγρασία (Moisture Resistance):** Η ικανότητα ενός υλικού να διατηρεί τις ηλεκτρικές ιδιότητές του κάτω από συνθήκες υψηλής υγρασίας.
3. **Αντίσταση σε Υψηλές Θερμοκρασίες (High-Temperature Resistance):** Η ικανότητα να διατηρεί τις ιδιότητές του σε υψηλές θερμοκρασίες χωρίς να υποστεί αποσύντηξη ή αποδιαμόρφωση.

4. **Αντοχή σε Χημικούς Διαλύτες** (Chemical Solvent Resistance): Η ικανότητα ενός υλικού να αντιστέκεται στη διάλυση από χημικούς διαλύτες.

5. **Συμβατότητα με Άλλα Υλικά** (Compatibility): Η ικανότητα να συνεργάζεται ή να είναι συμβατό με άλλα υλικά που ενδέχεται να χρησιμοποιούνται σε καλώδια ή συστήματα.

6. **Αντίσταση στην Φλόγα** (Flame Resistance): Η ικανότητα ενός υλικού να αντιστέκεται στη φλόγα και να μην προκαλεί επικίνδυνες καύσεις.

7. **Διηλεκτρικές Ιδιότητες** (Dielectric Properties): Η ικανότητα ενός υλικού να λειτουργεί ως μόνωση και να διατηρεί υψηλές ηλεκτρικές ιδιότητες.

Η επιλογή του κατάλληλου θερμοπλαστικού μονωτικού υλικού εξαρτάται από τις συγκεκριμένες απαιτήσεις της εφαρμογής και του περιβάλλοντος στο οποίο θα χρησιμοποιηθεί.

2.7 Επιλογή μονωτικών υλικών καλωδίων σε σχέση με την αντίδραση τους στην πυρκαγιά.

Η επιλογή μονωτικών υλικών καλωδίων είναι κρίσιμη για την ασφάλεια και την απόδοση σε περίπτωση πυρκαγιάς. Τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε καλώδια πρέπει να έχουν καλή αντίδραση στη φωτιά προκειμένου να περιορίσουν την εξάπλωση της, την παραγωγή καπνού και τον κίνδυνο εξάπλωσης πυρκαγιάς. Ορισμένα σημαντικά χαρακτηριστικά που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι:

1. **Αντίσταση στη Φλόγα** (Flame Resistance): Τα μονωτικά υλικά πρέπει να είναι ανθεκτικά στη φωτιά και να μην υποστηρίζουν την εξάπλωσή της.

2. **Μη παραγωγή Μη τοξικών Καυσαερίων** (Low Smoke and Low Toxic Gas Emission): Καλώδια με μονωτικά υλικά που παράγουν λίγο καπνό και μη τοξικές εκπομπές είναι προτιμητέα για την ασφάλεια των ανθρώπων που βρίσκονται σε περιοχή πυρκαγιάς.

3. **Αυτοσβένουσα Ιδιότητα** (Self-Extinguishing): Τα μονωτικά υλικά πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να μην εξαπλώνουν τη φωτιά αφού αφαιρεθεί η πηγή της.

4. **Θερμική Σταθερότητα** (Thermal Stability): Τα μονωτικά υλικά που διατηρούν τις μηχανικές και ηλεκτρικές τους ιδιότητες σε υψηλές θερμοκρασίες, ώστε να μην απελευθερώνουν εύφλεκτα αέρια ή χημικά.

5. **Αντίσταση σε Υγρασία** (Moisture Resistance): Μονωτικά υλικά που διατηρούν τις ιδιότητές τους σε υγρές συνθήκες είναι σημαντικά για αποφυγή προβλημάτων κατά την πυρκαγιά.

Συνολικά, η επιλογή των μονωτικών υλικών πρέπει να γίνεται με γνώμονα την ασφάλεια και την αντίδρασή τους σε περίπτωση πυρκαγιάς, σύμφωνα με τις τυποποιημένες προδιαγραφές και τους κανονισμούς ασφάλειας.

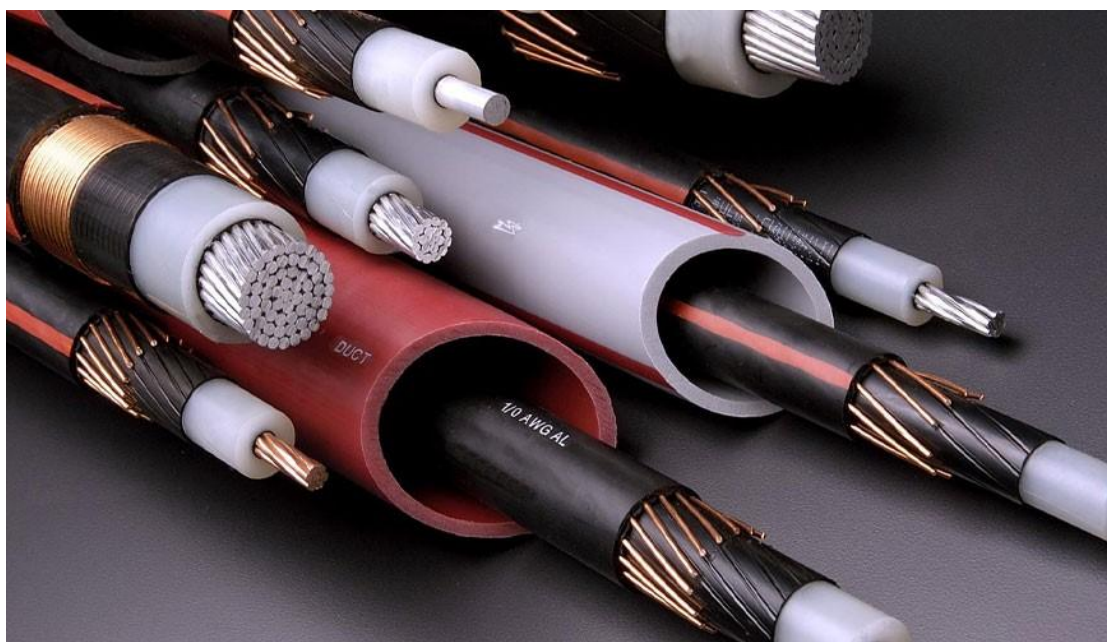
Γενικά η αντίδραση των μονωτικών υλικών καλωδίων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της συγκεκριμένης σύνθεσης του υλικού, της δομής του και των υπόλοιπων συνθηκών περιβάλλοντος.

Η αντίδραση σε φωτιά συνήθως μελετάται με βάση δοκιμές και πρότυπα που ορίζονται από αρμόδιους οργανισμούς και προτάσεις ασφαλείας.

Συνήθως, τα θερμοπλαστικά υλικά με υψηλή αντίσταση στη φωτιά είναι προτιμητέα για εφαρμογές στις οποίες υπάρχει κίνδυνος φωτιάς. Ωστόσο, η συγκεκριμένη χρήση των υλικών και η αντοχή τους έναντι της φωτιάς, θα πρέπει να πιστοποιείται μέσω δοκιμών ασφαλείας από τις αρμόδιες αρχές και οργανισμούς.

Τα ανωτέρω αφορούν αυστηρές απαιτήσεις ασφαλείας και τα καθιστούν αξιόπιστα και λειτουργικά τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε καλώδια για εφαρμογές σε μέσα μαζικής μεταφοράς. Αυτές οι ιδιότητες συμβάλλουν στην ασφάλεια των μεταφορών και των επιβατών.

Οι παραπάνω παράμετροι είναι σημαντικές για τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση των μονωτικών υλικών καλωδίων, ειδικά όταν εκτίθενται σε δυσμενείς συνθήκες όπως πυρκαγιά.



Εικόνα 2.3

3^ο Κεφάλαιο

Θερμιδόμετρο Κώνου.

Το θερμιδόμετρο κώνου (cone calorimeter) είναι ένα εργαστηριακό όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της συμπεριφοράς υλικών κατά την έκθεσή τους σε πυρκαγιά ή υψηλές θερμοκρασίες. Χρησιμοποιείται ευρέως στον τομέα της πυροαντιστάθμισης και της πυροπροστασίας υλικών.

Η λειτουργία του θερμιδομέτρου κώνου βασίζεται στην καύση ενός μικρού δείγματος υλικού σε έναν κλειστό χώρο. Κατά τη διάρκεια της καύσης, οι παράμετροι όπως η πυκνότητα της θερμότητας, η ποσότητα του καπνού που παράγεται, η ταχύτητα ανάπτυξης της φλόγας και η θερμική απελευθέρωση μετρούνται και καταγράφονται. Αυτές οι μετρήσεις μπορούν να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τη συμπεριφορά του υλικού κατά την επίδραση της φωτιάς, καθώς και για την απόδοση πυροπροστασίας και την ανάπτυξη νέων πυροανθεκτικών υλικών.

3.1 Διάταξη του θερμιδομέτρου.

Η διάταξη ενός θερμιδομέτρου κώνου περιλαμβάνει τα εξής βασικά στοιχεία:

1.Θερμιδόμετρο Κώνου: Το ίδιο το θερμιδόμετρο αποτελεί τον πυρήνα της διάταξης. Συνήθως πρόκειται για ένα μεταλλικό κώνο που έχει επίστρωση ανθεκτική στη θερμότητα και το καπάκι του κώνου που καλύπτει το δείγμα υλικού.

2. Δείγμα υλικού: Το υλικό που εξετάζεται τοποθετείται στην κορυφή του θερμιδομέτρου, κάτω από το καπάκι του κώνου. Το δείγμα πρέπει να είναι ομοιόμορφο σε σχήμα και διαστάσεις.

3.Σύστημα ανάφλεξης: Ένα σύστημα ανάφλεξης τοποθετείται κοντά στο δείγμα υλικού για να προκαλέσει την εκκίνηση της καύσης. Συνήθως χρησιμοποιούνται αναμμένες επιφάνειες ή άλλα μέσα ανάφλεξης.

4.Συλλέκτης αερίων: Ένας συλλέκτης αερίων τοποθετείται κάτω από το θερμιδόμετρο για να συλλέξει τα καυσαέρια που παράγονται κατά τη διάρκεια της καύσης του δείγματος.

5. Σύστημα μέτρησης: Ένα σύστημα μέτρησης περιλαμβάνει αισθητήρες και συσκευές που μετρούν τη θερμική απελευθέρωση, την ποσότητα του καπνού και άλλες παραμέτρους κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

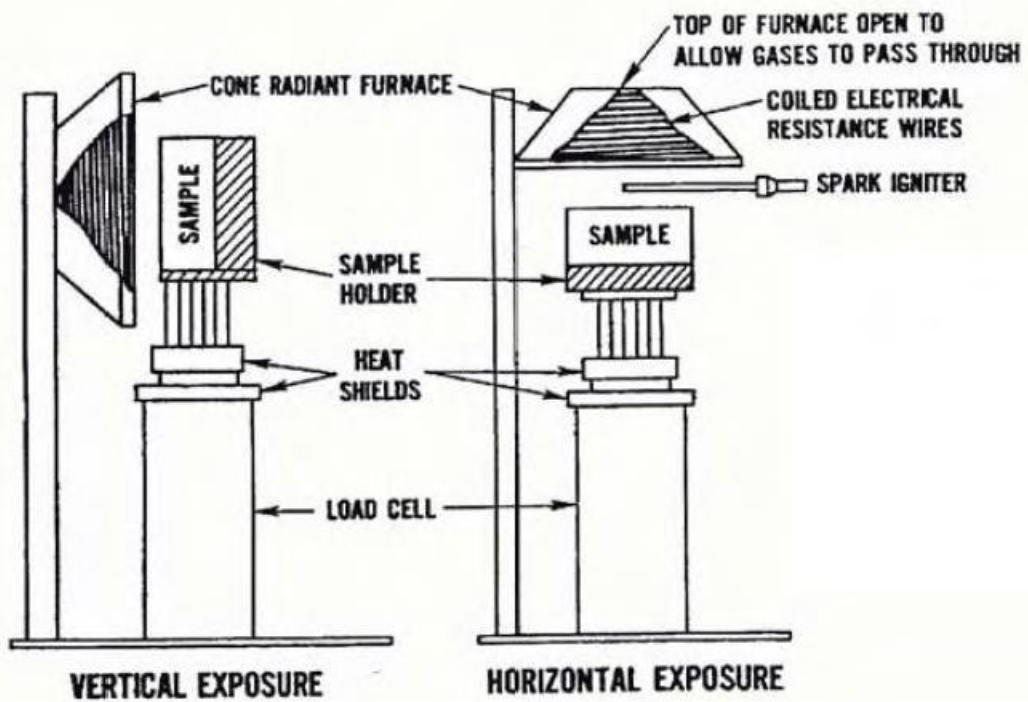
Η διάταξη συνήθως είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε το δείγμα να είναι εκτεθειμένο σε μια ομοιόμορφη ροή θερμότητας και να παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα σχετικά με την αντίδρασή του σε πυρκαγιά.

Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνονται αριθμημένα τα επιμέρους τμήματα και όργανα – διατάξεις της συσκευής του Θερμιδομέτρου Κώνου.

1. Μέτρηση διαφορικής πίεσης.
2. Μετρητικό διάφραγμα ακροφυσίου (orifice plate).
3. Θερμοζεύγος.
4. Κάλυπτρο Κώνου.
5. Φυσητήρας.
6. Θερμική Αντίσταση.
7. Δακτυλιοειδής καθετήρας δειγματοληψίας αερίων.
8. Ηλεκτρικός Σπινθηριστής.
9. Πλευρικά προστατευτικά τοιχώματα.
10. Κινητήρας φυσητήρα.
11. Πλαίσιο τοποθέτησης δοκιμίου.
12. Βάση στήριξης δοκιμίου.
13. Ζυγός ακριβείας.
14. Ψηφιακή ένδειξη ζυγού.
15. Όργανο ελέγχου θερμικής αντίστασης.
16. Αναλυτής αερίων.
17. Αφυγραντής
18. Ροόμετρα ελέγχου αερίων



Εικόνα 3.1: Η συσκευή Θερμιδόμετρου Κώνου με τα περιφερειακά της (FTT).



Εικόνα 3.2: Οριζόντια και Κατακόρυφη Τοπολογία δείγματος δοκιμής

4° Κεφάλαιο

4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΟΥ ΚΩΝΟΥ

4.1 Διαδικασία προελέγχου.

Η διαδικασία βαθμονόμησης ενός θερμιδόμετρου κώνου περιλαμβάνει τη δημιουργία μιας σχέσης μεταξύ της μέτρησης που παρέχει το θερμιδόμετρο και της πραγματικής θερμοκρασίας. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης ελεγχόμενων πειραμάτων με διαφορετικές γνωστές θερμοκρασίες.

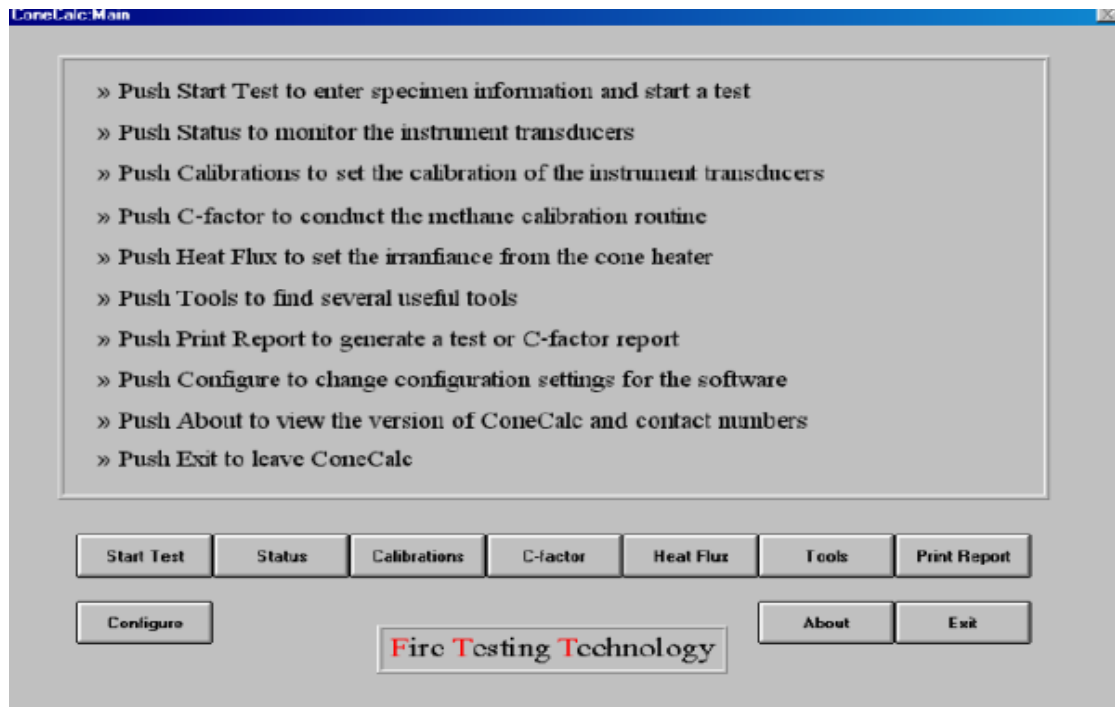
Οι βασικοί βήματα της διαδικασίας βαθμονόμησης είναι οι εξής:

1. Προετοιμασία: Αρχικά, πρέπει να προετοιμαστεί το θερμιδόμετρο και να ελεγχθεί η κατάστασή του. Εάν υπάρχουν οποιεσδήποτε φθορές ή βλάβες, αυτές πρέπει να διορθωθούν πριν από τη βαθμονόμηση.
2. Ρύθμιση των Συνθηκών: Η διαδικασία βαθμονόμησης πρέπει να διενεργείται σε σταθερές συνθήκες περιβάλλοντος, όπως πίεση, υγρασία και ο αναλυτής αερίων. Αυτό εξασφαλίζει την ακρίβεια των μετρήσεων.
3. Καθορισμός των Θερμοκρασιών: Πρέπει να δημιουργηθούν πολλαπλά σημεία θερμοκρασίας με διαφορετικές γνωστές τιμές. Αυτές οι θερμοκρασίες θα χρησιμοποιηθούν ως αναφορά κατά τη διαδικασία της βαθμονόμησης.
4. Μέτρηση και Εγγραφή Δεδομένων: Το θερμιδόμετρο κώνου πρέπει να τοποθετηθεί σε κάθε σημείο θερμοκρασίας και να καταγράφονται οι αναγνώσεις των θερμοκρασιών που δίνονται από το θερμιδόμετρο.
5. Ανάλυση και Προσαρμογή: Με βάση τις μετρήσεις, δημιουργείται μια σχέση μεταξύ των αναγνώσεων του θερμιδομέτρου και των πραγματικών θερμοκρασιών. Συνήθως χρησιμοποιούνται μαθηματικές τεχνικές, όπως η εφαρμογή γραμμικής παλινδρόμησης, για τη δημιουργία μιας εξίσωσης βαθμονόμησης.
6. Επαλήθευση: Μετά τη δημιουργία της εξίσωσης βαθμονόμησης, πρέπει να επαληθευτεί η ακρίβειά της χρησιμοποιώντας ανεξάρτητα δεδομένα θερμοκρασίας. Ελέγχεται η σωστή παροχή αερίων N_2 , CO_2 , CO .

Η διαδικασία αυτή εξασφαλίζει ότι το θερμιδόμετρο κώνου θα παρέχει ακριβείς μετρήσεις θερμοκρασίας στο μέλλον, αντιστοιχίζοντας τις αναγνώσεις του με τις πραγματικές τιμές θερμοκρασίας.

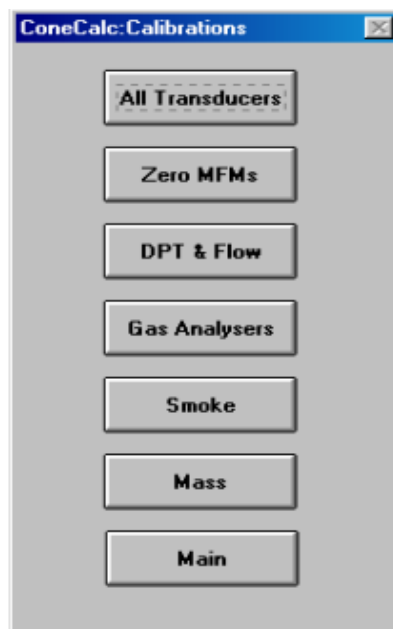
4.2 Πορεία βαθμονόμησης πριν την έναρξη του πειράματος.

Ενεργοποιώντας το λειτουργικό πρόγραμμα της συσκευής, εισάγουμε τις εντολές για την λειτουργία του θερμιδόμετρου. Μετά από αυτό εκτελούνται οι απαραίτητες της συσκευής. Αυτά αποτυπώνονται στην εικόνα 4.1.



Εικόνα 4.1 Εντολές λειτουργικού προγράμματος

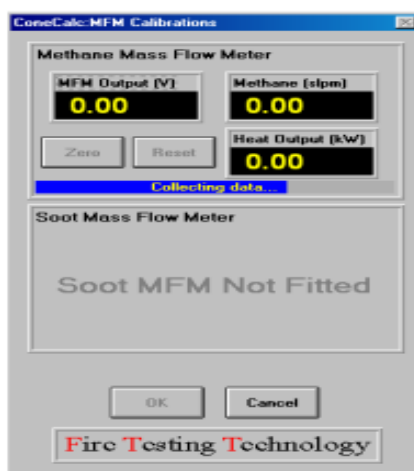
Υπάρχουν δυο διαδικασίες βαθμονόμησης της συσκευής. Με την διαδικασία μηδέν (zero) και με την δεύτερη span, Με την πρώτη διαδικασία γίνεται η βαθμονόμηση του οργάνου. Στο παράθυρο των εντολών βαθμονόμησης εμφανίζονται οι διαδικασίες βαθμονομήσεων. Οι εντολές βαθμονόμησης φαίνονται στην εικόνα 4.2



Εικόνα 4.2 Εντολές βαθμονόμησης

A. Εντολή βαθμονόμησης MFM.

Αρχικά μηδενίζουμε την παροχή του μεθανίου. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η βαλβίδα της φιάλης μεθανίου να είναι κλειστή και μας εμφανίζει στην οθόνη μας την εικόνα 4.3

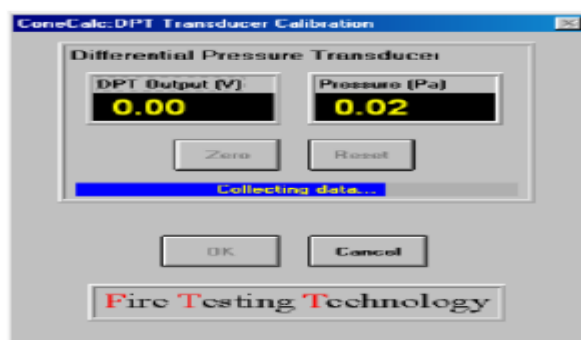


Εικόνα 4.3 Εντολή βαθμονόμησης MFM

Όταν η παροχή του μεθανίου είναι μηδέν (η βαλβίδα της φιάλης μεθανίου είναι κλειστή) πατώντας το πλήκτρο zero, στην οθόνη εμφανίζεται μια μπάρα προόδου που στο τέλος θα δώσει μηδέν στην ένδειξη MFM Output (V). Εν συνεχεία με το εντολή OK γίνεται η επιστροφή στο Calibration Panel προκειμένου να γίνει η ρύθμιση άλλων transducers

B. Διαφορική πίεση μετατροπέα και ροής.

1. Στη συνέχεια ενεργοποιούμε τον μηχανισμό απορρόφησης αερίων ώστε να μηδενίσουμε τον μετατροπέα διαφορικής πίεσης (DPT). Ορίζοντας στο όργανο την πρώτη συνθήκη λειτουργίας η οποία διαρκεί μέχρι την ολοκλήρωση των δοκιμών εικόνα 4.4.

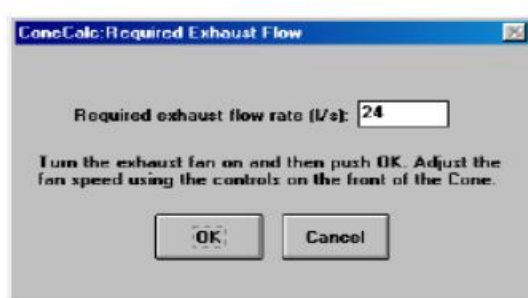


Εικόνα 4.4 Μετατροπές διαφορικής πίεσης DPT

2. Στη συνέχεια στο Calibration Panel πατώντας το κουμπί DPT & FLOW εμφανίζεται στην οθόνη μήνυμα για τον χρήστη ότι η λειτουργία του απαγωγέα αερίων αποτελεί την αρχική συνθήκη. Με την εντολή Zero εμφανίζεται η μπάρα προόδου της εργασίας (Collecting data).

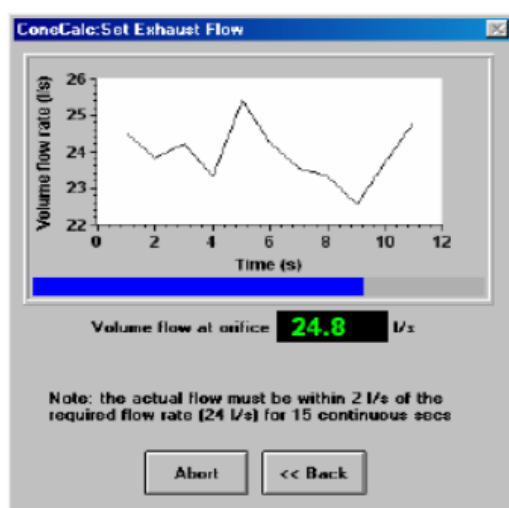
3. Στο επόμενο βήμα ενεργοποιείται ο απαγωγέας αερίων του θερμιδόμετρου και ορίζουμε την ροή στον αγωγό με παροχή 24 lt/sec. Αυτό πρακτικά γίνεται ρυθμίζοντας τις στροφές του κινητήρα - ανεμιστήρα βαθμιαία στην ένδειξη 55.

Στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο που μας δείχνει την απαιτούμενη παροχή του οξυγόνου εικόνα 4.5.



Εικόνα 4.5

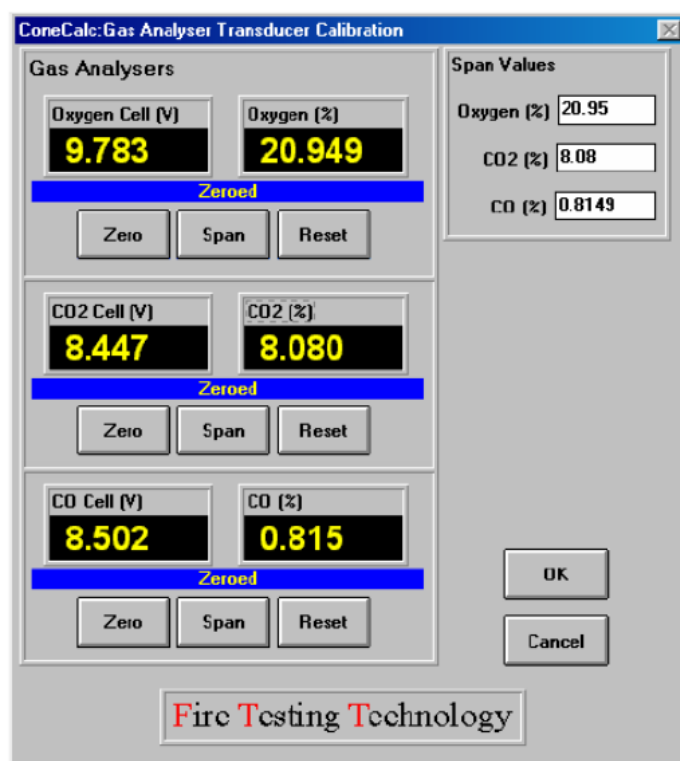
Κατά τη διάρκεια της καταγραφής των δεδομένων κρίνεται αναγκαίο να ταυτίζεται με το λογισμικό η τιμή της παροχής μέσα στον αγωγό ώστε η εμφανιζόμενη πράσινη ένδειξη σε συνάρτηση με τον χρόνο να είναι η ζητούμενη τιμή. Αν η τιμή είναι στο κόκκινο η διαδικασία πρέπει να επαναληφθεί. Η πρόοδος της διαδικασίας φαίνεται στην εικόνα 4.6



Εικόνα 4.6 Έλεγχος Παροχής στην έξοδο της καμινάδας.

C. Αναλυτής καυσαερίων.

1. Στις εντολές βαθμονόμησης επιλέγουμε την εντολή Αναλυτή καυσαερίων (Gas Analyzers). Η βαθμονόμηση χωρίζεται σε LOW CAL και HIGH CAL για όλα τα αέρια. Στην περίπτωση του LOW CAL η διαδικασία είναι ίδια για όλα τα αέρια ενώ ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο HIGH CAL καθώς γίνεται διαφορετική ρύθμιση για τα (CO, CO₂) και το O₂.



Εικόνα 4.7 Μενού βαθμονόμησης των αερίων

2. Δίνουμε τον κωδικό πρόσβασης.

3. LOW CAL.

3.1 Έχοντας την αντλία κλειστή, βάζουμε τις βαλβίδες των αερίων του οργάνου σε παροχή αζώτου. Παρέχουμε άζωτο έτσι στον αναλυτή μηδενίζονται όλες οι ενδείξεις, οξυγόνου, μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα.

3.2 Μέσα στο θερμιδόμετρο υπάρχει το όργανο πίεσης, το οποίο για να έχουμε την απαιτούμενη πίεση ρυθμίζουμε την ροή του αζώτου σε 3.5 lt/min ή 5 psi. Ακολούθως τόσο στον αναλυτή όσο και στην κάρτα λογισμικού μηδενίζονται οι ενδείξεις οξυγόνου, μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα..

4 HIGH CAL.

4.1 (CO, CO₂) Στην ρύθμιση αυτή αρχικά από άζωτο που ήταν γυρνάμε την βαλβίδα σε SPAN. Ενώ διατηρούμε την ροή μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα στα 3.5 lt/min.

4.2 Με τις μέγιστες τιμές των αερίων καταγράφουμε τις ενδείξεις, ώστε το η τιμή του μονοξειδίου(CO) να είναι 0,86%, ενώ του διοξειδίου(CO₂) να είναι 8,5%. Εάν παρατηρηθεί διαφορά στις τιμές αυτές είναι απαραίτητο να επαναληφθεί η βαθμονόμηση..

4.3 Συνεχίζουμε επιλέγοντας την εντολή SPAN για (CO, CO₂).

4.4 HIGH CAL (O₂) Με την αντλία σε λειτουργία για χρονική περίοδο πέντε λεπτών, η ροή έρχεται στην επιθυμητή τιμή.. Με την ροή του οξυγόνου στο 3,5 lt/min, το ποσοστό οξυγόνο θα πρέπει να είναι 21,95%.

4.5 Εφόσον υπάρχει η μέγιστη τιμή για το O₂. στον Servomex επιλέγουμε την εντολή span. Αναμένουμε την ένδειξη του Servomex για να αποφύγουμε την κατάσταση drift.

D. Smoke Calibration.

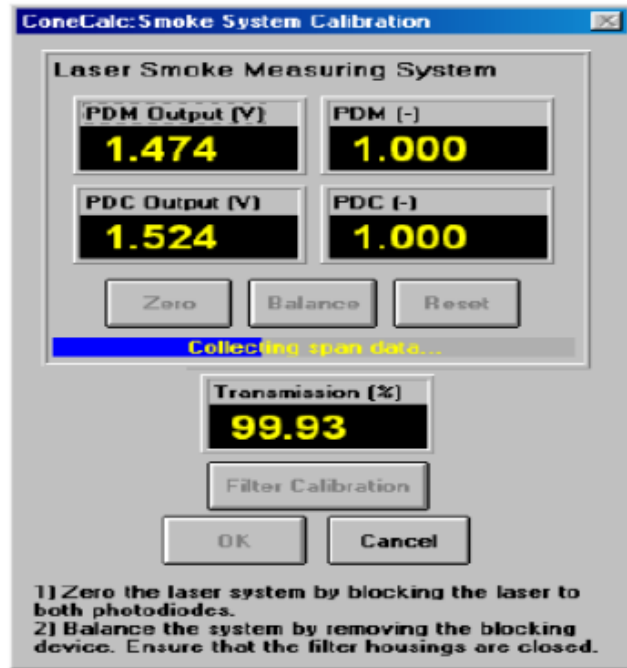
1. Κατά την διαδικασία της βαθμονόμησης του καπνού στο θερμιδόμετρο επιλέγουμε την εντολή SMOKE. Στο κάτω μέρος της εξαγωγής καυσαερίων μια ακτίνα laser θα καταγράψει το ποσοστό του καπνού. Η βαθμονόμηση της ακτίνας γίνεται ώστε να γίνει δυνατή η ανάγνωση. Αυτό επιτυγχάνεται αρχικά αποκόπτοντας το μεταδιδόμενο φως με την χρήση ενός μαύρου κομματιού. Στην συνέχεια για να καταγράψει η ακτίνα το 50% της έντασης, εισάγουμε ένα φίλτρο 0,325. Για να καταγράψει η ακτίνα το 16% της έντασης

- Φίλτρο 0,8: μείωση της έντασης της φωτεινής δέσμης στο 16% εισάγουμε ένα φίλτρο 0,8. Στην συνέχεια χωρίς κανένα φίλτρο η ακτίνα διαπερνά πλήρως τον χώρο σε ποσοστό 100%. Οι φωτοδιόδοι αναλύουν τις εντάσεις οι οποίες καταγράφονται στον υπολογιστή

2. **Zero** Με το μαύρο κομμάτι στο σημείο που περνάει η ακτίνα, επιλέγουμε το μηδέν στον υπολογιστή και παρατηρούμε ότι το ποσοστό ανάλυσης είναι μηδέν.

3. **Balance** χωρίς το μαύρο κομμάτι στην θέση αυτή επιλέγουμε αυτή την εντολή.

4. Η εξέλιξη της διαδικασίας φαίνεται στην εικόνα 4.8 και δείχνει τιμές της τάσης που πρέπει να καταγράφουν οι φωτοδιόδοι, απουσία κάθε εμποδίου στη δέσμη (μαύρο κομμάτι ή φίλτρα), καθώς και την ένταση της μεταδιδόμενης δέσμης που πρέπει να προσεγγίζει το 100%, ώστε στο τέλος της διαδικασίας να προκύψουν οι επιθυμητές τιμές.

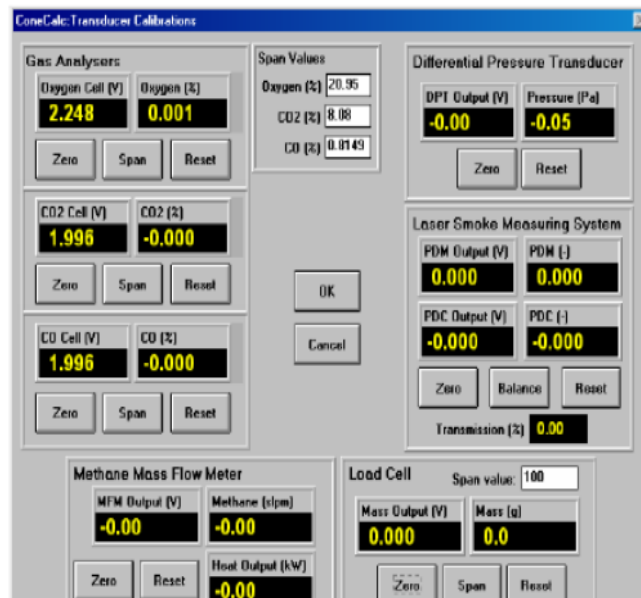
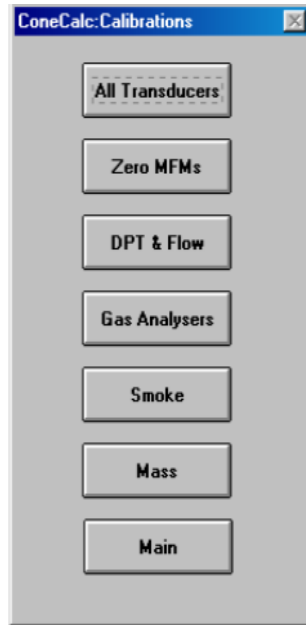


Εικόνα 4.8 Βαθμονόμηση καπνού

Σε περίπτωση που οι ζητούμενες τιμές δεν συμφωνούν με τα δεδομένα της βαθμονόμησης, τότε η διαδικασία γίνεται εκ νέου.

E. Mass.

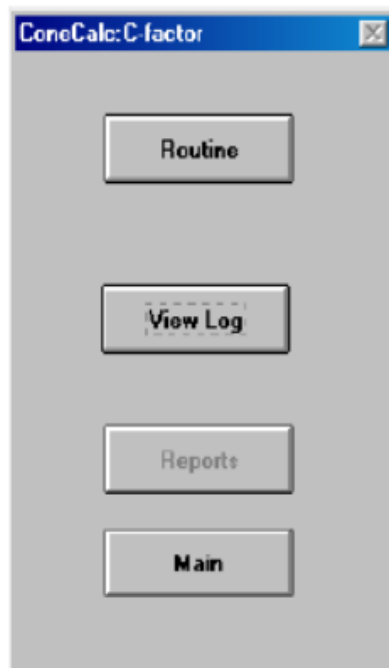
Στην συγκεκριμένη ρύθμιση δεν απαιτείται καμία ενέργεια και παραμένει στις εργοστασιακές ρυθμίσεις (Factory Settings). Στο σημείο αυτό έχουν ολοκληρωθεί όλες οι επιμέρους ρυθμίσεις που φαίνονται στο παράθυρο βαθμονόμησης (Calibration Panel) και οι οποίες συνολικά μπορούν να εμφανιστούν εισάγοντας την εντολή All Transducers.



Εικόνα 4.9 Συνολική εμφάνιση των επιμέρους ρυθμίσεων μετά το πέρας της βαθμονόμησης

F. Εύρεση του C – factor.

1. Με την ολοκλήρωση των εντολών βαθμονόμησης, επιλέγουμε την εντολή C – factor. Έτσι επιτυγχάνουμε μια ολοκληρωμένη βαθμονόμηση της συσκευής.. Εικόνα 4.10

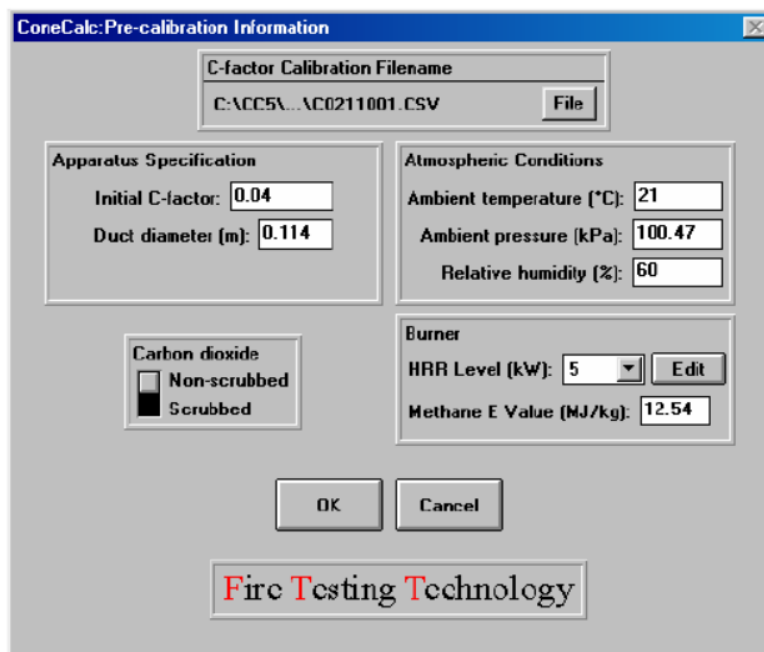


Εικόνα 4.10

2. Εφόσον ο αγωγός διατρέχεται με παροχή 24 lt/sec με τον ανεμιστήρα του οργάνου να είναι σε λειτουργία, και η αντλία αέρα να βρίσκετε σε λειτουργία τουλάχιστον για πέντε λεπτά μέχρι την αρχή της βαθμονόμησης, και στη φιάλη μεθανίου η βαλβίδα είναι κλειστή.

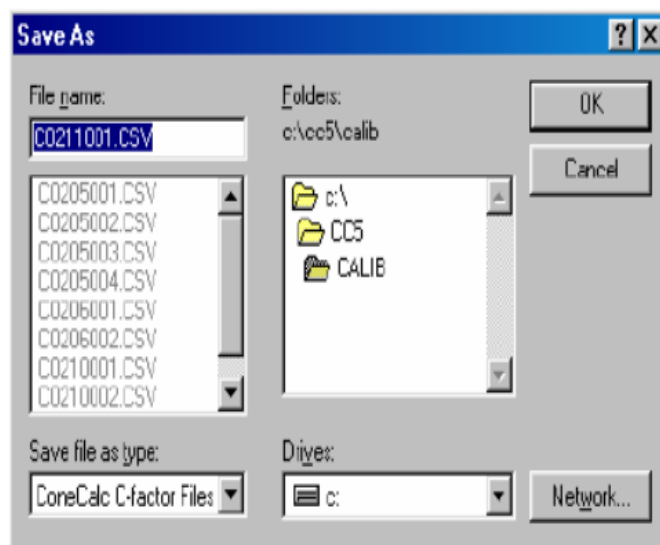
3. Προ έναρξης καύσης του μεθανίου ο υπολογιστής ενημερώνει για προπαρασκευαστικές ενέργειες βαθμονόμησης.

4. Από το μενού C – factor επιλέγουμε Routine. Στη συνέχεια αυτό που ενδιαφέρει κατά την καύση του μεθανίου, η θερμότητα η οποία εκπέμπεται να βρίσκεται στα 5KW. Ένα άλλο σημαντικό είναι η απόσταση του καυστήρα από τον κώνο να απέχει στα 25mm. Έπειτα με την επιλογή Routine, εμφανίζεται στην οθόνη το παράθυρο της εικόνας 4.11 με τις ανάλογες πληροφορίες (Precalibration Info panel).



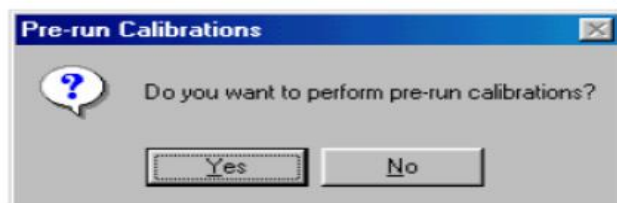
Εικόνα 4.11 Πληροφορίες ελέγχου συνθηκών

Τα αποτελέσματα αποθηκεύονται αυτόματα σε αρχείο όπως φαίνεται στο παρακάτω εμφανιζόμενο παράθυρο.



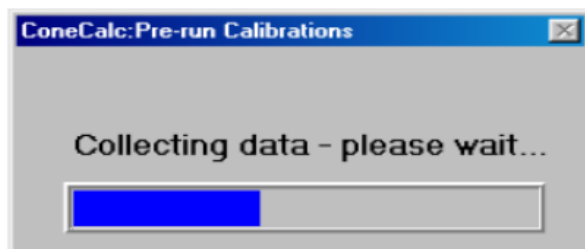
Εικόνα 4.12 Παράθυρο αποθήκευσης

Κατά την έναρξη καύσης του μεθανίου ο υπολογιστής εμφανίζει την εικόνα 4.13 για επιλογή της διαδικασίας pre-run calibrations.



Εικόνα 4.13 Pre-run Calibrations

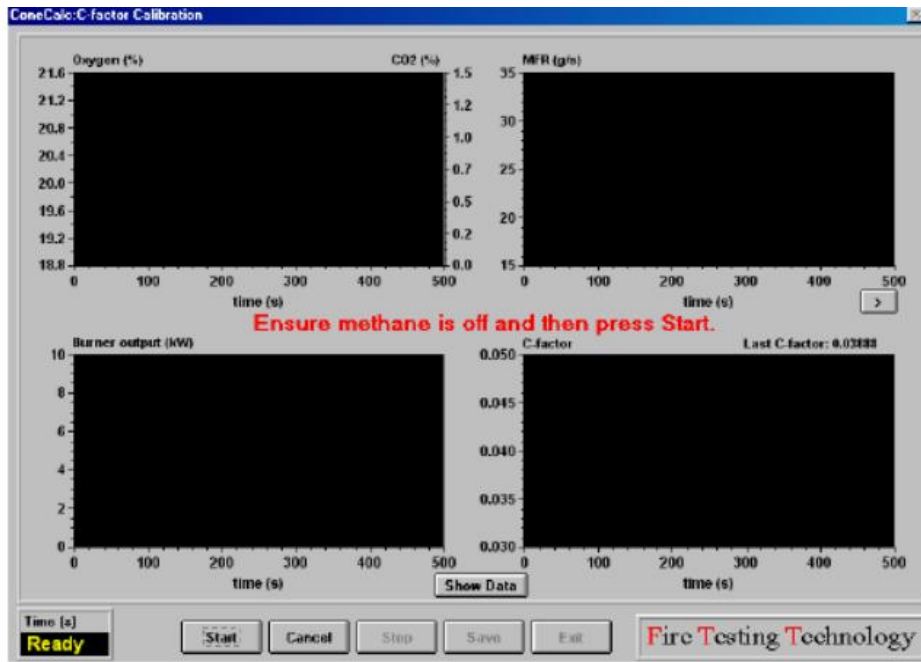
5. Αν γίνει η επιλογή σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα στο YES, το λογισμικό συλλέγει δεδομένα για 10sec και ένα παράθυρο προόδου εμφανίζεται στην οθόνη. Κατά τη διαδικασία αυτή επιβεβαιώνουμε ότι δεν υπάρχει ροή μεθανίου στον καυστήρα και ότι το "αέριο" στους αναλυτές είναι από τον περιβάλλοντα αέρα. Η διαδικασία συλλογής δεδομένων φαίνεται στην εικόνα 4.14.



Εικόνα 4.14 Διαδικασία συλλογής δεδομένων

6. Στη συνέχεια εμφανίζεται το panel για τη βαθμονόμηση του **C-Factor**, που περιλαμβάνει γραφικές παραστάσεις για:

- α) Συγκέντρωση O_2 , CO_2 ,
- β) Παροχή μάζας στον αγωγό,
- γ) Εκλυόμενη θερμότητα από την καύση του μεθανίου,
- δ) Εξέλιξη του C- factor, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.15



Εικόνα 4.15 Παράθυρο βαθμονόμησης του C-Factor (Έναρξη)

Τα βήματα της διαδικασίας είναι τα ακόλουθα:

Έχουμε θέσει ήδη την απόσταση μεταξύ κώνου και καυστήρα στα 25mm.

Ο σπινθηριστής βρίσκεται εκτός της περιοχής του κώνου.

Με την διακοπή της ροής μεθανίου προς τον καυστήρα επιλέγουμε έναρξη.

Τα βασικά δεδομένα (Baseline Data) καταγράφονται σε χρόνο ενός λεπτού.

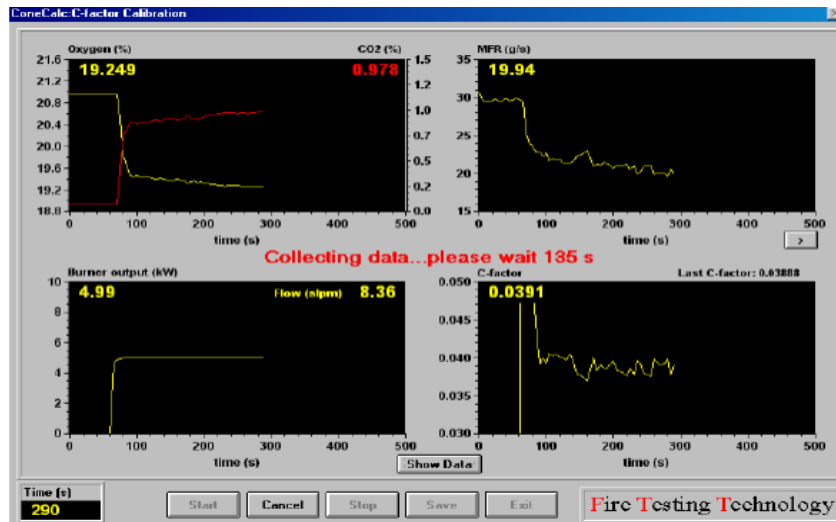
Κατά τα τελευταία 10 – 15 δευτερόλεπτα τοποθετούμε τον σπινθηριστή πάνω ακριβώς από τον καυστήρα του μεθανίου και βαθμιαία παρέχουμε μεθάνιο στο όργανο με σταθεροποίηση της παροχής θέτοντας τον ρυθμιστή στην πίεση λειτουργίας 5psi

Με ενεργοποιημένη την εντολή Ignition. Ο σπινθηριστής ενεργοποιείται, ξεκινάει η καύση και ρυθμίζουμε την σωστή ροή του μεθανίου.

Μετά την έναυση απομακρύνουμε από την θέση αυτή τον σπινθηριστή Ρυθμίζουμε ώστε η φλόγα να είναι ομόκεντρη ως προς τον κώνο.

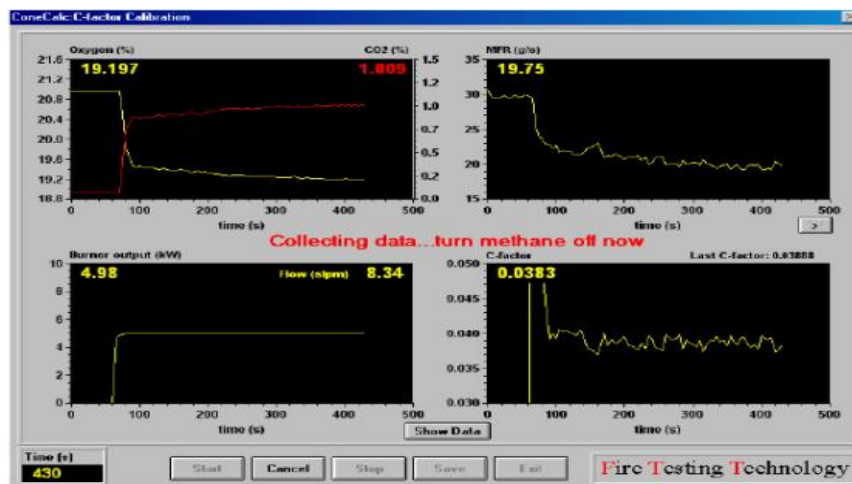
Όλα οι προηγούμενες λειτουργίες συλλέγονται και καταγράφονται εντός τριών λεπτών χωρίς την επέμβαση του χρήστη προκειμένου να καταγραφεί η τιμή του συντελεστή C – Factor.

Διακοπή του μεθανίου και αξιολόγηση των δεδομένων.



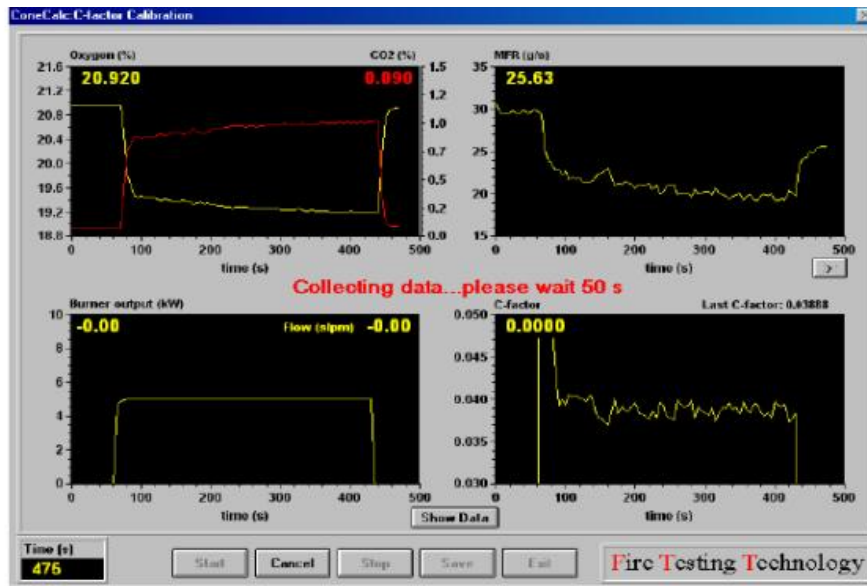
Εικόνα 4.16 Συλλογή Δεδομένων

Μετά την ολοκλήρωση του χρόνου των τριών λεπτών, διακόπτουμε το μεθάνιο και εμφανίζεται στον υπολογιστή η Εικόνα 4.17



Εικόνα 4.17 Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Στα επόμενα 90s (αντίστροφη μέτρηση) συλλέγονται τα δεδομένα και κατόπιν ο χειριστής πρέπει να σταματήσει τη διαδικασία επιλέγοντας Stop το οποίο τώρα μπορεί να επιλεγεί.

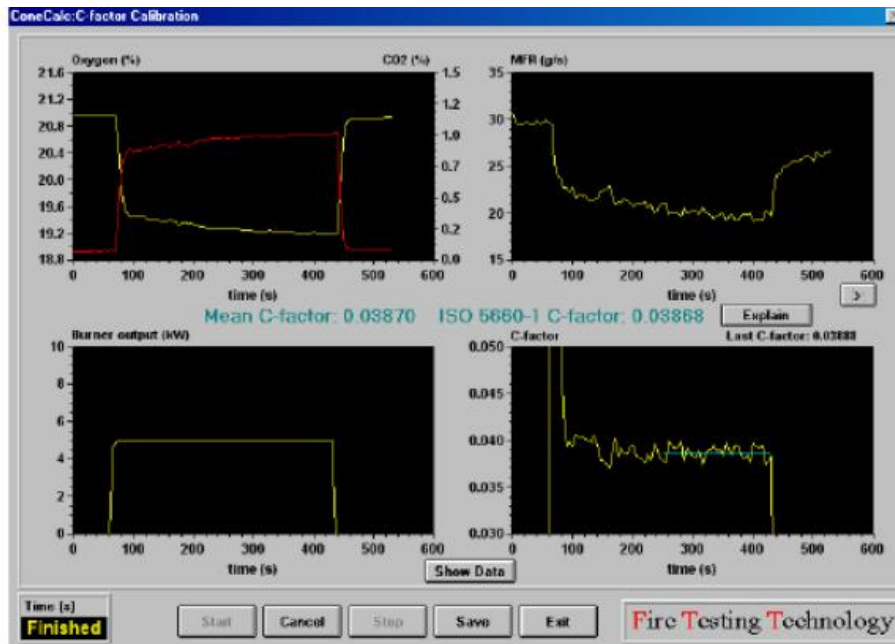


Εικόνα 4.18 Διαδικασία επεξεργασίας δεδομένων

Στη συνέχεια γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων και προκύπτει ο C-Factor. Ο υπολογισμός ακολουθεί το πρότυπο ISO 5660-1 στη διαδικασία που περιγράφεται στο ISO 5660-1: 2002. Τα θερμιδόμετρα είναι κατασκευασμένα ώστε να δίνουν C –factors στο εύρος (0.035 – 0.045).

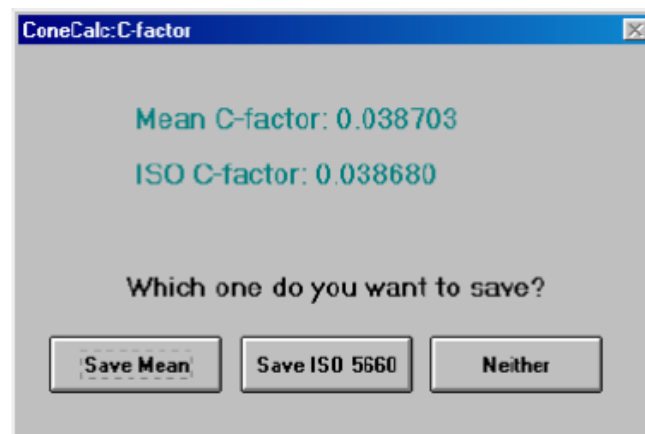
Έχουμε δυο τρόπους υπολογισμού του C- factor που δίνουν παρόμοια αποτελέσματα. Η τιμή του συντελεστή υπολογίζεται από το λογισμικό και με τους δυο τρόπους, και από τις εμφανιζόμενες τιμές στην οθόνη επιλέγουμε αυτή που ταυτίζεται με τον κανονισμό ISO – 5660-1.

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας εμφανίζεται το παράθυρο της Εικόνας 4.19. Στα διαγράμματα παρουσιάζονται τα μεγέθη σε συνάρτηση με τον χρόνο, καθώς και από την μέτρηση του οργάνου η τελική τιμή του C- factor καθώς και η τιμή αναφοράς σύμφωνα με το ISO – 5660-1. Εφόσον οι μετρήσεις του συντελεστή είναι μέσα στα προγραμματισθέντα όρια του οργάνου, το γράφημα χρωματίζεται πράσινο, ενώ όταν προκύπτει εκτός προγραμματισθέντων ορίων χρωματίζεται κόκκινη οπότε και επαναλαμβάνουμε την διαδικασία προσδιορισμού του C – factor.



Εικόνα 4.19 Απεικόνιση των αποτελεσμάτων καύσης του μεθανίου σε συνάρτηση με τον χρόνο

Επιλέγοντας την εντολή Save αποθηκεύονται τα αποτελέσματα. Όπως εμφανίζεται στο παράθυρο των αποτελεσμάτων του C-Factor, έχουμε δυο επιλογές στο πρόγραμμα. Στη συνέχεια επιλέγουμε ποια από τις δυο εντολές θα αποθηκευθεί, ώστε να υπολογιστούν στη συνέχεια τόσο η παροχή μάζας (mass flow rate) όσο και η ροή θερμότητας (heat release rate). Στον υπολογιστή εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο (Εικόνα 4.20).



Εικόνα 4.20 Προσδιορισμός του C-Factor

G. Heat Flux.

Κατά την διαδικασία αυτή ακολουθούμε τις παρακάτω ενέργειες, στην θέση του καυστήρα μεθανίου προσαρμόζουμε το όργανο ροής θερμότητας και ελέγχουμε εκ νέου ώστε η απόσταση μεταξύ κώνου και οργάνου να είναι στα είκοσι πέντε χιλιοστά.

2. Η ροή θερμότητας ελέγχεται από τον αισθητήρα μέτρησης και για την σωστή του λειτουργία παρέχουμε νερό ψύξης που κυκλοφορεί μέσα σε αυτόν.

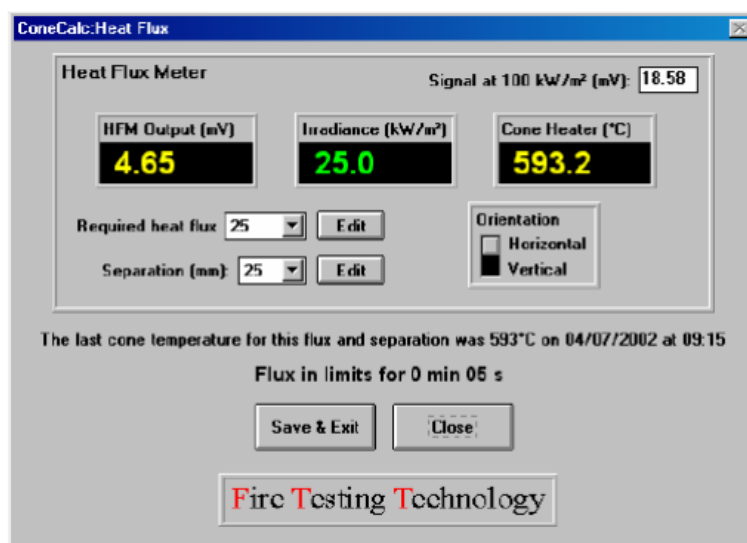
3. Μετά τον έλεγχο μάζας του δοκιμίου για την προστασία από την υψηλή θερμότητα τοποθετούμε στο ζυγό την θερμομόνωση.

4. Ενεργοποιούμε την λειτουργία του κώνου. Επίσης στο παράθυρο δίνεται η δυνατότητα επιλογής για τον προσανατολισμό του κομματιού (οριζόντιο ή κατακόρυφο).

5. Αυξάνουμε σταδιακά την θερμοκρασία στους 775 °C.

6. Από το μενού της συσκευής επιλέγουμε την εντολή Heat Flux και καθορίζουμε τον αισθητήρα τι απόσταση θα έχει από τον κώνο και επίσης θέτουμε την τάση.

7.Μετά την τελική διαμόρφωση των τιμών της θερμοκρασίας και της ροής θερμότητας στις επιθυμητές τιμές όλες οι ρυθμίσεις αποθηκεύονται.



Εικόνα 4.21 Πάραθυρο ρύθμισης ροής θερμότητας

8. Απομακρύνουμε το αισθητήριο διατηρώντας τη θερμοκρασία του κώνου.

H. Διαδικασία Δοκιμής Υλικών.

1. Επιλέγουμε την εντολή Load Cell.
2. Επιλεγούμε έναρξη διαδικασίας. Προσθέτουμε στο παράθυρο τα στοιχεία του κομματιού, μάζας υγρασίας και θερμοκρασίας. Τα δοκίμια μας όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο πέντε είχαν προηγουμένως διατηρηθεί σε χώρο με συγκεκριμένες συνθήκες.
- 3.Επιθυμητό να γίνεται Pre-run Calibrations πριν από κάθε δοκιμή. Με δεδομένο ότι οι αναλυτές καταγράφουν τις τιμές και η αντλία λειτουργεί για ελάχιστο χρόνο δέκα λεπτών η συλλογή των αποτελεσμάτων από τους μετατροπείς γίνεται εντός δέκα δευτερόλεπτων.
4. Έναρξη δοκιμής. Στον υπολογιστή επιλέγουμε την εντολή Βασικά δεδομένα(Baseline) τα οποία καταγράφονται σε χρόνο 60 δευτερολέπτων.
5. Μετά την καταγραφή των δεδομένων αφαιρούμε το θερμομονωτικό υλικό και τοποθετούμε το δοκίμιο στην βάση του ζυγού.
6. Ο σπινθηριστής με την ενεργοποίηση της ανάφλεξης βρίσκεται σε θέση λειτουργίας ομόκεντρα προς των κώνο.
7. Η έναρξη δοκιμής θα ξεκινήσει όταν η μάζα του δοκιμίου επί του ζυγού έχει σταθεροποιηθεί.
8. Καταγράφουμε τον χρόνο και με την έναρξη της ανάφλεξης επιλέγουμε I στο remote control .
9. Μετά το πέρας της παρουσίας της φλόγας, επιλέγοντας το F ενημερώνεται το λογισμικό και μαζί τον συνολικό χρόνο διάρκειας της φλόγας και των άλλων δεδομένων προστίθενται στα αποτελέσματα.
10. Μετά το σβήσιμο της φλόγας και εφόσον η δοκιμή έχει ολοκληρωθεί, αναμένουμε ένα λεπτό και επιλέγουμε στο remote control, το S ή Stop Test..
- 11.Από το κυρίως μενού λαμβάνουμε τα αποτελέσματα δοκιμής..

5° Κεφάλαιο

ΣΧΟΛΙΑ / ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

5.1. Χαρακτηριστικά Υλικών

Συνολικά μελετήθηκαν τρία (3) διαφορετικά υλικά. Τα υλικά αυτά μορφοποιήθηκαν σε δοκίμια με διαστάσεις καθορισμένες από τον κανονισμό 5660. Στο πίνακα 5.1 αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του κάθε δοκιμίου.

Πίνακας 5.1: Χαρακτηριστικά υλικών προς δοκιμή

Κατηγορία Υλικών	Κωδικός Υλικού Εργαστηρίου	Πάχος υλικών d (mm)
Μονωτικό υλικό καλωδίων	Υλικό Δοκιμής 01	6.5±0.1
	Υλικό Δοκιμής 02	6.5±0.1
	Υλικό Δοκιμής 03	6.5±0.1

5.2. Προετοιμασία Υλικών.

Πριν την εκτέλεση των δοκιμών τα δοκίμια τοποθετήθηκαν σε περιβάλλον σταθερών συνθηκών, δηλαδή σε ελεγχόμενο θάλαμο θερμοκρασίας (23.0 ± 2.0 °C) όπως επίσης της υγρασίας (50.0 ± 5.0 %RH) για χρονικό διάστημα το λιγότερο δυο ημερών, προκειμένου να διασφαλιστεί η σταθερότητα του βάρους τους κατά τον έλεγχο τους σε συχνότητα μιας ημέρας ώστε να μην υπάρχει διαφορά πάνω από 0,1 gr σύμφωνα με τον κανονισμό 554.

5.3. Μέθοδος Δοκιμών.

Οι δοκιμές έλαβαν χώρα με εκπομπή θερμότητας προς τα δοκίμια της τάξεως των 50 kW/m^2 , η εκπομπή αυτή αποτελεί μια βασική τιμή απορρέουσα από μελέτες και πειράματα τα οποία έχουν καταγράψει στην βιβλιογραφία και καθορίζουν τα πρότυπα δοκιμής των υλικών, τόσο στην ένταση φωτιάς μέσα σε κλειστούς χώρους και μετά την σύγκρισής τους με τις δοκιμές του θερμιδόμετρου κώνου, καθώς και του μεμονωμένου καιόμενου αντικειμένου, ώστε να εξαχθούν τα ανάλογα συμπεράσματα για την αξιολόγησή τους.

Μια άλλη παράμετρος η οποία αποτελεί ένα σοβαρό δείκτη αξιολόγησης δοκιμών θερμιδόμετρο κώνου είναι ο MAHRE (Maximum Average Rate of Heat Release Emission) η οποία είναι ο Μέγιστος Μέσος Ρυθμός της

Εκπομπής Απελευθέρωσης Θερμότητας. Και προσδιορίζει την δείκτη επικινδυνότητας στην αντίδραση των υλικών με τη φωτιά και είναι το μέτρο χαρακτηρισμού και κατατάξεις των υλικών σε τρένα (CEN TS 45545-2).

Το σύνολο των δοκιμών που διενεργήθηκαν σε όλα τα υλικά παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 5.2).

Πίνακας 5.2: Συνοπτικός πίνακας δοκιμών

Κατηγορία Υλικών	Κωδικός Υλικού Εργαστηρίου	Αρχική Μάζα Δοκιμίου (gr)	Σύνολο Δοκιμών
Μονωτικό υλικό καλωδίων	ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 01	97.56	3
		97.32	
		98.12	
	ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 02	99.00	3
		99.03	
		98.70	
	ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 03	97.97	3
		97.24	
		97.89	

Η δοκιμή των υλικών στην αντίδρασή τους στη φωτιά παρουσιάζετε στο παρακάτω φωτογραφικό υλικό (φ).

Στις φωτογραφίες εμφανίζονται το αρχικό δοκίμιο σε κάτοψη (φ 01 1) και προοπτική θέση (φ 01 2), την τοποθέτησή του στη σχάρα δοκιμής (φ 01 3), κατά την διάρκεια της καύσης (φ 01 6) και σε δύο φωτογραφίες το αποτέλεσμα του υλικού μετά από αυτή (φ 01 4 και φ 01 5).

Η σχάρα ή βάση του υλικού τοποθετείτε στο θερμιδόμετρο κώνου, όπως έχει αναφερθεί στην περιγραφή του στο κεφάλαιο 3.

Ένα άλλο σημαντικό κριτήριο αποτελεί η σωστή κατάσταση της ελεύθερης επιφάνειας του εξεταζόμενου υλικού, ώστε κατά την διάρκεια της ακτινοβολίας η καύση του δοκιμίου να πραγματοποιηθεί και ολοκληρωθεί χωρίς να επηρεαστεί από την φωτιά κατά τρόπο που θα προκύψουν μεταβολές τέτοιες που θα επιφέρουν και θα επιδράσουν στα τελικά πειραματικά αποτελέσματα, τα οποία δεν θα σχετίζονται με τις απαιτούμενες προϋποθέσεις ρεαλιστικών συνθηκών καύσεως.

5.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

5.4.1 Χαρακτηριστικές φωτογραφίες των υλικών

5.4.1.1 Υλικό Δοκιμής 01



01 1



01 2



01 3



01 4



01 5



01 6

Εικόνα 5.1: :: Ενδεικτικές εικόνες του δοκιμίου 01 πριν και μετά το πείραμα





Εικόνα 5.2: Ενδεικτικές εικόνες καύσης του δοκιμίου 01

5.4.2.1 Υλικό δοκιμής 02



02 1



02 2



02 3



02 4



02 5



02 6

Εικόνα 5.3: Ενδεικτικές εικόνες του δοκιμίου 02 πριν και μετά το πείραμα.



Εικόνα 5.4: Ενδεικτικές εικόνες καύσης του δοκιμίου 02

5.4.3.1 Υλικό δοκιμής 03



03 1



03 2



03 3



03 4

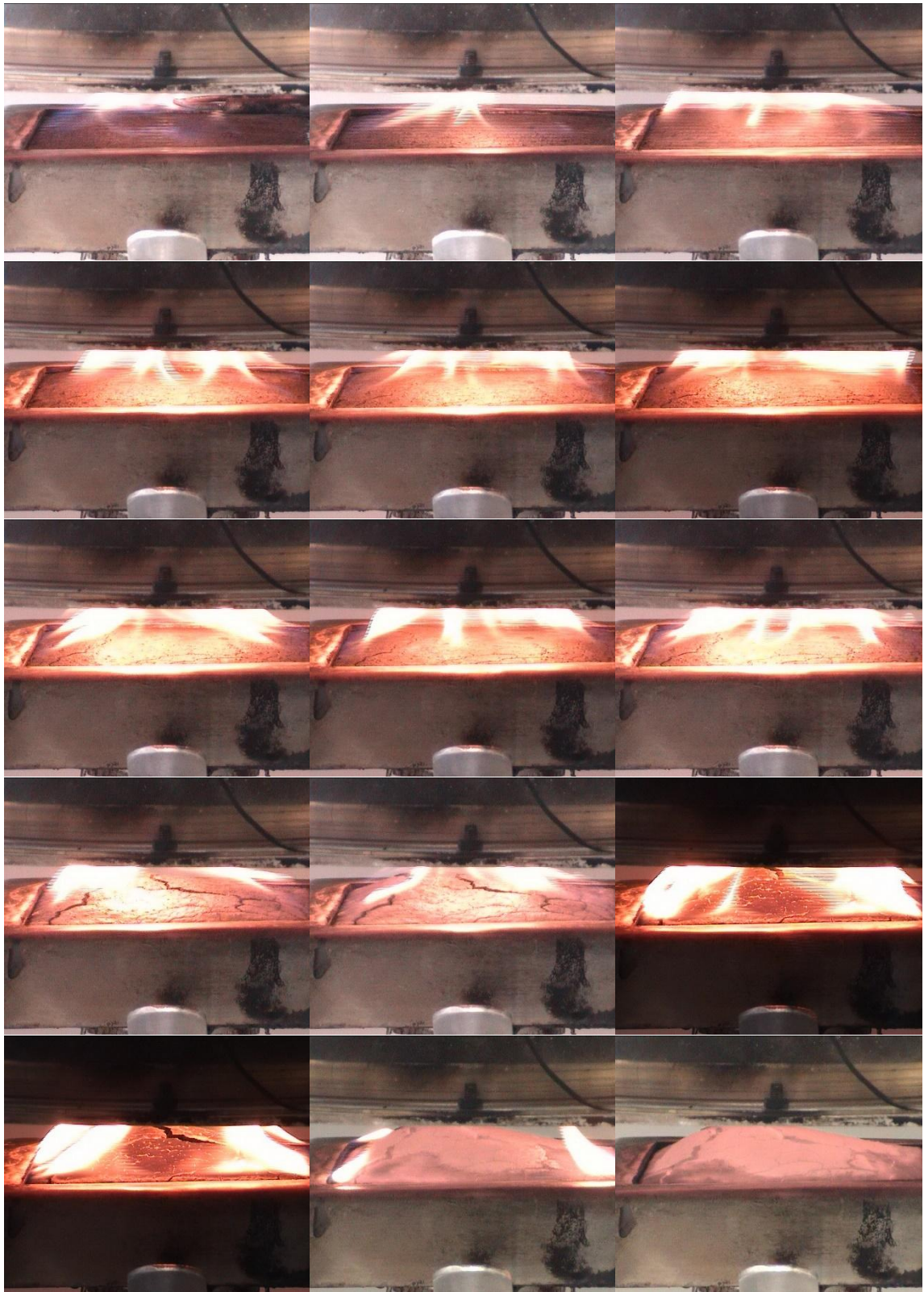


03 5



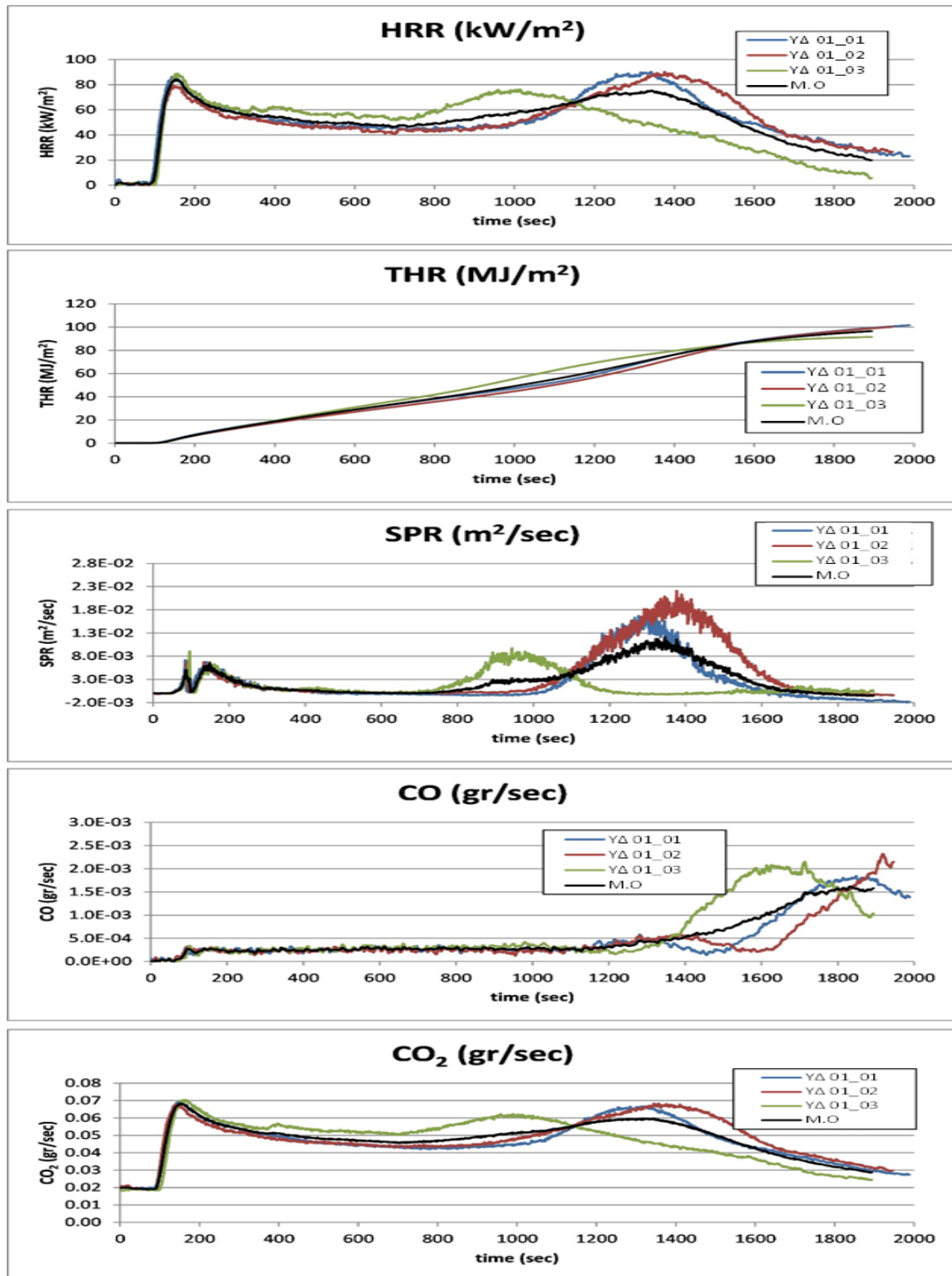
03 6

Εικόνα 5.5: Ενδεικτικές εικόνες του δοκιμίου 03 πριν και μετά το πείραμα



Εικόνα 5.6: Ενδεικτικές εικόνες καύσης του δοκιμίου 03

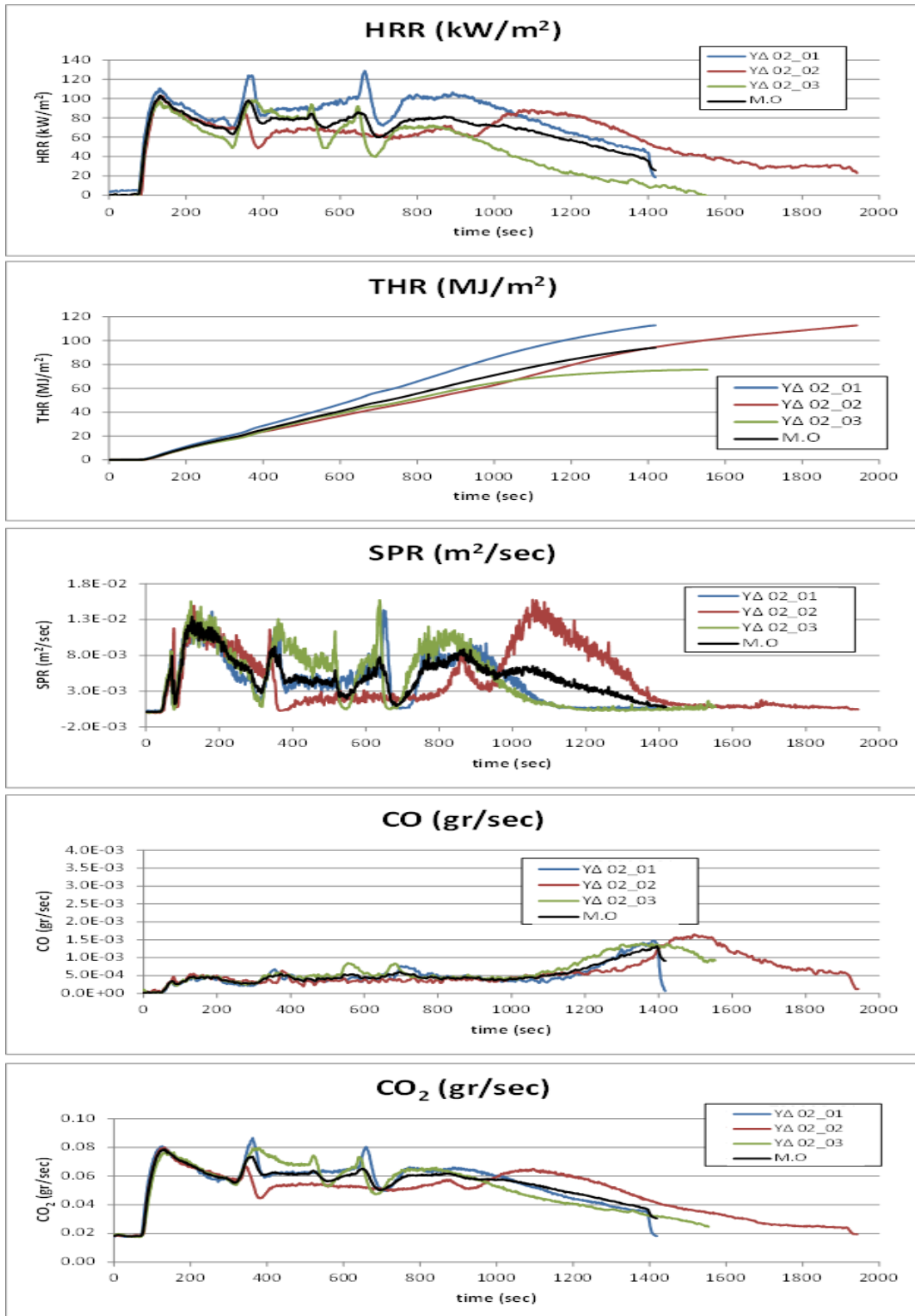
Διαγράμματα Χρονοσειρών Καύσης Υλικών Υλικό δοκιμής 01



Διάγραμμα 5.1: Χρονοσειρές μετρούμενων μεγεθών

HRR (kW/m²),-THR (MJ/m²), SPR (m²/sec), CO (gr/sec), CO₂ (gr/sec)

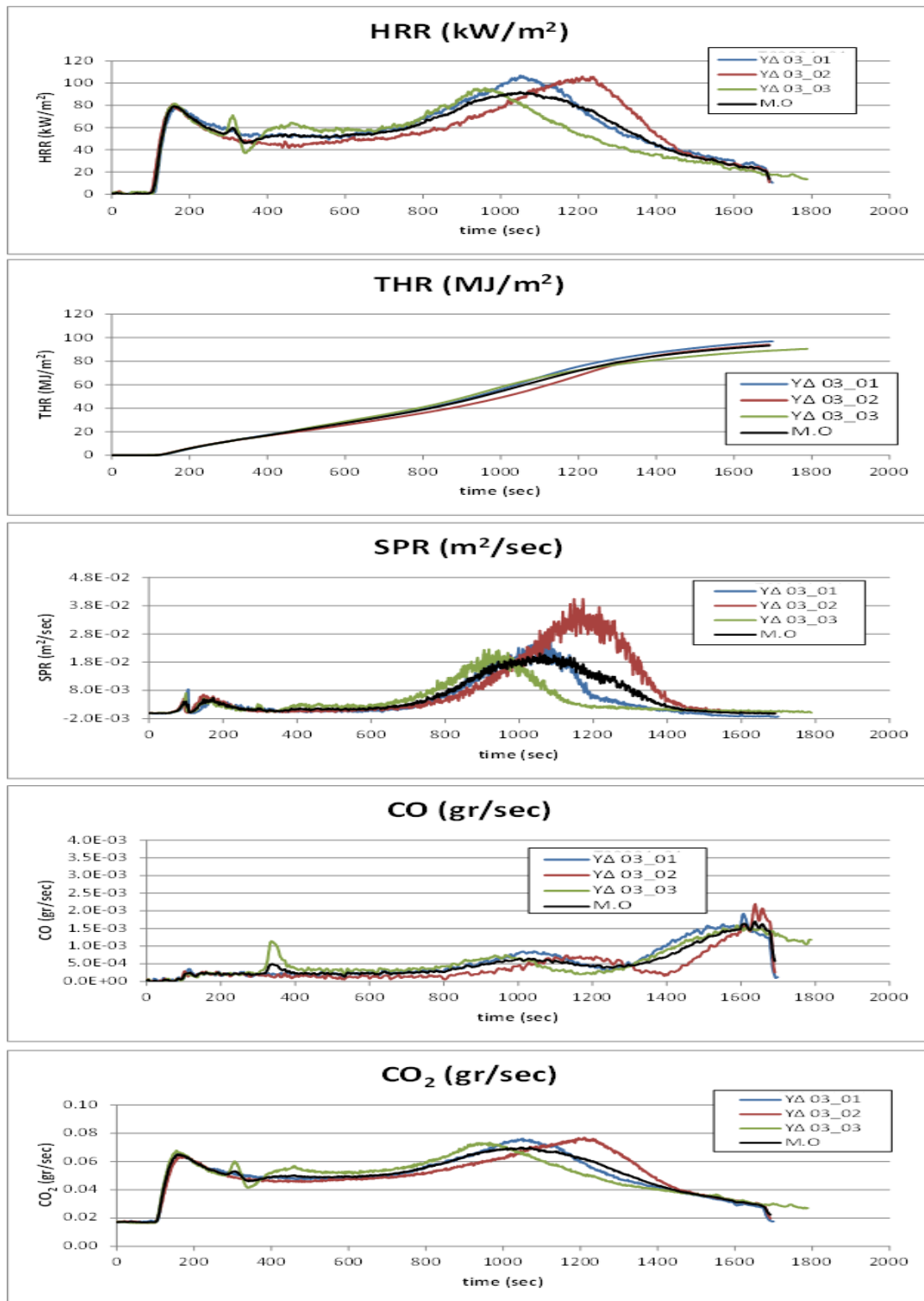
Υλικό δοκιμής 02



Διάγραμμα 5.2: Χρονοσειρές μετρούμενων μεγεθών

HRR (kW/m²),-THR (MJ/m²), SPR (m²/sec), CO (gr/sec), CO₂ (gr/sec)

Υλικό δοκιμής 03



Διάγραμμα 5.3: Χρονοσειρές μετρούμενων μεγεθών

HRR (kW/m²),-THR (MJ/m²), SPR (m²/sec), CO (gr/sec), CO₂ (gr/sec)

Υλικό	Μάζα m_o (gr)	Χρόνος Ανάφλε ξης t_{ign} (sec)	Χρόνος εμφάνισης Μέγιστου Ρυθμού Έκλυσης Θερμότητας t_{PHRR} (s)	Ρυθμός Έκλυσης Θερμότητας HRR_{mean} (kW/m ²)	Μέγιστος Ρυθμός Έκλυσης Θερμότητας $PHRR$ (kW/m ²)	Συνολική Έκλυση Θερμότητας THR (MJ/m ²)	Παραγωγή Καπνού SP (m ²)	Έκλυση CO (gr/gr)	Έκλυση CO ₂ (gr/gr)	Ενεργή Θερμότητα Καύσης EHC (MJ/kg)	MAHRE (kW/m ²)
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 01_01	97.56	88	151.00	51.6	86.8	51.6	0.84	0.0072	1.341	12.7	48.4
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 01_02	97.32	92	146.00	49.7	79.1	49.7	0.99	0.0069	1.410	12.8	45.6
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 01_03	98.12	96	156.00	62.4	88.8	62.4	2.69	0.0072	1.392	13.8	57.0
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 02_01	99.00	70	663.0	91.6	128.8	91.6	5.91	0.0106	1.592	20.4	86.0
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 02_02	99.03	75	132.0	68.9	103.0	68.9	5.18	0.0109	1.617	17.4	64.1
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 02_03	98.70	70	380.0	67.6	98.7	67.6	6.71	0.0118	1.554	14.9	66.1
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 03_01	97.97	105	1049.0	66.8	106.9	66.8	6.08	0.0084	1.336	14.1	60.5
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 03_02	97.24	97	1083.0	57.5	95.0	57.5	5.70	0.0055	1.351	13.1	52.5
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 03_03	97.89	99	958.0	66.0	95.8	66.0	6.49	0.0096	1.352	13.7	60.1

Όλα τα μεγέθη είναι υπολογισμένα για χρόνο $(1000 + t_{ignition})$ sec

5.3: Συγκεντρωτικός Πίνακας Δοκιμών ανά Υλικό και Δείγμα

Πίνακας 5.4: Συγκεντρωτικός Πίνακας Δοκιμών ανά Υλικό και Δείγμα

Υλικό	Αρχική Μάζα m_0 (gr)	Χρόνος Ανάφλεξης t_{ign} (sec)	Χρόνος εμφάνισης Μέγιστου Ρυθμού Έκλυσης Θερμότητας t_{PHRR} (s)	Ρυθμός Έκλυσης Θερμότητας $HRR_{measured}$ (kW/m^2)	Μέγιστος Ρυθμός Έκλυσης Θερμότητας $PHRR$ (kW/m^2)	Συνολική Έκλυση Θερμότητας THR (MJ/m^2)	Παραγωγή Καπνού SP (m^2)	Έκλυση CO (gr/gr)	Έκλυση CO ₂ (gr/gr)	Ενεργή Θερμότητα Καύσης EHC (MJ/kg)	MAHRE (kW/m^2)
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 01	97.7	92.0	151.0	54.6	84.9	54.6	1.504	0.0071	1.381	13.1	50.3
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 02	98.9	71.7	391.7	76.0	110.2	76.0	5.932	0.0111	1.588	17.6	72.1
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 03	97.7	100.3	1030.0	63.4	99.2	63.4	6.091	0.0078	1.346	13.7	57.7

Όλα τα μεγέθη είναι υπολογισμένα για χρόνο $(1000 + t_{ignition})$ sec

Πίνακας 5.5: Συγκεντρωτικός Πίνακας Δοκιμών ανά Υλικό

Τα μεγέθη είναι ανοιγμένα με τη μέση μάζα των υλικών

(ο παρακάτω πίνακας προκύπτει από τη μέση τιμή των επιμέρους δοκιμών ανά υλικό, Πίνακας 2.1)

Υλικό	Αρχική Μάζα m_i (gr)	Μάζα Υπολείμματος m_{char} (gr)	Υπολειμματικότητα (m_{char}/m_i) (%)	Συνολική Έκλυση Θερμότητας THR (MJ/m^2 gr)	Παραγωγή Καπνού SP (m^2/gr)	Συνολική Έκλυση Θερμότητας THR (kJ/kg r)	MAHRE (kW/m^2)
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 01	97.7	61.0	62.4%	0.559	0.015	4.94	50.3
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 02	98.9	60.6	61.3%	0.769	0.060	6.79	72.1
ΥΛΙΚΟ ΔΟΚΙΜΗΣ 03	97.7	56.7	58.0%	0.649	0.062	5.74	57.7
Όλα τα μεγέθη είναι υπολογισμένα για χρόνο $(1000 + t_{ignition})$ `sec							

ΣΧΟΛΙΑ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι αν και τα κομμάτια είναι διαστάσεων $10 \times 10 \text{ cm}^2$ λόγω της κάλυψης τμήματος της άνω επιφάνειας που εφαρμόζει στη βάση στήριξης για τη διατήρηση της σωστής θέσης των δοκιμίων πάνω στο ζυγό κατά την καύση, η επιφάνεια ακτινοβολίας μειώνεται στα 88.4 cm^2 για όλα τα υπό δοκιμή υλικά.

Από τα παραπάνω συγκριτικά διαγράμματα αλλά και τον συγκεντρωτικό πίνακα εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

Παρότι πρόκειται για παρόμοια υλικά τα οποία οδηγούνται εξαναγκασμένα στην διαδικασία της καύσης, είναι φανερό πως οι διαφορές στην σύνθεσή τους προκαλούν διαφορετική συμπεριφορά των υλικών στη αντίδραση τους στην φωτιά.

Μελετώντας τα διαγράμματα, παρατηρούμε ότι η εξέλιξη της φλόγας και η καύση του κάθε δείγματος εξελίσσονται με διαφορετικό τρόπο για κάθε δοκίμιο.

Στα δοκίμια 1 & 3 παρατηρούμε μεγαλύτερο χρόνο ανάφλεξης μέσα σε χρονικό εύρος από $88 - 105 \text{ sec}$, ενώ το δοκίμιο 2 παρουσιάζει χρόνο ανάφλεξης από $70 - 75 \text{ sec}$. Από τα ανωτέρω διαπιστώνουμε πως τα δοκίμια 1 & 3 έχουν καλύτερη αντοχή στην φωτιά, σε σχέση με το δοκίμιο 2.

Στο πλήθος των υλικών, ο χρόνος εμφάνισης του μέγιστου ρυθμού έκκλισης θερμότητας κυμαίνεται από τα 151 μέχρι τα 1030 sec , απόκλιση που είναι σχετικά μεγάλη, με μέση τιμή τα 524 sec για όλα τα υλικά μαζί. παρατηρούμε ότι στο υλικό 2 ο χρόνος εμφάνισης μέγιστου ρυθμού έκλυσης θερμότητας έχει μεγάλη απόκλιση, ενώ στα υλικά 1 & 3 ο χρόνος εμφάνισης μέγιστου ρυθμού έκλυσης θερμότητας συγκλίνουν μεταξύ τους.

Προκύπτει σημαντική διαφορά ως προς τα υπολείμματα του δοκιμίου 2 έναντι των δοκιμίων 1 και 3. Στο συγκεκριμένο δοκίμιο οι ρηγματώσεις είναι πολύ πιο έντονες κάτι που δείχνει ότι η καύση έχει προχωρήσει σε μεγαλύτερο βαθμό εντός αυτού. Επίσης ως προς τη ροή θερμότητας προκύπτει ότι στο υψηλότερο επίπεδο ακτινοβολίας το ρήγμα στην κεντρική περιοχή διευρύνεται προφανώς υποδεικνύοντας ότι η καύση έχει φτάσει στην κάτω επιφάνεια του δοκιμίου νωρίτερα χρονικά.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Υλικό 1^ο

Ο ρυθμός έκλυσης θερμότητας (HRR), επίσης παρουσιάζει διακυμάνσεις για τα δοκίμια που εξετάστηκαν, με βάση τις συγκεκριμένες χρονικές σειρές. Παρόλα αυτά, όλα τα υλικά παρουσίασαν απότομα τοπικά ακρότατα ρυθμού έκλυσης θερμότητας πολύ κοντά στον χρόνο έναυσης τους.

Από το διάγραμμα της απελευθέρωσης θερμότητας HRR του 1^{ου} υλικού παρατηρούμε πως και στις τρεις περιπτώσεις έχουμε παρόμοια μέγιστη απελευθέρωση. Από κάποιο σημείο και έπειτα έχουμε διαφορές του ίδιου του υλικού κατά την πορεία της καύσης και ειδικά μετά την πρώτη μέγιστη έκλυση θερμότητας, διαπιστώνουμε μια καθοδική εξέλιξη, μέχρι το σημείο όπου αυξάνεται στιγμιαία, ξεπερνώντας το προηγούμενο μέγιστο όπου εν συνεχεία έχουμε την απότομη μείωση του ρυθμού απελευθέρωσης μέχρι την ολοκλήρωση της καύσης.

Ειδικότερα κατά την καύση της τρίτης δοκιμής του πρώτου υλικού, η HRR αυξάνει σε λιγότερο χρόνο, αλλά δεν υπερβαίνει την πρώτη μέγιστη τιμή, ενώ στην πρώτη και δεύτερη δοκιμή φθάνει περίπου τις μέγιστες πρώτες τιμές, σε σχέση με την τρίτη δοκιμή με την διαφορά ότι αυτό γίνεται σε περισσότερο χρόνο.

Γενικά παρατηρούμε ότι τα HRR των δοκιμών μας, ξεκινούν με μια απότομη άνοδο έκλυσης κατά την ανάφλεξη και καθώς η επιφάνεια απανθρακώνεται, το HRR μειώνεται μέχρι την ελάχιστη τιμή που προκύπτει όπως εμφανίζεται στη χρονοσειρά. Κατά την διείσδυση του θερμικού κύματος στο υλικό, η κάτω πλέον πλευρά του δείγματος φτάνει σε θερμοκρασία πυρόλυσης, δημιουργώντας έτσι μια δεύτερη ανάφλεξη σε αυτό. Οι χαμηλότερες τιμές του HRR στους ενδιάμεσους χρόνους μπορεί να οφείλεται στο φαινόμενο charring (απανθράκωση), δηλαδή κατά το στάδιο της απανθράκωσης του επιφανειακού στρώματος του υλικού, αυτό λειτουργεί ως μονωτικό στην εξέλιξη της καύσης απελευθερώνοντας μικρότερα ποσά θερμότητας. Όταν όμως η καύση φθάσει στην κάτω επιφάνεια του δοκιμίου τότε ο ρυθμός έκλυσης θερμότητας (HRR) λαμβάνει πάλι αυξημένες τιμές, κάτι που παρατηρούμε στη δεύτερη κορυφή λίγο πριν την τελική καύση των δοκιμών. Η συνολική απελευθέρωση θερμότητας (THR), έχει μια αναλογική πορεία σε συνάρτηση με τον χρόνο κατά την καύση των τριών δοκιμών του πρώτου υλικού, η οποία είναι αύξουσα και δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διακυμάνσεις μεταξύ τους.

Στην περίπτωση του ρυθμού παραγωγής καπνού (SPR), παρατηρούμε μια μικρή κυματοειδή συμπεριφορά μικρού εύρους και στην συνέχεια κατά την τρίτη δοκιμή, έχουμε μια μικρή αύξηση, ενώ στην πρώτη και δεύτερη δοκιμή έχουμε αυξημένη την παραγωγή καπνού σε μεγαλύτερο χρόνο με την δεύτερη δοκιμή τελικά σε μεγαλύτερα επίπεδα τιμών.

Κατά την παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα (CO), διαπιστώνουμε από το διάγραμμα, πως έχουμε μια μικρή και στρωτή έκλυση και των τριών δοκιμών του πρώτου υλικού και στην συνέχεια αύξηση παραγωγής μονοξειδίου στην τρίτη δοκιμή σε μικρότερο χρόνο ενώ η πρώτη και η δεύτερη σε μεγαλύτερο χρόνο,

Τέλος, η απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα CO₂, τόσο δηλαδή η αύξηση ή η ελάττωση σε συνάρτηση με τον χρόνο παρουσιάζει ανάλογη συμπεριφορά με τον ρυθμό απελευθέρωσης θερμότητας (HRR).

Υλικό 2^ο

Από το διάγραμμα της απελευθέρωσης θερμότητας HRR του 2^{ου} υλικού παρατηρούμε πως και στις τρεις περιπτώσεις έχουμε παρόμοια μέγιστη απελευθέρωση. Στη συνέχεια η HRR σχηματίζει κυματοειδή μορφή και στις τρεις δοκιμές της σε ένα εύρος από τα 60 – 120 kw/m². Στην διάρκεια της απελευθέρωσης θερμότητας σε χρόνο περίπου 900 sec έχουμε σταδιακή μείωση, στην πρώτη και στην τρίτη δοκιμή, ενώ η δεύτερη παρουσιάζει μια μικρή αύξηση, όπου φθίνει σταδιακά μέχρι την τελική ολοκλήρωση της καύσης.

Η συνολική απελευθέρωση θερμότητας (THR), έχει μια αναλογική πορεία σε συνάρτηση με τον χρόνο μέχρι περίπου στα 700 sec κατά την καύση των τριών δοκιμών του δεύτερου υλικού, η οποία στη συνέχεια παρατηρούμε μια διαφοροποίηση και στις τρεις δοκιμές του υλικού. Η πρώτη δοκιμή έχει μεγαλύτερη (THR) σε σχέση με την δεύτερη και την τρίτη.

Στην περίπτωση του ρυθμού παραγωγής καπνού (SPR), παρατηρούμε μια μεγάλη κυματοειδή συμπεριφορά αυξημένου εύρους με μια άνιση κατανομή και στις τρεις περιπτώσεις της δοκιμής μας.

Κατά την δοκιμή του δεύτερου υλικού η παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα (CO), εκλύεται σε χαμηλά επίπεδα με στρωτή συμπεριφορά και των τριών δοκιμών και στην συνέχεια παρατηρούμε αύξηση παραγωγής μονοξειδίου στην δεύτερη δοκιμή σε μεγαλύτερο χρόνο.

Τέλος, και στην περίπτωση της καύσης του δεύτερου υλικού, η απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα CO₂, τόσο δηλαδή η αύξηση ή η ελάττωση σε συνάρτηση με τον χρόνο παρουσιάζει ανάλογη συμπεριφορά με τον ρυθμό απελευθέρωσης θερμότητας (HRR).

Υλικό 3^ο

Από το διάγραμμα της απελευθέρωσης θερμότητας HRR του 3^{ου} υλικού παρατηρούμε πως και στις τρεις περιπτώσεις έχουμε παρόμοια μέγιστη απελευθέρωση. Από κάποιο σημείο και έπειτα έχουμε διαφορές του ίδιου του υλικού κατά την πορεία της καύσης και ειδικά μετά την πρώτη μέγιστη έκλυση θερμότητας, διαπιστώνουμε μια καθοδική εξέλιξη, μέχρι το σημείο όπου αυξάνεται στιγμιαία, ξεπερνώντας το προηγούμενο μέγιστο όπου εν συνεχεία ακολουθείται μια πτωτική τάση προς χαμηλότερες τιμές. Στην περίπτωση της καύσης του τρίτου υλικού, οι τιμές είναι συγκρίσιμες και παρόμοιες με αυτές του πρώτου υλικού.

Ομοίως και η συνολική απελευθέρωση θερμότητας (THR), έχει μια αναλογική πορεία σε συνάρτηση με τον χρόνο κατά την καύση των τριών δοκιμών του πρώτου υλικού.

Την ίδια πορεία ακολουθεί και ο ρυθμός παραγωγής καπνού (SPR) με την καύση του πρώτου υλικού, παρατηρούμε δηλαδή και εδώ μια μικρή κυματοειδή συμπεριφορά μικρού εύρους και στην συνέχεια κατά την τρίτη δοκιμή, έχουμε μια μικρή αύξηση, ενώ στην πρώτη και δεύτερη δοκιμή έχουμε αυξημένη την παραγωγή καπνού σε μεγαλύτερο χρόνο με την δεύτερη δοκιμή τελικά σε μεγαλύτερα επίπεδα τιμών.

Επίσης και κατά την παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα (CO), διαπιστώνουμε όμοιες συμπεριφορές μεταξύ του πρώτου και του τρίτου υλικού από τα διαγράμματα, έχουμε δηλαδή μια μικρή και στρωτή έκλυση και των τριών δοκιμών του τρίτου υλικού σε μεγαλύτερο χρόνο, ενώ η πρώτη και η δεύτερη σε μικρότερο.

Τέλος, η απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα CO₂, τόσο δηλαδή η αύξηση ή η ελάττωση σε συνάρτηση με τον χρόνο παρουσιάζει ανάλογη συμπεριφορά με τον ρυθμό απελευθέρωσης θερμότητας (HRR) και στις δυο περιπτώσεις, πρώτου και τρίτου υλικού δοκιμής.

Σύγκριση δοκιμών των τριών υλικών μέσω των χρονοσειρών και της συμπεριφοράς κατά την αντίδραση τους στην φωτιά.

Από το διάγραμμα της απελευθέρωσης θερμότητας HRR παρατηρούμε παρόμοια συμπεριφορά του 1^{ου} με του 3^{ου} υλικού σε αντίθεση του 2^{ου} υλικού που έχει μια τελείως διαφορετική συμπεριφορά κατά την καύση αυτών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα δοκίμια 2 & 3 παρουσιάζουν διαφοροποίηση ως προς το δοκίμιο 1, αποδίδοντας υψηλότερη δεύτερη και τρίτη κορυφή ειδικά στο δοκίμιο 2 του HRR ως προς την κορυφή που αντιστοιχεί στην ανάφλεξη.

Ομοίως και η συνολική απελευθέρωση θερμότητας (THR), έχει μια αναλογική πορεία σε συνάρτηση με τον χρόνο κατά την καύση των τριών δοκιμών του πρώτου υλικού.

Την ίδια πορεία ακολουθεί και ο ρυθμός παραγωγής καπνού (SPR) με την καύση του πρώτου υλικού, παρατηρούμε δηλαδή και εδώ μια μικρή κυματοειδή συμπεριφορά μικρού εύρους και στην συνέχεια κατά την τρίτη δοκιμή έχουμε μια μικρή αύξηση, ενώ στην πρώτη και δεύτερη δοκιμή έχουμε αυξημένη την παραγωγή καπνού σε μεγαλύτερο χρόνο με την δεύτερη δοκιμή τελικά σε μεγαλύτερα επίπεδα τιμών.

Επίσης και κατά την παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα (CO), διαπιστώνουμε όμοιες συμπεριφορές μεταξύ του πρώτου και του τρίτου υλικού από τα διαγράμματα, έχουμε δηλαδή μια μικρή και στρωτή έκλυση και των τριών δοκιμών του τρίτου υλικού και στην συνέχεια αύξηση παραγωγής μονοξειδίου στην τρίτη δοκιμή σε μεγαλύτερο χρόνο, ενώ η πρώτη και η δεύτερη σε μικρότερο. Παρατηρούμε μια αντιστρόφως ανάλογη συμπεριφορά στην εκπομπή CO και CO₂, αρχικά έχουμε αύξηση του CO₂ με συγχρόνως μείωση του CO, ενώ στην φάση ολοκλήρωσης της καύσης έχουμε αντίθετη παραγωγή. Αυτό γίνεται κατανοητό πως συμβαίνει κατά την φάση τέλειας ή ατελής καύσης.

Τέλος, η απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα CO₂, τόσο δηλαδή η αύξηση ή η ελάττωση σε συνάρτηση με τον χρόνο παρουσιάζει ανάλογη συμπεριφορά με τον ρυθμό απελευθέρωσης θερμότητας (HRR) και στις δυο περιπτώσεις, πρώτου και τρίτου υλικού δοκιμής.

Βιβλιογραφία - Πηγές

1. Ελληνικό Κανονισμό Πυροπροστασίας (Π.Δ 71/1988)
2. Εύη Γεωργιάδου, Μάκης Παπαδόπουλος, 2008: «Κίνδυνοι Πυρκαγιάς – Εκρήξεων Μέτρα Προστασίας»
3. Κούτμος Π., (2015), Εισαγωγή στις βασικές αρχές της θεωρίας και της τεχνολογίας της καύσης
4. Μαθήματα Πυροσβεστικής Τέχνης
5. Πυροσβεστική Τέχνη (Αθήνα 1994, Τυπογραφείο ΑΠΣ) 2. Πρότυπα πυροπροστασίας του Εθνικού συνδέσμου Πυροπροστασίας (NFPA) των Η.Π.Α NFPA 11: Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam NFPA 18: Standard on Wetting Agents NFPA 1145: Guide for the Use of Class A Foams in Fire Fighting 3. ΚΥΑ 34458/31-12-1990 (ΦΕΚ846/Τ.Β)
6. Φούντη Μ., (2004), Εισαγωγή στα φαινόμενα καύσης.
7. Babrauskas V.,(1992) The generation of CO in bench-scale fire tests and the prediction for real-scale fires. In: Proceedings of the International Fire & Materials Conference, London: Interscience CommunicationsLtd.
8. Babrauskas V., B.C. Levin and R.G. Gann. (1986) A new approach to fire toxicity data for hazard evaluation',ASTM Standardisation News.
9. Di Blasi, C. (2004). Modeling wood gasification in a countercurrent fixed-bed reactor. AIChE Journal, 50(9), 2306–2319. doi:10.1002/aic.10189
10. Drysdale D. , (1999), An introduction to fire dynamics.

11. EN 13823 Reaction to fire tests for building products - Building products excluding floorings - exposed to the thermal attack by a single burning item, CEN, (2002).
12. EN 13501-1 :2001 E. Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using test data from reaction to fire tests. European Committee for Standardization (CEN), Brussels, Belgium,2002.
13. Fire Testing Technology Limited , (2006) , Users Guide for the ConeCale Software package ,
14. Ostaman, B.A-L & Tsantaridis L.D., (1991) Smoke production in the cone calorimeter and thw romm fire test, J. Fire Safety
15. Quintiere J., (2006), Fundamentals of fire phenomena, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, England.
16. Quintiere J.G., (1988), The application of flame spread theory to predict material performance.
17. Rasbash, D.J. & Drysdale, D.D.(1982), Fundamentals of smoke production. Fire Safety

ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ.

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Charring>
2. http://www.elinyae.gr/el/lib_file_upload/Purkagia.1232542719390.pdf
3. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%AF%CE%B3%CF%89%CE%BD%CE%BF_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CF%86%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%AC%CF%82
4. https://www.electricalnews.gr/wp-content/uploads/2021/01/KALODIA_gr.pdf
5. <https://chat.openai.com/c/d1a1e29e-7901-4c8e-adf9-298cc3460f7b>
6. <https://chat.openai.com/share/f635ea46-01c4-4f12-8d66-540771907c80>
7. <https://www.firesecurity.gr/bibliothiki/epistimonikitho.htm>
8. <https://i.electricianexp.com/el/main/school/1328-cho-to-takoe-soprotivlenie-izolyacii-kabelya-i-ego-normy.html>