

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΡΙΘΜΟΣ 1244**

ΚΑΛΩΔΙΑ ΙΣΧΥΟΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ - ΕΛΕΓΧΟΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΗ



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΣΠΑΝΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ & ΠΙΠΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΧΑΡΑΛΑΜΠΑΚΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ – ΝΕΚΤΑΡΙΟΣ**

ΠΑΤΡΑ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	11
1.1 Από τις αρχές μέχρι το 1600 μ.Χ.	11
Περίοδος 1600-1800.....	12
Τα ανεπαίσθητα ρευστά.....	14
Η θεωρία του ενός ρευστού.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ.....	17
2.1 Ελληνική Αγορά.....	17
2.2 Διεθνής αγορά.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ.....	21
3.1 Πιστοποίηση.....	21
3.1.1 ISO 9000.....	22
3.2 Πρότυπα και κανονισμοί.....	22
ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ.....	22
3.2.1 Φορείς τυποποίησης.....	23
3.2.2 Χρονική εξέλιξη της ηλεκτροτεχνικής τυποποίησης.....	24
3.2.3 Σκοπός της Cenelec.....	25
3.2.4 Συμμετοχή του ΕΛΟΤ σε διεθνείς οργανισμούς.....	26
3.2.5 HAR σημάδι.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ.....	28
4.1 Αγωγοί Καλωδίων.....	28
4.2 Μονωτικά καλωδίων.....	28
4.3 Μονωτικά μέσης τάσης.....	29
4.4 Πλαστικά μείγματα.....	30
4.4.1 Μείγματα μονωτικών.....	30
4.5 Μείγματα μανδύα.....	30
4.5.1 Ιδιότητες των μονωτικών.....	30
4.6 Αναγνώριση των πόλων.....	30
4.6.1 Πολυπολικά καλώδια εύκαμπτα καλώδια.....	31
4.6.1.2 Μονοπολικά καλώδια.....	33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.....	34
5.1 Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας	34
5.2 Κατασκευή αγωγών (Σχεδιασμός) συρματοουργική.....	43
5.3 Δημιουργία αγωγών με στρεπτικές μηχανές.....	44
5.4 Μόνωση αγωγών.....	45
5.5 Βουλκανισμός XLPE και ERP.....	46
5.6 Μηχανές στρεπτικές καλωδίων.....	47
5.7 Μηχανές μανδύων ενδιάμεσων και τελικών.....	47
5.8 Μηχανές οπλισμού καλωδίων.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΠΑΝΩ ΣΤΙΣ ΔΟΜΙΚΕΣ.....	49
6.1 Δοκιμές τύπου και άλλες δοκιμές.....	49
6.2 Δειγματοληψία.....	50
6.3 Προετοιμασία.....	50
6.4 Θερμοκρασία δοκιμής.....	50
6.5 Κεντρική τιμή.....	50
6.6 Τάση δοκιμής.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΔΟΚΙΜΕΣ ΜΕΡΙΚΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΝ.....	51
7.1 Ορισμοί και σκοπός.....	51
7.1.1 Ορισμοί.....	51
7.2 Συσκευή δοκιμής.....	51
7.2.1 Εξοπλισμός.....	51
7.2.2 Κύκλωμα δοκιμής και όργανα.....	51
7.3 Βαθμονόμηση και έλεγχος.....	52
7.3.1 Μέθοδος βαθμονόμησης.....	52
7.3.2 Λόγος απόκρισης.....	53
7.3.3 Ευαισθησία.....	53
7.3.4 Ειδικές προβλέψεις για μεγάλα μήκη καλωδίου.....	53
7.3.5 Πυκνωτές και σήματα βαθμονόμησης.....	53
7.4 Διαδικασία δοκιμής.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΧΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ.....	55
8.1 Μέτρηση πάχους μονωτικών τοιχωμάτων.....	55
8.1.1 Γενικά.....	55
8.1.2 Εξοπλισμός μετρήσεων.....	55
8.1.3 Προετοιμασία δοκιμίων.....	55
8.1.4 Διαδικασία μέτρησης.....	55
8.1.5 Εκτίμηση των αποτελεσμάτων μέτρησης.....	57
8.2 Μέτρηση πάχους μη μεταλλικών μανδύων.....	58
8.2.1 Γενικά.....	58
8.2.2 Εξοπλισμός μετρήσεων.....	58

8.2.3 Προετοιμασία των δοκιμίων.....	58
8.2.4 Διαδικασία μέτρησης.....	58
8.2.5 Εκτίμηση των αποτελεσμάτων μέτρησης.....	59
8.3 Μέτρηση διαμέτρων.....	60
8.3.1 Γενικά.....	60
8.3.2 Διαδικασία μέτρησης.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΕΙΓΜΑΤΩΝ ΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΑ.....61

9.1 Μονωτικά μείγματα.....	61
9.1.1 Γενικά.....	61
9.1.2 Δειγματοληψία.....	61
9.1.3 Προετοιμασία των δοκιμίων.....	61
9.1.4 Καθορισμός της διατομής της μόνωσης.....	63
9.1.5 Κατεργασία γήρατος.....	64
9.1.6 Εγκλιματισμός δοκιμίων.....	64
9.1.7 Διαδικασία δοκιμής εφελκυσμού.....	65
9.1.8 Έκφραση αποτελεσμάτων.....	66
9.2 Μείγματα μανδυών.....	67
9.2.1 Γενικά.....	67
9.2.2 Δειγματοληψία.....	67
9.2.3 Προετοιμασία των δοκιμίων.....	67
9.2.4 Καθορισμός της διατομής του μανδύα.....	68
9.2.5 Κατεργασία γήρανσης.....	68
9.2.6 Εγκλιματισμός δοκιμίων.....	68
9.2.7 Διαδικασία δοκιμής εφελκυσμού.....	68
9.2.8 Έκφραση των αποτελεσμάτων.....	68

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΓΗΡΑΝΣΗΣ.....69

10.1 Γήρανση σε φούρνο αέρα.....	69
10.1.1 Γενικά.....	69
10.1.2 Εξοπλισμός.....	69
10.1.3 Διαδικασία γήρανσης των προετοιμασμένων δοκιμίων.....	69
10.1.4 Διαδικασία γήρανσης για τεμάχια έτοιμου καλωδίου.....	70
10.2 Γήρανση μέσα σε οβίδα αέρα.....	70
10.3 Γήρανση μέσα σε οβίδα οξυγόνου.....	71
10.4 Μέθοδοι μέτρησης της ροής αέρα σε φούρνο.....	71
10.4.1 Μέθοδος 1: Έμμεση μέθοδος ή μέθοδος κατανάλωσης ισχύος.....	71
10.4.2 Μέθοδος 2: Άμεση και συνεχής μέθοδος.....	73

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. ΔΟΚΙΜΗ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΕΣ ΑΠΟ PVC.....76

11.1 Δοκιμή απώλειας μάζας για μόνωση από PVC.....	76
11.1.1 Εξοπλισμός.....	76
11.1.2. Δειγματοληψία.....	76
11.1.3 Προετοιμασία των δοκιμών.....	76
11.1.4. Υπολογισμός της επιφάνειας εξάτμισης A.....	77
11.1.5 Διαδικασία δοκιμής.....	78
11.1.6 Έκφραση αποτελεσμάτων.....	78
11.2. Δοκιμή απώλειας μάζας για μανδύες από PVC	79
11.2.1 Εξοπλισμός.....	79
11.2.2. Δειγματοληψία.....	79
11.2.3. Προετοιμασία των δοκιμών.....	79
11.2.4. Υπολογισμός της επιφάνειας εξάτμισης A.....	79
11.2.5. Διαδικασία δοκιμής.....	79
11.2.6. Έκφραση αποτελεσμάτων.....	79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12. ΔΟΚΙΜΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΥΨΗΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΕΣ ΑΠΟ PVC.....80

12.1. Δοκιμή για μόνωση από PVC.....	80
12.1. Δειγματοληψία.....	80
12.1.2. Προετοιμασία των δοκιμών.....	80
12.1.3. Τοποθέτηση δοκιμίου στη συσκευή δοκιμής.....	80
12.1.4. Θέρμανση των φορτισμένων δοκιμών.....	82
12.1.5. Ψύξη των φορτισμένων δοκιμών.....	82
12.1.6. Μέτρηση της διεύθυνσης.....	82
12.1.7. Απαίτηση.....	82
12.2. Δοκιμή για μανδύες από PVC.....	84
12.2.1 Δειγματοληψία.....	84
12.2.2. Προετοιμασία των δοκιμών.....	84
12.2.3 Τοποθέτηση του δοκιμίου στη συσκευή δοκιμής.....	84
12.2.4. Υπολογισμός της δύναμης συμπίεσης.....	85
12.2.5. Θέρμανση των φορτισμένων δοκιμών.....	85
12.2.6. Ψύξη των φορτισμένων δοκιμών.....	85
12.2.7. Μέτρηση της διεύθυνσης.....	86
12.2.8. Απαίτηση.....	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13. ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΕ ΧΑΜΗΛΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΓΙΑ ΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΕΣ ΑΠΟ PVC.87

13.1 Δοκιμή κάμψης σε χαμηλή θερμοκρασία για μονώσεις από PVC.	87
13.1.1 Γενικά.....	88
13.1.2. Δειγματοληψία και προετοιμασία των δοκιμών.....	88
13.1.3. Συσκευή.....	88

13.1.4. Διαδικασία δοκιμής.....	88
13.1.5. Συνθήκες δοκιμής.....	88
13.1.6. Απαίτηση.....	90
13.2. Δοκιμή κάμψης σε χαμηλές θερμοκρασίες για μανδύες από PVC.	90
13.2.1. Γενικά.....	90
13.2.2. Δειγματοληψία και προετοιμασία των δοκιμίων.....	90
13.2.3. Συσκευή, διαδικασία και συνθήκες δοκιμής.....	90
13.2.4. Απαίτηση.....	90
13.3 Δοκιμή επιμήκυνσης σε χαμηλές θερμοκρασίες για μόνωση από PVC.....	91
13.3.1 Γενικά.....	91
13.3.2. Δειγματοληψία.....	91
13.3.3. Προετοιμασία των δοκιμίων.....	91
13.3.4. Συσκευή.....	91
13.3.5. Διαδικασία δοκιμής.....	92
13.3.6. Εκτίμηση των αποτελεσμάτων και απαίτηση.....	92
13.4. Δοκιμή επιμήκυνσης σε χαμηλή θερμοκρασία για μανδύες PVC.....	93
13.4.1. Γενικά.....	93
13.4.2. Δειγματοληψία.....	93
13.4.3. Προετοιμασία των δοκιμίων.....	93
13.4.4. Συσκευή.....	93
13.4.5. Διαδικασία και συνθήκες δοκιμής.....	93
13.4.6. Εκτίμηση των αποτελεσμάτων και απαίτηση.....	94
13.5. Δοκιμή κρούσης σε χαμηλή θερμοκρασία για μονώσεις και μανδύες από PVC....	94
13.5.1. Γενικά.....	94
13.5.2. Δειγματοληψία και προετοιμασία των δοκιμίων.	94
13.5.3. Συσκευή.....	94
13.5.4. Συνθήκες δοκιμής.....	94
13.5.5. Διαδικασία.....	97
13.5.6. Απαίτηση.....	97
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14. ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΡΩΓΜΩΝ ΓΙΑ ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΕΣ ΑΠΟ PVC.....	98
14.1. Δοκιμή απότομης θέρμανσης για μονώσεις από PVC.....	98
14.1.1. Δειγματοληψία.....	98
14.1.2. Προετοιμασία των δοκιμίων.....	98
14.1.3. Περιτύλιξη των δοκιμίων πάνω σε τύμπανα.....	98
14.1.4. Θέρμανση και έλεγχος.....	99
14.2. Δοκιμή απότομης θέρμανσης για μανδύες από PVC.....	99
14.2.1. Δειγματοληψία.....	99
14.2.2. Προετοιμασία των δοκιμίων.....	100
14.2.3. Περιτύλιξη των δοκιμίων πάνω στα τύμπανα.....	100
14.2.4. Θέρμανση και έλεγχος.....	100

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15. ΜΕΘΟΔΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ
ΕΛΑΣΤΟΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΩΝ
ΜΕΙΓΜΑΤΩΝ.....101**

15.1 Μέθοδο αιώρησης (γενική μέθοδος)	101
15.1.1. Εξοπλισμός για τη δοκιμή.....	101
15.1.2. Διαδικασία δοκιμής.....	101
15.2 Μέθοδος πυκνόμετρου (Μέθοδος αναφοράς)	101
15.2.1 Συσσκευή.....	101
15.2.2. Δοκίμια.....	102
15.2.3. Εγκλιματισμός.....	102
15.2.4. Διαδικασία δοκιμής.....	102
15.2.5 Υπολογισμός.....	102
15.2.6. Διόρθωση για γεμισμένο πολυαιθυλένιο.....	102

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΟΥ
ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ.....104**

16.1. Εισαγωγή.....	104
16.2. Συσσκευή.....	104
16.3 Δοκίμια.....	105
16.4. Καθαρισμός και συντήρηση της συσκευής.....	106
16.5. Μέθοδος Α του Προτύπου ΕΛΟΤ 355.....	106
Έκφραση αποτελεσμάτων.....	106
16.6. Μέθοδος Γ του Προτύπου ΕΛΟΤ 355.....	109
Διαδικασία δοκιμής.....	109
Έκφραση αποτελεσμάτων.....	109

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17 ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΟΖΟΝ.....110

17.1. Διαδικασία δοκιμής.....	110
17.1.1. Συσσκευή δοκιμής.....	110
17.1.2 Δειγματοληψία.....	111
17.1.3 Προετοιμασία δοκιμίων.....	111
17.1.4. Κάμψη των δοκιμίων.....	112
17.1.5. Εγκλιματισμός των δοκιμίων.....	112
17.1.6. Έκθεση στο όζον.....	112
17.1.7. Απαιτήσεις.....	113
17.2. Προσδιορισμός της συγκέντρωσης του όζοντος.....	113
17.2.1 Αντιδραστήρια.....	113
17.2.2. Διαδικασία δοκιμής.....	114
17.2.3. Υπολογισμός.....	114
17.2.4. Απ' ευθείας μέτρηση με ένα οζονόμετρο.....	115

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18. ΔΟΚΙΜΗ ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗΣ ΣΕ ΥΨΗΛΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....116

18.1 Δειγματοληψία και προετοιμασία των δοκιμών και προσδιορισμός των διατομών τους.....	116
18.2. Συσκευή.....	116
18.3 Διαδικασία δοκιμής.....	116
18.4 Απαιτήσεις.....	117

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 19. ΔΟΚΙΜΗ ΕΛΑΣΤΟΜΕΡΩΝ ΜΑΝΔΥΩΝ ΣΕ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΣΕ ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ.....118

19.1 Δειγματοληψία και προετοιμασία δοκιμών.....	118
19.2.Προσδιορισμός της διατομής των δοκιμών.....	118
19.3 Λάδι που χρησιμοποιείται.....	118
19.4. Διαδικασία δοκιμής.....	118
19.5. Καθορισμός των μηχανικών χαρακτηριστικών.....	118
19.6 Έκφραση των αποτελεσμάτων και απαιτήσεων.....	118

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 20. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΓΙΑ ΚΑΛΩΔΙΑ ΚΑΙ ΜΟΝΩΜΕΝΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ ΩΣ ΚΑΙ 450/750 V.....119

20.1.Γενικά.....	119
20.1.1.Πεδίο εφαρμογής.....	119
20.1.2. Διαδοχή δοκιμών.....	119
20.2 Δοκιμή τάσης.....	119
20.2.1.Δοκιμή για μονώσεις που έχουν ελάχιστο προδιαγραφόμενο πάχος 0,4 mm και πάνω.....	119
20.2.2. Δοκιμή για μονώσεις που έχουν ελάχιστο προδιαγραφόμενο πάχος λιγότερο από 0,4 mm.	120
20.2.3. Μονωμένοι αγωγοί χωρίς θωράκιση και πόλοι.....	120
20.2.4.Μονωμένοι αγωγοί με θωράκιση.....	120
20.3.Δοκιμές αντίστασης μόνωσης.....	121
20.3.1.Δοκιμή για μονώσεις που έχουν προδιαγραφόμενο ελάχιστο πάχος 0,4 mm και πάνω.....	121
20.3.1.1 Μέτρηση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.....	121
20.3.1.2. Μέτρηση σε υψηλή θερμοκρασία.....	121
20.3.2.2. Μονωμένοι αγωγοί με θωράκιση.....	122

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 21. ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΟΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΑΝΔΥΩΝ ΑΠΟ PVC.....123

21.1. Εξοπλισμός για τη δοκιμή.....	123
21.2. Διαδικασία δοκιμής.....	123
21.3 Αξιολόγηση.....	123

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 22. ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ ΣΕ ΛΙΘΑΛΗ ΚΑΙ/Η ΟΡΥΚΤΑ ΥΛΙΚΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ.....	124
22.1 Δειγματοληψία.....	124
22.2 Διαδικασία δοκιμής.....	124
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 23 ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ.....	126
23.1 Ηλεκτρική δοκιμή.....	126
23.1.1.Εξοπλισμός δοκιμής.....	126
23.1.2. Προετοιμασία δοκιμίων.....	126
23.1.3. Διαδικασία δοκιμής.....	126
23.1.4. Απαίτηση.....	127
23.2.Βαρυμετρική δοκιμή απορρόφησης νερού.....	127
23.2.1.Προετοιμασία δοκιμίων.....	127
23.2.2.Διαδικασία δοκιμής.....	127
23.2.3.Έκφραση των αποτελεσμάτων.....	129
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 24 ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΡΡΙΚΝΩΣΗΣ.....	130
24.1 Δειγματοληψία.....	130
24.2. Προετοιμασία δοκιμίου.....	130
24.3. Διαδικασία δοκιμής.....	130
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 25 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ	131
25.1 Εναέρια καλώδια.....	132
25.2 Υπόγεια καλώδια.....	140
25.3 Εντοιχισμένα καλώδια.....	155
25.4 Υποβρύχια καλώδια.....	160
25.5 Καλώδια ειδικών απαιτήσεων (βραδύκαυστα, πυράντοχα, ελεύθερα αλογόνων, χαμηλής εκπομπής καπνού).....	170
25.6 Φωτοβολταικα.....	183
25.7 Ανεμογεννήτριες.....	186
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	187
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	309

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Έχουν κυλήσει 2500 περίπου χρόνια από τότε που ο Θαλής ο Μιλήσιος, ένας από τους επτά σοφούς της αρχαιότητας, χάρισε στην ανθρωπότητα την γνώση των θαυμαστών ιδιοτήτων του ήλεκτρου. Το νήμα της έρευνας όμως κόπηκε απότομα και ανεξήγητα, αμέσως μετά την κοσμογονική ανακάλυψη αυτού του φωτεινού Ελληνικού πνεύματος.

Έτσι χρειάστηκαν 22 ολόκληροι αιώνες για να ξαναβρεί η επιστήμη τον μίτο του Θαλή που οδήγησε στην αξιοποίηση αυτής της τρομακτικής ανακάλυψης. Από τότε η ηλεκτρική ενέργεια απετέλεσε την κινητήρια δύναμη του τεχνολογικού αλλά και του πνευματικού πολιτισμού που οδήγησαν τον άνθρωπο μέχρι τις πύλες του σύμπαντος και μεταμόρφωσε ριζικά την ίδια την δομή της ζωής πάνω στον πλανήτη μας.

Κι όμως, η ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν άχρηστη χωρίς τον «αγωγό» με τον οποίο διοχετεύεται από τις πηγές της στα σημεία της εκμεταλλεύσεώς της, χωρίς το **καλώδιο**. Και είναι διπλά σημαντικός και θεμελιώδης ο ρόλος του καλωδίου, μέσα από τον οποίο τρέχουν η ενέργεια ή τα μηνύματα, για να κινήσουν και να φωτίσουν κυριολεκτικά και μεταφορικά τις μηχανές και το ανθρώπινο πνεύμα στα πέρατα του κόσμου.

Έτσι αν μπορούσε κανείς να ακτινογραφήσει σήμερα τον πλανήτη μας θα έβλεπε πως είναι ολόκληρος ζωσμένος από ένα πυκνό δίκτυο ηλεκτρικών και τηλεπικοινωνιακών καλωδίων. Είναι ένα ζωοφόρο πλέγμα αρτηριών, μέσα από τις οποίες κυλά το ίδιο το αίμα του τεχνολογικού και πνευματικού πολιτισμού του σημερινού ανθρώπου.

Η εργασία αυτή έχει σκοπό να βοηθήσει τον αναγνώστη σε γενικές γραμμές να κατανοήσει τον τρόπο κατασκευής και έλεγχου του καλωδίου από την πρώτη ύλη ως την τελική του μορφή καθώς και την εγκατάσταση των διαφόρων τύπων καλωδίων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να δειχθεί στον αναγνώστη με τρόπο απλό κατανοητό και σε γενικές γραμμές ο τρόπος κατασκευής και δοκιμής των πιο απλών και συνηθισμένων τύπων καλωδίων χαμηλής τάσης.

Στο Α' μέρος γίνεται αναφορά σε ιστορικά και οικονομικά στοιχεία, του κλάδου στην ελληνική και παγκόσμια αγορά, στους φορείς τυποποίησης και γενικά για το θέμα πιστοποίηση.

Στην συνέχεια αναφέρονται τα υλικά κατασκευής των καλωδίων τους αγωγούς, τα μονωτικά υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται ανάλογα τον τύπο του καλωδίου και για τις ιδιότητες των μονωτικών υλικών.

Στο Β' μέρος αναλύεται η μέθοδος κατασκευής μέσα από μονογραμμικά σχέδια των μηχανών παραγωγής της κάθε φάσης κατασκευής του καλωδίου. Με φωτογραφίες από τον χώρο παραγωγής εργοστασίου καλωδίων γίνεται αναφορά στα στάδια παραγωγής του προϊόντος.

Στο Γ' μέρος αναφέρονται οι μέθοδοι δοκιμών των αγωγών και των υλικών μονώσεων και μανδύων. Αναφέρονται οι κυριότερες δοκιμές με θερμοπλαστικά και thermosetting υλικά σύμφωνα με το πρότυπο 757 του ΕΛΟΤ και με εικόνες από εργαστήρια ελέγχου, γίνεται προσπάθεια για κατανόηση των δοκιμών.

Στο Δ' μέρος αναφέρονται οι τρόποι εγκατάστασης των διαφόρων κατηγοριών καλωδίων καθώς και οι εφαρμογές των καλωδίων στην καθημερινότητα μας.

Τέλος στο Ε' μέρος αναφέρονται από τυπολόγιο της εταιρείας HELLENIC CABLEL, οι τύποι καλωδίων που παράγει η Εταιρεία και που κυκλοφορούν στο εμπόριο σε ευρωπαϊκό επίπεδο, και όχι μόνο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 Από τις αρχές μέχρι το 1600 μ.Χ.

Πρώτες αναφορές σε θέματα που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό ανάγονται στο έτος 1170 π.Χ., όταν με εντολή του Αιγύπτιου Φαραώ Ραμσή ΙΙΙ, τοποθετήθηκαν γύρω από ναούς ξύλινες ράβδοι με χρυσές αιχμές στην κορυφή τους για να αποτραπεί η οργή των θεών που "βομβάρδιζαν" τους ναούς με κεραυνούς. Το 577 π.Χ. περιγράφει ο Θαλής ο Μιλήσιος (625-547) την ελκτική και απωστική ικανότητα του ήλεκτρου, αν τριφτεί αυτό σε κάποιο ύφασμα και τη θεωρεί ανεξήγητη, τεχνητά παραγόμενη ανωμαλία του υλικού που δεν είχε κάποια σημασία για την εξήγηση της φύσης.

Τον τρίτο αιώνα π.Χ. υπάρχει στην Αίγυπτο πρόδος και οι αντικεραυνικές χρυσές αιχμές τοποθετούνται στην κορυφή χάλκινων ράβδων. Το έτος 230 μ.Χ. περιγράφει ο Ρωμαίος Claudius Aelianus το μούδιασμα που προκαλείται στο δέρμα (ηλεκτρικές εκκενώσεις) από σελάγια, χωρίς να μπορεί να εξηγήσει το ακριβές αίτιο. Φυσικά, κανείς δεν ήταν δυνατόν να σκεφτεί εκείνη την εποχή ότι όλα αυτά τα φαινόμενα είχαν σχέση μεταξύ τους και οφείλονταν σε δράσεις του ηλεκτρισμού.

Είναι άγνωστο από πότε γνώριζαν οι Κινέζοι τις μαγνητικές ιδιότητες κάποιων υλικών, πάντως περί το 1000 μ.Χ. έφτασε στην Ευρώπη από την Κίνα και διαδόθηκε η πυξίδα, η οποία άρχισε να χρησιμοποιείται στη ναυσιπλοΐα για προσανατολισμό. Το έτος 1269 ο Pierre de Maricourt (Petrus Peregrinus) κατασκευάζει ένα σφαιρικό



μαγνήτη και σχεδιάζει στην επιφάνεια του τις γραμμές που "προκαλούν" οι μηχανικές δυνάμεις. Καταλήγει στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν δύο πόλοι, επειδή οι γραμμές ενώνονται σε δύο αντίθετα σημεία της σφαίρας. Το 1550 διαπιστώνει ο Gerolamo Cardano ότι η "μαγνητική δύναμη" διαπερνάει το ξύλο, αλλά για το ήλεκτρο διαπίστωσε ότι δεν ασκεί δυνάμεις μέσω του ξύλου.

Περίοδος 1600-1800

Όλες οι προηγούμενες διερευνήσεις και κατασκευές, ίσως και μερικές ακόμα που δεν έχουν καταγραφεί στην ιστορία, ήταν αποτέλεσμα τυχαίων παρατηρήσεων, χωρίς συνέχεια, όπως συνέβαινε και γενικότερα στην επιστήμη εκείνους τους αιώνες. Η σύγχρονη ιστορία του ηλεκτρομαγνητισμού αρχίζει ακριβώς το έτος 1600 με το βιβλίο του William Gilbert (1544-1603) που κυκλοφόρησε με τίτλο "De Magnete" (Περί του μαγνήτη) και αφορούσε το μαγνητικό πεδίο της γης. Ο ηλεκτρισμός αναφέρεται σε αυτό το βιβλίο μόνο για να διαφοροποιηθεί από τον μαγνητισμό.

Ο Gilbert ανακάλυψε και άλλα υλικά, εκτός από το ήλεκτρο, που αποκτούσαν ελκτικές ή απωστικές ιδιότητες με την τριβή και τα ονόμασε ηλεκτρικά υλικά, την δε δύναμη την ονόμασε ηλεκτρική. Όσα υλικά δεν αποκτούσαν τέτοιες ιδιότητες π.χ. τα μέταλλα, ονομάστηκαν αντιηλεκτρικά υλικά. Σήμερα ονομάζουμε τα υλικά αυτά που δεν ηλεκτρίζονται, αγωγούς και τα άλλα μονωτικά υλικά.

Στο "μαγνητικό" μέρος του βιβλίου του διερεύνησε ο Gilbert με κριτικό πνεύμα και παλιές μελέτες και δοξασίες για τον μαγνήτη και τις πυξίδες. Έτσι, έκανε μεταξύ άλλων πειράματα για να επιβεβαιώσει ή απορρίψει την άποψη ότι ο μαγνητισμός εξαφανίζεται, αν ο μαγνήτης τριφτεί με σκόρδο (!), μία θέση που πήγαινε πίσω στον Πλούταρχο και στον Κλαύδιο Πτολεμαίο. Ο Gilbert σχολίασε τη θέση αυτή με την διατύπωση ότι "από την φιλοσοφία προκύπτουν συχνά πολλά άχρηστα συμπεράσματα και μυθεύματα"



Επίσης πειραματίστηκε με διαμάντια, τα οποία, σύμφωνα με μια απόκρυφη γνώση αλχημιστών εκείνης της εποχής, ήταν οι δημιουργοί του μαγνητισμού. Τα πειράματα έδειξαν ότι ένα διαμάντι δεν είχε καμιά επιρροή σε κομμάτι σιδήρου που ήταν δίπλα ή πάνω του, τρίβονταν με αυτό κλπ.

Το σημαντικότερο από τα πειράματα που εκτέλεσε ο Gilbert ήταν η "μικρή γη" (terrella), ένας σφαιρικός μαγνήτης ως μοντέλο της γήινης σφαίρας. Με την κίνηση μιας πυξίδας στην επιφάνεια αυτού του μαγνήτη εισήγαγε, ξεκινώντας από τις μηχανικές ιδιότητες του σιδήρου (μαλακός, σκληρός), τους όρους μαλακός και σκληρός μαγνήτης, ορολογία που έχει διατηρηθεί μέχρι σήμερα (μαλακά και σκληρά μαγνητικά υλικά).

Άλλοι ερευνητές που ασχολούνταν με τα ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα ήταν μοναχοί Ιησουίτες, τα μέλη της Accademia del Cimento, ο Καρτέσιος (Rene Descartes 1596-1650), ο Robert Boyle (1627-1691) κ.ά. Ο Καρτέσιος είχε διατυπώσει μια γενικότερη θεωρία περί Αιθερικών Στροβίλων, στους οποίους προσπάθησε να συμπεριλάβει και την ηλεκτροστατική έλξη.

Ο Boyle ερεύνησε τα γνωστά στην εποχή του ηλεκτρικά φαινόμενα στο κενό, δεν ήταν όμως δυνατόν να γνωρίζει ότι τα αέρια άγουν σε χαμηλή πίεση κι έτσι τα συμπεράσματα ήταν αντιφατικά.

Σημαντικότερο ηλεκτρικό φαινόμενο της εποχής ήταν η λάμψη μεταξύ φορτισμένων πόλων στο κενό, η οποία ονομάζονταν βαρομετρικό φως. Το όνομα αυτό προήλθε από το γεγονός ότι αυτή η λάμψη παρουσιάζονταν στο κενό του βαρομετρικού σωλήνα πάνω από τον υδράργυρο.

Ο Francis Hauksbee (1666-1713) διαπίστωσε ότι αυτή η λάμψη δεν σχετίζονταν με το βαρόμετρο αλλά με τριβές κάποιων υλικών. Τελικά κατέληξε ότι αρκεί να τρίψει κάποιος μια γυάλα με κενό για να παραχθούν αναλαμπές.

Όμως, εξήγηση για το φαινόμενο της λάμψης δεν μπόρεσε να δώσει κανένας ερευνητής της εποχής. Μια εξήγηση του Hauksbee για ηλεκτρικές αναθυμιάσεις δεν ευδοκίμησε, γιατί κάποιες κλωστές που τοποθέτησε γύρω από την σφαίρα, αντί να δείχνουν προς τα έξω, παρασυρόμενες από τις "αναθυμιάσεις", έδειχναν προς το κέντρο της σφαίρας

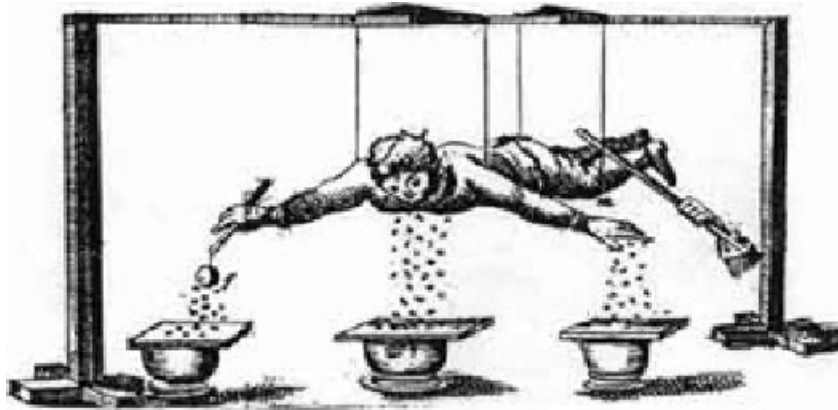
Ο Hauksbee δημιούργησε όμως με αυτές τις διατάξεις μια ηλεκτρική γεννήτρια τριβής, η οποία παρείχε μεν σημαντικές τάσεις, αλλά μικρής ισχύος.

Το 1729 ανακάλυψε ο Stephen Gray (1666-1736) ότι ήταν δυνατόν να διαδοθεί ο ηλεκτρισμός σε μεγάλες αποστάσεις με την επαφή. Με τα πειράματά του "μετέφερε" ο Gray τη δράση του ηλεκτρισμού σε απόσταση 886 ποδιών, χρησιμοποιώντας μια ράβδο, μια χορδή κ.ά., προφανώς όλα μεταλλικά, κρεμασμένα με μεταξωτά σκοινιά που κρέμονταν σε κοντάρια. Το άκρο της πειραματικής διάταξης ήταν σε θέση να έλκει μικρά αντικείμενα, όπως η αρχή της. Τότε δόθηκε η εξήγηση ότι η μεταφορά του ηλεκτρισμού είναι δυνατή επειδή υπάρχει ένα ηλεκτρικό ρευστό, χρησιμοποιώντας αναλογίες ρευστών σε σωλήνες.

Το πιο εντυπωσιακό και αξιοθέατο πείραμα που πραγματοποίησε ο Gray ήταν η "μεταφορά" του ηλεκτρισμού στο σώμα ενός αγριοπού που είχε κρεμαστεί με σκοινιά από το ταβάνι. Κάθε σημείο του σώματος του είχε την ικανότητα να έλκει μικροαντικείμενα, οπότε έπρεπε, σύμφωνα με τη θεωρία, το ηλεκτρικό ρευστό να έχει πλημμυρίσει το σώμα του.

Ο Gray έκανε πειράματα χωρίς σύστημα, πράγμα που ήρθε να διορθώσει ο Charles-Francois de Cisternai-Dufay (1698-1739). Καταρχήν κατέγραψε ο Dufay ποια υλικά ήταν δυνατόν να ηλεκτριστούν. Τα μεταλλικά υλικά τα ηλέκτρισε με επαγωγή (διαχωρισμός φορτίων), πλησιάζοντας ένα άκρο τους σε ηλεκτρισμένο σώμα. Διαπίστωσε επίσης ότι ένα βρεγμένο σχοινί ήταν καλός αγωγός, ενώ το γυαλί και το μετάξι ήταν μονωτές. Επίσης διαπίστωσε ότι ο ηλεκτρισμός που παράγονταν με την τριβή μιας υαλώδους ουσίας ασκούσε έλξη σε ηλεκτρισμό από τριβή ρητινώδους ουσίας, ενώ απωθούσε τον ηλεκτρισμό άλλων υαλωδών ουσιών. ΓΓ αυτό έδωσε σε αυτούς τους "διαφορετικούς ηλεκτρισμούς" τις ονομασίες υαλώδης και ρητινώδης.

Ο ίδιος ο Dufay ποτέ δεν αναφέρθηκε σε "ηλεκτρικά ρευστά", διάφοροι ερευνητές ήταν όμως πλέον βέβαιοι ότι υπάρχουν δύο ηλεκτρικά ρευστά. Κάθε ρευστό απωθούσε το όμοιό του και τράβαγε το άλλο ρευστό.



Τα ανεπαίσθητα ρευστά

Παράλληλα με τις έρευνες για τον ηλεκτρισμό εξελίσσονταν τα πειράματα για την θερμότητα. Η θεωρία που επικρατούσε τότε ήταν ότι υπήρχαν δύο ανεπαίσθητα ρευστά, ο ηλεκτρισμός και η θερμότητα. Ο όρος "ανεπαίσθητο" ή "αβαρές" αναφέρονταν σε φυσικές ιδιότητες μιας ουσίας που δεν είχε ύλη. Κοινό χαρακτηριστικό των δύο αυτών "ρευστών" ήταν ότι μεταφέρονταν μέσα από ορισμένες κατηγορίες σωμάτων, όπως αποδείκνυαν τα πειράματα που προαναφέραμε για τον ηλεκτρισμό. Αυτή η ιδέα έχει παραμείνει μέχρι σήμερα στην ορολογία, αφού αναφερόμαστε σε ροή θερμότητας ή ηλεκτρισμού. Προσπάθειες να μεταφερθεί η ιδέα των ανεπαίσθητων ρευστών στο φως, την καύση, το μαγνητισμό, την βαρύτητα κτλ. δεν απέδωσε, γιατί δεν ήταν δυνατόν να εξηγηθούν διάφορα φαινόμενα.

Ο Νεύτωνας (Isaac Newton, 1643-1727) είχε την ελπίδα να αναγάγει την εξήγηση όλων αυτών των φαινομένων σε μηχανιστικές δράσεις μεταξύ των ατόμων της ύλης, όπως είχε εξηγηθεί η κίνηση των πλανητών κτλ. Εδώ ως άτομο νοείται το ελάχιστο αδιαίρετο τμήμα της ύλης, περίπου όπως το είχε περιγράψει ο Δημόκριτος, χωρίς κάποιες ιδιαίτερες γνώσεις για τις ιδιότητές του. Ενώ όμως η βαρυτική έλξη δεν ήταν

δυνατόν να μετρηθεί σε εργαστηριακή κλίμακα, επειδή είναι πολύ ασθενής, η ηλεκτρική έλξη μπορούσε να μετρηθεί, να μεταφερθεί, να απομονωθεί μέσα σε μεταλλικά σώματα, να γίνει ορατή ως σπινθήρας, να ανάψει εύφλεκτα υγρά, να ερεθίσει το δέρμα ανθρώπων και ζώων κ.ά. Έτσι η ελπίδα αυτή του Νεύτωνα δεν ευοδώθηκε.

Με την πάροδο του χρόνου οι πειραματιστές του ηλεκτρισμού βρήκαν θέση στα Πανεπιστήμια της εποχής. Συνηθέστερα πειράματα ήταν αυτά με το "ηλεκτρισμένο παιδί" του Γκραίβ, το απότομο τράβηγμα μεταξωτού γαντιού από το χέρι σε σκοτάδι, το οποίο συνοδεύονταν από τσιριχτό ήχο και λάμψη, η μαζική ηλεκτρίση ομάδας ανθρώπων που πιάνονταν από τα χέρια και αποδείκνυαν ότι ο ηλεκτρισμός "μεταφέρεται", ο χαρταετός του Φραγκλίνου κ.ά. Αρχικά έπρεπε οι πειραματιστές να κατασκευάσουν ή να αγοράσουν με δικά τους μέσα τις συσκευές επιδείξεως, αργότερα άρχισαν τα Πανεπιστήμια να εξαγοράζουν αυτές τις συσκευές για να χρησιμοποιηθούν από το διάδοχο του αποχωρούντα πειραματιστή.

Η θεωρία του ενός ρευστού

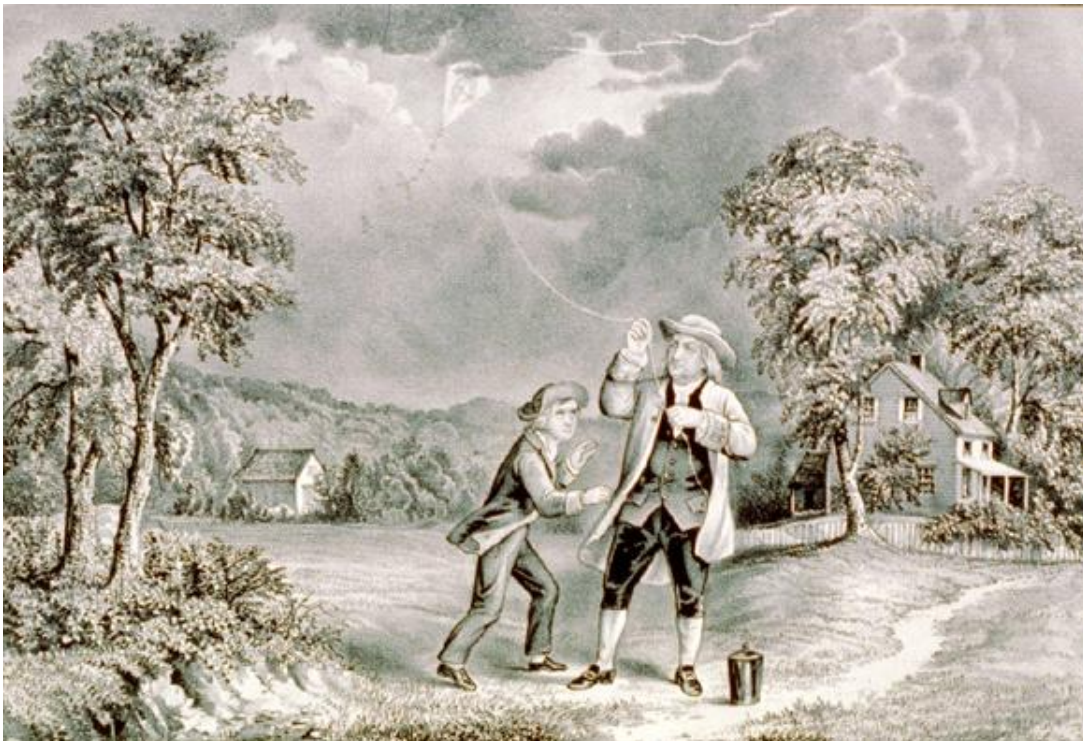
Ο Βενιαμίν Φραγκλίνος (Benjamin Franklin, 1706-1790) προσπάθησε να διατυπώσει μία εναλλακτική άποψη που στηρίζονταν στις ιδέες του Νεύτωνα : μία μοναδική ηλεκτρική ατμόσφαιρα προκαλούσε έλξη ή άπωση με μηχανική πίεση, κάτι σαν βαρυτικός αιθέρας. Το 1743 παρακολούθησε ο Φραγκλίνος το πείραμα του Γκραίβ με το ηλεκτρισμένο αγόρι που κρεμόταν από μεταξωτά σκοινιά και αργότερα διηγήθηκε ότι του δημιουργήθηκε η εντύπωση πως "ένα είδος φωτιάς διαχέονταν σε ολόκληρο τον χώρο".

Περί το 1745 δημοσιεύτηκαν στο περιοδικό *Gentlemen's Magazine* εντυπωσιακές περιγραφές ηλεκτρικών πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν στην Γερμανία. Ίσως από αυτές τις περιγραφές εντυπωσιασμένος, ασχολήθηκε ο Φραγκλίνος προσεκτικότερα με ηλεκτρικά πειράματα και το 1747 ανακοίνωσε την ιδιότητα αιχμηρών αγωγών να "σύρουν προς τα έξω και να αφαιρούν το ηλεκτρικό πυρ". Επρόκειτο προφανώς για ακίδες, στις οποίες, όπως γνωρίζουμε σήμερα, δημιουργείται ισχυρό ηλεκτρικό πεδίο κι έτσι προκαλείται σπινθήρας προς ένα γειωμένο σώμα. Από την εικόνα του σπινθήρα σε σκοτεινό δωμάτιο συμπέρανε ο Φραγκλίνος ότι αντίστοιχα πρέπει να συμβαίνει και με τον κεραυνό. Το 1749 άρχισε πειράματα με αστραπές και το 1752 πραγματοποίησε το θρυλικό πείραμά του με τον χαρταετό. Ο αετός αυτός είχε στο πλαίσιο του στερεωμένο ένα σύρμα που συνδέονταν μέσω βρεγμένου σπάγκου με ένα κλειδί, το οποίο κρατούσε ο Φραγκλίνος με μια μεταξωτή κορδέλα.



Με το εξαιρετικά επικίνδυνο αυτό πείραμα (ηλεκτροπληξία !) κατάφερε αυτός ο πολύ σημαντικός ερευνητής, επιχειρηματίας και πολιτικός να "αφαιρέσει το ηλεκτρικό πυρ" από τα σύννεφα διοχετεύοντάς το στο υγρό έδαφος και να θεμελιώσει την ιδέα για το αλεξικέραυνο. Μια ιδέα που ήταν η αρχή της γέννησης του καλωδίου, το μέσου που θα μετέφερε αυτή την πρωτόγνωρη δύναμη όπου ήθελε ο άνθρωπος.

Έτσι στην σημερινή εποχή φτάσαμε να δημιουργηθεί ένα ολόκληρος βιομηχανικός κλάδος και βιομηχανία παραγωγής καλωδίων.

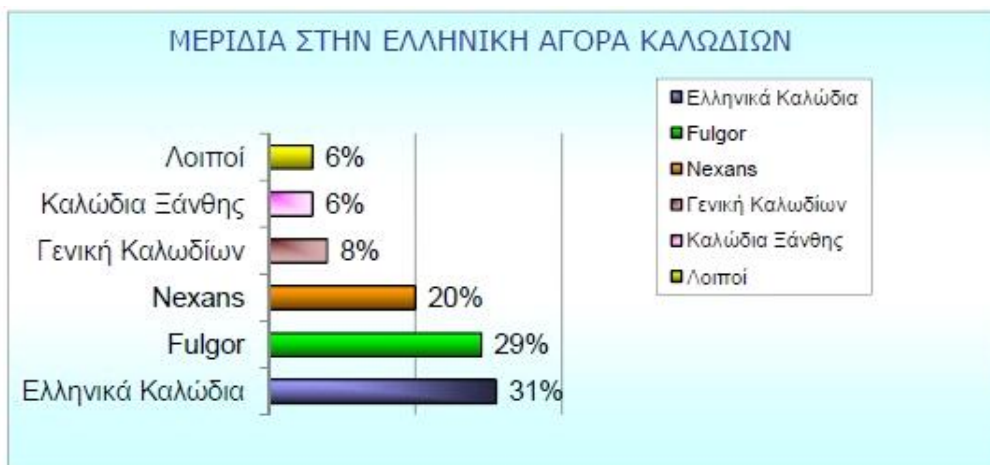


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ

2.1. Ελληνική Αγορά

1. Ο κλάδος των καλωδίων στην Ελλάδα είναι από τους δυναμικότερους της Ελληνικής Βιομηχανίας και η μισή σχεδόν εγχώρια παραγωγή καλύπτει ανάγκες του εξωτερικού. Η αγορά καλωδίων παρουσιάζει ανοδική πορεία τα τελευταία χρόνια (με μέσο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 17% από το 2000 έως το 2008) ενώ το ετήσιο τονάζ κυμάνθηκε στους ογδόντα έξι χιλιάδες (86.000) τόνους και αναμένεται να αγγίξει τους ενενήντα (93.000) το 2009. Τα καλώδια ενέργειας αντιπροσωπεύουν το 83% της αγοράς, ενώ τα καλώδια τηλεπικοινωνιών και τα σύρματα το 13% και 4% αντίστοιχα. (ICAP Κλαδική Μελέτη 2001). Από τους δώδεκα τοπικούς παραγωγούς καλωδίων, κυριαρχούν η ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ Α.Ε, η NEXANS και η FULGECΑ που προέκυψε από τη συνεργασία της FULGOR με την ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ. Συνολικά κατέχουν περίπου το 90% της πελατείας που προμηθεύεται καλώδια από το εσωτερικό.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 παρουσιάστηκε μια πτώση της ζήτησης των καλωδίων, η οποία προκλήθηκε από την επενδυτική υποχώρηση που σημειώθηκε στα έργα ενεργειακών και τηλεπικοινωνιακών υποδομών και την κάμψη της οικοδομικής και γενικότερα της μεταποιητικής δραστηριότητας. Πτώση της ζήτησης κατά την ίδια περίοδο σημειώθηκε άλλωστε και στην ευρωπαϊκή αγορά καλωδίων λόγω της γενικότερης ύφεσης της ευρωπαϊκής οικονομίας.



Αντιμέτωπη με τις δυσμενείς αυτές εξελίξεις η ελληνική βιομηχανία καλωδίων επικέντρωσε τις προσπάθειές της στη διείσδυση σε αγορές του εξωτερικού. Έτσι τα χρόνια της ύφεσης πέτυχε αξιοσημείωτη βελτίωση των εξαγωγικών της επιδόσεων, αναδεικνύοντας την υπεροχή των ελληνικών καλωδίων από πλευράς ποιότητας και κόστους. Το 1995 οι εισαγωγές καλωδίων μόλις στο 4% της φαινομενικής κατανάλωσης και περιοριζόταν σε καλώδια ειδικών χρήσεων, τα οποία δεν παράγονται εγχώρια. Την ίδια χρονιά, εξάγονταν το 39% της συνολικής παραγωγής καλωδίων, κυρίως προς τις χώρες της Ε.Ε., της Μ.Ανατολής και της Ανατολικής Ευρώπης.

Η εξαγωγική προσπάθεια του κλάδου ενισχύθηκε από την πραγματοποίηση σημαντικών επενδύσεων. Μεταξύ 1988 και 1993 πραγματοποιήθηκαν αθροιστικές ακαθάριστες επενδύσεις ύψους 17 δις.δρχ. σε τρέχουσες τιμές. Η επενδυτική δραστηριότητα του κλάδου οδήγησε στην αύξηση του μέσου προϊόντος ανά εργαζόμενο κατά 50% μεταξύ 1988 και 1994, παρά την πτώση του συνολικού αριθμού των απασχολούμενων. Παράλληλα, οι επιχειρήσεις του κλάδου προχώρησαν στη δημιουργία σύγχρονων εργαστηρίων δοκιμών και μετρήσεων και στην εφαρμογή συστημάτων ποιότητας βασισμένων στις διεθνείς προδιαγραφές ISO.

Από την άλλη, η υποχώρηση της εγχώριας ζήτησης που σημειώθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 και οι έντονες διακυμάνσεις των τιμών των κυριότερων πρώτων υλών (χαλκός, αλουμίνιο), επηρέασαν αρνητικά τις πωλήσεις και την κερδοφορία των επιχειρήσεων του κλάδου. Έτσι το περιθώριο μικτού κέρδους μειώθηκε από 17% το 1991 σε 13,8% το 1995, ενώ το περιθώριο καθαρού κέρδους έπεσε στο 3% το 1995, από 4,5% το 1991. Ωστόσο ο κλάδος παραγωγής καλωδίων παρέμεινε κερδοφόρος κατά την περίοδο 1989-1994, ενώ το 1995 μία μόνο επιχείρηση εμφάνισε μικρής έκτασης ζημιές. Παράλληλα οι δείκτες ρευστότητας, δανειακής πίεσης και δανειακής επιβάρυνσης των επιχειρήσεων κινούνται σε επίπεδα που θεωρούνται κανονικά για την ελληνική μεταποίηση.

Σύμφωνα με την μελέτη το σύγχρονο τεχνολογικό επίπεδο των μονάδων του κλάδου, η υψηλή ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος, η αυξημένη ανταγωνιστικότητα του κλάδου που αποδεικνύεται από την βελτίωση των εξαγωγικών επιδόσεων και την πτώση του βαθμού εισαγωγικής διείσδυσης, καθώς και η χρηματοοικονομική ευρωστία των επιχειρήσεων αποτελούν τα σημαντικότερα ισχυρά σημεία της ελληνικής βιομηχανίας καλωδίων.

Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας διατηρεί τα τελευταία χρόνια σταθερή αύξηση (γύρω στο 3,4% ανά έτος), και ένα μεγάλο μέρος των αναγκών καλωδίων της αγοράς προέρχεται από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού. Το Φεβρουάριο 2001, με την μερική απελευθέρωση (35%) της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, η ΔΕΗ έχασε νομικά το μονοπώλιο, αλλά παραμένει προς το παρόν ο μοναδικός τοπικός παραγωγός ενέργειας. Μέχρι το 2008 αναμένεται να υπάρξει ολοκληρωτική απελευθέρωση της ελληνικής αγοράς καθώς η Ευρωπαϊκή Ένωση πιέζει προς αυτή την κατεύθυνση και ήδη υπάρχει έντονο ενδιαφέρον από τη γαλλική EDF, τη Βελγική TRACTEBEL, την ιταλική ENEL, τη γερμανική RWE και την UK's N.P. Αν η κατασκευή ιδιωτικών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθυστερήσει, οι νέοι προμηθευτές ηλεκτρικού ρεύματος θα οδηγηθούν σε ενοικίαση δικτύου κάτι που θα σημαίνει ότι από το 2004 οι ζητήσεις καλωδίων από οργανισμούς παροχής ρεύματος θα αφορούν κυρίως ανάγκες εκσυγχρονισμού του δικτύου και λιγότερο επέκτασής του. Σε αυτό θα παίξουν πάντως σημαντικό ρόλο οι τιμές ενοικίασης και οι Ευρωπαϊκές οδηγίες

που προωθούν την απελευθέρωση. Οι Ελληνικές αρχές έχουν πάντως εκφράσει ανησυχίες για την επάρκεια της υπάρχουσας παραγωγής γνωρίζοντας ότι θα πρέπει να καλυφθούν επιπλέον 6000MW πρόσθετων αναγκών έως το 2015. Κάτι που ενδεχομένως να σημαίνει και σταδιακή ανάκαμψη των αναγκών καλωδίων με δημιουργία νέων δικτύων.

2. Όσον αφορά την αγορά συρμάτων περιέλιξης υπολογίζεται γύρω στους 2.500 τόνους. Οι εισαγωγές καλύπτουν ένα μικρό κομμάτι της ζήτησης και προέρχονται κυρίως από την Τουρκία. Αν και την περίοδο 1996-2000 η εσωτερική κατανάλωση συρμάτων εμαγιέ παρουσίασε μεγάλες διακυμάνσεις, τα τελευταία τρία χρόνια εδραιώνεται μία φθίνουσα τάση. Τέσσερις πολυεθνικές βιομηχανίες (SCHWABE, SCHNEIDER, ALSTOM, SIEMENS), βασικό αντικείμενο των οποίων είναι η κατασκευή μετασχηματιστών (κυρίως για την ΔΕΗ), αντιπροσωπεύουν περίπου το 65-70% της κατανάλωσης. Οι υπόλοιποι είναι κυρίως έμποροι και εταιρίες περιέλιξης κινητήρων με ετήσια κατανάλωση που κυμαίνεται από 1 μέχρι 30 τ. ετησίως.

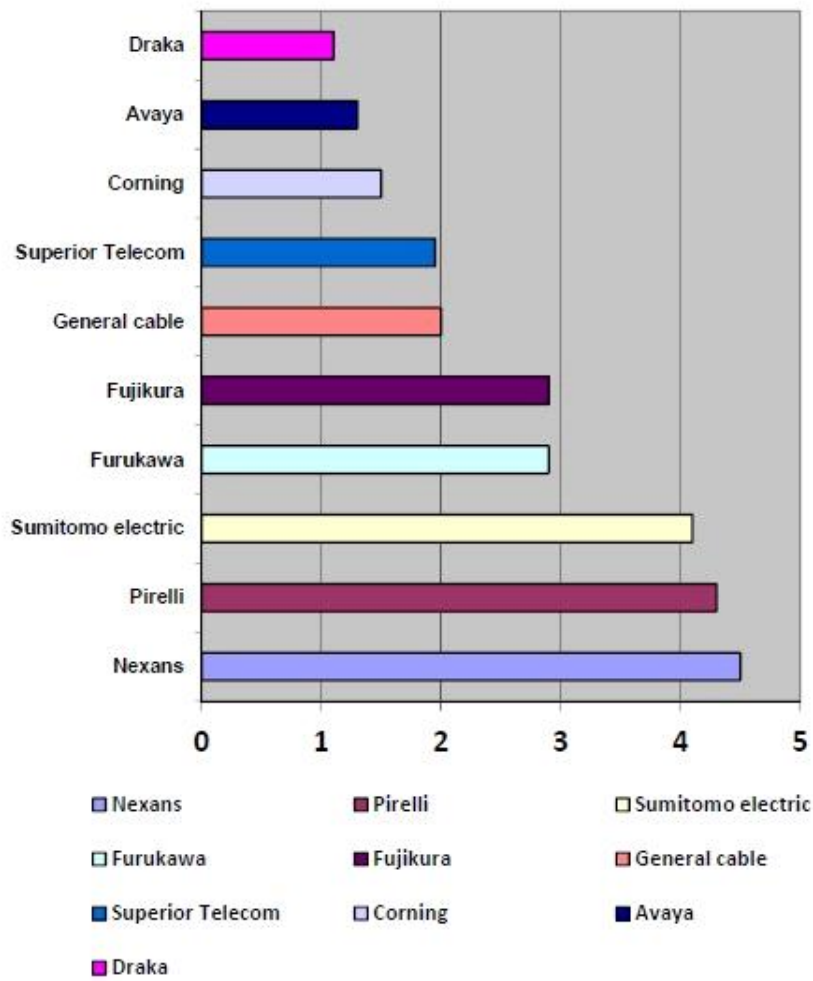
3, Η Ελληνική αγορά στο PVC είναι κυρίως στους σωλήνες, παπούτσια, δάπεδα, που όμως είναι μικρής κατανάλωσης. Στα ελαστικά μίγματα και ειδικά στα Profile κύριοι ανταγωνιστές είναι οι Ιταλοί αλλά και οι Τούρκοι.

2.2 Διεθνής αγορά

Όσον αφορά την παγκόσμια παραγωγή καλωδίων μπορεί να παρατηρηθεί ότι σε αντίθεση με την κατανάλωση, η Ευρώπη παραμένει επικεφαλής και αυτό παρά το ότι άλλες βιομηχανίες κερδήθηκαν από χαμηλού κόστους ανταγωνιστές (κυρίως Ασιατικούς). Δες παράρτημα εικόνα 2.

Όπως φαίνεται και στο συνημμένο πίνακα, η NEXANS που προήλθε από την ALCATEL και η PIRELLI, βρίσκονται στην κορυφή των πωλήσεων με περίπου 4,5 δις. Ευρώ το 2000, ενώ ακολουθεί πολύ κοντά η Ιαπωνική SUMITOMO ELECTRIC. Ο κύριος λόγος που οι Ευρωπαίοι παραμένουν επικεφαλής, είναι ότι το 70% του κόστους παραγωγής καλωδίων είναι πρώτες ύλες (ιδίως χαλκός) οι οποίες έχουν ίδιο κόστος παγκοσμίως. Το κόστος εργασίας αντιστοιχεί γύρω στο 10%, αλλά το οποίο μπορούν να εκμεταλλευθούν οι χαμηλού κόστους ανταγωνιστές μόνο εάν κάνουν σημαντικά άλματα στην ποιότητα.

Παρόλα αυτά, πρέπει κανείς να επισημάνει ότι έστω και αν οι Ευρωπαίοι «γίγαντες» προηγούνται, η παγκόσμια αγορά των καλωδίων παραμένει μοιρασμένη. Οι δέκα (10) παραπάνω κορυφαίες εταιρίες δεν αντιστοιχούν σε περισσότερο από 25% των πωλήσεων παγκοσμίως. Οι μικρότερες εταιρίες δεν παράγουν μόνο ειδικά προϊόντα του κλάδου, αλλά και βασικά καλώδια. Στην Ιταλία για παράδειγμα υπάρχουν περίπου 250 παραγωγοί, στην Ευρώπη περισσότεροι από 4000, ενώ η Κίνα μετράει γύρω στους 2000 παραγωγούς καλωδίων ενέργειας! Η συγχώνευσή τους αν και για αρκετούς θα ήταν επιθυμητή, παραμένει λίγο απίθανη. Η PIRELLI για παράδειγμα εξακολουθεί να βρίσκεται στη διαδικασία ενσωμάτωσης του τομέα καλωδίων της SIEMENS και της BICC, ενώ η NEXANS λειτουργεί με τα δύο τρίτα (2/3) του αριθμού εργοστασίων που είχε μερικά χρόνια νωρίτερα.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Γενικά η σημασία της ποιότητας έχει αναγνωριστεί πλήρως στην εξασφάλιση βιομηχανίας και ποιότητας καλωδίων, που, όπως όρος υπονοεί, περιλαμβάνει τις προγραμματισμένες και συστηματικές ενέργειες με σκοπό να δώσουν την εμπιστοσύνη ότι ένα προϊόν ή μια υπηρεσία θα ικανοποιήσει τις απαιτήσεις για την ποιότητα. Η ποιότητα έχει αποτελέσει το αντικείμενο της αυξανόμενης δημοσιότητας, με τους κυβερνητικούς οργανισμούς που προσφέρουν την υποστήριξή τους, και που κερδίζουν τις πρωτοβουλίες, προωθώντας τη σημασία της. Έχει υπάρξει μια αυξανόμενη έμφαση την τυποποίηση και την τεκμηρίωση των διαδικασιών εξασφάλισης ποιότητας, όχι μόνο για να επιτρέψει στους προμηθευτές για να ικανοποιηθεί ότι το σύστημα της εξασφάλισης της ποιότητας είναι αποτελεσματικό, αλλά και για να καταδείξει αυτό στους πελάτες τους και άλλους.

3.1 Πιστοποίηση

Το σύστημα ποιοτικής διαχείρισης ενός κατασκευαστή και το προϊόν που κατασκευάζει προσαρμόζονται στα αναγνωρισμένα πρότυπα μέσω της πιστοποίησης, ενός συστήματος που αναγνωρίζεται ότι είναι ικανό να εφαρμόσει τις εξετάσεις και τις δοκιμές ελέγχου. Ομοίως, για ένα προϊόν για το οποίο κανένα αναγνωρισμένο πρότυπο δεν υπάρχει, τα στοιχεία καταλληλότητάς του για τη λειτουργία που απαιτείται μπορούν να παρασχεθούν από ένα πιστοποιητικό έγκρισης, από ένα σώμα που αναγνωρίζεται για να είναι ικανό να κάνουν μια κρίση για αυτό το σκοπό.

Υπάρχουν, κατόπιν, τρεις κύριες κατηγορίες πιστοποίησης σχετικές με την ποιότητα

α) Πιστοποίηση του συστήματος ποιοτικής διαχείρισης : αυτό είναι μια επαλήθευση ότι η οργάνωση, ο προγραμματισμός και το σύστημα του προμηθευτή ποιοτικού ελέγχου και λειτουργίας της παρέχουν την εμπιστοσύνη ότι ο προμηθευτής θα ικανοποιήσει τις απαιτήσεις για την ποιότητα.

β) Πιστοποίηση της συμμόρφωσης προϊόντων : αυτό είναι μια επαλήθευση που, εφ' όσον είναι εύλογα εξακριβώσιμος, το προϊόν του προμηθευτή προσαρμόζεται στα πρότυπα με τα οποία προορίζεται να συμμορφωθεί, και είναι βασισμένο στην εξέταση και τη δοκιμή των πραγματικών δειγμάτων του προϊόντος που λαμβάνεται από την παραγωγή του προμηθευτή ή που αγοράζεται στην αγορά.

γ) Πιστοποίηση έγκρισης προϊόντων : για τα προϊόντα έξω από το πεδίο των υπαρχόντων προτύπων, μια πιστοποίηση ότι ένα προϊόν μπορεί με βεβαιότητα να εκτελεστεί ακίνδυνα όπως αυτό απαιτείται είναι από πιστοποίηση «τρίτων». Είναι πιστοποίηση από μια ανεξάρτητη οργάνωση εγκρίσεων και όχι μεμονωμένο αγοραστή. Η πιστοποίηση μπορεί να καλύψει το σύστημα ποιοτικής διαχείρισης του προμηθευτή ή/και ένα προϊόν ή μια σειρά των προϊόντων και ισχύει για αυτά ανεξάρτητα από ποιοι οι αγοραστές μπορεί να είναι. Οποιοσδήποτε πελάτης μπορεί επομένως να δεχτεί την πιστοποίηση τρίτων ενός κατασκευαστή όπως απευθυνόμενος στις αγορές του, υπό τον όρο ότι, φυσικά το προϊόν που αγοράζεται είναι μέσα στη σειρά που καλύπτεται από την πιστοποίηση.

3.1.1 ISO 9000

Τα πρότυπα που διευκρινίζουν τις απαιτήσεις για τα αποτελεσματικά συστήματα ποιοτικής διαχείρισης περιλαμβάνονται στις EN ISO 9000 σειρές. Ο EN ISO 9000-1 παρέχει οδηγίες σχετικά με την επιλογή και τη χρήση των άλλων προτύπων στη σειρά. Από αυτούς, ο πιο κατάλληλος για την κατασκευή καλωδίων και ο ανεφοδιασμός είναι EN ISO 9001 και 9002.

ISO 9001 είναι η απαίτηση της συνολικής εξασφάλιση ποιότητας στο σχέδιο, την ανάπτυξη, την παραγωγή, την εγκατάσταση και τη συντήρηση, όπου απαιτείται. Ο ISO 9002 δεν περιλαμβάνει τις απαιτήσεις για το σχέδιο και την ανάπτυξη. Επομένως χρησιμοποιείται όπου τα προϊόντα κατασκευάζονται σε αναγνωρισμένα πρότυπα και υποτίθεται ότι η συμμόρφωση με τα πρότυπα δίνει μια διαβεβαίωση ότι το σχέδιο του προϊόντος είναι κατάλληλο για την προοριζόμενη χρήση.

3.2. Πρότυπα και κανονισμοί

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ

Τα ηλεκτρολογικά υλικά (π.χ. καλώδια, πίνακες), οι συσκευές (π.χ. ηλεκτρικές μηχανές, οικιακές συσκευές) και ο τρόπος εγκατάστασής τους ή σύνδεσή τους περιγράφονται και προσδιορίζονται από πρότυπα. Υπάρχουν εκατοντάδες πρότυπα τα οποία ενημερώνονται και επανξάνονται ή καταργούνται με την πρόοδο της τεχνολογίας. Υπάρχουν π.χ. πρότυπα καλωδίων, πρότυπα ηλεκτρικών μηχανών, πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Τα πρότυπα είναι κείμενα κοινής αποδοχής εγκεκριμένα από διάφορους φορείς τυποποίησης π.χ. IEC, ΕΛΟΤ κ.λ.π. Ένα πρότυπο μπορεί να περιέχει και οδηγίες, τεχνικούς κανόνες ή χαρακτηριστικά λειτουργίας που απαιτούνται για να επιτευχθούν βέλτιστα αποτελέσματα.

Ορισμένα πρότυπα μπορεί να είναι υποχρεωτικά, π.χ. τα πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων κτιρίων, επειδή αυτά αφορούν στην ασφάλεια ατόμων και περιουσιακών στοιχείων.

Στην περίπτωση ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, εγκυμονούν οι εξής δύο κίνδυνοι:

- ηλεκτροπληξία ανθρώπων ή εκτρεφόμενων ζώων
- πυρκαγιά ή εκρήξεις λόγω σπινθήρων ή ηλεκτρικού τόξου

ΓΤ αυτούς τους λόγους, πέραν των προτύπων, εθνικοί φορείς εκδίδουν κανονισμούς οι οποίοι είναι εθνικοί νόμοι. Στην Ελλάδα π.χ. ο φορέας είναι το Υπουργείο Ανάπτυξης (Υ.Α.) και εισηγείται, μετά από σχετική εισήγηση του ΕΛΟΤ, το κείμενο του νόμου των «Κανονισμών Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων», ΚΕΗΕ, στην Κυβέρνηση.

Ήδη από το θέρους 1997 άρχισαν οι εργασίες στον ΕΛΟΤ για την σύνταξη ενός νέου κανονισμού, ο οποίος θα προταθεί στο Υ.Α. για να αντικαταστήσει τον υπάρχοντα ΚΕΗΕ. Αυτός θα βασίζεται στα ισχύοντα Ευρωπαϊκά Πρότυπα, όπως θα δούμε παρακάτω.

3.2.1. Φορείς τυποποίησης

Φορείς τυποποίησης ηλεκτρικών εγκαταστάσεων που μας ενδιαφέρουν εδώ άμεσα είναι οι εξής:

IEC: International Electrotechnical Commission.

Διεθνείς Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή

Ανήκουν 57 κράτη μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα καθώς και κράτη εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης

Διεύθυνση δικτύου <http://www.iec.ch>

CENELEC: Commitee European de Normalisation Electrotechnique

Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την Ηλεκτρονική Τυποποίηση

Είναι όργανο της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Έδρα: Βέλγιο

Διεύθυνση δικτύου <http://www.cenelec.be> ΕΛΟΤ: Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης Εποπτεύεται από το Υπουργείο

Ανάπτυξης Διεύθυνση δικτύου <http://www.elot.gr>

Εθνικοί φορείς τυποποίησης ηλεκτρικών εγκαταστάσεων υπάρχουν σε όλα τα κράτη της Ε.Ε. μερικοί από τους οποίους είναι:

VDE: Verband Deutscher Electrotechniker

Εκδίδει τα πρότυπα VDE 100

Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Χαμηλής Τάσης

Γερμανία

BSI: British Standards Institution Εκδίδει το BS 7671

Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, που είναι το ίδιο με το Πρότυπο IEE Wiring Regulations Ηνωμένο Βασίλειο

UTE: Union Technique de Γ Electricite. Εκδίδει τα πρότυπα C - 15 - 100 Γαλλία

Η ταυτότητα και ο ρόλος των παραπάνω φορέων IEC, CENELEC, ΕΛΟΤ, στην τυποποίηση ηλεκτρικών εγκαταστάσεων είναι συνοπτικά ο εξής:

— Η IEC ιδρύθηκε το 1904 έχει διεθνή χαρακτήρα και εκδίδει πρότυπα διεθνούς κύρους. Η εφαρμογή των IEC προτύπων στα κράτη μέλη είναι εθελοντική σύμφωνα με το καταστατικό της IEC, στην ουσία όμως υιοθετούνται στην πλειονότητά τους από τα κράτη μέλη. Η IEC έχει σήμερα 104 IEC τεχνικές επιτροπές Technical Committies (TC) και 2 κοινές TC, μια με τον διεθνή οργανισμό τυποποίησης ISO και μία με τον οργανισμό για ραδιοπαρεμβολές CISRP. Από αυτές τις επιτροπές η **TC 64 ασχολείται με το αντικείμενο των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για κτίρια, Electrical Installations for Buildings, που στην ουσία είναι οι Εγκαταστάσεις Χαμηλής Τάσης, και η TC 20 για τα καλώδια.**

- Η IEC εκδίδει πρότυπα ονομαζόμενα δημοσιεύσεις. Οι δημοσιεύσεις (Publications) εκδίδονται από τις τεχνικές επιτροπές Technical Commisions (TC), π.χ. οι δημοσιεύσεις περί καλωδίων εκδίδονται από την Τεχνική Επιτροπή TC 20. Η έκδοση ενός προτύπου υπόκειται σε διαδικασίες που διαρκούν πολλά έτη π.χ. 3 - 5 έτη.

- Η CENELEC ιδρύθηκε την 1.1. 1973 και εκδίδει τα πρότυπα που έχουν δύο μορφές: τα Ευρωπαϊκά πρότυπα, EUROPEAN NORMS (EN) ή τα έγγραφα εναρμόνισης HARMONIZATION DOCUMENTS (HD). Ένα μεγάλο μέρος (80% περίπου) των προτύπων της CENELEC, βασίζεται σε υπάρχοντα πρότυπα της IEC. Αυτά είναι τα έγγραφα εναρμόνισης HARMONIZATION DOCUMENTS (HD). Η CENELEC γι' αυτό το σκοπό, παίρνει τα πρότυπα της IEC σαν βάση και τα εναρμονίζει μεταξύ των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Αποτέλεσμα της εναρμόνισης είναι τα έγγραφα της εναρμόνισης HARMONIZATION DOCUMENTS, HD. Ένα έγγραφο εναρμόνισης αποτελείται από το κείμενο της IEC, που είναι και ο βασικός κορμός και ενδεχόμενα προσθέσεις ή αφαιρέσεις κειμένων που αφορούν διάφορα κράτη της Ένωσης. Υπάρχουν συχνά κοινές αλλαγές για όλα τα ευρωπαϊκά κράτη. Συχνά όμως υπάρχουν και αλλαγές που ισχύουν ένα συγκεκριμένο κράτος. Η εναρμόνιση γίνεται αφού γίνουν εθνικές προτάσεις και αφού γίνει ψηφοφορία, όπου τουλάχιστον 71% των <ειδικά βεβαρημένων ψήφων> πρέπει να είναι υπέρ της εναρμόνισης (η ψήφος έχει διαφορετικό βάρος για κάθε μέλος). Σε περιπτώσεις όπου η CENELEC δεν έχει IEC πρότυπο να στηριχθεί, εκδίδει και ευρωπαϊκά πρότυπα European Norms EN.

- Ο ΕΛΟΤ ή οι άλλοι εθνικοί φορείς συμμετέχουν ουσιαστικά και δια ψήφου στην εναρμόνιση ή τα ευρωπαϊκά πρότυπα και επιπλέον αναλαμβάνουν την μετάφραση <την τεχνικά ισοδύναμη απόδοση> στην γλώσσα της χώρας τους.

3.2.2. Χρονική εξέλιξη της ηλεκτροτεχνικής τυποποίησης

Το πρώτο κείμενο σχετικά με την τυποποίηση αναφέρεται στον 4^ο π.χ. αιώνα σε στήλη που βρέθηκε στο Θριάσιο Πεδίο και αφορούσε στην κατασκευή ορειχάλκου. Σήμερα η τυποποίηση καλύπτει το σύνολο σχεδόν των παραγομένων προϊόντων περιλαμβάνοντας όχι μόνο τα ηλεκτρολογικά υλικά, αλλά και τις ηλεκτρολογικές κατασκευές. Η χρονική εξέλιξη της ηλεκτροτεχνικής τυποποίησης παρουσιάζεται παρακάτω:

1904: International Electrotechnical Commission (IEC)

1973: Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC)

1960: Ελληνική Ηλεκτροτεχνική Ένωση (ΕΗΕ)

1976: Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης (ΕΛΟΤ) —» Διεύθυνση Τυποποίησης Υπουργείου Ανάπτυξης

1978: Ένωση ΕΗΕ και ΕΛΟΤ

Παρόλη τη συμμετοχή εκπροσώπων χωρών - μελών απ' όλες τις χώρες του κόσμου με ενδιαφέρον και τεχνικό υπόβαθρο στην ηλεκτροβιομηχανία, (σήμερα ξεπερνάνε τις 50) μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '70 οι εκδόσεις της IEC είχαν την μορφή Συστάσεων (Recommendation) και μόνο την τελευταία δεκαετία χρησιμοποιείται ο όρος Πρότυπο (Standard). Εντούτοις και σήμερα οι εκδόσεις της IEC αν και χρησιμοποιούνται παγκόσμια δεν είναι υποχρεωτικές για τις χώρες που συμμετέχουν σ' αυτή.

Αντίθετα η CENELEC αν και ιδρύθηκε περίπου 70 χρόνια μετά επεξεργάζεται πρότυπα, που άλλα μεν, (κυρίως αυτά που αφορούν θέματα Υγείας, Ασφάλειας και Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων) με τον τίτλο European Norms (EN) εφαρμόζονται υποχρεωτικά καλυπτόμενα από την ύπαρξη σχετικής νομοθεσίας των χωρών-μελών, αλλά δε υπό τη μορφή Harmonized Document (Εγγραφο Εναρμόνισης) επιτρέπουν στις χώρες-μέλη να αποδέχονται την εφαρμογή μικρών παρεκκλίσεων για συγκεκριμένο (σχετικά μεγάλο) χρονικό διάστημα έως ότου εναρμονίσουν τα δικά τους Εθνικά Πρότυπα.

Πάντως πρέπει να τονισθεί ότι σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα είναι υποχρεωτικά αποδεκτά σε όλους τους διαγωνισμούς του Δημόσιου Τομέα.

Στην Ελλάδα με την ηλεκτροτεχνική τυποποίηση ασχολήθηκε κατ' αρχάς η Ελληνική Ηλεκτροτεχνική Ένωση (ΕΗΕ) που ιδρύθηκε το 1960. Η ίδρυση του ΕΛΟΤ το 1976, (άρχισε να λειτουργεί το 1977), κάλυψε αυτή τη δραστηριότητα της ΕΗΕ στον τομέα της τυποποίησης και τελικά την απορρόφησε το 1978. Από τότε την ευθύνη για την ηλεκτροτεχνική τυποποίηση την έχει ο ΕΛΟΤ με την εποπτεία της Δ/σης Τυποποίησης του Υπουργείου Ανάπτυξης (πρώην ΥΒΕΤ). Στην CENELEC μετέχουν 18 χώρες, ήτοι οι χώρες-μέλη της Ε.Ε. και οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ζώνης Ελευθέρων Συναλλαγών (ΕΦΤΑ).

Οι χώρες αυτές, που είναι επίσης και μέλη της IEC, είναι οι εξής: Αυστρία, Βέλγιο, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ισλανδία, Ιρλανδία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Νορβηγία, Πορτογαλία, Ισπανία, Σουηδία, Ελβετία, Ηνωμένο Βασίλειο.

Σκοπός της ίδρυσης της CENELEC είναι η κατά το δυνατόν υλοποίηση της νέας πολιτικής της Ε.Ε., σύμφωνα με την οποία απαιτείται η εκπόνηση εναρμονισμένων προτύπων ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή των κοινοτικών Οδηγιών (Directives). Θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο τομέας της Ηλεκτροτεχνικής Βιομηχανίας στην Ε.Ε. κατέχει σημαντική θέση με ετήσια παραγωγή πάνω από 80 δις. ECU και ο όγκος των ενδοκοινοτικών εμπορικών συναλλαγών ξεπερνά τα 35 δις. ECU.

3.2.3. Σκοπός της Cenelec

Μοναδικό εναρμονισμένο ηλεκτροτεχνικό Πρότυπο στην Ευρώπη, νομοθετικά επικυρωμένο.

Αγορά αγαθών & υπηρεσιών απαλλαγμένη από εμπόδια.

Συμμόρφωση των χαρακτηριστικών των προϊόντων και tests με τεχνολογία αιχμής.

Ομαλή εισαγωγή καινοτομιών στην αγορά.

Οι Γραμματείες της CENELEC και της ΕΦΤΑ σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, την COMMISSION δίδουν στην Ευρωπαϊκή Αγορά τις Οδηγίες και τα Διεθνή Πρότυπα. Είναι προφανή τα πλεονεκτήματα της Ευρωπαϊκής Τυποποίησης αφού πριν υπήρχαν 18 Εθνικά Πρότυπα : DIN, OVE, CEI, BS, NP, SFS, NEN, SS, YNE, NF, I.S., (SEE), CS, NBN, ISF, SEV, NEK, ELOT, ενώ σήμερα υπάρχει μόνο ένα Πρότυπο για την συμμόρφωση των προμηθευτών σε τουλάχιστον 18 χώρες: EN (European Norms).

Ο ΕΛΟΤ είναι Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου που φέτος μετατράπηκε σε Α.Ε., χρηματοδοτείται κυρίως από το κράτος και εποπτεύεται από το Υπουργείο Ανάπτυξης. Διοικείται από το ΔΣ που αποτελείται από εκπροσώπους της δημόσιας διοίκησης, επιστημονικών φορέων και παραγωγικών τάξεων. Το οργανόγραμμά του φαίνεται στο σχήμα 2. Εκτός από την παραγωγή προτύπων μέσα στους σκοπούς του ΕΛΟΤ 'είναι η απονομή του σήματος ποιότητας η χορήγηση πιστοποιητικών ποιότητας, η διενέργεια εργαστηριακών δοκιμών αποδοχής εξοπλισμού κ.α.

Επίσης στον ΕΛΟΤ λειτουργεί το Εθνικό Κέντρο Πληροφόρησης για Πρότυπα και Τεχνικούς Κανονισμούς που προβλέπεται από τις κοινοτικές οδηγίες και το οποίο αποτελεί επίσης και το κέντρο Πληροφόρησης για την Ελλάδα της Γενικής Συμφωνίας Δασμών και

Εμπορίου.

3.2.4. Συμμετοχή του ΕΛΟΤ σε διεθνείς οργανισμούς

Ο ΕΛΟΤ είναι διαπιστευμένος και εκπροσωπεί την Ελλάδα κατ' αποκλειστικότητα σε 11 ευρωπαϊκές και διεθνείς οργανισμούς τυποποίησης και ποιότητας εξοπλισμού και επιχειρήσεων:

- α) Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO)
- β) Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (IEC)
- γ) Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN)

- δ) Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης (CENELEC)
- ε) Ευρωπαϊκή Οργάνωση για τις Τεχνικές Εγκρίσεις (EOTA)
- στ) Ευρωπαϊκή Αξιολόγησης και Πιστοποίησης Συστημάτων Ποιότητας (EQNET)
- ζ) Ευρωπαϊκή Οργάνωση για Δοκιμές και Πιστοποίηση (EOTC)
- η) Ευρωπαϊκή Οργάνωση για Τεχνικές Εγκρίσεις (EOTA)
- θ) Σύστημα για Έλεγχο Συμμόρφωσης με Πρότυπα (IECEE)
- ι) Φορείς Πιστοποίησης για Ηλεκτρικές Συσκευές (IECEE)
- ια) Ευρωπαϊκό Συμβούλιο για Τυποποίηση edi (edes)

Το τεχνικό έργο όλων των οργανισμών τυποποίησης διεξάγεται από αντίστοιχες Τεχνικές

Επιτροπές, αλλά και Ομάδες Εργασίας που υπάγονται στις πρώτες.

Μπορούμε να απαριθμήσουμε πάνω από 200 Technical Committees στην IEC.

Η CENELEC λειτουργεί παράλληλα με την IEC σε 70 τομείς της Ηλεκτροτεχνίας με πολλούς από τους οποίους ασχολούνται και οι ΤΕ του ΕΛΟΤ.

Σήμερα υπάρχουν περίπου 90 ΤΕ του ΕΛΟΤ οι οποίες λειτουργούν σύμφωνα με τον εσωτερικό κανονισμό λειτουργίας των ΤΕ του ΕΛΟΤ και προσπαθούν να καλύπτουν τα σημαντικότερα για την Ελλάδα θέματα. Στις επιτροπές αυτές συμμετέχουν εκπρόσωποι διαφόρων φορέων της πολιτείας, διευθύνονται από Τεχνικούς υπεύθυνους που ορίζονται από τον ΕΛΟΤ και συνεργάζονται και μερικές φορές υποστηρίζονται γραμματειακά από 20 πλέον οργανισμούς του Δημοσίου και του Ιδιωτικού Τομέα.

3.2.5 HAR σημάδι

Μια ιδιαίτερη και σημαντική μορφή τυποποίησης συμμόρφωσης προϊόντων είναι μια άδεια για χρησιμοποίηση < HAR > σημάδι. Αυτό είναι ένα σύστημα πιστοποίησης που επινοείται στην CENELEC για να ισχύει για τα εναρμονισμένα καλώδια. Ενώ η εναρμόνιση των προτύπων είναι ένα σημαντικό βήμα στην κατάργηση των τεχνικών εμποδίων στο εμπόριο μεταξύ των χωρών μελών, αναγνωρίστηκε ότι οι διαφορές στις διαδικασίες πιστοποίησης, με μερικούς πελάτες σε μερικές χώρες που επιμένουν στην πιστοποίηση από το εθνικό σώμα τους, θα μπορούσαν να εμποδίσουν το μάρκετινγκ από μια χώρα σε άλλες. Γι αυτό το λόγο διάφοροι οργανισμοί συμμετέχουν για αμοιβαία αναγνώριση και συμφωνία υπό την αιγίδα CENELEC στη HAR ομάδα, που αφορά τα καλώδια. < HAR > είναι το σχέδιο σημαδιών για τα καλώδια, που καταρτίζονται στη συνεργασία μεταξύ της CENELEC TC20 και της ομάδας HAR, και είναι ένα εναρμονισμένο σχέδιο πιστοποίησης συμμόρφωσης προϊόντων.

Οι άδειες για να χρησιμοποιήσουν < HAR > το σημάδι στους εναρμονισμένους τύπους καλωδίων χορηγούνται από την ορισμένη εθνική οργάνωση έγκρισης (NAO) σε κάθε μετέχουσα χώρα. Στο UK αυτό είναι BASEC, στην Ελλάδα ο ΕΛΟΤ. Το σημάδι αποτελείται από < HAR > προηγούμενο από το σημάδι του NAO που τυπώνεται ή που επιδεικνύεται, έξω από το καλώδιο, ή μπορεί να δηλωθεί από ένα χρωματισμένο νήμα μέσα στο καλώδιο. Τα χρώματα του νήματος είναι κίτρινο, κόκκινο και μαύρο και τα μήκη των τριών χρωμάτων δείχνουν τη χώρα του NAO.

Οι απαιτήσεις για το NAO να εκδοθεί η έγκριση είναι κοινές για όλες τις χώρες μέλη και περιλαμβάνουν την αρχική επιθεώρηση της κατασκευής και εξεταστικές εγκαταστάσεις, της δοκιμής των δειγμάτων για την αρχική έγκριση και της επόμενης επιτήρησης με την περιοδική δοκιμή των δειγμάτων. Οι αριθμοί δειγμάτων, σχετικοί με τον όγκο παραγωγής, οι δοκιμές που πραγματοποιούνται και η συχνότητά τους και οι βάσεις της αξιολόγησης είναι οι ίδιοι για όλες τις χώρες και υπάρχει αμοιβαία αποδοχή του σημαδιού μεταξύ των χωρών. Παραδείγματος χάριν, BASEC<HAR> το σημάδι θα γινόταν αποδεκτό στη Γερμανία όπως ισοδύναμο με VDE < HAR > το σημάδι, στις Κάτω Χώρες όπως ισοδύναμο με KEMA < HAR> το σημάδι και τα λοιπά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

4.1. Αγωγοί Καλωδίων

Οι αγωγοί κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό και σπάνια από αλουμίνιο. Γίνεται επίσης χρήση του αλουμινίου σαν αγωγού, σε καλώδια διατομών συνήθως άνω των 35 mm². Πλεονέκτημα του αλουμινίου σε σχέση με το χαλκό είναι η χαμηλή τιμή του καλωδίου και το μικρότερο βάρος. Μειονεκτήματα του αλουμινίου είναι ότι δεν συγκολλάτε με μαλακή κόλληση χαμηλού σημείου τήξης (π.χ. κασσιτεροκόλληση) και ότι διαβρώνεται ευκολότερα λόγω ηλεκτροχημικών δράσεων. Ωστόσο, επειδή οι ακροδέκτες των καλωδίων συνήθως συμπιέζονται πάνω στους αγωγούς, η ικανότητα συγκόλλησης δεν παίζει σημαντικό ρόλο.

Η μορφή των αγωγών είναι στρογγυλή. Για πολυπολικά καλώδια μεγάλων διατομών (>35 mm²) χρησιμοποιούνται διατομές κυκλικού τομέα (τριγωνικές χαρακτηρίζονται με S). Όσο αφορά την ευκαμψία, έχουμε αγωγούς, οι οποίοι χαρακτηρίζονται κατά IEC 228 ως εξής (κωδικός σε παρένθεση):

μονό κλώνους (U), κυκλικού τομέα (S), υψηλής ευκαμψίας πολύκλωνους (K), υπερύψηλης ευκαμψίας (F), (E), (D).

Αγωγούς υψηλής και υπερύψηλης ευκαμψίας χρησιμοποιούμε σε καλώδια για συγκολλήσεις, για κινητές συσκευές γερανούς κ.λ.π. εκεί που το καλώδιο υπόκειται σε συνεχείς κάμψεις.

4.2. Μονωτικά καλωδίων

Το μονωτικό και το πάχος του προσδιορίζει την ηλεκτρική αντοχή του καλωδίου σε τάση, αλλά και την επιτρεπόμενη ένταση του ρεύματος φόρτισης του αγωγού, γιατί αυτή είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας στην οποία αντέχει το μονωτικό. Σε ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος, π.χ. σε φούρνους και σε φωτιστικά, γίνεται χρήση ειδικών μονωτικών όπως ελαστικού σιλικόνης ή οξικού βινυλαιθυλίου. (EVA).

Με μικρές εξαιρέσεις, σε εγκαταστάσεις γίνεται χρήση καλωδίων με τα μονωτικά του πιο πάνω πίνακα με τους κωδικούς τους κατά «HD 361.S2» όπου μέσα σε παρένθεση αναφέρεται μία VDE 0250 κωδική σημασία που ακολουθείται από πολλούς και στην Ελλάδα.

Στη χαμηλή τάση, σε παλιές εγκαταστάσεις ισχύος συναντά κανείς σπάνια καλώδια με μόνωση χαρτιού με παχύρρευστη μάζα.

Από αυτά τα μονωτικά του πίνακα το PVC χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για μόνιμες ή όχι εγκαταστάσεις κάτω από κανονικές συνθήκες.

Εκτός από την κύρια μόνωση, έχουμε και την εξωτερική μόνωση (ή μανδύα) που γίνεται συνήθως ή από PVC ή από πολυχλωροπρένιο (= νεοπρένιο) ή από πολυαιθυλένιο ή από χλωροπρένιο.

Μονωτικά καλωδίων χαμηλής τάσης	Συνεχώς επιτρεπόμενες Βραχυκύκλωμα, θερμοκρασίες
Πολυβινυλοχλωρίδιο PVC: (Y)	70°C/170°C
Ελαστικό σιλικόνης S: (2G)	180°C/400°C
Ελαστικό μείγμα R : (3G)	60°C/200°C
Ελαστικό όξινου βινυλαιθυλίου EVA, E:(4G)	120°C/250°C
Ελαστικό αιθυλενίου-προπυλενίου ΕΡΠ, B2: (3G)	90°C/250°C
Δικτυωμένο πολυαιθυλένιο XLPE : (2X)	90°C/250°C

4.3 Μονωτικά μέσης τάσης

Μονωτικά καλωδίων μέσης τάσης	Συνεχώς επιτρεπόμενες θερμοκρασίες	Βραχυχρόνια (5sec) επιτρεπόμενες θερμοκρασίες
Πολυβινυλοχλωρίδιο PVC,V,(Y) μέχρι 6kV/10kV	70°C	170°C
Αιθυλενιούχο προπυλαινιούχο, ελαστικό ERP,B2, (3G)	90°C	250°C
Δικτυωμένο πολυαιθυλένιο XLPE(2X) μέχρι 86/150kV	90°C	250°C

Στη μέση τάση 3...20kV, στην χώρα μας, χρησιμοποιούνται κατά κανόνα καλώδια με μόνωση κυρίως από χημικά δικτυωμένο πολυαιθυλένιο XLPE. Υπάρχουν επίσης καλώδια από αιθυλενιούχο- προπυλαινιούχο ελαστικό ERP που έχουν μεγαλύτερη ελαστικότητα και είναι ανθεκτικότερα στο λάδι ή σε άλλα χημικά απ' ότι καλώδια XLPE. Καλώδια ERP είναι όμως ακριβότερα απ' ότι τα καλώδια XLPE. Σε χαμηλότερες τάσεις π.χ. 6/10 kV μπορεί να χρησιμοποιηθούν και καλώδια PVC σαν μονωτικό. Είναι φθηνότερα αλλά οι εδώ βιομηχανίες δεν τα παράγουν εν σειρά.

Σπάνια (κυρίως από τη ΔΕΗ) γίνεται χρήση καλωδίων μέσης τάσης με μονωτικό από χαρτί με μάζα.

Ο εξωτερικός μανδύας σε καλώδια ΜΤ είναι από ΡΝC ή από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο ή από πολυχλωροπρένιο. Σε καλώδια χαρτιού ο μανδύας μπορεί να είναι από μόλυβδο που περιβάλλεται από χαλύβδινες ταινίες, ίνες και πίσσα. Το χρώμα του εξωτερικού μανδύα καλωδίων ΜΤ με πλαστική μόνωση είναι κόκκινο.

4.4 Πλαστικά μείγματα

Τα πιο πάνω μονωτικά υλικά καλωδίων χαμηλής και μέσης τάσης αναμειγνύονται με ουσίες για να διαμορφωθούν κατάλληλες ιδιότητες όπως ελαστικότητα, χρώμα, αντοχή στη θερμοκρασία, μηχανικές καταπονήσεις κ.λ.π.

Έτσι τα πρότυπα συναντά κανείς τους όρους μείγματα μονωτικών και μείγματα μανδύα ως εξής:

4.4.1 Μείγματα μονωτικών

(συνεχής/βραχυχρόνια θερμοκρασία)

ΤΙ1 (κυρίως ΡVС) δύσκαμπτο (70°C/1700)

ΤΙ2 (κυρίως ΡVС) εύκαμπτο (70°C/170°C)

ΕΙ1 (κοινό ελαστικό (60°C/180°C)

ΕΙ2 ελαστικό σιλικόνης (180°C/400°C)

ΕRΡ μείγμα με βάση αιθυλενιούχο προπυλαινιούχο ελαστικό (90°/250°)

XLPE μείγμα με βάση το χημικά δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (90°/250°)

HX μείγμα διασταυρούμενου-ελεύθερου αλογόνων- πολυμερισμένου μείγματος

4.5 Μείγματα μανδύα

SE1 με βάση πολυχλωροπρένιο ή χλωριοθειούχο πολυαιθυλένιο ή παρόμοια πολυμερή.

ST2 με βάση ΡVС για Μ.Τ.

ΤΜ1 μανδύας ΡVС για Χ.Τ., δύσκαμπτος

ΤΜ2 μανδύας ΡVС για Χ.Τ., εύκαμπτος

ΕΜ1 μανδύας για Χ.Τ. από κοινό ελαστικό

ΕΜ2 μανδύας για Χ.Τ. από πολυχλωροπρένιο (αντέχει στο λάδι)

ΗΜ2 μανδύας για Χ.Τ. από θερμοπλαστικό LSF

ΗF1 μανδύας για Χ.Τ. από πολυμερισμένο μείγμα ελεύθερου αλογόνου.

4.5.1 Ιδιότητες των μονωτικών

Το ΡVС χρησιμοποιείται εφ' όσον αυτό επιτρέπεται από τεχνικούς λόγους, γιατί είναι φθηνό και ανθεκτικό από μηχανική και χημική άποψη. Τα όριά του είναι από άποψη τάσης 6kV/1 0kV(φασική/πολική τάση). Λόγω των υψηλών διηλεκτρικών απωλειών δεν χρησιμοποιείται σε υψηλότερες τάσεις. Δεν είναι ανθεκτικό σε πολύ χαμηλές (<-30°C) ή πολύ ψηλές θερμοκρασίες (>70°C). Σε διαρκή καταπόνηση πάνω των 70°C γίνεται εύθραυστο και σχηματίζει ρωγμές. Επιτρέπεται η διαρκής καταπόνησή του μέχρι 70°C.

Διάφορα συνθετικά ελαστικά όπως βουτύλιο, οξικό βινυλαιθύλιο (EVA) και αιθυλένιο-προπυλένιο (ERP) χρησιμοποιούνται για λόγους ευκαμψίας ή και αντοχής σε θερμοκρασία. Το αιθυλενίουχο-προπυλενίουχο ελαστικό ERP χρησιμοποιείται και σε εύκαμπτα καλώδια μέσης τάσης. Τα καλώδια με μείγματα ελεύθερων αλογόνων (SHF1) (Halogen-Free) δεν ελκύουν χλώριο, φθόριο ή βρώμιο όταν καίγονται. Τα χημικά αυτά υλικά είναι τοξικά και προκαλούν ερεθισμούς και βλάβες στο αναπνευστικό σύστημα. Ακόμη είναι διαβρωτικά και μπορούν να καταστρέψουν ηλεκτρονικά εξαρτήματα και επαφές.

Τα καλώδια που περιέχουν PVC καιγόμενα εκπέμπουν πυκνό καπνό σε μεγάλες ποσότητες και παρεμποδίζουν την όραση με συνέπεια να καθίσταται δύσκολη η διαφυγή από ένα κτίριο που καίγεται. Τα καλώδια με χαμηλή εκπομπή καπνού (low smoke) εκπέμπουν ελάχιστο καπνό ώστε να μην παρεμποδίζεται η όραση (LSF).

Για διαρκείς υψηλές θερμοκρασίες, όπως σε φούρνους, γίνεται χρήση *καλωδίων με ελαστικό σιλικόνης*. Η μόνωση ελαστικού σιλικόνης αντέχει διαρκώς σε 180°C χωρίς να αποικοδομείται. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, π.χ. 120°C, γίνεται και χρήση του ελαστικού από οξικό βινυλαιθύλιο (EVA) ή και χρήση του μονωτικού αιθυλενίουχο-προπυλενίουχο ελαστικού (ERP) που αντέχει συνεχώς σε 90°C.

Το πολυαιθυλένιο χρησιμοποιείται στη μέση τάση γιατί έχει χαμηλές διηλεκτρικές απώλειες και είναι μηχανικά και χημικά ανθεκτικό. Η θερμοκρασιακή του συμπεριφορά είναι όμοια με αυτή του PVC. Επιτρέπονται θερμοκρασίες μέχρι 70°C συνεχώς. Το δικτυωμένο πολυαιθυλένιο έχει καλύτερη συμπεριφορά στη διαρκή θερμοκρασιακή καταπόνηση. Αντέχει μέχρι 90°C συνεχώς. Είναι ακριβότερο σαν μονωτικό από το PVC. Το πολυαιθυλένιο αποικοδομείται σταδιακά από την ηλιακή ακτινοβολία, γι' αυτό και δεν χρησιμοποιείται συχνά σαν εξωτερικός μανδύας καλωδίων εξωτερικού χώρου.

Σήμερα χρησιμοποιείται στη μέση τάση κατ' εξοχήν χημικά δικτυωμένο και όχι απλό πολυαιθυλένιο. Η μόνωση χαρτιού μάζας είναι η πιο δοκιμασμένη και προτιμάται ακόμα από μερικές επιχειρήσεις ηλεκτρισμού γιατί πιστεύεται, ότι η διάρκεια ζωής των καλωδίων με μόνωση από χαρτί είναι μεγαλύτερη απ' ότι στην περίπτωση του πολυαιθυλενίου. Η μόνωση χαρτιού- μάζας είναι ακριβότερη και δυσκολότερη στο χειρισμό της κατά την κατασκευή απ' ότι η μόνωση πολυαιθυλενίου ή η μόνωση ERP.

4.6. Αναγνώριση των πόλων

4.6.1. Πολυπολικά καλώδια εύκαμπτα καλώδια

Οι πόλοι των πολυπολικών καλωδίων και εύκαμπτων καλωδίων πρέπει να αναγνωρίζονται μέσω των χρωμάτων που υποδεικνύονται στους Πίνακες 1 και 2. Οι εν λόγω πίνακες υποδεικνύουν τα χρώματα των πόλων, με βάση τον αριθμό των πόλων, καθώς και, σε περίπτωση καλωδίων με τέσσερις ή πέντε πόλους, τη σειρά διαδοχής των χρωμάτων αυτών. Ο Πίνακας 1 αφορά καλώδια με πρασινοκίτρινο πόλο και ο Πίνακας 2 καλώδια χωρίς πρασινοκίτρινο πόλο.

Η χρωματική αναγνώριση δεν απαιτείται για συγκεντρικούς αγωγούς, πόλους πεπλατυσμένων εύκαμπτων καλωδίων χωρίς μανδύα ή καλώδια με μονωτικά υλικά που δεν μπορούν να αναγνωριστούν χρωματικά, για παράδειγμα καλώδια με ορυκτή μόνωση.

Πίνακας 1- Καλώδια και εύκαμπτα καλώδια με πρασινokίτρινο πόλο

Αριθμός αγωγών	Χρώμα των πόλων ^β					
	Προστασίας	Υπό τάση				
3	Πρασινokίτρινο	Μπλε	Καφέ			
4	Πρασινokίτρινο	—	Καφέ	Μαύρο	Γκρι	
4 ^α	Πρασινokίτρινο	Μπλε	Καφέ	Μαύρο		
5	Πρασινokίτρινο	Μπλε	Καφέ	Μαύρο	Γκρι	

α : Μόνο για ορισμένες εφαρμογές

β : Σε αυτόν τον πίνακα, ένας μη μονωμένος συγκεντρικός αγωγός όπως ένας μεταλλικός μανδύας,

οπλισμός ή σύρματα θωράκισης, δεν θεωρείται πόλος. Ο συγκεντρικός αγωγός αναγνωρίζεται λόγω θέσης και, επομένως, δεν χρειάζεται να αναγνωρίζεται χρωματικά.

Πίνακας 2- Καλώδια και εύκαμπτα καλώδια χωρίς πρασινokίτρινο πόλο

Αριθμός αγωγών	Χρώμα των πόλων ^β				
	2	Μπλε	Καφέ		
3	—	Καφέ	Μαύρο	Γκρι	
3 ^α	Μπλε	Καφέ	Μαύρο		
4	Μπλε	Καφέ	Μαύρο	Γκρι	
5	Μπλε	Καφέ	Μαύρο	Γκρι	Μαύρο

α : Μόνο για ορισμένες εφαρμογές

β : Σε αυτόν τον πίνακα, ένας μη μονωμένος συγκεντρικός αγωγός, όπως ένας μεταλλικός μανδύας,

οπλισμός ή σύρματα θωράκισης, δεν θεωρείται πόλος. Ο συγκεντρικός αγωγός αναγνωρίζεται λόγω θέσης

και, επομένως, δεν χρειάζεται να αναγνωρίζεται χρωματικά.

4.6.1.2 Μονοπολικά καλώδια

Όσον αφορά μονοπολικά καλώδια με μανδύα και μονωμένους αγωγούς, πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη μόνωση τα ακόλουθα χρώματα:

- ο διχρωματισμός συνδυασμός πράσινου-κίτρινου για τον αγωγό προστασίας,

- το μπλε χρώμα για τον ουδέτερο αγωγό.

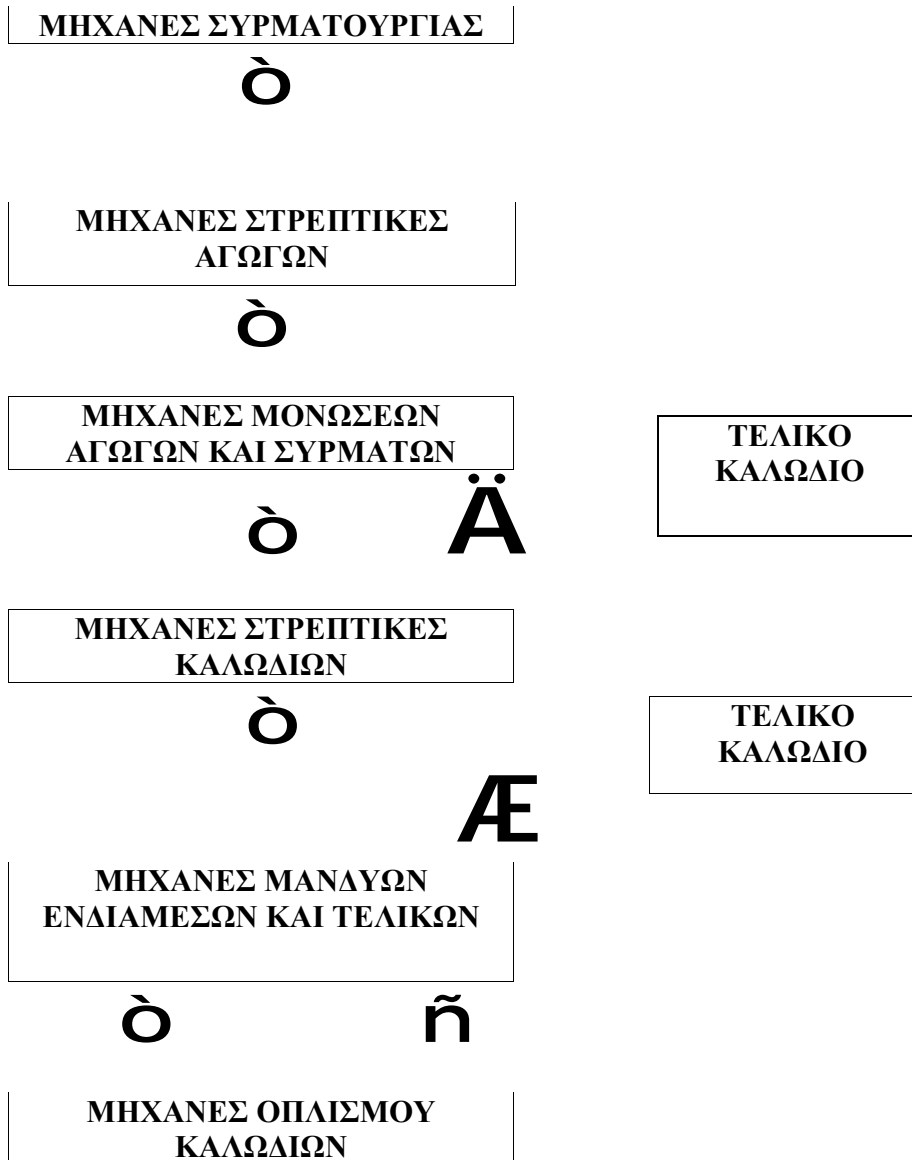
Συνιστάται, για τους αγωγούς φάσης, να χρησιμοποιούνται τα χρώματα καφέ, μαύρο, ή γκρι. Για ορισμένες εφαρμογές ενδέχεται να χρησιμοποιούνται άλλα χρώματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

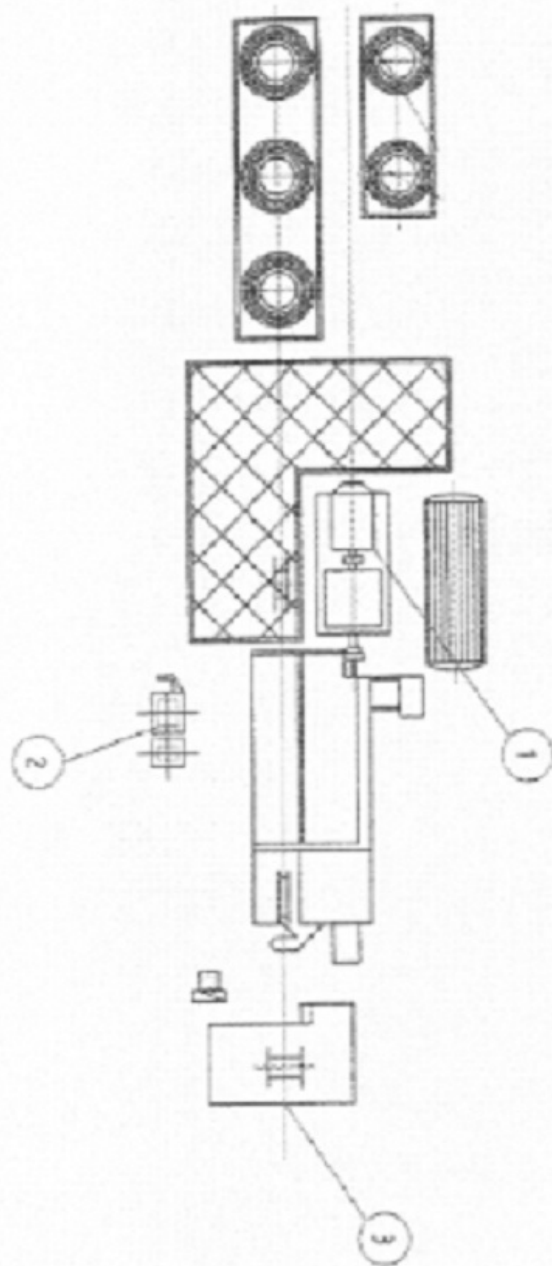
5.1 Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας

Τα ουσιαστικά στάδια της κατασκευής παρουσιάζονται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα:

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ



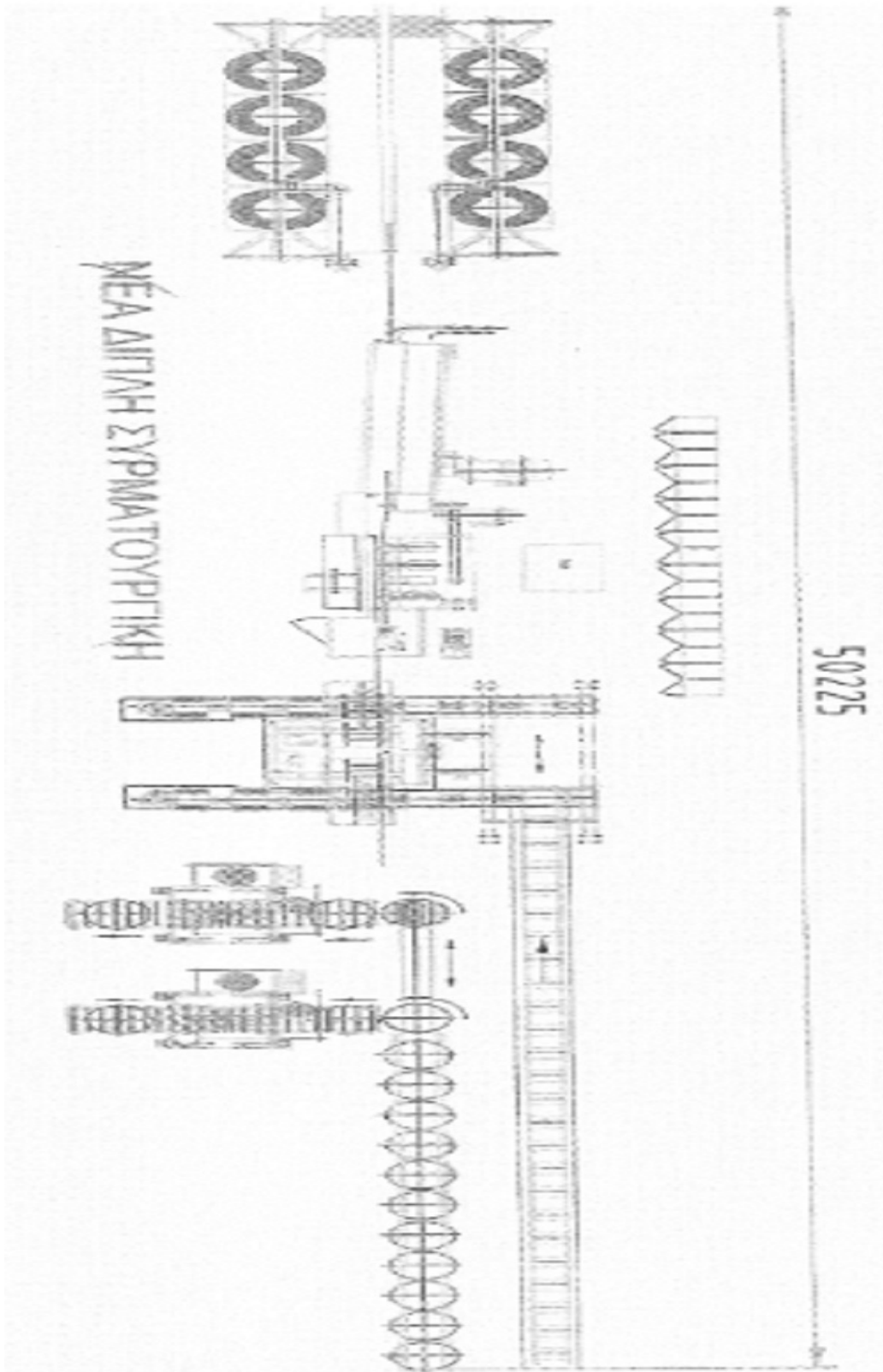
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΛΗΥΣ		230.02	12
3	ΥΑΦ+1αδ) 35x19,75 ΗΠ9	90.87	
2	ΕΥΤΗ ΟΜΟΤΙΜΗ-ΕΠΟΧΥΤΑΙΤΗ+ΕΚ+ΕΚ+ΙΡΡ+ΙΡΡ+ΙΡΡ+ΙΡΡ	8.00	12
1	ΕΥΤΗΜΑΤΟΥΡΓΗ ΚΟΙΤΗΝΕΤΟΥ+ΕΥΤΗΜΑΤΟΥΡΓΗ ΚΟΙΤΗΝΕΤΟΥ	217.05	
ΜΑ	ΟΜΟΜΑΘΙΑ	ΕΥΤΗΜΑΤΟΥΡΓΗ (μετ)	ΕΥΤΗΜΑΤΟΥΡΓΗ (μετ)



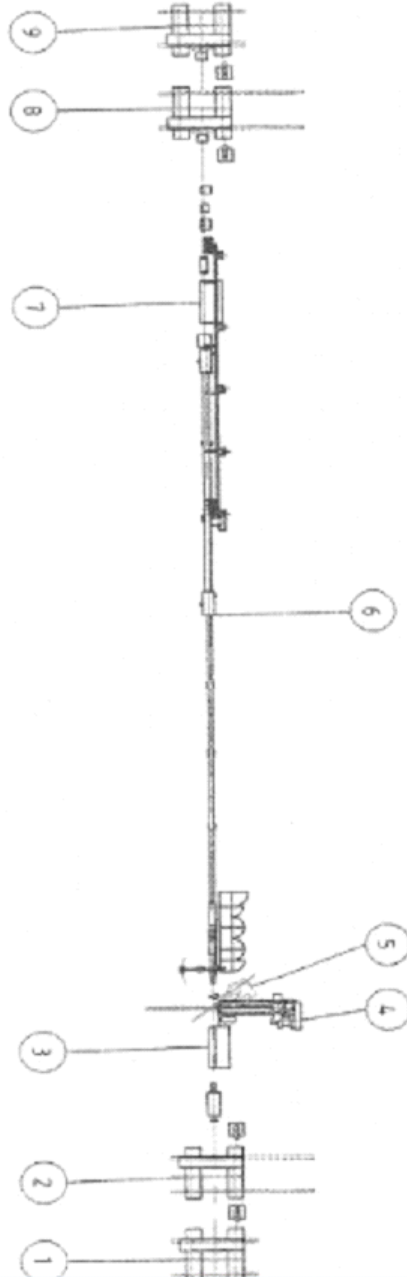
Σχέδιο 1-Υποβιβαστική γραμμή AL C

ΣΥΝΟΜΙΚΗ ΔΙΣΧΥΣ		944,89
13	ΤΥΡΙΣΤΙΚΟ 1x8,9+1x0,25+1x1,5=10,55 ΚΩ/γ'	14,03
12	ΤΡΑΠΕΖ-ΚΤΙΚΟ 2(1x1,25+1x2)=1,28 ΚΩ/γ'	170,24
11	ΜΑΓΙΡΑ 3 (1x4,9+1x0,19)=5,09 ΚΩ/γ'	6,75
10	ΚΑΛΩΓ 3(1x150+1x2+1x4+2x40,25)=103 ΚΩ/γ'	216,80
9	ΠΡΟΦΟΛΟΓΙΚΟ 3(1x5,5+2x0,37)=8,24 ΚΩ/γ'	8,30
8	ΜΑΓΙΡΑ 2 (1x4,9+1x0,19)=5,09 ΚΩ/γ'	6,75
7	ΚΑΛΩΓ 2(1x125+1x2+1x4+10x0,25)=130,5 ΚΩ/γ'	181,60
6	ΠΡΟΦΟΛΟΓΙΚΟ 2(1x5+2x0,37)=3,74 ΚΩ/γ'	4,97
5a	ΓΡΑΔΙΣΤΡΕΠΤΙΚΟ 1(1x0,55+1x6)=6,55 ΚΩ/γ'	8,70
5	ΜΑΓΙΡΑ 1(1x4,9+1x0,19)=5,09 ΚΩ/γ'	6,75
4	ΚΑΛΩΓ 1(1x125+1x2+1x4+12x0,25)=130 ΚΩ/γ'	179,55
3	ΠΡΟΦΟΛΟΓΙΚΟ 1(1x5+2x0,37)=4,97 ΚΩ/γ'	4,97
2	ΤΡΑΠΕΖ-ΚΤΙΚΟ 1(1x8,9+1x0,75)=9,65 ΚΩ/γ'	128,60
1	ΕΚΤΥΠΩΤΙΚΟ 2x0,37+2x2,5=5,14 ΚΩ/γ'	6,88

Σχέδιο 2 –Στρεπτική Αγωγών



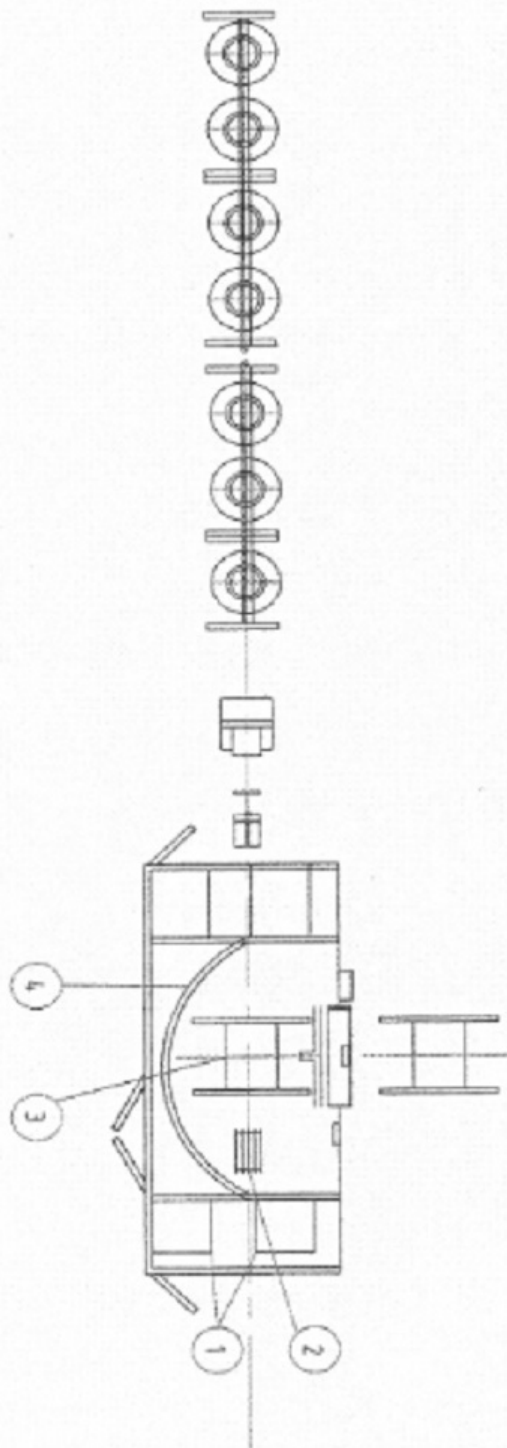
Σχέδιο 3-Υποβιβαστική και στρεπτική



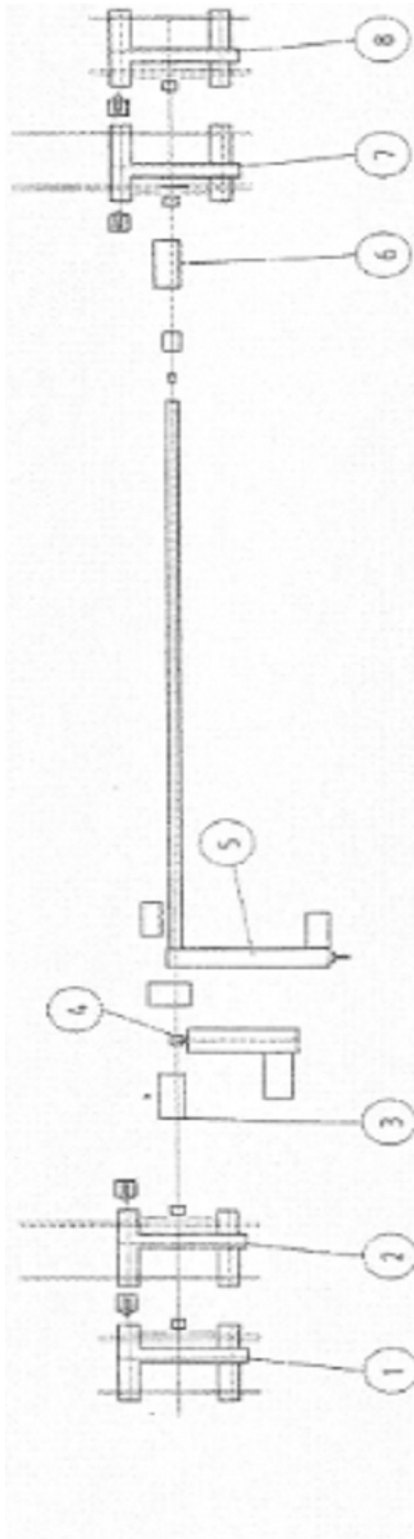
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ		476,12	85,77
9	ΤΥΡΑΚΤΙΚΟ 1 (1x1+1x2+1x0,55+1x0,5=15,05 KW)	20,17	
8	ΤΥΡΑΚΤΙΚΟ 1 (1x1+1x2+1x0,55+1x0,5=15,05 KW)	20,17	
7	CATERPILLAR 2(2x7,4=14,8 KW)	19,83	
6	ΜΕΤΑΜΟΣΨΗΣΗ (1x1,1+1x6=7,1 KW)+ΣΠΙΛΙΤΗΡΑΣ 5,5=2=7,7 KW	19,83	12
5	ΕΚΤΡΥΦΕΡ ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ 1,5+1x0,18+1x0,24+1x0,37=32,27 KW)	43,24	13,37
4	ΚΥΡΙΑΤ ΕΚΤΡΥΦΕΡ(1x20x1x1,5+1x0,45+1x7,3+2x2,2=1x1,1+1x1,25+1x0,74=210,84 KW)	293,38	60,4
3	CATERPILLAR 1 (2x7,4=14,8 KW)	19,83	
2	ΕΚΤΥΡΑΚΤΙΚΟ 1(1x1+1x2+1x0,55+1x0,25=14,8 KW)	19,83	
1	ΕΚΤΥΡΑΚΤΙΚΟ 1(1x1+1x2+1x0,55+1x0,25=14,8 KW)	19,83	
Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΙΣΧΥΣ ΚΙΝ (HP)	ΙΣΧΥΣ ΘΕΡ. (KW)

Σχέδιο 4 –Μηχανή Μονώσεων και Μανδύων

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ		237,19	0
4	ΤΟΣΟ (1165,8+1409+81) 8 ΚΩΤ	109,51	
3	ΑΠΟΡΡΙΠΤΑΛΟΥΡΟΣ (1105,2+1303+124,75+103 -25,25 ΚΩΤ)	22,14	
2	ΤΥΛΕΙΝΤ Κ.Ο. (1165,4+131,88 -58,28 ΚΩΤ)	92,72	
1	ΚΑΘΕΣΤΗΡΕΣ ΚΑΘΙΣΤΑΔ. (204=ΚΩΤ)	10,72	
ΣΥΝΟΛΟ ΚΙΝ. ΙΣΧΥΣ ΚΙΝ. (ΚΩΤ)			
ΣΥΝΟΛΟ ΚΙΝ. ΙΣΧΥΣ ΘΕΡ. (ΚΩΤ)			
ΣΥΝΟΛΟ ΚΙΝ. ΙΣΧΥΣ (ΚΩΤ)			
ΣΥΝΟΛΟ ΚΙΝ. ΙΣΧΥΣ (ΚΩΤ)			

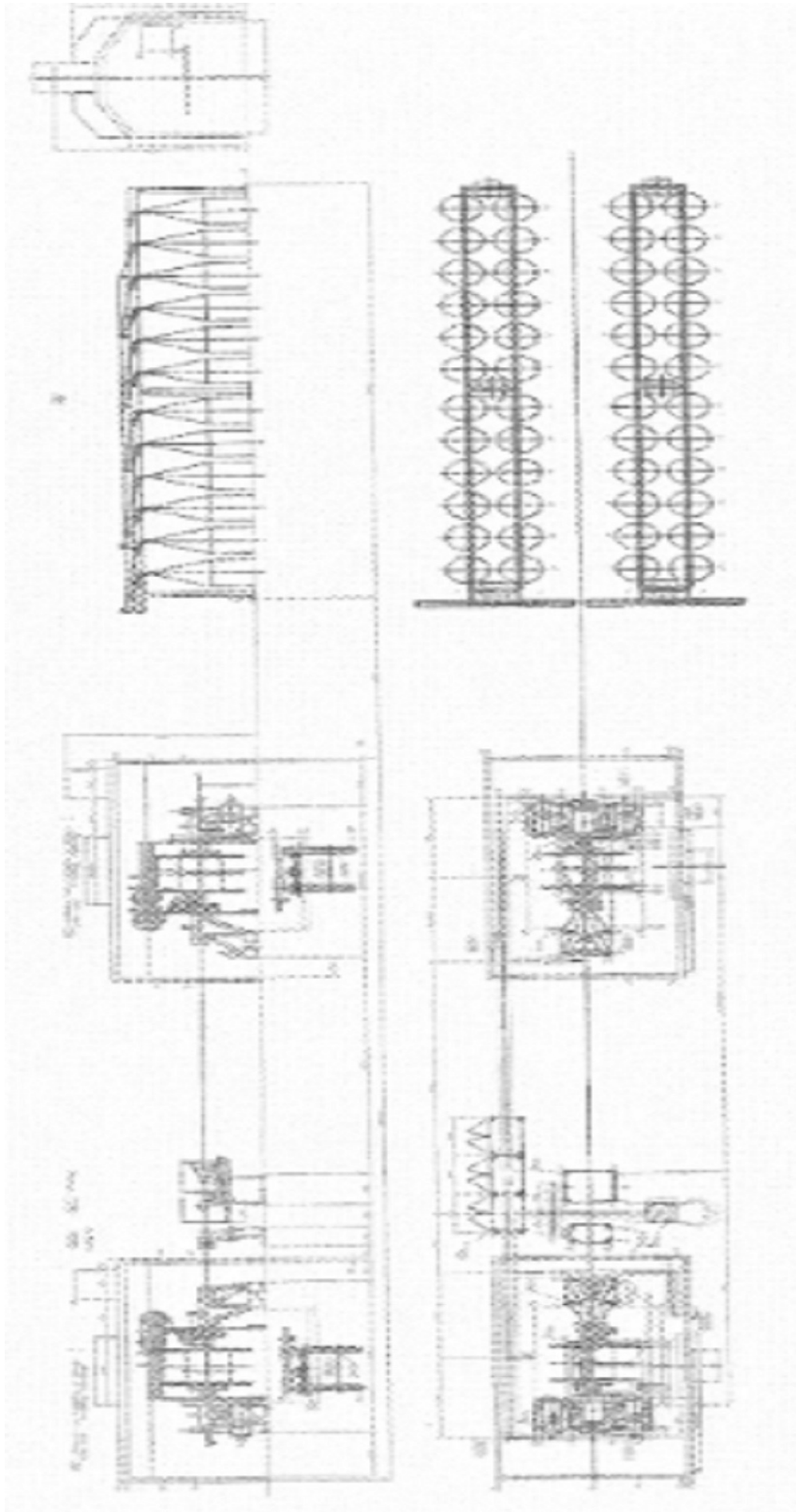


Σχέδιο 5 –Στρεπτική Μονώσεων

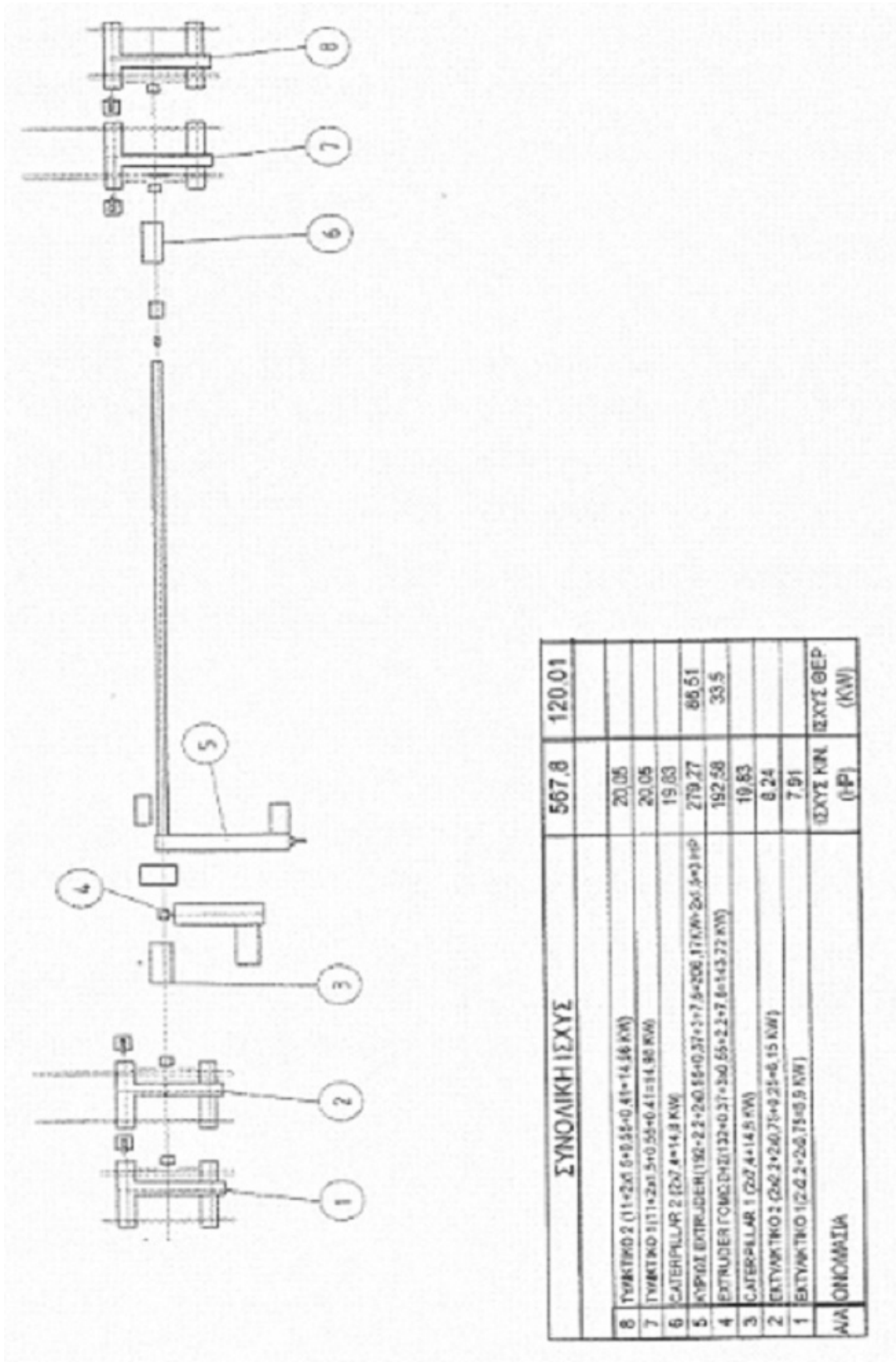


ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ		567,8	120,01
8	ΓΥΝΑΚΤΙΚΟ 2 (11+2x1,5+0,55+0,41=14,56 KW)	20,06	
7	ΓΥΝΑΚΤΙΚΟ 3 (1+2x0,5+0,35+0,41=14,56 KW)	20,06	
6	CATERPILLAR 2 (2,0, 4=14,8 KW)	19,83	
5	KΥΡΙΑΙ ΕΚΤΡΕΦΕΙΣ (192+2,2+2x0,35+0,37+3+7,5+200,176 KW) 2x1 5=3 1-P	279,27	86,51
4	ΕΚΤΡΕΦΕΙΣ ΓΟΜΩΣΗ (132+0,37+3x0,35+2,2x7,5=143,72 KW)	192,58	33,5
3	CATERPILLAR 1 (2,0, 4=14,8 KW)	19,83	
2	ΕΚΤΡΕΦΕΙΣ 2 (2x2,2+2x0,75+0,25=8,15 KW)	8,24	
1	ΕΚΤΡΕΦΕΙΣ (2x2,2+2x0,75=8,9 KW)	7,91	
Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΙΣΧΥΣ ΚΗ (HP)	ΙΣΧΥΣ ΘΕΡ (KW)

Σχέδιο 6-Μηχανη Μανδρών



Σχέδιο 7-Οπλιστική μηχανή



Σχέδιο 8-Μηχανη Μανδύων

5.2. Κατασκευή αγωγών (Σχεδιασμός) συρματοουργική

Για την κατασκευή αγωγών Cu ή AL απαιτούνται συρματίδια διαμέτρου 1,43 - 3,29 mm. Αυτά παράγονται από τον υποβιβασμό ράβδου Cu ή AL διαμέτρου Φ 8mm και Φ 9,5mm αντίστοιχα.

Η ράβδος περνά μέσα από κατάλληλη διάταξη μητρών διαφόρων διαμέτρων. Δηλαδή η πρώτη μήτρα έχει διάμετρο οπής αυτής της ράβδου και η τελευταία μήτρα οπή την διάμετρο που απαιτείται, για την κατασκευή του αγωγού.

Πάντα λαμβάνεται υπ' όψιν κατά την μείωση της διαμέτρου και η τάση (τραβηκτικό) της μηχανής, καθώς και η λίπανση και ψύξη από σαπουνέλαια για την προστασία του συστήματος από τριβές και ελαχιστοποίηση της καταπόνησης του συρματιδίου.

Μετά τον υποβιβασμό για να αποκτηθούν οι απαιτούμενες ιδιότητες (ειδική αντίσταση-επιμήκυνση) η μηχανή διαθέτει σύστημα ανόπτησης.

Το συρματίδιο περνάει από τρία ράουλα τα οποία θερμαίνουν το σύρμα με επαγωγική τάση για να αποκτήσει τις προδιαγραφόμενες ιδιότητες (να μαλακώσει). Στην συνέχεια περνά από κανάλι στο οποίο διαχέεται ατμός για να αποκτήσει την καθαρότητα και το γυαλιστερό του χρώμα.

Μετά από αυτή την επεξεργασία το συρματίδιο τυλίγεται σε στροφέα για την περαιτέρω επεξεργασία του.

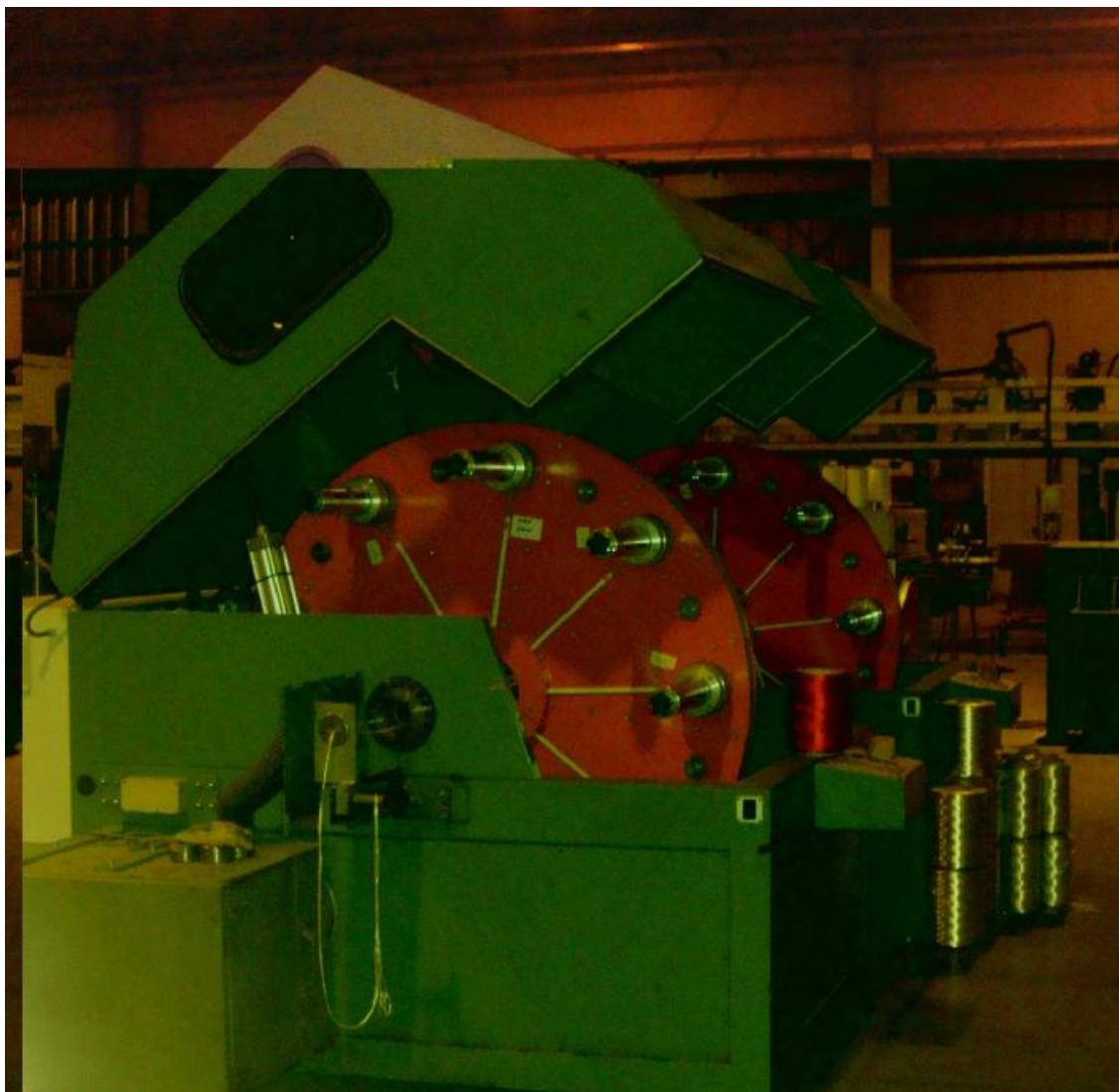


Συρματοουργική

5.3 Δημιουργία αγωγών με στρεπτικές μηχανές

Οι αγωγοί των καλωδίων που αποτελούνται από επτά ή περισσότερα σύρματα χαλκού ή αλουμινίου κατασκευάζονται από τις στρεπτικές μηχανές των αγωγών. Στρίβοντας κατάλληλου διαμέτρου σύρματα επιτυγχάνουμε την ζητούμενη διατομή, τις ηλεκτρικές και μηχανικές ιδιότητες του αγωγού.

Η πρακτική δόμηση βασίζεται σε ένα στρώμα έξι συρμάτων που τοποθετούνται άνω του ενός και με αντιστροφή για κάθε στρώμα επιπλέον, δίνεται ο συνολικός αριθμός συρματιδίων και επιτυγχάνεται η κατάλληλη διατομή. Οι στρώσεις του αγωγού αυξάνονται κατά 1....7 19....37....61....127....169.



Στρεπτική αγωγών

5.4 Μόνωση αγωγών

Όλα τα υλικά μόνωσης είτε είναι θερμοπλαστικά (PVC), είτε thermoseting (XLPE) είτε ERP λάστιχα, εφαρμόζονται πάνω στον αγωγό με την ίδια διαδικασία εξώθησης.

Οι σβόλοι του υλικού (γρανούλα στα PVC και XLPE, λωρίδα στα ERP τροφοδοτούν την χοάνη του εξωθητή (extruder).

Η χοάνη τροφοδοτεί ένα μακρύ θερμάμενο με αντιστάσεις κύλινδρο (μπουτινέζα) μέσα στο οποίο ένας κοχλίας περιστρέφεται και αναγκάζει το θερμάμενο πλέον υλικό να έρθει προς το στόμιο. Μια κατάλληλη διάταξη από μήτρες δίνει μορφή στο εξωθούμενο υλικό με μορφή κυλίνδρου όπου στο μέσο υπάρχει ο αγωγός. Ανάλογα με το πάχος της μόνωσης τοποθετούνται οι κατάλληλες μήτρες.

Για την επίτευξη της διχρωμίας υπάρχει δεύτερη μπουτινέζα, η οποία απλώνει το υλικό πάνω στη μόνωση ή μπορεί να απλώσει χρώμα σε όλη την επιφάνεια της μόνωσης η οποία μπορεί να είναι διάφανη (skin colour).



Μονωτική αγωγών

5.5 Βουλκανισμός XLPE και ERP

Κατά την διάρκεια της εξώθησης τα thermosetting υλικά είναι ακόμα θερμοπλαστικά και η διαφορά τους είναι ότι πρέπει να βουλκανιστούν για να ολοκληρωθούν οι δεσμοί των μορίων τους και να αποκτήσει το υλικό την τελική του μορφή (θείωση αλυσοειδών καμπυλών).

Αρχικά αυτό ήταν μια ξεχωριστή διαδικασία αλλά σήμερα αυτή η διαδικασία διενεργείται στην γραμμή παραγωγής.

Οι διαδικασίες βουλκανισμού που χρησιμοποιούνται είναι:

α) Συνεχής θείωση αλυσοειδών καμπυλών.

Με μεταφορά θερμότητας είτε από ατμό, είτε από συμβατό ρευστό υψηλής θερμοκρασίας, είτε από θερμική ακτινοβολία, είτε σε ατμόσφαιρα με αέριο του αζώτου.

β) Κάθετη θείωση αλυσοειδών καμπυλών σε ένα κάθετο σωλήνα

γ) Ακτινοβολία από υψηλές δέσμες ηλεκτρονίων

δ) Υγρό με μείγμα χημικών και αλάτων με μορφή πίεσης (στα υλικά ERP λάστιχα)

ε) Με τη χημική διαδικασία silane (καταλύτης).



Τραβηκτικό μετά την διαδικασία βουλκανισμού

5.6 Μηχανές στρεπτικές καλωδίων

Οι μονωμένοι αγωγοί και τα μονωμένα σύρματα συστρέφονται μεταξύ τους για τον σχηματισμό των καλωδίων και πάνω από το καλώδιο τοποθετούνται διάφορες ταινίες όπως συγκρατήσεως υγρασίας.

Μαζί με τους μονωμένους αγωγούς συστρέφονται και φίλερς σχοινιά έτσι ώστε να επιτευχθεί η στρογγυλότητα του καλωδίου.

5.7 Μηχανές μανδύων ενδιάμεσων και τελικών

Πάνω από το στριμμένο καλώδιο τοποθετείται μανδύας εσωτερικός όταν πρόκειται να ενισχυθεί το καλώδιο με οπλισμό ή μόλυβδο και τελικός μανδύας όταν πρόκειται για τελικό καλώδιο. Η εξώθηση του μανδύα PVC ή ERP ή Ρε γίνεται με τον τρόπο που έχουμε περιγράψει στην μόνωση των αγωγών, με την διαφορά ότι στην θέση του αγωγού έχουμε το καλώδιο όπου πάνω του απλώνεται το λιωμένο υλικό. Ακολουθεί η ψύξη του καλωδίου σε διαμορφωμένα αυλάκια με νερό και τυλίγεται σε στροφέια.



Μηχανή εξώθησης μανδύα

5.8.Μηχανές οπλισμού καλωδίων

Πάνω από τον εσωτερικό μανδύα αν το απαιτεί η προδιαγραφή, το καλώδιο ενισχύεται και στην μηχανική του καταπόνηση με τοποθέτηση οπλισμού. Ο οπλισμός αποτελείται συνήθως από γαλβανισμένα χαλυβδοσύρματα ή χαλυβδοταινίες και σπανίως αλουμινοσύρματα. Τα σύρματα ή οι ταινίες τοποθετούνται πάνω από τον ενδιάμεσο μανδύα και πριν από τον εξωτερικό μανδύα.



**ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΙΑ ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ
ΚΑΛΩΔΙΩΝ (ΕΛΑΣΤΟΜΕΡΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΑ ΜΟΝΩΤΙΚΑ
ΜΕΙΓΜΑΤΑ)**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΠΑΝΩ ΣΤΙΣ ΔΟΜΙΚΕΣ

Μετά την ολοκλήρωση των φάσεων κατασκευής του καλωδίου το τελικό προϊόν υπόκειται σε δοκιμές. Οι δοκιμές απαιτείται να γίνουν πριν την διάθεση του καλωδίου στην αγορά με σκοπό να αποδείξουν ότι τα χαρακτηριστικά του είναι ικανοποιητικά για την χρήση για την οποία προορίζεται.

Οι δοκιμές χωρίζονται σε: Δοκιμές σειράς (σύμβολο R)

Δοκιμές δείγματος (σύμβολο S)

Δοκιμές τύπου (σύμβολο T)

Οι δοκιμές σειράς γίνονται σε όλα τα μήκη έτοιμων καλωδίων ή κατά την διάρκεια κατά-σκευής ανάλογα με την περίπτωση. Αυτές είναι η τάση αγωγού για να διαπιστώσουμε την καλή λειτουργία του καλωδίου, η αντίσταση αγωγού σε σύγκριση με την προδιαγραφόμενη αντίσταση του πρότυπου, η συνέχεια των αγωγών για να αποκλειστεί τυχόν διακοπή αγωγού, η τάση μανδύα όταν αυτή προδιαγράφεται από το πρότυπο, και η αντίσταση μονώσεως για να διαπιστώσουμε την καταλληλότητα του υλικού μόνωσης.

Οι δοκιμές δείγματος γίνονται σε δείγματα έτοιμου καλωδίου ή συστατικών μερών του που παίρνονται από έτοιμο καλώδιο οι οποίες δείχνουν την εξακρίβωση της πλήρωσης από το έτοιμο προϊόν των προδιαγραφών σχεδίασής του.

Αυτές είναι η μέτρηση παχών των μονώσεων και των μανδύων σε σύγκριση με τα προδια- γραφόμενα του καλωδίου, η δομή του αγωγού, βήμα στρέψης μονώσεων, δομή του καλώ-δίου, επιμήκυνσης μόνωσης σε υψηλή θερμοκρασία για ορισμένους τύπους καλωδίων, δοκιμή συρρίκνωσης για ορισμένους τύπους καλωδίων.

Οι δοκιμές τύπου είναι τέτοιας φύσης που αφού γίνουν δεν χρειάζεται να επαναληφθούν εκτός αν γίνουν αλλαγές στα υλικά ή στην σχεδίαση του καλωδίου που είναι δυνατόν να επηρεάσουν τα χαρακτηριστικά του. Οι δοκιμές αυτές ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο του καλωδίου και την προδιαγραφή κατασκευής του. Παρακάτω αναφέρονται δοκιμές τύπου από το πρότυπο ΕΛΟΤ 757.

6.1. Δοκιμές τύπου και άλλες δοκιμές

Οι μέθοδοι δοκιμής που περιγράφονται στο Πρότυπο αυτό προορίζονται, κατ' αρχή, να χρησιμοποιηθούν ως δοκιμές τύπου. Σε ορισμένες δοκιμές όπου υπάρχουν βασικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών των δοκιμών τύπου και εκείνων για πιο συχνές δοκιμές, π.χ. δοκιμές σειράς, οι διαφορές αυτές αναφέρονται.

Τα αντίστοιχα πρότυπα των καλωδίων πρέπει να προδιαγράφουν αν οι ίδιες μέθοδοι θα χρησιμοποιηθούν στην ίδια ή απλούστερη μορφή, για την περίπτωση ειδικών δοκιμών και δοκιμών σειράς. Ειδικά γι' αυτές τις δεύτερες δοκιμές η δειγματοληψία είναι ελαττωμένη.

6.2. Δειγματοληψία

Για πολυπολικά καλώδια δεν θα ελέγχονται περισσότεροι πόλοι από τρεις (διαφορετικών χρωμάτων αν υπάρχουν) εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά στα αντίστοιχα πρότυπα των καλωδίων.

6.3. Προετοιμασία

Όλες οι δοκιμές πρέπει να εκτελεστούν τουλάχιστο 16 h μετά την εξώθηση ή το βουλκανισμό (ή τη δημιουργία διασταυρωμένου χημικού δεσμού), αν υπάρχει, των μειγμάτων μόνωσης και μανδύα.

6.4. Θερμοκρασία δοκιμής

Οι δοκιμές πρέπει να γίνουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά.

6.5. Κεντρική τιμή

Όταν λαμβάνονται αρκετά αποτελέσματα δοκιμών και διατάσσονται σε αύξουσα ή φθίνουσα διαδοχή, τότε η κεντρική τιμή είναι είτε η μεσαία τιμή αν ο αριθμός των πιο πάνω αποτελεσμάτων είναι περιττός είτε η μέση τιμή των δύο μεσαίων αν είναι άρτιος.

6.6. Τάση δοκιμής

Οι τάσεις δοκιμής πρέπει να είναι εναλλασσόμενες, συχνότητας 49 HZ ως 61 HZ, μορφής κατά προσέγγιση ημιτονοειδούς, ενώ ο λόγος της τιμής κορυφής προς την ενεργό τιμή θα είναι με ανοχή $\pm 7\%$ εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά.

Οι τιμές που αναφέρονται στο κείμενο είναι ενεργές τιμές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΔΟΚΙΜΕΣ ΜΕΡΙΚΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΝ

7.1. Ορισμοί και σκοπός

7.1.1 Ορισμοί

Για το σκοπό της μεθόδου αυτής εφαρμόζονται οι ορισμοί που δίνονται στο IEC 270 "Partial discharge measurements".

Οι ακόλουθοι ορισμοί ισχύουν μόνο για το πρότυπο αυτό.

α) φαινόμενο φορτίου, g, ή μέγεθος εκκένωσης (παράγραφος 2.3.2 της δημοσίευσης IEC 270).

β) λόγος απόκρυψης και ευαισθησία

Σκοπός των δοκιμών

Ο σκοπός των επιμέρους δοκιμών είναι να προσδιορίσει το μέγεθος της μερικής εκκένωσης σε καθοριζόμενη τάση και σε δεδομένη ευαισθησία.

7.2 Συσκευή δοκιμής

7.2.1 Εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός αποτελείται από πηγή ισχύος υψηλής τάσης που έχει μια ονομαστική ισχύ σε κιλοβόλτ-αμπέρ κατάλληλη για το μήκος του καλωδίου που δοκιμάζεται ένα βολτόμετρο για υψηλές τάσεις, μια συσκευή μέτρησης μερικών εκκενώσεων και μια συσκευή βαθμονόμησης των εκκενώσεων.

Όλα τα στοιχεία του εξοπλισμού της δοκιμής, πρέπει να έχουν επαρκώς χαμηλή στάθμη θορύβου για να πετυχαίνεται η απαιτούμενη ευαισθησία.

7.2.2Κύκλωμα δοκιμής και όργανα

Η συσκευή μέτρησης των μερικών εκκενώσεων αποτελείται από ένα κύκλωμα δοκιμής(βλέπε δημοσίευση IEC 270), έναν παλμογράφο και, αν είναι επιθυμητό ένα όργανο ενδείξεων, σε σύνδεση με κατάλληλη ενισχυτική βαθμίδα για να δείχνει την ύπαρξη «μερικών εκκενώσεων» και για να ανιχνεύει μονωμένους παλμούς εκκενώσεων.

7.3 Βαθμονόμηση και έλεγχος

7.3.1 Μέθοδος βαθμονόμησης

Πρέπει να εφαρμόζεται η μέθοδος βαθμονόμησης «μεταφοράς φορτίου» σύμφωνα με την παράγραφο 5.2.1 της δημοσίευσης IEC 270. Περισσότερες πληροφορίες για την χρήση βαθμονομητών εκκένωσης βρίσκονται στην Αναφορά CIGRE 1968-2101 Παράρτημα ιι. Στη μέθοδο αυτή, μια συσκευή βαθμονόμησης συνδέεται απευθείας στο ένα άκρο του καλωδίου που πρόκειται να δοκιμαστεί για να τροφοδοτήσει προκαθορισμένα φορτία στο αντικείμενο για δοκιμή.



Η εκκένωση βαθμολόγησης $q \text{ cal}$, είναι ίση με το γινόμενο του πλάτους $\Delta\Pi$ (σε βόλτ) του παλμού βαθμονόμησης και της χωρητικότητας $C \text{ cal}$, του βαθμονομητή (σε (φαράντ)εφόσον η χωρητικότητα αυτή είναι μικρή συγκρινόμενη με τη χωρητικότητα του αντικειμένου για δοκιμή C_x .

Τα χαρακτηριστικά του παλμού βαθμονόμησης πρέπει να συμφωνούν με την παράγραφο 5.2.1 της δημοσίευσης IEC 270 και CIGRE REPORT 1968-2101, Παράρτημα ΙΙΙ, Τμήμα ΙΙΙ.

7.3.2 Λόγος απόκρισης

Με το καλώδιο που πρόκειται να δοκιμαστεί συνδεδεμένο στο κύκλωμα ανίχνευσης η απόκριση ευαισθησίας ανίχνευσης της συσκευής πρέπει να ελεγχθεί με την τροφοδότηση του παλμού βαθμονόμησης πρώτα από το ένα και μετά από το άλλο άκρο του καλωδίου.

Η μικρότερη απόκριση στις δύο αυτές περιπτώσεις λαβαίνετε ως συνολική απόκριση για το λόγο απόκρισης K (όπου K είναι ο αριθμός των πικοκουλόμπ του παλμού βαθμονόμησης ανά χιλιοστό απομάκρυνσης στην οθόνη του παλμογράφου, ή ο λόγος των πικοκουλόμπ του βαθμού βαθμονόμησης προς την ένδειξη σε πικοκουλόμπ (P_0) ενός μετρητή-πικοκουλόμπ).

7.3.3. Ευαισθησία

α) Η ευαισθησία του κυκλώματος δοκιμής (με τα πιο πάνω όργανα) καθορίζεται ως ο ελάχιστος ανιχνεύσιμος παλμός εκκένωσης, q_{min} (σε πικοκουλόμπ) που μπορεί να εντοπιστεί ενώ υπάρχει μια βασική στάθμη θορύβου.

Για να ανιχνευτεί ο παλμός εκκένωσης πρέπει να είναι τουλάχιστο διπλάσιος από το φαινόμενο ύψος θορύβου, h_h , (h_h είναι η τιμή θορύβου σε χιλιοστόμετρα αν χρησιμοποιείται παλμογράφος ή η ένδειξη θορύβου σε πικοκουλόμπ αν χρησιμοποιείται μετρητής - πικοκουλόμπ).

Επομένως $g_{min} = 2K \cdot H_n$ (pC).

β) Για τις δοκιμές σειράς, η ευαισθησία δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20 pC, για την περίπτωση πολυαιθυλενίου (PE), πολυαιθυλενίου διασταυρωμένου δεσμού (XLPE), ελαστικού αιθυλενίου προπυλενίου (EPR) και ελαστικού βουτυλίου (Butyl) και τα 40 pC για πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC).

Για τις δοκιμές τύπου, η ευαισθησία δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 5 pC για όλα τα υλικά.

7.3.4. Ειδικές προβλέψεις για μεγάλα μήκη καλωδίου

Σε μεγάλα μήκη καλωδίου (μεγαλύτερα από 100 m είναι απαραίτητες ειδικές προβλέψεις για να εμποδιστούν σφάλματα που δημιουργούνται από τη σύνθεση οδεδόντων κυμάτων (βλέπε CIGRE REPORT 1968-2101 Παράρτημα IV).

7.3.5. Πυκνωτές και σήματα βαθμονόμησης

Το κυρίως κύκλωμα βαθμονόμησης πρέπει να αποσυνδέεται πριν ενεργοποιηθεί ο μετασχηματιστής δοκιμής υψηλής τάσης, εκτός αν ο πυκνωτής βαθμονόμησης είναι κατάλληλος για χρήση στις τάσεις δοκιμής που υπεισέρχονται. Το κέρδος του ενισχυτή δεν πρέπει να ρυθμιστεί ξανά αφού γίνει η πιο πάνω αποσύνδεση, εκτός αν υπάρχουν κατάλληλα μέσα για συνεχή ένδειξη κατάλληλου σήματος βαθμονόμησης κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

Τέτοια μέσα μπορεί να είναι τα ακόλουθα :

α) Ο πυκνωτής βαθμονόμησης μπορεί να είναι κατάλληλος για την πλήρη τάση δοκιμής και που αποτελεί τμήμα του κυρίως κυκλώματος βαθμονόμησης, οπότε σ' αυτήν την περίπτωση δεν χρειάζεται να αποσυνδέεται προτού ενεργοποιηθεί ο μετασχηματιστής υψηλής τάσης.

β) Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας δευτερεύων βαθμονομητής. Ο βαθμονομητής αυτός συνδέεται στην είσοδο του ανιχνευτή. Στην περίπτωση αυτή το πλάτος της απόκρισης του δευτερεύοντος παλμού πρέπει να βαθμονομηθεί προηγουμένως ως προς το κυρίως κύκλωμα βαθμονόμησης, προτού αυτό αποσυνδεθεί και ενεργοποιηθεί ο μετασχηματιστής υψηλής τάσης δοκιμής, σύμφωνα με το CIGRE REPORT 1968-2101, Παράρτημα III, Τμήμα I, παράγραφος 1.2.

7.4. Διαδικασία δοκιμής

Η τάση δοκιμής πρέπει να εφαρμόζεται μεταξύ αγωγού και θωράκισης. Πρέπει να υψωθεί και να κρατηθεί, όχι για περισσότερο από 1 min σε τιμή που είναι $0,25 U_0$ μεγαλύτερη από την τάση στην οποία πρόκειται να γίνει η μέτρηση της μερικής εκκένωσης (όπου U_0 είναι η ονομαστική τάση του καλωδίου).

Για παράδειγμα, αν το αντίστοιχο πρότυπο καλωδίου απαιτεί η μέτρηση της μερικής εκκένωσης να γίνει στο $1,5 U_0$ η τάση πρέπει να υψωθεί πρώτα στο $1,75 U_0$

Η τάση δοκιμής πρέπει να μειωθεί τότε η βαθμιαία και η μέτρηση της μερικής εκκένωσης πρέπει να γίνει στην τάση που προδιαγράφεται για τη μέτρηση από το αντίστοιχο πρότυπο καλωδίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΧΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ

8.1 Μέτρηση πάχους μονωτικών τοιχωμάτων

8.1.1 Γενικά

Η μέτρηση του πάχους της μόνωσης μπορεί να απαιτηθεί ως ιδιαίτερη δοκιμή, ή ως ένα βήμα για τη διαδικασία διεξαγωγής άλλων δοκιμών, όπως π.χ. καθορισμού μηχανικών ιδιοτήτων. Σε κάθε περίπτωση, οι μέθοδοι επιλογής δειγμάτων πρέπει να συμφωνούν με τα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίων.

8.1.2.Εξοπλισμός μετρήσεων

Ένα μικροσκόπιο μέτρησης που επιτρέπει ανάγνωση 0,01 mm καθώς και μια κατ'εκτίμηση προσέγγιση τριών δεκαδικών ψηφίων όταν μετριέται μόνωση με ένα πάχος μικρότερο από 0,5mm.

Αντί μικροσκοπίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλη μετρητική συσκευή προβολής με μεγέθυνση τουλάχιστο 10, αλλά στην περίπτωση αμφιβολιών, πρέπει να εφαρμοστεί η μέθοδος μετρήσεων με μικροσκόπιο.

8.1.3.Προετοιμασία δοκιμίων

Απομακρύνεται οποιοδήποτε περίβλημα πάνω από τη μόνωση και τραβιέται έξω ο αγωγός, με προσοχή να μη δημιουργηθούν βλάβες στη μόνωση. Οι ημιαγωγίμες εσωτερικές και ή εξωτερικές στρώσεις, αν έχουν σύμφυση με τη μόνωση, δεν πρέπει να απομακρυνθούν. Κάθε δοκίμιο πρέπει να αποτελείται από μια λεπτή φέτα από τη μόνωση. Η φέτα πρέπει να κοπεί με κατάλληλο εργαλείο (π.χ. κοφτερό μαχαίρι, ξυράφι, κ.λ.π.) κατά μήκος επιπέδου καθέτου στον άξονα του αγωγού.

Αν πάνω στη μόνωση είναι τυπωμένη η επισήμανση, έτσι ώστε να δίνει μια τοπική ελάττωση του πάχους της μόνωσης, τότε το δοκίμιο πρέπει να ληφθεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να περιλαβαίνει τέτοιες επισημάνσεις.

8.1.4.Διαδικασία μέτρησης

Το δοκίμιο πρέπει να τοποθετηθεί κάτω από τη συσκευή μέτρησης με το επίπεδο της τομής του κάθετο στον οπτικό άξονα.

α) Όταν η εσωτερική διανομή (προφίλ) του δοκιμίου είναι κυκλική πρέπει να πραγματοποιηθούν έξι μετρήσεις, κατά ακτινικές διευθύνσεις, κατά το δυνατό ισαπέχουσες ή μια από την άλλη, διαμοιρασμένες σε όλη την περιφέρεια.

Για πόλους διατομής κυκλικού τομέος, οι έξι μετρήσεις πρέπει να γίνουν όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

β) Όταν η μόνωση παίρνεται από πολύκλωνο αγωγό, πρέπει να γίνουν έξι μετρήσεις κατά ακτινικές διευθύνσεις σε σημεία όπου η μόνωση είναι λεπτότερη, π.χ. μεταξύ των ιχνών που δημιουργούνται από τους κλώνους, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.

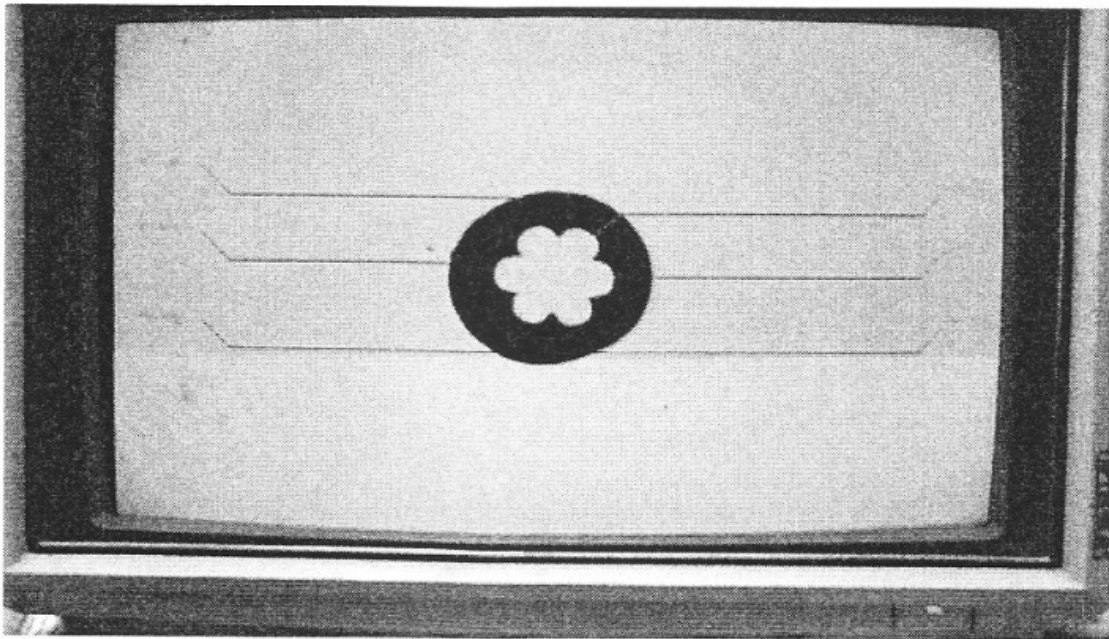
γ) Όταν το εξωτερικό προφίλ έχει ακανόνιστο σχήμα, τότε το κάθετο νήμα του μετρητικού μικροσκοπίου μέτρησης πρέπει να ρυθμιστεί όπως φαίνεται στο σχήμα 3.

δ) όταν υπάρχουν στρώματα θωράκισης που δεν μπορούν να απομακρυνθούν κάτω και/ή πάνω από το μονωτικό τοίχωμα, πρέπει να εξαιρεθούν από τη μέτρηση.

ε) Τα πλακέ καλώδια πρέπει να μετρηθούν όπως φαίνεται στο σχήμα 6.

Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η πρώτη μέτρηση πρέπει να γίνει στο σημείο που η μόνωση είναι λεπτότερη.

Η ανάγνωση των μετρήσεων πρέπει να γίνει σε χιλιοστά, με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων αν το πάχος της μόνωσης είναι 0,5 mm και πάνω, ή με προσέγγιση τριών δεκαδικών ψηφίων αν το πάχος της μόνωσης είναι μικρότερο από 0,5 mm.

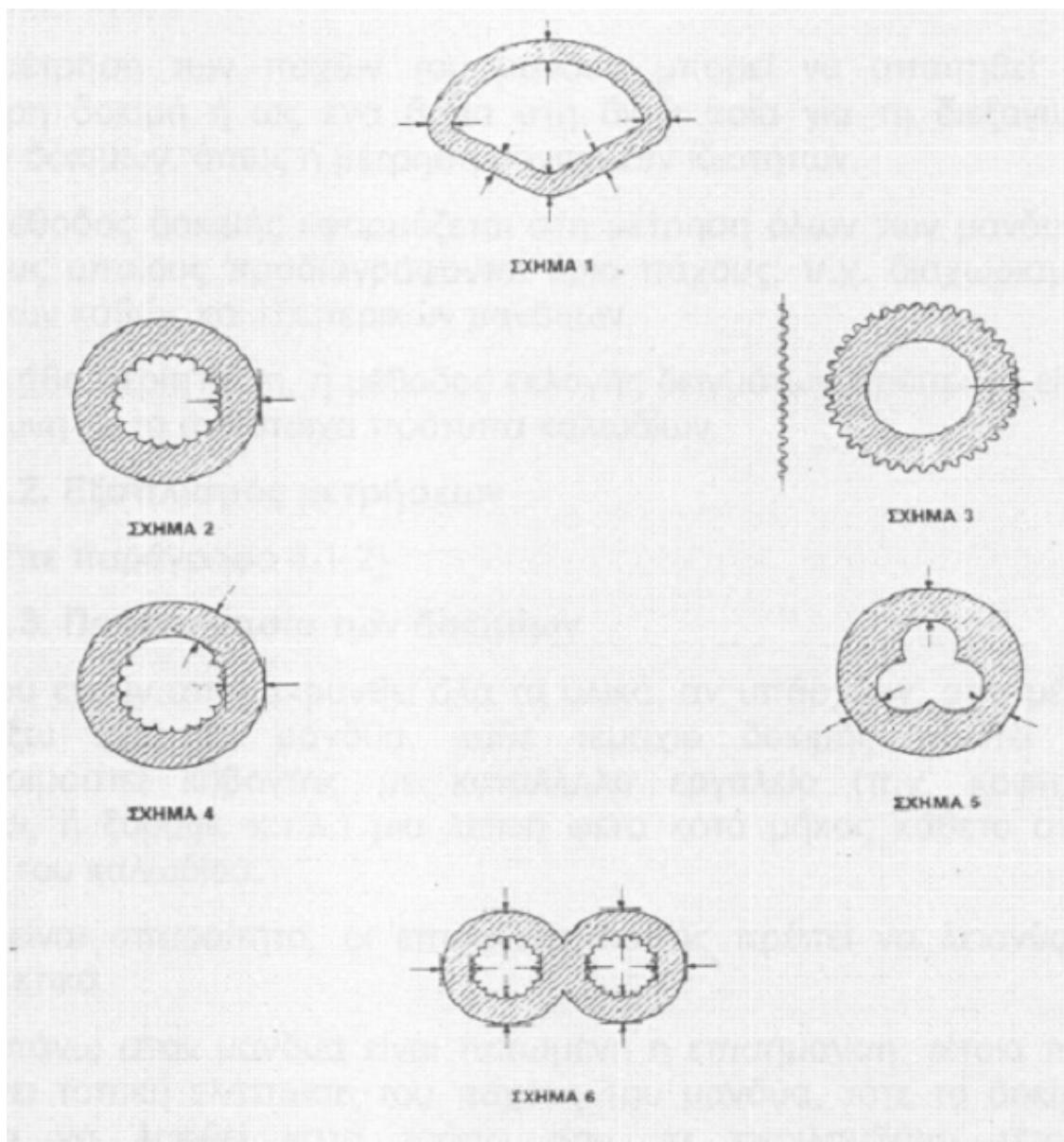


Μέτρηση πάχους μόνωσης

8.1.5. Εκτίμηση των αποτελεσμάτων μέτρησης

Όπως προδιαγράφεται στις απαιτήσεις δοκιμών στα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίων.

Στην περίπτωση μηχανικών δοκιμών, η «μέση τιμή του πάχους δ», κάθε δοκιμίου (βλέπε παράγραφο 9.1.4.α) πρέπει να υπολογιστεί από έξι αποτελέσματα μετρήσεων που παίρνονται από αυτό το δοκίμιο.



Σχήμα 1 ως 6-Μετρηση του πάχους της μόνωσης

8.2. Μέτρηση πάχους μη μεταλλικών μανδύων

8.2.1.Γενικά

Η μέτρηση των παχών του μανδύα μπορεί να απαιτηθεί ως ιδιαίτερη δοκιμή ή ως ένα βήμα στη διαδικασία για τη διεξαγωγή άλλων δοκιμών, όπως η μέτρηση μηχανικών ιδιοτήτων. Η μέθοδος δοκιμής εφαρμόζεται στη μέτρηση όλων των μανδύων για τους οποίους προδιαγράφονται όρια πάχους, π.χ. διαχωρισμού μανδύων καθώς και εξωτερικών μανδύων. Σε κάθε περίπτωση, η μέθοδος εκλογής δειγμάτων πρέπει να είναι σύμφωνη με τα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίων.

8.2.2.Εξοπλισμός μετρήσεων

(βλέπε παράγραφο 8.1.2)

8.2.3.Προετοιμασία των δοκιμών

Αφού έχουν απομακρυνθεί όλα τα υλικά, αν υπάρχουν, από μέσα και έξω από το μανδύα, κάθε τεμάχιο δοκιμής πρέπει να προετοιμαστεί κόβοντας με κατάλληλο εργαλείο (π.χ. κοφτερό μαχαίρι, ή ξυράφι, κ.τ.λ.) μια λεπτή φέτα κατά μήκος κάθετο στον άξονα του καλωδίου.

Αν είναι απαραίτητο, οι επιφάνειες κοπής πρέπει να λειανθούν προσεκτικά. Αν πάνω στον μανδύα είναι τυπωμένη η επισήμανση, τέτοια που να δίνει τοπική ελάττωση του πάχους του μανδύα, τότε το δοκίμιο πρέπει να ληφθεί κατά τρόπο που να περιλαμβάνει τέτοιες επισημάνσεις.

8.2.4.Διαδικασία μέτρησης

Το δοκίμιο πρέπει να τοποθετείται κάτω από τη συσκευή μέτρησης με το επίπεδο τομής του κάθετο στον οπτικό άξονα.

α) Όταν η εσωτερική διατομή (προφίλ) του δοκιμίου είναι κυκλική, πρέπει να πραγματοποιηθούν έξι μετρήσεις, κατά ακτινικές διευθύνσεις, κατά το δυνατό ίσαπέχουσες ή μια από την άλλη διαμοιρασμένες σε όλη την περιφέρεια.

β) Αν η εσωτερική, ουσιαστικά κυκλική, επιφάνεια δεν είναι κανονική ή λεία, οι έξι μετρήσεις που πρέπει να γίνουν ακτινικά στις θέσεις που ο μανδύας είναι λεπτότερος, τοποθετώντας το νήμα του μικροσκοπίου όπως φαίνεται για παράδειγμα στο σχήμα 4.

γ) Όταν το εσωτερικό προφίλ δεν είναι κυκλικό, πρέπει να γίνει ένας κατάλληλος αριθμός μετρήσεων (μέχρι έξι) εκεί που ο μανδύας είναι λεπτότερος, π.χ. στο βάθος των αυλάκων που σχηματίζονται από τους πόλους, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.

δ) Αν το καλώδιο έχει ορθογωνική διατομή (βλέπε παρακάτω) τα πάχη e_2 και e_3 πρέπει να μετρηθούν.

Πάχος e_2

Οι μετρήσεις πρέπει να γίνουν σε ένα πόλο ανά ομάδα στα δύο άκρα του.

Οι θέσεις των μετρήσεων πρέπει να κείνται σε περίπου ίσα διαστήματα κατά μήκος κάθε επίπεδης πλευράς, αλλά σε όλες τις περιπτώσεις πρέπει να περιλαμβάνουν τη λεπτότερη θέση.

Τουλάχιστο τέσσερις μεμονωμένες μετρήσεις πρέπει να γίνουν στο μανδύα των τριπολικών και τετραπολικών καλωδίων.

Αν οι πόλοι δεν είναι ομαδοποιημένοι, οι μετρήσεις πρέπει να γίνουν σαν να είχε υιοθετηθεί η ομαδοποίηση που δίνεται στο σχετικό πρότυπο του καλωδίου.

Πάχος e_3

Δύο μετρήσεις πρέπει να γίνουν σε κάθε προετοιμασμένη διατομή.

Το πάχος e_3 εμφανίζεται μόνο στη περίπτωση των πόλων που είναι διαταγμένοι σε δύο ή περισσότερες ομάδες. Η ακτίνα καμπυλότητας των άκρων δεν μετρείται.

ε) Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η πρώτη μέτρηση πρέπει να γίνει στο σημείο που ο μανδύας εμφανίζεται λεπτότερος.

Η ανάγνωση των μετρήσεων πρέπει να γίνει σε χιλιοστόμετρα με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων.

8.2.5. Εκτίμηση των αποτελεσμάτων μέτρησης

Όπως προδιαγράφεται στις απαιτήσεις δοκιμών των αντίστοιχων προτύπων καλωδίων.

Στις περιπτώσεις μηχανικών δοκιμών, η «μέση τιμή πάχους δ » κάθε δοκιμίου, (βλέπε μέθοδο β.1 της παραγράφου 9.1.4) πρέπει να υπολογιστεί από όλα τα αποτελέσματα των μετρήσεων που γίνονται σ' αυτό το δοκίμιο.

8.3. Μέτρηση διαμέτρων

8.3.1.Γενικά

Η μέτρηση των διαμέτρων πάνω από τη μόνωση των πόλων ή πάνω από το μανδύα μπορεί να απαιτηθεί ως ξεχωριστή δοκιμή ή ως ένα βήμα στη διαδικασία διεξαγωγής άλλων δοκιμών. Οι μέθοδοι στην παρακάτω παράγραφο 8.3.2 είναι για γενική χρήση εκτός εκεί που η διαδικασία μιας ειδικής δοκιμής προδιαγράφει μια διαφορετική ή εναλλακτική μέθοδο.

8.3.2.Διαδικασία μέτρησης

α) Για διαμέτρους μέχρι και 15 mm : το μικροσκόπιο μέτρησης ή ο μεγεθυντής προβολής πρέπει να χρησιμοποιούνται πάνω στην ίδια λεπτή φέτα που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των παχών, όπως καθορίζεται στο κεφάλαιο 3 (βλέπε παραγράφους 8.1.4 και 8.2.4).

Για μετρήσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια δοκιμών σειράς, επιτρέπεται η χρησιμοποίηση ενός μικρομέτρου ή παχύμετρου εφοδιασμένου με βερνιέρο λαβαίνοντας πρόνοια να αποφεύγεται η συμπίεση του δοκιμίου.

β) Για διαμέτρους πάνω από 15 mm : πρέπει να χρησιμοποιείται μετρητική ταινία σε κάθε δοκίμιο. Η ανάγνωση των μετρήσεων πρέπει να γίνει με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων για διαμέτρους μέχρι και 15 mm και με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου για διαμέτρους πάνω από 15 mm, εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά στο αντίστοιχο πρότυπο καλωδίων που βρίσκεται σε ισχύ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΕΙΓΜΑΤΩΝ ΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΑ

9.1 Μονωτικά μείγματα

9.1.1 Γενικά

Αυτές οι δοκιμές προσδιορίζουν την αντοχή εφελκυσμού και επιμήκυνση κατά τη θραύση του μονωτικού υλικού του καλωδίου (μετά την αφαίρεση τυχόν ημιαγωγίων στρώσεων) όπως λαβαίνετε μετά την κατασκευή (δηλαδή χωρίς οποιαδήποτε γήρανση) και όταν απαιτείται, μετά από μια ή περισσότερες επιταχυνόμενες γηράνσεις.

Όταν η γήρανση πρόκειται να γίνει σε δοκίμια μόνωσης που έχουν προετοιμαστεί (σύμφωνα με τις παραγράφους 10.1.3 και 10.2), τα δοκίμια προς γήρανση θα προέρχονται από θέσεις παρακείμενες προς τα δοκίμια που θα χρησιμοποιηθούν για δοκιμή χωρίς γήρανση και οι δοκιμές εφελκυσμού τόσο στα γηρασμένα όσο και στα μη γηρασμένα δοκίμια πρέπει να γίνουν με άμεση διαδοχή.

9.1.2. Δειγματοληψία

Ένα δείγμα από κάθε πόλο που πρόκειται να δοκιμαστεί ή από τη μόνωση κάθε πόλου που πρόκειται να δοκιμαστεί, πρέπει να λαμβάνεται με τέτοιο μέγεθος ώστε να δίνει τουλάχιστο πέντε δοκίμια, για τις δοκιμές εφελκυσμού χωρίς γήρανση και πέντε δοκίμια για τις δοκιμές εφελκυσμού μετά από κάθε απαιτούμενη γήρανση. Οι πόλοι των πλακέ καλωδίων δεν πρέπει να χωρίζονται. Οποιοδήποτε δείγμα που εμφανίζει σημεία μηχανικής κάκωσης δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για τις δοκιμές.

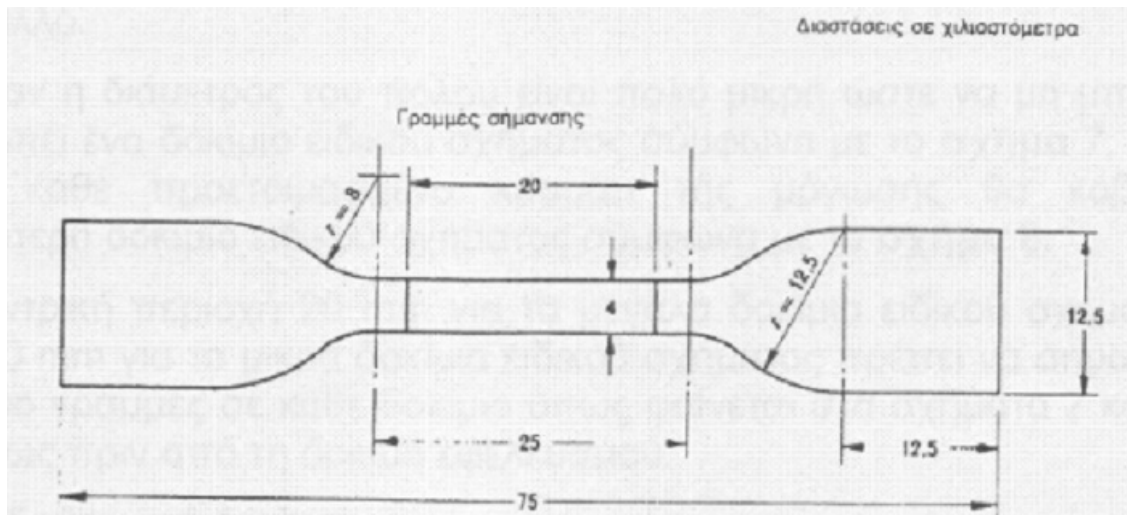
9.1.3. Προετοιμασία των δοκιμών

α) Δοκίμια ειδικού σχήματος (αλήτρα)

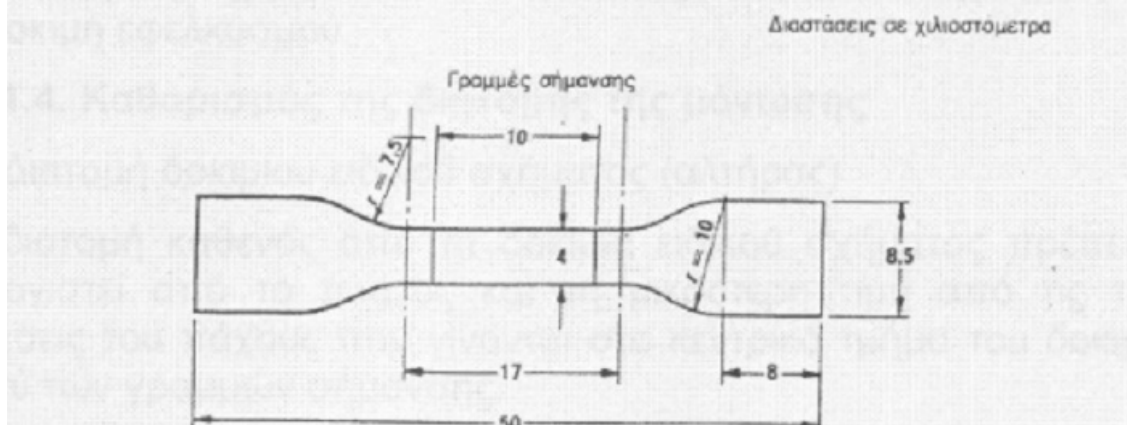
Τα δοκίμια ειδικού σχήματος πρέπει να χρησιμοποιούνται όποτε είναι δυνατό. Αυτά πρέπει να προετοιμάζονται από δείγματα μόνωσης που αφαιρούνται από τον αγωγό ανοιγμένα με κόψιμο κατά τη διεύθυνση του άξονα του αγωγού.

Οι ημιαγωγίμες στρώσεις εφόσον υπάρχουν μέσα ή/και έξω από τα δοκίμια της μόνωσης πρέπει να απομακρυνθούν με μηχανικά μέσα, δηλαδή χωρίς χρήση διαλυτικών. Κάθε δείγμα μόνωσης πρέπει να κοπεί σε κομμάτια επαρκούς μεγέθους για τη δοκιμή και τα κομμάτια πρέπει να σημανθούν ώστε να αναγνωρίζεται το δείγμα από το οποίο έχουν κοπεί και η θέση του ενός σε σχέση με το άλλο στο αρχικό δείγμα.

Τα κομμάτια της μόνωσης πρέπει να τριφτούν ή να κοπούν έτσι ώστε να ληφθούν δύο παράλληλες επιφάνειες μεταξύ των γραμμών σήμανσης που αναφέρονται παρακάτω, λαμβάνοντας πρόνοια να αποφευχθεί υπερβολική θέρμανση. Για μονώσεις από πολυαιθυλένιο (PE) πρέπει να χρησιμοποιηθεί μόνο κόψιμο, όχι τρίψιμο. Μετά το τρίψιμο το πάχος των δοκιμών δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 0,8 mm ούτε μεγαλύτερο από 2,0mm.



ΣΧΗΜΑ 7 — Δοκίμιο ειδικού σχήματος



Σχήμα 8- Μικρό δοκίμιο ειδικού σχήματος

Ένα δοκίμιο ειδικού σχήματος σύμφωνα με στο σχήμα 7, πρέπει να κοπεί από κάθε προετοιμασμένο κομμάτι μόνωσης ή αν είναι δυνατό πρέπει να κοπούν δύο δοκίμια ειδικού σχήματος το ένα δίπλα στο άλλο.

Όταν η διάμετρος του πόλου είναι πολύ μικρή ώστε να μη μπορεί να κοπεί ένα δοκίμιο ειδικού σχήματος σύμφωνα με το σχήμα 7, τότε από κάθε προετοιμασμένο κομμάτι της μόνωσης θα κόβεται μικρότερο δοκίμιο ειδικού σχήματος σύμφωνα με το σχήμα 8.

Κεντρική περιοχή 20 mm για τα μεγάλα δοκίμια ειδικού σχήματος και 10 mm για τα μικρά δοκίμια ειδικού σχήματος πρέπει να σημειωθεί με δύο γραμμές σε κάθε δοκίμιο όπως φαίνεται στα σχήματα 7 και 8, αμέσως πριν από τη δοκιμή εφελκυσμού.

β) Σωληνωτά δοκίμια

Τα δείγματα του πόλου πρέπει να κοπούν σε κομμάτια μήκους καθένα περίπου 100 mm και ο αγωγός ή τυχόν άλλα εξωτερικά περιβλήματα απομακρυνθούν, λαμβάνοντας πρόνοια να μην καταστραφεί η μόνωση. Τα σωληνωτά δοκίμια πρέπει να σημειωθούν ώστε να αναγνωρίζεται το δείγμα από το οποίο προέρχονται και οι σχετικές θέσεις τους στο δείγμα.

Κεντρική περιοχή 20 mm πρέπει να σημειωθεί με δύο γραμμές πριν την δοκιμή εφελκυσμού.

9.1.4. Καθορισμός της διατομής της μόνωσης

α) Διατομή δοκιμίου ειδικού σχήματος (αλτήρας)

Η διατομή καθενός από τα δοκίμια ειδικού σχήματος πρέπει να υπολογιστεί από το πλάτος και τη μικρότερη τιμή από τις τρεις μετρήσεις του πάχους που γίνονται στο κεντρικό τμήμα του δοκιμίου μεταξύ των γραμμών σήμανσης.

Αν υπάρχει αμφιβολία για την ομοιομορφία του πλάτους, αυτό πρέπει να μετρηθεί στα ίδια τρία σημεία που μετρήθηκε το πάχος και στις δύο επιφάνειες του δοκιμίου λαμβάνοντας τη μέση τιμή των δύο μετρήσεων σαν πλάτος σε κάθε θέση.

Η μικρότερη από τις τρεις διατομές που θα βρεθεί με αυτόν τον τρόπο πρέπει να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της αντοχής σε εφελκυσμό.

Οι μετρήσεις πρέπει να γίνουν με μικρόμετρο ή με παρόμοιο όργανο που να προκαλεί πίεση επαφής όχι μεγαλύτερη από 7 N/cm^2 .

Οι μετρήσεις πρέπει να εκφράζονται σε χιλιοστά με δύο δεκαδικά ψηφία. Σε περίπτωση αμφισβήτησης η πίεση επαφής για φυσικά και συνθετικά ελαστικά δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2 N/cm^2 .

β) Διατομή σωληνωτών δοκιμίων

Στο μέσο του δείγματος που χρησιμοποιείται για την προετοιμασία των δοκιμίων, πρέπει να ληφθεί ένα κομμάτι για να προσδιοριστεί η διατομή A σε τετραγωνικά χιλιοστά των δοκιμίων με μια από τις παρακάτω μεθόδους. Σε περίπτωση αμφιβολίας πρέπει να χρησιμοποιηθεί η δεύτερη μέθοδος (β2).

β1) Από τις διαστάσεις σύμφωνα με τον τύπο:

$$A = \pi(D - \delta) \cdot \delta$$

όπου:

δ είναι η μέση τιμή του πάχους μόνωσης, σε χιλιοστά, καθοριζόμενη όπως περιγράφεται στην παράγραφο 8.1.4 (τελευταίο εδάφιο) και στρογγυλεμένη σε δύο δεκαδικά ψηφία.

D είναι η μέση τιμή της εξωτερικής διαμέτρου του δοκιμίου σε χιλιοστά, καθοριζόμενη όπως περιγράφεται στη μέθοδο δοκιμής β) της παραγράφου 8.3.2 και στρογγυλεμένη σε δύο δεκαδικά ψηφία.

B2) Από την πυκνότητα, τη μάζα και το μήκος, σύμφωνα με τον τύπο:

$$A = 1000m$$

$$d \times l$$

όπου:

m είναι η μάζα του δοκιμίου, σε γραμμάρια με προσέγγιση τριών δεκαδικών ψηφίων.

l είναι το μήκος σε χιλιοστά με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου.

d είναι η πυκνότητα μετρημένη σύμφωνα με το κεφάλαιο 15 σε ένα πρόσθετο δείγμα από την ίδια μόνωση, χωρίς γήρανση, σε γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστόμετρο με προσέγγιση τριών δεκαδικών ψηφίων.

γ) Για δοκίμια τα οποία πρόκειται να υποστούν γήρανση η διατομή πρέπει να προσδιορίζεται πριν από τη γήρανση.

9.1.5. Κατεργασία γήρατος

Κάθε απαιτούμενη γήρανση πρέπει να γίνεται σε πέντε δοκίμια (βλέπε παράγραφο 9.1.2) σύμφωνα με το κεφάλαιο 10 και σε συνθήκες που προδιαγράφονται στο αντίστοιχο πρότυπο καλωδίου.

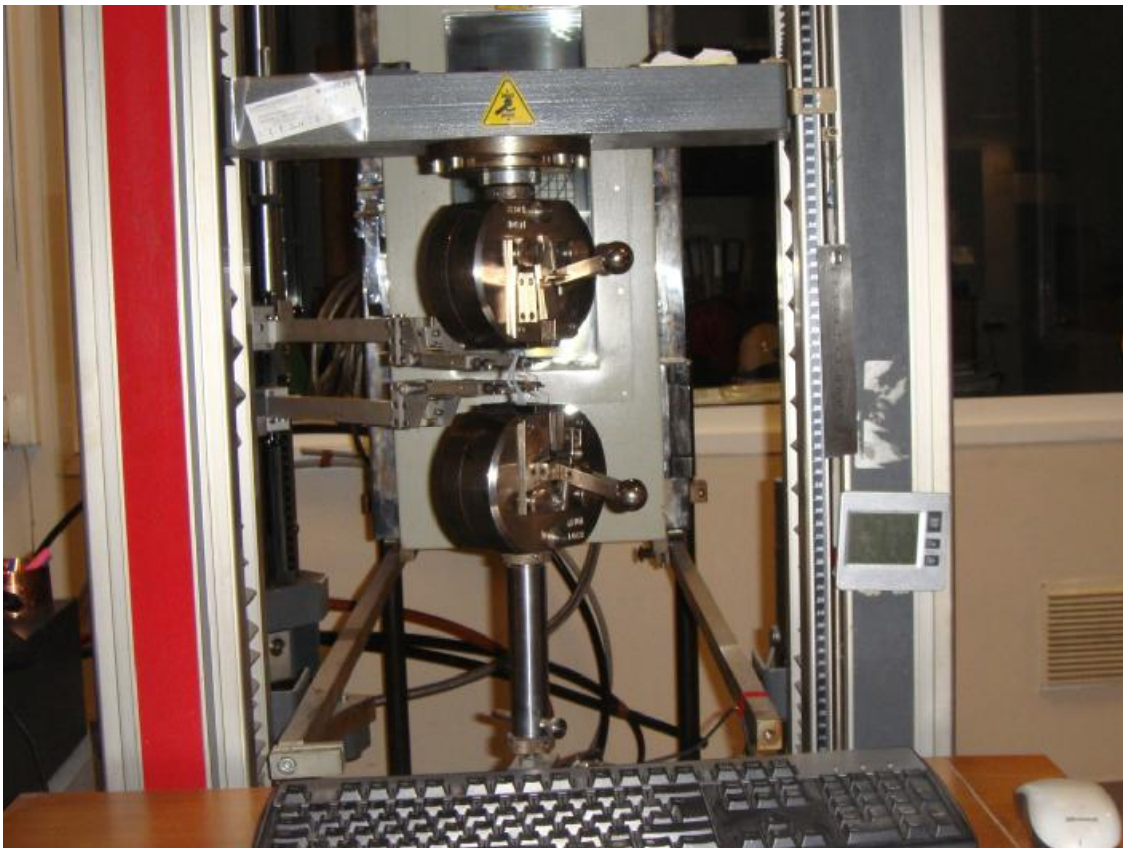
9.1.6. Εγκλιματισμός δοκιμίων

Όλα τα δοκίμια, πριν ή μετά τη γήρανση πρέπει να κρατηθούν για 3 h τουλάχιστο πριν από τη δοκιμή εφελκυσμού σε θερμοκρασία 23 ± 5 °C, εκτός από τη μόνωση PVC που πρέπει να κρατηθεί σε θερμοκρασία 23 ± 2 °C.

9.1.7. Διαδικασία δοκιμής εφελκυσμού

α) Θερμοκρασία δοκιμής

Η δοκιμή πρέπει να γίνει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και κάθε δοκιμή πρέπει να τελειώσει μέσα σε 5 min από την εξαγωγή του δοκιμίου από το θάλαμο κλιματισμού. Σε περίπτωση αμφιβολίας για μόνωση PVC η δοκιμή πρέπει να επαναληφθεί σε θερμοκρασία 23 ± 2 °C.



Μηχανή εφελκυσμού

β) Απόσταση μεταξύ των σιαγόνων και ταχύτητα απομάκρυνσης

Οι σιαγόνες της μηχανής εφελκυσμού μπορεί να είναι είτε αυτοταυνομένου είτε μη αυτοταυνομένου τύπου.

Η συνολική απόσταση μεταξύ των σιαγόνων πρέπει να είναι περίπου :

34 mm για δοκίμια ειδικού σχήματος που φαίνονται στο σχήμα 8.

50 mm για δοκίμια ειδικού σχήματος που φαίνονται στο **σχήμα 7**.

50 mm για σωληνωτά δοκίμια, αν δοκιμάζονται με μη αυτοανοιγόμενες σιαγόνες.

85 mm για σωληνωτά δοκίμια, αν δοκιμάζονται με μη αυτοανοιγόμενες σιαγόνες.

Η ταχύτητα απομάκρυνσης πρέπει να είναι 250 ± 50 mm/min σε όλες τις περιπτώσεις, εκτός από την περίπτωση πολυαιθυλενίου με πυκνότητα υψηλότερη από $0,925 \text{ g/cm}^3$ στους $23 \text{ }^\circ\text{C}$.

Για πολυαιθυλένιο (PE) πυκνότητας μεγαλύτερης από $0,925 \text{ g/cm}^3$, η ταχύτητα απομάκρυνσης πρέπει να είναι 25 ± 5 mm/min εκτός αν ο κατασκευαστής προτιμά υψηλότερη ταχύτητα απομάκρυνσης.

γ) Μετρήσεις

Το φορτίο θραύσης και η απόσταση των δύο γραμμών σήμανσης κατά τη θραύση πρέπει να μετρηθούν συγχρόνως στο ίδιο δοκίμιο.

Ένα μη ικανοποιητικό αποτέλεσμα από θραύση του δοκιμίου που οφείλεται σε τραυματισμό του από τις σιαγόνες της μηχανής εφελκυσμού δε λαβαίνετε υπόψη. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να ληφθούν τουλάχιστο τέσσερα σωστά αποτελέσματα για να καθοριστεί η αντοχή σε εφελκυσμό και η επιμήκυνση κατά τη θραύση. Αλλιώς, η δοκιμή επαναλαμβάνεται.

9.1.8. Έκφραση αποτελεσμάτων

Για τον υπολογισμό της αντοχής σε εφελκυσμό πρέπει να διαιρεθεί το φορτίο θραύσης με το εμβαδόν της εγκάρσιας διατομής του μη εφελκυσμένου δοκιμίου.

Η επιμήκυνση κατά τη θραύση πρέπει να υπολογιστεί σαν αύξηση της απόστασης μεταξύ των γραμμών σήμανσης κατά τη θραύση από την απόσταση μεταξύ των γραμμών σήμανσης του μη εφελκυσμένου δοκιμίου, εκφρασμένη σε ποσοστό % της τελευταία. Οι τιμές που καταγράφονται σαν αντοχή σε εφελκυσμό και επιμήκυνση κατά τη θραύση πρέπει να είναι οι ενδιάμεσες τιμές των αποτελεσμάτων που λαβαίνονται για κάθε μια ιδιότητα.

9.2.Μείγματα μανδύων

9.2.1.Γενικά

Αυτές οι δοκιμές πρέπει να καθορίσουν την αντοχή σε εφελκυσμό και επιμήκυνση κατά τη θραύση των υλικών για μανδύες καλωδίου που έχει ληφθεί μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του (δηλαδή χωρίς οποιαδήποτε γήρανση) και εφόσον απαιτείται μετά από μια ή περισσότερες κατεργασίες επιταχυνόμενης γήρανσης.

Όταν η κατεργασία γήρανσης πρόκειται να γίνει σε προετοιμασμένα δοκίμια (σύμφωνα με την παράγραφο 10.1.3), τα δοκίμια για κατεργασία θα λαβαίνονται από θέσεις παρακείμενες με τα δοκίμια τα οποία χρησιμοποιούνται για τη δοκιμή χωρίς γήρανση, και οι δοκιμές εφελκυσμού στα γηρασμένα δοκίμια πρέπει να γίνονται με άμεση διαδοχή.

9.2.2.Δειγματοληψία

Το μέγεθος του δείγματος καλωδίου που πρόκειται να δοκιμαστεί ή του μανδύα που θα αφαιρεθεί από το καλώδιο, πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να επιτρέπει λήψη τουλάχιστον πέντε δοκιμών για τις δοκιμές εφελκυσμού χωρίς γήρανση και τον απαιτούμενο αριθμό δοκιμών για κάθε μία από τις δοκιμές εφελκυσμού μετά από γήρανση που προδιαγράφονται για το υλικό του μανδύα στο αντίστοιχο πρότυπο του καλωδίου. Κάθε δείγμα που παρουσιάζει ίχνη μηχανικής κάκωσης δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για δοκιμές.

9.2.3.Προετοιμασία των δοκιμών

Τα δοκίμια πρέπει να προετοιμάζονται από δείγματα του μανδύα με τον ίδιο τρόπο που προδιαγράφεται για τη μόνωση στην παράγραφο 9.1.3 με τη μόνη διαφορά το ελάχιστο πάχος των δοκιμών δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 0,6 mm, ενώ πρέπει να χρησιμοποιούνται όποτε είναι δυνατό δοκίμια ειδικού σχήματος (αλτήρες).

Αν ο μανδύας έχει αυλακώσεις στην εσωτερική του επιφάνεια εξαιτίας των πόλων, τότε κατά την προετοιμασία των δοκιμών ειδικού σχήματος και για να αφαιρεθεί ο μανδύας από το καλώδιο πρέπει να κόβεται κατά την διεύθυνση των αυλακώσεων και οι πτυχώσεις πρέπει να αφαιρούνται με τρίψιμο ή κόψιμο.

Για μανδύες πολυαιθυλενίου (PE), των δοκιμών ειδικού σχήματος δε χρειάζεται να μειώνεται στα 2,0 mm όταν το πλήρες πάχος του μανδύα είναι μεγαλύτερο, με την προϋπόθεση ότι και οι δύο επιφάνειες των δοκιμών είναι λείες.

Κατά την προετοιμασία σωληνωτών δοκιμών πρέπει να αφαιρούνται όλα τα συστατικά του καλωδίου μέσα από το μανδύα περιλαμβανομένων των πόλων, παρεμβυσμάτων και εσωτερικών περιβλημάτων.

9.2.4.Καθορισμός της διατομής του μανδύα

Η διατομή κάθε δοκιμίου πρέπει να καθορίζεται με την ίδια μέθοδο που προδιαγράφεται για

τη μόνωση στην παράγραφο 9.1.4, με τις παρακάτω τροποποιήσεις για σωληνωτά δοκίμια. Το πάχος και η διάμετρος του μανδύα, πρέπει να χρησιμοποιούνται στη μέθοδο β1, αφού μετρηθούν σύμφωνα με το κεφάλαιο 8 με ειδική αναφορά στην παράγραφο 8.2.5 για το πάχος και στην παράγραφο 8.3.2 για τη διάμετρο.

Η πυκνότητα πρέπει να μετριέται σε ένα πρόσθετο δοκίμιο του ίδιου μανδύα κατά τη μέθοδο β2. Αν ο μανδύας έχει αυλακώσεις τότε πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο η μέθοδος β2.

9.2.5.Κατεργασία γήρανσης

Κάθε απαιτούμενη κατεργασία γήρανσης θα γίνεται σε πέντε δοκίμια (βλέπε παράγραφο 9.2.2) σύμφωνα με το κεφάλαιο 10, κάτω από τις συνθήκες που προδιαγράφονται στο αντίστοιχο πρότυπο του καλωδίου.

9.2.6.Εγκλιματισμός δοκιμίων

Σύμφωνα με την παράγραφο 9.1.6

9.2.7.Διαδικασία δοκιμής εφελκυσμού

Σύμφωνα με την παράγραφο 9.1.7

9.2.8.Έκφραση των αποτελεσμάτων

Σύμφωνα με την παράγραφο 9.1.8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΓΗΡΑΝΣΗΣ

10.1.Γήρανση σε φούρνο αέρα

10.1.1.Γενικά

Μια κατεργασία γήρανσης σε φούρνο αέρα, μπορεί να απαιτείται από τα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίου για τις παρακάτω περιπτώσεις:

- α) για προετοιμασμένα δοκίμια (βλέπε παράγραφο 10.1.3),
- β) για τεμάχια έτοιμου καλωδίου (βλέπε παράγραφο 10.1.4),
- γ) για τη δοκιμή απώλειας μάζας (βλέπε τη μέθοδο που αναφέρεται στο κεφάλαιο 11).

Η δοκιμή γήρανσης α) και η δοκιμή μάζας γ) μπορεί να συνδυαστούν και να διεξαχθούν στα ίδια δοκίμια.

10.1.2.Εξοπλισμός

Ένας φούρνος με φυσική ροή αέρα ή με ροή αέρα υπό πίεση.Ο αέρας πρέπει να εισέρχεται στο φούρνο με τέτοιο τρόπο ώστε να ρέει πάνω στις επιφάνειες των δοκιμίων και να φεύγει από το πάνω μέρος του φούρνου. Ο φούρνος πρέπει να έχει τουλάχιστο 8 και όχι περισσότερες από 20 πλήρεις αλλαγές αέρα την ώρα στην προδιαγραφόμενη θερμοκρασία γήρανσης.

Δύο μέθοδοι για την μέτρηση του ρυθμού της ροής μέσα από το φούρνο δίνονται στην παράγραφο **10.4**.Δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί ανεμιστήρας στο εσωτερικό του φούρνου.

10.1.3. Διαδικασία γήρανσης των προετοιμασμένων δοκιμίων.

Η γήρανση πρέπει να γίνει σε ατμόσφαιρα που θα έχει σύνθεση και πίεση του αέρα περιβάλλοντος.Τα δοκίμια όπως προδιαγράφονται στο κεφάλαιο 9, πρέπει να αναρτηθούν κάθετα και ουσιαστικά στη μέση του φούρνου έτσι ώστε κάθε δοκίμιο πρέπει να απέχει τουλάχιστο 20 mm από οποιοδήποτε άλλο δοκίμιο.

Αν μερικά από τα δοκίμια πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για τη δοκιμή απώλειας μάζας, τότε τα δοκίμια δεν πρέπει να καλύπτουν περισσότερο από 0,5% του όγκου του φούρνου.Τα δοκίμια πρέπει να κρατηθούν στο φούρνο σε μια θερμοκρασία και για ένα χρόνο που προδιαγράφονται για το αντίστοιχο υλικό στα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίων.

Μείγματα με συνθέσεις που διαφέρουν μεταξύ τους ουσιαστικά δεν πρέπει να δοκιμαστούν ταυτόχρονα.Αμέσως μετά την περίοδο της γήρανσης, τα δοκίμια πρέπει να βγουν από το φούρνο και να αφεθούν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 16 h τουλάχιστο χωρίς να εκτεθούν άμεσα στον ήλιο. Η δοκιμή εφελκυσμού πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις παραγράφους 9.1.6 και 9.1.7.

10.1.4. Διαδικασία γήρανσης για τεμάχια έτοιμου καλωδίου

Τρία μικρά τεμάχια έτοιμου καλωδίου μήκος περίπου 200 mm πρέπει να ληφθούν κατά προτίμηση από μια θέση πλησίον εκείνης από την οποία λαμβάνονται τα δείγματα για την δοκιμή χωρίς γήρανση, (κεφάλαιο 9).

Τα τεμάχια καλωδίου δεν πρέπει να καλύπτουν περισσότερο από το 2% του όγκου του φούρνου. Πρέπει να αναρτηθούν κατακόρυφα και ουσιαστικά στο μέσο του φούρνου, σε αποστάσεις του ενός από το άλλο τουλάχιστο 20 mm.

Τα τεμάχια του καλωδίου θα παραμείνουν στο φούρνο στη θερμοκρασία και για χρόνο που προδιαγράφεται στο αντίστοιχο πρότυπο του καλωδίου. Αμέσως μετά τη συμπλήρωση της προδιαγραφόμενης περιόδου θέρμανσης, τα τεμάχια καλωδίου πρέπει να βγουν από το φούρνο και να αφεθούν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 16 h τουλάχιστον χωρίς να εκτεθούν άμεσα στον ήλιο.

Στη συνέχεια, τα τρία τεμάχια του καλωδίου θα διαλυθούν στα συστατικά τους. Από τη μόνωση κάθε πόλου (μέχρι το πολύ τρεις πόλους) και από το μανδύα κάθε τεμαχίου καλωδίου, πρέπει να προετοιμάζονται δύο δοκίμια, όπως καθορίζεται στο κεφάλαιο 9, έτσι ώστε να ληφθούν συνολικά έξι δοκίμια από κάθε πόλο και από το μανδύα.

Αν τα δοκίμια πρέπει να κοπούν ή να τριφτούν ώστε να γίνει το πάχος τους μικρότερο από 2 mm (βλέπε παράγραφο 9.1.3 β) το κόψιμο ή τρίψιμο πρέπει να πραγματοποιηθεί στην πλευρά που δε βρίσκονται υλικά διαφορετικού τύπου.

Αν πρέπει να κοπούν οι αυλακώσεις, ή να τριφτούν από την πλευρά που βρίσκονται υλικά διαφορετικού τύπου, τότε το υλικό που θα απομακρυνθεί πρέπει να είναι το ελάχιστο δυνατό ώστε να επιτευχθεί λεία επιφάνεια.

Μετά από τη μέτρηση των διατομών και εγκλιματισμό των δοκιμίων, τα δοκίμια πρέπει να υποβληθούν στη δοκιμή εφελκυσμού, όλα σύμφωνα με το κεφάλαιο 9.

10.2 Γήρανση μέσα σε οβίδα αέρα

Τα δοκίμια, όπως καθορίζεται στο κεφάλαιο 9, πρέπει να τοποθετηθούν μέσα σε μια οβίδα αέρα χωρίς να αγγίζουν το ένα το άλλο. Τα δοκίμια πρέπει να καταλαμβάνουν χώρο μεγαλύτερο από το ένα δέκατο της πραγματικής χωρητικότητας της οβίδας.

Δοκίμια σε σημαντικά διαφορετική σύνθεση υλικού, δεν πρέπει να δοκιμαστούν ταυτόχρονα.

Η οβίδα πρέπει να γεμίσει με αέρα ο οποίος να είναι απαλλαγμένος από λάδια και υγρασία μέχρι πίεσης $0,55 \pm 0,02$ Μρα.

Τα δοκίμια πρέπει να κρατηθούν μέσα στην οβίδα αέρα για χρόνο και σε θερμοκρασία που καθορίζονται στα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίων.

Μετά τη συμπλήρωση του χρόνου γήρανσης η πίεση πρέπει να ελαττωθεί βαθμιαία μέχρι την ατμοσφαιρική πίεση, μέσα σε χρονικό διάστημα όχι μικρότερο από 5 min, για να αποφευχθεί δημιουργία πόρων στα δοκίμια. Τα δοκίμια στη συνέχεια πρέπει να βγουν από την οβίδα και να παραμείνουν στη θερμοκρασία περιβάλλοντος για 16h τουλάχιστο χωρίς να εκτεθούν άμεσα στο φως του ήλιου. Μετά η δοκιμή εφελκυσμού πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις παραγράφους 9.1.6 και 9.1.7.

10.3 Γήρανση μέσα σε οβίδα οξυγόνου

Τα δοκίμια όπως καθορίζονται στο κεφάλαιο 9 πρέπει να τοποθετηθούν στην οβίδα χωρίς να αγγίζουν το ένα το άλλο. Δεν πρέπει να καταλαμβάνουν χώρο μεγαλύτερο από το 1/10 της πραγματικής χωρητικότητας της οβίδας.

Δοκίμια με σημαντικά διαφορετική σύνθεση υλικού δεν πρέπει να δοκιμαστούν ταυτόχρονα. Η οβίδα πρέπει να γεμίσει με οξυγόνο εμπορίου καθαρότητας τουλάχιστο 97% σε πίεση $2,1 \pm 0,07$ Μρα.

Τα δοκίμια πρέπει να κρατηθούν στην οβίδα σε θερμοκρασία και για χρόνο που καθορίζονται για το υλικό στα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίων.

Μετά συμπλήρωση της περιόδου γήρανσης η πίεση πρέπει να ελαττωθεί βαθμιαία ώστε να φτάσει την ατμοσφαιρική πίεση μέσα σε χρόνο μεγαλύτερο από 5 min, ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία πόρων στα δοκίμια.

Τα δοκίμια πρέπει να βγουν στη συνέχεια από την οβίδα και να παραμείνουν στη θερμοκρασία περιβάλλοντος για 16 h τουλάχιστο χωρίς να εκτεθούν άμεσα στο φως του ήλιου. Μετά η δοκιμή εφελκυσμού πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις παραγράφους 9.1.6 και 9.1.7.

10.4. Μέθοδοι μέτρησης της ροής αέρα σε φούρνο.

10.4.1. Μέθοδος 1: Έμμεση μέθοδος ή μέθοδος κατανάλωσης ισχύος.

α) Στη μέθοδο αυτή, η πρόσθετη ισχύς που απαιτείται για να διατηρηθεί ο φούρνος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία με τα ανοίγματα ανοιχτά, σε σχέση με την απαραίτητη ισχύ για τη διατήρηση του φούρνου στην ίδια θερμοκρασία με τα ανοίγματα κλειστά, χρησιμοποιείται ως μέτρο της ποσότητας του αέρα που περνά μέσα από το φούρνο όταν τα ανοίγματα είναι ανοιχτά. Η μέση ισχύς (P_1 βατ) που απαιτείται για να διατηρηθεί ο φούρνος στην προδιαγραφόμενη θερμοκρασία γήρανσης όταν τα ανοίγματα είναι ανοιχτά καθορίζεται με βάση χρονική περίοδο τουλάχιστο 30 min. Ύστερα κλείνονται τα ανοίγματα αερισμού (και, αν είναι απαραίτητο, το άνοιγμα για το θερμομέτρο) και μετριέται η μέση ισχύς (P_2 βατ) που χρειάζεται για να διατηρηθεί η ίδια θερμοκρασία για την ίδια χρονική περίοδο.

Είναι βασικό η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του φούρνου και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος να παραμένει η ίδια και στις δύο δοκιμές με προσέγγιση $0,2$ °C. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος πρέπει να μετρηθεί σε ένα σημείο περίπου 2 m από το φούρνο, κατά προσέγγιση στο επίπεδο της βάσης του και σε απόσταση τουλάχιστο 0,6 m από κάθε στερεό αντικείμενο.

Η περιεκτικότητα του αέρα που περνά μέσα από το φούρνο όταν τα ανοίγματα είναι ανοιχτά δίνεται από τους

$$P_1 - P_2$$

$$M = \text{-----}$$

$$C_p (t_2 - t_1)$$

$$V = \frac{3600 m}{d}$$

$$d$$

όπου:

C_p είναι η ειδική θερμότητα του αέρα σε σταθερή πίεση (1,003 J/g),
 t_1 είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, σε βαθμούς κελσίου,
 t_2 είναι θερμοκρασία του φούρνου σε βαθμούς κελσίου,

P_1-P_2 είναι η διαφορά κατανάλωσης ισχύος όπως καθορίζεται στην πρώτη παράγραφο,
 m είναι η μάζα του αέρα, σε γραμμάρια ανά δευτερόλεπτο,
είναι ο όγκος του αέρα, σε λίτρα ανά ώρα,

d είναι η πυκνότητα του αέρα στο εργαστήριο, κατά την ώρα δοκιμής σε γραμμάρια ανά λίτρο.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ - Η πυκνότητα του αέρα σε 760 mmhg και 20 °C είναι 1,205 g/l από όπου συνάγεται:

$$V = \frac{3600 (P_1 - P_2)}{1,003 d (t_2 - t_1)} \quad V = \frac{3590 (P_1 - P_2)}{d (t_2 - t_1)}$$

Ο τύπος αυτός προϋποθέτει ότι, όταν τα ανοίγματα είναι κλειστά, δεν περνά αέρας μέσα στο φούρνο. Επομένως δεν πρέπει να υπάρξουν διαρροές. Οι αρμοί της πόρτας πρέπει να σφραγιστούν με κολλητική ταινία και όλα τα ανοίγματα μεταξύ τους και η πόρτα εισόδου, πρέπει να κλειστούν αποτελεσματικά.

γ) Αν η κατανάλωση ισχύος μετριέται με βατόμετρο, η συνολική χρονική περίοδος κατά την οποία οι θερμαντήρες του φούρνου είναι σε λειτουργία πρέπει να μετρηθεί με χρονόμετρο σε δευτερόλεπτα και η ανάγνωση του βατόμετρου θα γίνεται μια φορά κατά τη διάρκεια κάθε περιόδου λειτουργίας. Ο μέσος όρος των αναγνώσεων ισχύος πολλαπλασιασμένος με το συνολικό χρόνο που καταγράφεται από το χρονόμετρο και διαιρεμένος με το χρόνο διάρκειας της δοκιμής σε δευτερόλεπτα λαβαίνετε ως η ισχύς, σε bat που απαιτείται για τη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας.

δ) Αν χρησιμοποιείται βατωριακός μετρητής (Wh) ή χιλιοβατωρικός μετρητής (kWh) η ανάγνωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας που καταγράφεται από το μετρητή θα διαιρεθεί με το χρόνο διάρκειας της δοκιμής μετρημένο ως κλάσμα της ώρας.

Αν χρησιμοποιείται χιλιοβατωρικός μετρητής (kWh) για οικιακή χρήση και οι υποδιαιρέσεις είναι πολύ μεγάλες, ώστε να μη δίνουν επαρκή ακρίβεια για δοκιμή σχετικά μικρής διάρκειας, τότε ο περιστρεφόμενος δίσκος, με τον οποίο είναι εφοδιασμένοι τέτοιοι μετρητές, θα χρησιμοποιηθούν ως δείκτης για την κατανάλωση ισχύος.

Ο μετρητής πρέπει να λειτουργεί ως τη στιγμή που ο δείκτης του δίσκου να φτάσει στο κέντρο του παραθύρου και στη συνέχεια αποσυνδέεται ως την έναρξη των δοκιμών.

Για περιορισμό πιθανού σφάλματος, η διάρκεια της δοκιμής είναι αρκετά μεγάλη ώστε να περιλάβει περίπου 100 περιστροφές του δίσκου, και η δοκιμή είναι προτιμότερο να

τελειώσει, όταν ο δείκτης του δίσκου δε φαίνεται στο τέλος της δοκιμής, προσθέεται κατ' εκτίμηση ένα κλάσμα περιστροφής.

Η δοκιμή αρχίζει και τελειώνει σε αντίστοιχα σημεία έναρξης ή λήξης των κύκλων θέρμανσης (π.χ. τη στιγμή που οι θερμοαντήρες μπαίνουν σε λειτουργία από το θερμοστάτη).

10.4.2.Μέθοδος 2: Άμεση και συνεχής μέθοδος

Περιγραφή της συσκευής

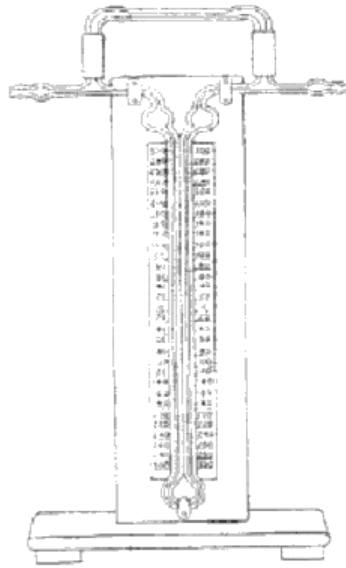
Αναφορικά με την πηγή πιεσμένου αέρα, που μπορεί να είναι φιάλη ή δίκτυο σωληνώσεων πιεσμένου αέρα, η συσκευή περιλαμβάνει:

α) Ρυθμιστής πίεσης-αέρα

Πρόκειται για διάταξη, που σκοπό έχει να μειώνει την πίεση παροχής στις χαμηλές τιμές τις αναγκαίες για την παροχή στο φούρνο.

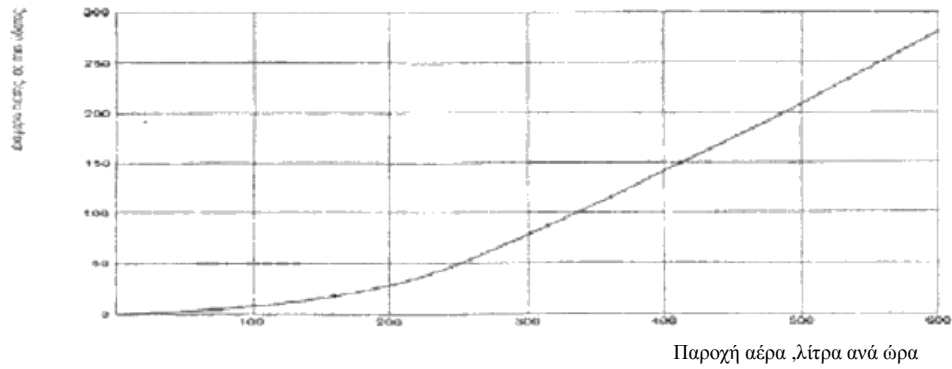
Αποτελείται από μια ρυθμιζόμενη βαλβίδα που εξασφαλίζει ροή σε σταθερή πίεση.

β) Μετρητής παροχής



ΣΧΗΜΑ 9 — Μετρήτης ροής για τον έλεγχο της παροχής αέρα σε φούρνους αέρα με τη μέθοδο 2

ΕΛΟΤ 757



ΣΧΗΜΑ 10-Διάγραμμα βαθμονόμησης του τριχοειδούς σωλήνα($d=2.0 \text{ mm}$, $I=70\text{mm}$) του μετρητή ροής για τον έλεγχο παροχής αέρα σε φούρνους αέρα με την μέθοδο 2

Είναι όργανο ικανό να μετρά την παροχή αέρα. Αυτό φαίνεται στο σχήμα 9 και λειτουργεί με βάση τη μανομετρική αρχή με :

1) Ένα βαθμονομημένο τριχοειδή σωλήνα, με εσωτερική βαθμονομημένη διάμετρο περίπου 2 mm, και μήκος βαθμονόμησης περίπου 70 mm. Στο σχήμα 10 δείχνεται ένα τυπικό διάγραμμα *βαθμονόμησης* που επιτρέπει *ρύθμιση παροχής αέρα μέχρι 5001/h ή 6001/h.*

2) ένα μανομετρικό σωλήνα με διπλή κλίμακα διαφοράς πίεσης από 0 ως i 300 mm στήλης νερού. Το μανομετρικό υγρό είναι αποσταγμένο νερό.

γ) Φούρνος αέρα

Πρόκειται για κοινό φούρνο αέρα, που λειτουργεί μετά από προσεκτικό σφράγισμα των ατμών, περιλαμβάνοντας και εκείνους του σωλήνα προσαγωγής αέρα, ο οποίος κατά προτίμηση πρέπει να εισέρχεται στο φούρνο από το κάτω μέρος. Η μόνη θυρίδα που μπορεί να ανοίγει είναι η οπή εξαγωγής η οποία πρέπει να είναι στο πάνω μέρος του φούρνου.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ- Τα ακόλουθα δύο χαρακτηριστικά συντελούν στην αξιοπιστία της μεθόδου και των συσκευών :

α) Ο μετρητής παροχής που περιγράφεται πιο πάνω μπορεί να θεωρηθεί ως πλήρως αξιόπιστος, εύκολος στην κατασκευή και βαθμονόμησης καθώς και κατάλληλος για την περιοχή παροχών που υπεισέρχεται στις συγκεκριμένες μετρήσεις.

β) Όπως φαίνεται από τις δοκιμές, η υιοθέτηση μιας ελαφρά «εξαναγκασμένης» κυκλοφορίας αέρα δεν αλλάζει στην πράξη την ομοιομορφία της θερμοκρασίας στα διάφορα σημεία του φούρνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. ΔΟΚΙΜΗ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΕΣ ΑΠΟ PVC

11.1 Δοκιμή απώλειας μάζας για μόνωση από PVC

11.1.1 Εξοπλισμός

α) Ένας φούρνος με ροή αέρα είτε φυσική είτε υπό πίεση. Ο αέρας πρέπει να εισέρχεται στο φούρνο με τέτοιο τρόπο ώστε να ρέει πάνω στις επιφάνειες των δοκιμίων και να εξέρχεται από το πάνω μέρος του φούρνου. Ο φούρνος πρέπει να έχει τουλάχιστο 8 και όχι περισσότερες από 20 πλήρεις εναλλαγές αέρα ανά ώρα στην προδιαγραφόμενη θερμοκρασία γήρανσης. Σε περίπτωση που υπάρχουν αμφιβολίες, πρέπει να χρησιμοποιηθεί φούρνος με φυσική κυκλοφορία αέρα.

Δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί περιστροφικός ανεμιστήρας στο εσωτερικό του φούρνου.

β) Ένας ζυγός ακρίβειας με ευαισθησία, 0,1 mg.

γ) Μήτρες κοπής για το κόψιμο των δοκιμίων ειδικού σχήματος (βλέπε μέθοδο δοκιμής στο κεφάλαιο 9).

δ) Ξηραντήρας με ειδικό σιλικόνης ή παρόμοιο υλικό.

11.1.2. Δειγματοληψία

Αν η δοκιμή απώλειας μάζας συνδυάζεται με τη μηχανική δοκιμή (κεφάλαιο 9) θα ληφθούν τρία δοκίμια (ένα από κάθε πόλο) από εκείνα που προορίζονται για γήρανση σε φούρνο αέρα σύμφωνα με την παράγραφο 10.1.3.

Εναλλακτικά, μπορεί να ληφθούν τρία από τα άλλα δοκίμια που έχουν προετοιμασθεί από κάθε πόλο σύμφωνα με το κεφάλαιο 9, εφόσον αυτά δεν προορίζονται για άλλους σκοπούς και εφόσον το πάχος τους συμφωνεί με την παράγραφο 11.1.3 γ).

Διαφορετικά, πρέπει να ληφθούν τρία δείγματα μήκους περίπου 100 mm, ένα από κάθε πόλο ή από την υπό δοκιμή μόνωση κάθε πόλου και θα προετοιμαστεί ένα δοκίμιο από κάθε δείγμα με τη μέθοδο του κεφαλαίου 9.

11.1.3 Προετοιμασία των δοκιμίων

α) Πρέπει να απομακρυνθεί οποιοδήποτε περίβλημα. Ο αγωγός και οι ημιαγώγιμες στρώσεις πάνω στη μόνωση, αν υπάρχουν, πρέπει να απομακρυνθούν μηχανικά, δηλαδή χωρίς χρησιμοποίηση διαλυτικών.

Β) Η δοκιμή πρέπει να γίνει σε :

- 1) Δοκίμια ειδικού σχήματος που φαίνονται στο σχήμα 7, εφόσον είναι δυνατό.
- 2) Δοκίμια ειδικού σχήματος που φαίνονται στο σχήμα 8, αν οι διαστάσεις του πόλου είναι τόσο μικρές ώστε να μην επιτρέπουν να ληφθούν δοκίμια ειδικού σχήματος σύμφωνα με το σχήμα 7.
- 3) Σωληνωτά δοκίμια, εναλλακτικά αντί των δοκιμίων ειδικού σχήματος αν η εσωτερική διάμετρος τους δεν ξεπερνάει τα 12,5 mm και εφόσον δεν υπάρχει κολλημένη ημιαγώγιμη στρώση στο εσωτερικό της μόνωσης.

Τα άκρα των σωληνωτών δοκιμίων δεν πρέπει να είναι κλειστά.

γ) Τα δοκίμια ειδικού σχήματος πρέπει να προετοιμαστούν όπως προδιαγράφεται στην παράγραφο 9.1.3 α) με την εξαίρεση ότι τα δοκίμια θα έχουν δύο παράλληλες επιφάνειες καθόλου το μήκος τους, το πάχος τους θα είναι $1,0 \pm 0,2$ mm και χωρίς γραμμές σήμανσης.

Τα σωληνωτά δοκίμια πρέπει να προετοιμαστούν όπως προδιαγράφεται στην παράγραφο 9.1.3 β) χωρίς γραμμές σήμανσης. Η συνολική επιφάνεια κάθε δοκιμίου (βλέπε παράγραφο 10.1.4 α) δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 5 cm².

δ) Τα πλακέ εύκαμπτα διπολικά καλώδια που έχουν αυλάκωση και από τις δύο μεριές, μεταξύ των πόλων πρέπει να ελεγχθούν χωρίς αποχωρισμό των πόλων. Για τον υπολογισμό της επιφάνειας εξάτμισης, το διπολικό καλώδιο μπορεί να θεωρηθεί ως δύο χωριστά σωληνωτά δοκίμια.

11.1.4. Υπολογισμός της επιφάνειας εξάτμισης A

Το εμβαδόν της επιφάνειας A, σε τετραγωνικά εκατοστά, κάθε δοκιμίου πρέπει να καθοριστεί πριν από την διεξαγωγή της δοκιμής απώλειας μάζας σύμφωνα με τους ακόλουθους τύπους :

α) Για σωληνωτά δοκίμια

Επιφάνεια A = εξωτερική επιφάνεια + εσωτερική επιφάνεια + επιφάνεια τομών

$$2\pi (D-d) \chi (I+\delta)$$

$$A = \frac{\text{cm}^2}{100} \text{ όπου :}$$

δ είναι το μέσο πάχος του δοκιμίου, σε χιλιοστά, με προσέγγιση δύο δεκαδικών αν $\delta < 0,4$ mm και ενός δεκαδικού ψηφίου πάνω απ' αυτό το όριο.

D είναι η μέση εξωτερική διάμετρος του δοκιμίου, σε χιλιοστά, με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων, αν $D < 2$ mm και ενός δεκαδικού ψηφίου πάνω απ' αυτό το όριο.

I είναι το μήκος δοκιμίου, σε χιλιοστά, με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου.

Τόσο το δ όσο και το D μετριοούνται όπως καθορίζεται στη μέθοδο δοκιμής του κεφαλαίου 8 (βλέπε παράγραφο 8.1 και 8.2) σε μια λεπτή φέτα κομμένη από το άκρο κάθε σωληνωτού δοκιμίου.

Ο τύπος μπορεί να εφαρμοστεί επίσης και σε σωληνωτό δοκίμιο όπως φαίνεται στο σχήμα 2.

β) Για δοκίμια ειδικού σχήματος, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.

$$624 + (118 \delta)$$

$$A = \frac{\text{cm}^2}{100}$$

$$100$$

γ) Για δοκίμια ειδικού σχήματος όπως φαίνεται στο σχήμα 7 : $1256 + (180 \delta)$

$$A = \frac{\text{cm}^2}{100} \text{ όπου:}$$

δ είναι το μέσο πάχος των λωρίδων σε χιλιοστά, με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων που καθορίζεται όπως προδιαγράφεται στην παράγραφο 9.1.4 β).

11.1.5 Διαδικασία δοκιμής

α) Τα προετοιμασμένα δοκίμια πρέπει να τοποθετηθούν για χρονικό διάστημα τουλάχιστο 20 h σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μέσα σ' ένα ξηραντήρα. Αμέσως μετά την έξοδο από τον ξηραντήρα κάθε δοκίμιο πρέπει να ζυγιστεί με ακρίβεια, σε χιλιοστά του γραμμαρίου με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου.

β) Ύστερα τα τρία δοκίμια πρέπει να τοποθετηθούν στο φούρνο (βλέπε παράγραφο 11.1.1) σε αέρα ατμοσφαιρικής πίεσης για 7 χ 24 h σε 80 ± 2 °C εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά κάτω από τις ακόλουθες συνθήκες:

- μείγματα με ουσιώδεις διαφορετικές συνθέσεις δεν πρέπει να δοκιμαστούν ταυτόχρονα μέσα στον ίδιο φούρνο.
- τα δοκίμια πρέπει να αναρτηθούν κάθετα στο μέσο του φούρνου έτσι ώστε κάθε δοκίμιο να απέχει τουλάχιστο 20 mm το ένα από το άλλο.
- Τα δοκίμια δεν πρέπει να καλύπτουν όγκο μεγαλύτερο του 0,2% του όγκου του φούρνου.

γ) Μετά από αυτή τη θερμική κατεργασία, τα δοκίμια πρέπει να τοποθετηθούν ξανά για 20 h σε ξηραντήρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και κάθε δοκίμιο πρέπει να ξαναζυγιστεί με ακρίβεια σε χιλιοστά του γραμμαρίου, με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου.

Η διαφορά μεταξύ των βαρών που καθορίζεται στις παραπάνω παραγράφους α) και γ) για κάθε δοκίμιο πρέπει να υπολογιστεί και να στρογγυλευθεί στο κοντινότερο ακέραιο χιλιοστό του γραμμαρίου.

11.1.6 Έκφραση αποτελεσμάτων

Η απώλεια μάζας κάθε δοκίμιου πρέπει να καθοριστεί διαιρώντας τη διαφορά βάρους του (βλέπε παράγραφο 11.1.5 γ) σε χιλιοστά του γραμμαρίου δια του εμβαδού της επιφάνειας (βλέπε παράγραφο 11.1.4) σε τετραγωνικά εκατοστά.

Η ενδιάμεση τιμή των αποτελεσμάτων για τα τρία δοκίμια από κάθε πόλο, εκφρασμένη σε χιλιοστά του γραμμαρίου ανά τετραγωνικό εκατοστόμετρο πρέπει να ληφθεί ως η απώλεια μάζας του πόλου.

11.2. Δοκιμή απώλειας μάζας για μανδύες από PVC

11.2.1 Εξοπλισμός

(βλέπε παράγραφο 11.1.1).

11.2.2.Δειγματοληψία

Πρέπει να ληφθούν τρία δείγματα μανδύα σύμφωνα με την παράγραφο 11.1.2.

11.2.3.Προετοιμασία των δοκιμίων

Όλα τα κατασκευαστικά στοιχεία που τοποθετούνται κάτω (και αν υπάρχουν πάνω) από το μανδύα πρέπει να απομακρυνθούν λαβαίνοντας πρόνοια να μην καταστραφεί ο μανδύας και τα δοκίμια προετοιμάζονται σύμφωνα με την παράγραφο 11.1.3.

11.2.4.Υπολογισμός της επιφάνειας εξάτμισης A

Η επιφάνεια εξάτμισης πρέπει να υπολογιστεί από τους τύπους που δίνονται στην παράγραφο 11.1.4 με τις ακόλουθες τροποποιήσεις.Ο τύπος που δίνεται για σωληνωτά δοκίμια εφαρμόζεται μόνο στην περίπτωση διατομών που δείχνονται στα σχήματα 3 και 4.Οι εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες εξάτμισης των μανδύων των πλακέ καλωδίων πρέπει να υπολογιστούν από τις διαστάσεις της διατομής του μανδύα.Οι διαστάσεις πρέπει να καθοριστούν σε χιλιοστόμετρα με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων.Η εσωτερική πλευρά των πλακέ μανδύων που έχουν αυλάκωση, μπορεί να θεωρηθεί επίπεδη.

11.2.5.Διαδικασία δοκιμής

Σύμφωνα με την παράγραφο 11.1.5.

11.2.6.Έκφραση αποτελεσμάτων

Σύμφωνα με την παράγραφο 11.1.6.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12. ΔΟΚΙΜΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΥΨΗΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΕΣ ΑΠΟ PVC

ΣΗΜΕΙΩΣΗ- η δοκιμή αυτή δε συνιστάται για πάχη μονώσεων και μανδύων μικρότερα από 0,4 mm.

12.1. Δοκιμή για μόνωση από PVC

12.1.1. Δειγματοληψία

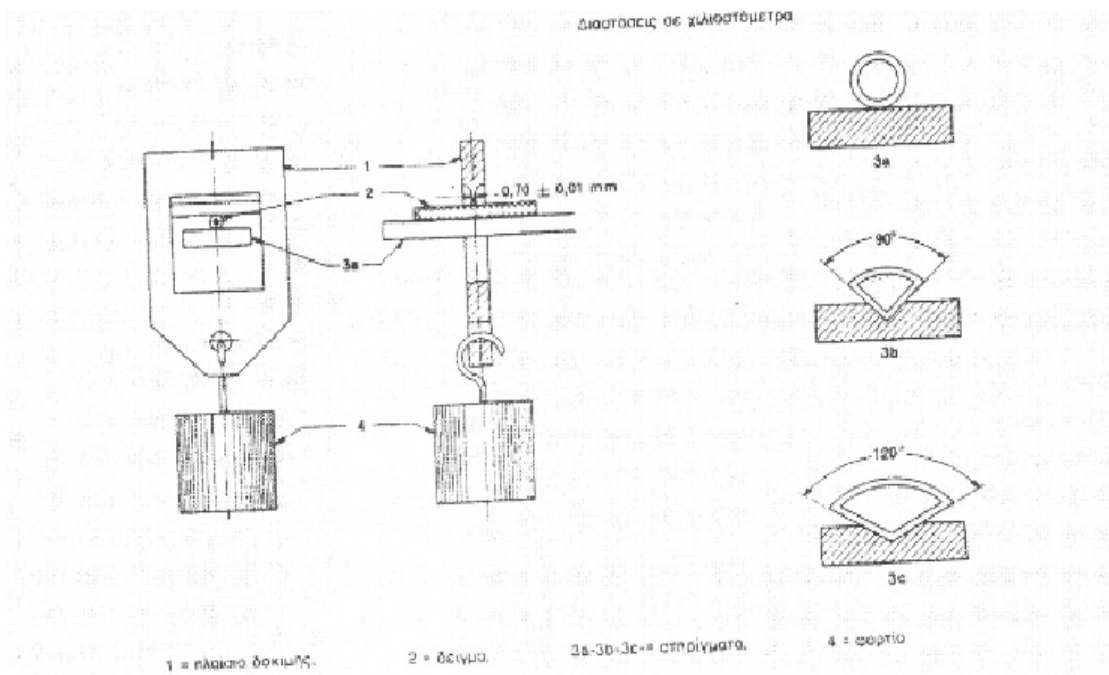
Για κάθε πόλο που πρόκειται να δοκιμαστεί πρέπει να ληφθούν τρία γειτονικά τεμάχια από ένα δείγμα μήκους 250 mm. Το μήκος κάθε τεμαχίου πρέπει να είναι 50 mm ως 100 mm. Οι πόλοι των πλακέ καλωδίων χωρίς μανδύα πρέπει να μην αποχωριστούν.

12.1.2. Προετοιμασία των δοκιμίων

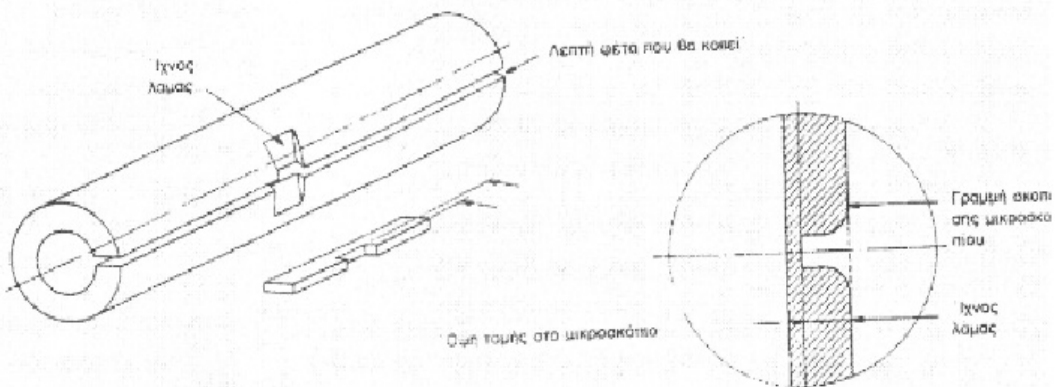
Από κάθε κομμάτι πόλου, σύμφωνα με την παράγραφο 12.1.1 πρέπει να απομακρυνθεί με μηχανικό τρόπο κάθε περίβλημα περιλαμβανομένων και της ημιαγώγιμης στρώσης, αν υπάρχουν. Σύμφωνα με τον τύπο του καλωδίου, το δοκίμιο μπορεί να έχει τομή κυκλική ή κυκλικού τομέα.

12.1.3. Τοποθέτηση δοκιμίου στη συσκευή δοκιμής

Η συσκευή που φαίνεται στο σχήμα 11, περιλαμβάνει μια ορθογωνική λάμα πάχους $0,70 \pm 0,01$ mm η οποία μπορεί να πιεστεί πάνω στο δοκίμιο. Κάθε δοκίμιο πρέπει να τοποθετηθεί στη θέση που δείχνεται στο σχήμα 11. Τα πλακέ καλώδια χωρίς μανδύα πρέπει να τοποθετηθούν από τη μεριά της πλακέ επιφάνειάς τους. Δοκίμια που έχουν μικρή διάμετρο πρέπει να τοποθετηθούν στο υποστήριγμα με τέτοιο τρόπο ώστε να μη λυγίζουν κάτω από την πίεση της λάμας. Τα δοκίμια με πόλους σχήματος κυκλικού τομέα όπως έχει αυλακώσεις κυκλικού τομέα όπως δείχνεται στο σχήμα 11. Η δύναμη πρέπει να εφαρμοστεί σε διεύθυνση κάθετη προς τον άξονα του πόλου. Επίσης η λάμα πρέπει να είναι κάθετη στον άξονα του πόλου. Υπολογισμός της δύναμης κατά τη συμπίεση.



ΣΧΗΜΑ 11 — Συσκευή για τη δοκιμή πίεσης σε υψηλές θερμοκρασίες



k είναι 0,6 για εύκαμπτα καλώδια και πόλους εύκαμπτων καλωδίων.

k είναι 0,6 για πόλους με $D \leq 10$ mm, για καλώδια σταθερών εγκαταστάσεων.

k είναι 0,8 για πόλους $D > 10$ mm, για καλώδια σταθερών εγκαταστάσεων.

δ είναι η μέση τιμή του πάχους της μόνωσης του δοκιμίου.

D είναι η μέση τιμή της εξωτερικής διαμέτρου του δοκιμίου δοκιμής.

Τα δ και D εκφράζονται και τα δύο σε χιλιοστό μέτρα, με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου και μετριοούνται όπως καθορίζεται στη μέθοδο δοκιμής του κεφαλαίου 8 σε μια λεπτή φέτα κομμένη από το άκρο του δοκιμίου.

Για πόλους που έχουν σχήμα κυκλικού τομέα, η διάμετρος D είναι η μέση τιμή της διαμέτρου του κυκλικού τμήματος του τομέα, σε χιλιοστόμετρα με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου, που καθορίζεται από τρεις μετρήσεις, με τη βοήθεια μετρητικής ταινίας, της περιφέρειας του συνόλου των συνεστραμμένων πόλων (η μέτρηση γίνεται σε τρία διαφορετικά μέρη πάνω στο σύνολο των συνεστραμμένων πόλων).

Η δύναμη που εφαρμόζεται πάνω στο δοκίμιο του πλακέ καλωδίου χωρίς μανδύα πρέπει να είναι δύο φορές η τιμή που δίνεται από τον παραπάνω τύπο όπου D είναι η μέση τιμή της μικρότερης διάστασης του δοκιμίου που περιγράφεται στην παράγραφο 12.1.1. Η δύναμη που υπολογίζεται μπορεί να στρογγυλευθεί προς τα κάτω μέχρι το πολύ 3%.

12.1.4. Θέρμανση των φορτισμένων δοκιμίων

Η δοκιμή πρέπει να διεξαχθεί στον αέρα (π.χ. μέσα σε φούρνο). Η θερμοκρασία του αέρα πρέπει να διατηρηθεί συνέχεια στην τιμή που προδιαγράφεται στα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίων.

Το φορτισμένο, αλλά όχι προθερμασμένο, δοκίμιο πρέπει να διατηρηθεί στη θέση της δοκιμής για χρόνο που προδιαγράφεται στο αντίστοιχο πρότυπο του καλωδίου, ή αν ο χρόνος δεν προδιαγράφεται στο πρότυπο του καλωδίου για την ακόλουθη διάρκεια:

- 4 h για πόλους διατομής ως και 35 mm^2 και ονομαστικής τάσης όχι μεγαλύτερης από 1,8/3 kV.
- 6 h για πόλους καλωδίων με χαρακτηριστικά μεγαλύτερα από τα παραπάνω όρια και για όλα τα καλώδια που έχουν ονομαστική τάση μεγαλύτερη από 1,8/3 kV.,

12.1.5. Ψύξη των φορτισμένων δοκιμίων

Στο τέλος των προδιαγραμμένων χρονικών διαρκειών (βλέπε παράγραφο 12.1.4) το δοκίμιο πρέπει να ψυχθεί κάτω από φορτίο. Στο φούρνο, η λειτουργία αυτή μπορεί να γίνει με ψεκασμό του δοκιμίου με κρύο νερό στο σημείο όπου πιέζεται από τη λάμα.

Ύστερα το δοκίμιο πρέπει να απομακρυνθεί από τη συσκευή, όταν έχει πια ψυχθεί σε θερμοκρασία όπου δεν θα είναι δυνατό να παρατηρηθεί οποιαδήποτε περαιτέρω επαναφορά της μόνωσης. Ύστερα το δοκίμιο πρέπει να ψυχθεί εντελώς, με εμβάπτισή του σε κρύο νερό.

12.1.6. Μέτρηση της διείσδυσης

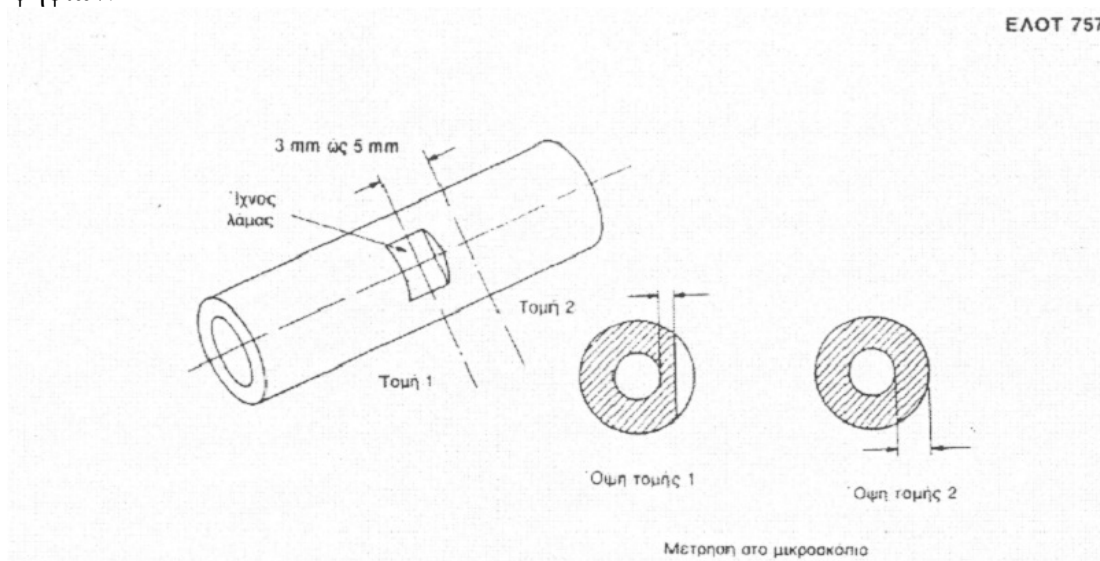
Αμέσως μετά την ψύξη το δοκίμιο πρέπει να προετοιμαστεί για τον καθορισμό του βάθους της διείσδυσης.

Ο αγωγός πρέπει να τραβηχτεί έτσι ώστε το δοκίμιο να έχει σχήμα σωλήνα. Μια στενή λωρίδα πρέπει να κοπεί από το δοκίμιο κατά την διεύθυνση του άξονα του πόλου, κάθετα στην διείσδυση όπως δείχνεται στο σχήμα 12.

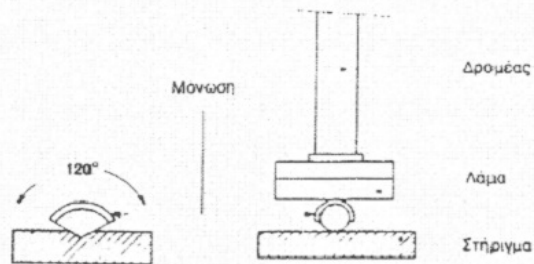
Η λωρίδα πρέπει να τοποθετηθεί επίπεδα, κάτω από το μικροσκόπιο μέτρησης ή προβολέα μέτρησης και οι άξονες της οθόνης του να σκοπεύουν στο βάθος της διείσδυσης και το εξωτερικό μέρος του δοκιμίου όπως δείχνεται στο ίδιο σχήμα.

Τα μικρά δοκίμια, μέχρι 6 mm εξωτερική διάμετρο, πρέπει να κοπούν εγκάρσια σε δύο μέρη, στην διείσδυση και κοντά στην διείσδυση όπως δείχνεται στο σχήμα 13 και το βάθος της διείσδυσης πρέπει να καθοριστεί από την διαφορά των μετρήσεων που παίρνονται από το μικροσκόπιο σε όψεις τομής 1 και 2 όπως δείχνεται στο ίδιο σχήμα.

Όλες οι μετρήσεις πρέπει να γίνουν σε χιλιοστόμετρα με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων.



ΣΧΗΜΑ 13 — Μέτρηση του ιχνούς της λάμας για μικρά δοκίμια



ΣΧΗΜΑ 14 — Τοποθέτηση του δοκιμίου στην περίπτωση δοκιμής με χρησιμοποίηση ενδεικτικού μικρόμετρου

12.1.7. Απαίτηση

Η κεντρική από τις τιμές της διεύθυνσης που μετρείται σε τρία δοκίμια που έχουν ληφθεί από κάθε πόλο πρέπει να μην είναι μεγαλύτερη από 50% της μέσης τιμής του πάχους της μόνωσης του δοκιμίου (όπως μετρείται σύμφωνα με την παράγραφο 12.1.4).

ΣΗΜΕΙΩΣΗ-Η τιμή του 50% είναι συνδεδεμένη με την αρχή του τύπου και είναι η ίδια για όλα τα υλικά. Η αυστηρότητα της δοκιμής μπορεί να αλλάζει μόνο με μεταβολή του παράγοντα k, χωρίς μεταβολή της τιμής του 50%.

12.2. Δοκιμή για μανδύες από PVC

12.2.1 Δειγματοληψία

Για κάθε μανδύα που πρόκειται να δοκιμαστεί πρέπει να ληφθούν τρία γειτονικά τεμάχια από δείγμα που έχει μήκος 250 mm και από το οποίο να έχουν απομακρυνθεί το περίβλημα (αν υπάρχει) και όλα τα εσωτερικά μέρη (πόλοι, παρεμβύσματα, εσωτερικό περίβλημα, οπλισμός κ.λ.π., αν υπάρχουν).

Το μήκος κάθε τεμαχίου μανδύα πρέπει να είναι 50 mm ως 100 mm (οι μεγαλύτερες τιμές για τις μεγαλύτερες διαμέτρους).

12.2.2. Προετοιμασία των δοκιμίων.

Για κάθε τεμάχιο μανδύα (βλέπε παράγραφο 12.2.1)πρέπει να κοπεί μια λουρίδα, που περιλαμβάνει περίπου το ένα τρίτο της περιφέρειας, κατά τη διεύθυνση του άξονα του καλωδίου, αν ο μανδύας δεν έχει αυλακώσεις.

Αν ο μανδύας έχει αυλακώσεις που δημιουργούνται από περισσότερους από πέντε πόλους, η λουρίδα πρέπει να κοπεί κατά τον ίδιο τρόπο και οι αυλακώσεις αυτές θα εξαληφθούν με τρίψιμο.

Αν ο μανδύας έχει αυλακώσεις που δημιουργούνται από πέντε ή λιγότερους πόλους, η λουρίδα πρέπει να κοπεί κατά μήκος των αυλακώσεων έτσι ώστε να περιέχει τουλάχιστο ένα αυλάκι που θα βρίσκεται περίπου στο μέσο της λωρίδας καθόλου του μήκους της.

Αν ο μανδύας εφαρμόζεται απ' ευθείας πάνω σε συγκεντρικό αγωγό ή σε οπλισμό ή σε μεταλλική θωράκιση και επομένως έχει αυλακώσεις που δεν μπορούν ούτε να τριφτούν ούτε να κοπούν (εκτός και η διάμετρος είναι μεγάλη), ο μανδύας δεν πρέπει να απομακρυνθεί και ολόκληρο το τεμάχιο του καλωδίου πρέπει να χρησιμοποιηθεί σαν δοκίμιο.

12.2.3 Τοποθέτηση του δοκιμίου στη συσκευή δοκιμής

Η συσκευή που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι η ίδια με αυτή που καθορίζεται στην παράγραφο 7.1.3 και δείχνεται στο σχήμα 11.

Οι λουρίδες πρέπει να τοποθετούνται σε μεταλλικό πείρο ή σωλήνα, που μπορεί να έχει κοπεί κατά μήκος του άξονά τους για να αποτελέσει σταθερότερο στήριγμα.

Η ακτίνα του πείρου ή του σωλήνα πρέπει να είναι περίπου ίση με το ήμισυ της εσωτερικής διαμέτρου του δοκιμίου.

Η συσκευή, η λουρίδα και ο πείρος που στηρίζεται (ή σωλήνας) πρέπει να διαταχθούν έτσι ώστε ο πείρος να στηρίζει την λουρίδα και η λάμα να συμπιέζει την εξωτερική επιφάνεια του δοκιμίου.

Η δύναμη πρέπει να εφαρμοστεί σε διεύθυνση κάθετη στον άξονα του πείρου ή του σωλήνα (ή του καλωδίου όταν ως δοκίμιο χρησιμοποιείται ολόκληρο το καλώδιο).

12.2.4.Υπολογισμός της δύναμης συμπίεσης

Εκτός να προδιαγράφεται διαφορετικά, η δύναμη F, σε Νιούτον, η οποία θα εξασκηθεί από τη λάμα πάνω σε κάθε δοκίμιο των μανδύων, πρέπει να δοθεί από τον τύπο:

$$F=k \sqrt{2D} \delta - \delta^2$$

όπου:

k είναι συντελεστής που θα έχει την τιμή που προδιαγράφεται στο σχετικό πρότυπο του καλωδίου, διαφορετικά, αν δεν προδιαγράφεται καμία τιμή στο πρότυπο, θα έχει την παρακάτω τιμή:

k είναι 0,8 για καλώδια σταθερών εγκαταστάσεων που έχουν τιμή διαμέτρου $D > 10$ mm

k είναι 0,6 για εύκαμπτα καλώδια

k είναι 0,6 για καλώδια σταθερών εγκαταστάσεων που έχουν τιμή διαμέτρου $D \leq 10$ mm

δ είναι η μέση τιμή του πάχους του δοκιμίου του μανδύα

D είναι η μέση τιμή της εξωτερικής διαμέτρου του δοκιμίου του μανδύα ή στην περίπτωση μανδύα πλακέ καλωδίου η μικρότερη εξωτερική διάσταση του δοκιμίου του μανδύα.

Τα δ και D εκφράζονται και τα δύο σε χιλιοστά με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου, και μετριούνται όπως προδιαγράφεται στη μέθοδο δοκιμής του κεφαλαίου 7.2 και 7.3 αντίστοιχα (D είναι η διάμετρος του καλωδίου από το οποίο κόβεται το δοκίμιο). Η δύναμη που υπολογίζεται μπορεί να στρογγυλευθεί προς τα κάτω όχι περισσότερο από 3%.

12.2.5.Θέρμανση των φορτισμένων δοκιμίων

Τα δοκίμια πρέπει να θερμανθούν με τη μέθοδο που περιγράφεται στην παράγραφο 12.1.5 και για χρόνο που προδιαγράφεται στο σχετικό πρότυπο καλωδίων, ή στην περίπτωση που ο χρόνος δεν προδιαγράφεται στο σχετικό πρότυπο του καλωδίου για τους ακόλουθους χρόνους:

- 4 h για δοκίμια που έχουν εξωτερική διάμετρο όχι μεγαλύτερη από 12,5 mm.
- 6 h για δοκίμια με εξωτερική διάμετρο μεγαλύτερη από 12,5 mm.

12.2.6.Ψύξη των φορτισμένων δοκιμίων

Τα δοκίμια πρέπει να ψυχθούν με τη μέθοδο που περιγράφεται στην παράγραφο 12.1.6.

12.2.7.Μέτρηση της διείσδυσης

Η διείσδυση πρέπει να μετρηθεί πάνω σε μια στενή λουρίδα που θα κόβεται από το δοκίμιο όπως περιγράφεται στην παράγραφο 12.1.7 και δείχνεται στο σχήμα 12.

12.2.8.Απαίτηση

Η κεντρική από τις τιμές διεισδύσεων που μετριοούνται σε τρία δοκίμια που λαμβάνονται από το μανδύα που δοκιμάζεται δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 50% της μέσης τιμής του πάχους του δοκιμίου όταν μετριέται σύμφωνα με την παράγραφο 12.2.4.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ- Η τιμή του 50% είναι συνδεδεμένη με την αρχή του τύπου και είναι η ίδια για όλα τα υλικά. Η αυστηρότητα της δοκιμής μπορεί να αλλάξει μόνο με μεταβολή στον παράγοντα k , χωρίς μεταβολή της τιμής 50%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13. ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΕ ΧΑΜΗΛΗ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΓΙΑ ΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΕΣ ΑΠΟ PVC.

13.1 Δοκιμή κάμψης σε χαμηλή θερμοκρασία για μονώσεις από PVC.

13.1.1 Γενικά

Η δοκιμή αυτή προορίζεται για πόλους κυκλικής διατομής που έχουν μια εξωτερική διάμετρο μέχρι και 12,5 mm και για πόλους σχήματος κυκλικού τομέα όταν δεν είναι δυνατό να προετοιμαστούν δοκίμια ειδικού σχήματος.

Αν απαιτείται από το σχετικό πρότυπο του καλωδίου η δοκιμή πρέπει να γίνεται σε μεγαλύτερους πόλους. Διαφορετικά η μόνωση των μεγαλύτερων πόλων θα υπόκειται σε δοκιμή επιμήκυνσης που περιγράφεται στην παράγραφο 13.3.

13.1.2. Δειγματοληψία και προετοιμασία των δοκιμίων

Κάθε πόλος που πρόκειται να δοκιμαστεί πρέπει να αντιπροσωπεύεται με δύο δείγματα κατάλληλου μήκους. Μετά την απομάκρυνση των περιβλημάτων, αν υπάρχουν, τα δείγματα πρέπει να χρησιμοποιηθούν σαν δοκίμια.

13.1.3. Συσκευή

Η συσκευή που συνιστάται γι' αυτή τη δοκιμή φαίνεται στο σχήμα 15, με επεξηγήσεις. Αποτελείται, βασικά, από περιστρεφόμενο τύμπανο και συσκευές οδηγούς για τα δοκίμια. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και άλλη συσκευή ενός τύμπανου, που είναι ουσιαστικά ισοδύναμη με αυτή που φαίνεται στο **σχήμα 15**.

Η συσκευή πρέπει να κρατηθεί μέσα σε ψυγείο πριν και κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

13.1.4. Διαδικασία δοκιμής

Το δοκίμιο πρέπει να σταθεροποιηθεί στη συσκευή όπως φαίνεται στο σχήμα 15. Η συσκευή με το δοκίμιο στη θέση του πρέπει να κρατηθεί στο ψυγείο στην προδιαγραφόμενη θερμοκρασία για περίοδο όχι μικρότερη από 16 h.

Η περίοδος ψύξης από 16 h περιλαμβάνει και τον απαραίτητο χρόνο ψύξης της συσκευής. Αν η συσκευή έχει ψυχθεί εκ των προτέρων, επιτρέπεται μικρότερη περίοδος ψύξης, αλλά όχι μικρότερη από 4 h, με την προϋπόθεση ότι τα δοκίμια έχουν φτάσει στην προδιαγραφόμενη θερμοκρασία. Αν η συσκευή και τα δοκίμια έχουν ψυχθεί εκ των προτέρων, τότε αρκεί 1 h ψύξης αφότου τα δοκίμια έχουν τοποθετηθεί στη συσκευή.

Στο τέλος του προδιαγραφόμενου χρόνου, το τύμπανο πρέπει να περιστραφεί, σύμφωνα με τις συνθήκες που προδιαγράφονται στην παράγραφο 13.1.5 ενώ το δοκίμιο περιτυλίσσεται κατά τέτοιο τρόπο γύρω από το τύμπανο ώστε να δημιουργήσει πυκνή έλικα. Στην περίπτωση δοκιμίων σχήματος κυκλικού τομέα, το κυκλικό τμήμα του δοκιμίου πρέπει να βρίσκεται σε επαφή με το τύμπανο. Ύστερα, το δοκίμιο ενώ βρίσκεται ακόμη πάνω στο τύμπανο πρέπει να αφηθεί να αποκτήσει περίπου τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

13.1.5. Συνθήκες δοκιμής

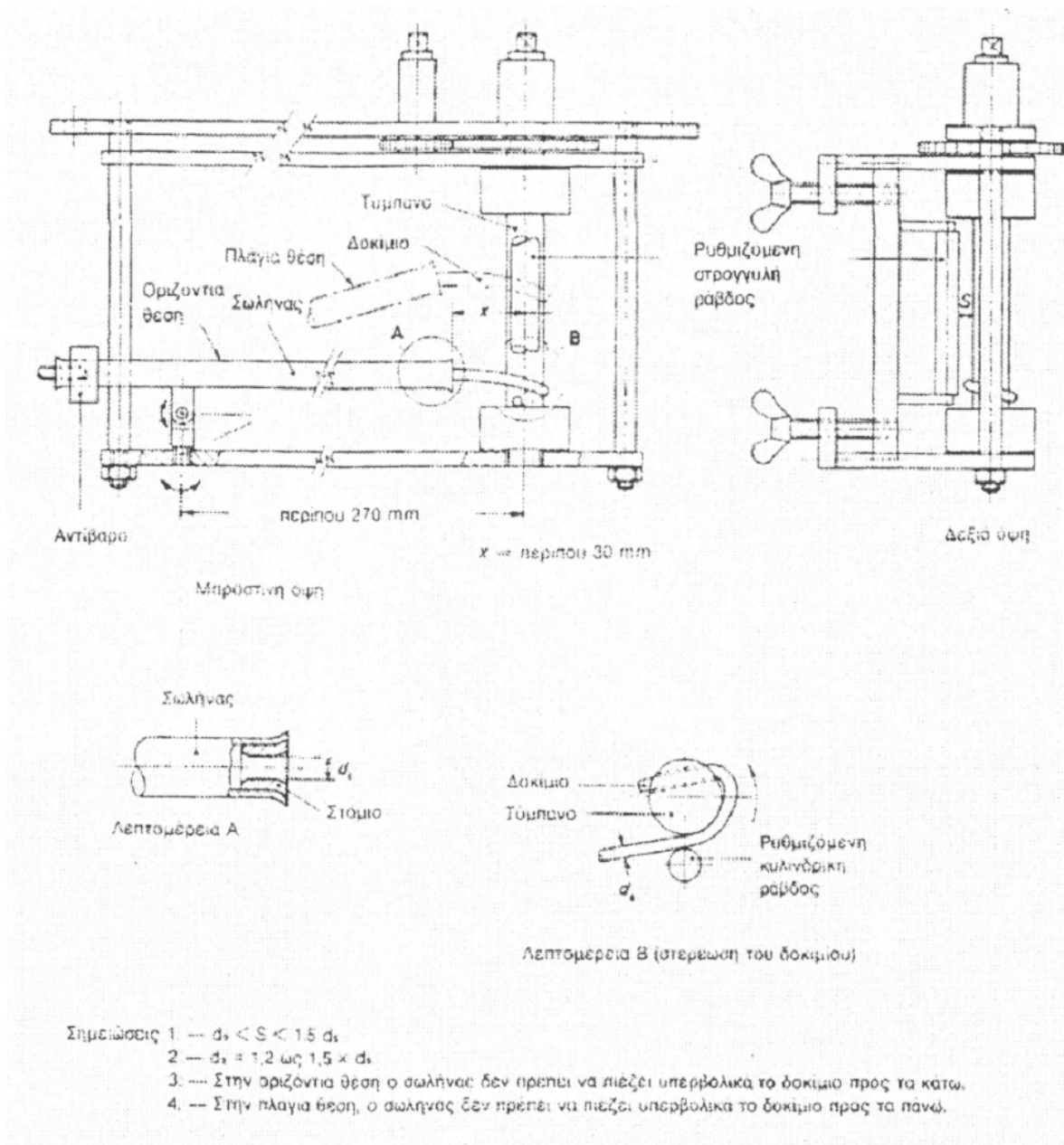
Η θερμοκρασία ψύξης και δοκιμής πρέπει να είναι σύμφωνη με την προδιαγραφόμενη στα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίων για το συγκεκριμένο τύπο μείγματος από PVC.

Η διάμετρος του τύμπανου πρέπει να είναι μεταξύ 4 και 5 φορές της διαμέτρου του δοκιμίου (βλέπε παρακάτω).

Το τύμπανο πρέπει να περιστρέφεται ισοταχώς, με ρυθμό μια περιστροφή σε 5 s περίπου, και ο αριθμός των σπειρών προδιαγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

Η πραγματική διάμετρος κάθε δοκιμίου πρέπει να μετρηθεί με τη βοήθεια παχύμετρου ή μετρητικής ταινίας. Για δοκίμια σχήματος κυκλικού τομέα ο μικρότερος άξονας λαβαίνεται ως παράμετρος αντίστοιχη με τη διάμετρο για τον καθορισμό της διαμέτρου του τύμπανου και του αριθμού των σπειρών.

Για πλακέ καλώδια, η διάμετρος του τυμπάνου πρέπει να βασιστεί στη μικρότερη διάσταση του δοκιμίου, το οποίο περιτυλίσσεται με το μικρότερο άξονά του κάθετο στο τύμπανο.



13.1.6. Απαίτηση

Στο τέλος της διαδικασίας που περιγράφεται στην παράγραφο 13.1.4 το δοκίμιο πρέπει να εξεταστεί, ενώ ακόμη βρίσκεται πάνω στο τύμπανο. Η μόνωση και των δύο δοκιμίων δεν πρέπει να παρουσιάζει ρωγμές όταν παρατηρείται με κανονική ή διορθωμένη όραση χωρίς μεγενθύνσεις.

13.2. Δοκιμή κάμψης σε χαμηλές θερμοκρασίες για μανδύες από PVC.

13.2.1. Γενικά

Η δοκιμή αυτή προορίζεται για καλώδια με εξωτερική διάμετρο μέχρι και 12.5 mm και για πλακέ καλώδια με πλάτος μέχρι και 20 mm. Αν απαιτείται στο σχετικό πρότυπο του καλωδίου η δοκιμή πρέπει να γίνεται επίσης και σε μεγαλύτερα καλώδια. Διαφορετικά ο μανδύας των μεγαλύτερων καλωδίων θα υπόκειται επιμήκυνση που περιγράφεται στην παράγραφο 13.4.

13.2.2. Δειγματοληψία και προετοιμασία των δοκιμίων

Κάθε μανδύας από PVC που πρόκειται να δοκιμαστεί πρέπει να ληφθούν δύο τεμάχια καλωδίου κατάλληλου μήκους.

Πριν την έναρξη της δοκιμής, οποιοδήποτε περίβλημα πρέπει να απομακρυνθεί από το μανδύα.

13.2.3. Συσκευή, διαδικασία και συνθήκες δοκιμής

Η διάμετρος του τυμπάνου πρέπει να είναι όση προδιαγράφεται στα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίων, σύμφωνα με τις παραγράφους 13.1.3, 13.1.4 και 13.1.5 για καλώδια που έχουν οπλισμό ή συγκεντρωτικό αγωγό κάτω από τον εξωτερικό μανδύα.

13.2.4. Απαίτηση

Στο τέλος της διαδικασίας που περιγράφεται στην παράγραφο τα δοκίμια πρέπει να εξεταστούν ενώ ακόμη βρίσκονται πάνω στο τύμπανο. Ο μανδύας και των δύο δοκιμίων δεν πρέπει να δείχνει ρωγμές όταν εξετάζονται με κανονική ή διορθωμένη όραση χωρίς μεγεθύνσεις,

13.3 Δοκιμή επιμήκυνσης σε χαμηλές θερμοκρασίες για μόνωση από PVC

13.3.1 Γενικά

Η δοκιμή αυτή προορίζεται για πόλους που έχουν διαστάσεις που υπερβαίνουν τις τιμές που δίνονται στην παράγραφο 13.1.1.

13.3.2. Δειγματοληψία

Κάθε πόλος που πρόκειται να δοκιμαστεί πρέπει να αντιπροσωπεύεται από δύο δοκίμια κατάλληλου μήκους.

13.3.3. Προετοιμασία των δοκιμίων

Αφού έχουν απομακρυνθεί τα περιβλήματα (περιλαμβάνεται και η εξωτερική ημιαγωγίμη στρώση, αν υπάρχει) η μόνωση πρέπει να ανοιχτεί με κόψιμο κατά μήκος του άξονα, αφού έχουν απομακρυνθεί ο αγωγός και η εσωτερική ημιαγωγίμη στρώση, αν υπάρχει.

Η μόνωση δε χρειάζεται να κοπεί ή τριφτεί αν η μέση τιμή του πάχους της υπερβαίνει τα 2,00 mm. Δείγματα που έχουν πάχος που υπερβαίνει το πιο πάνω όριο πρέπει να κοπούν ή να τριφτούν ώστε να δημιουργηθεί κανονικό πάχος του δείγματος, λαβαίνοντας πρόνοια να αποφευχθεί ασυνήθιστη θέρμανση. Μετά το τρίψιμο ή το κόψιμο το πάχος δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 0,8 mm.

Όλα τα δείγματα πρέπει να προετοιμαστούν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 16 h τουλάχιστο.

Μετά από την προετοιμασία, τρία δοκίμια ειδικού σχήματος από κάθε δείγμα σύμφωνα με το σχήμα 7 ή αν είναι απαραίτητο σύμφωνα με το σχήμα 8 πρέπει να κοπούν κατά μήκος του άξονα του δείγματος. Αν είναι δυνατό δύο δοκίμια ειδικού σχήματος πρέπει να κοπούν το ένα δίπλα στο άλλο. Για πόλους σχήματος κυκλικού τομέα, τα δοκίμια ειδικού σχήματος πρέπει να κοπούν στο κυκλικό τμήμα του πόλου.

Τα δοκίμια ειδικού σχήματος πρέπει να σημειθούν σύμφωνα με το τελευταίο εδάφιο της παραγράφου 9.1.3 β), αν χρησιμοποιείται συσκευή που επιτρέπει απ' ευθείας μέτρηση της απόστασης μεταξύ των γραμμών σήμανσης κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

13.3.4. Συσκευή

Η δοκιμή μπορεί να διεξαχθεί σε κανονική μηχανή εφελκυσμού εφοδιασμένη με συσκευή ψύξης ή σε μηχανή εφελκυσμού εγκατεστημένη μέσα σε ψυκτικό θάλαμο.

Αν χρησιμοποιείται υγρό ως ψυκτικό μέσο, τότε ο χρόνος παραμονής, δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 10 min, στην προδιαγραφόμενη θερμοκρασία.

Όταν η ψύξη γίνεται στον αέρα, ο χρόνος παραμονής για την ψύξη της συσκευής και του δοκιμίου μαζί πρέπει να είναι τουλάχιστο 4 h. Η περίοδος αυτή μπορεί να ελαττωθεί σε 2 h αν η συσκευή έχει ψυχθεί εκ των προτέρων και αν η συσκευή και το δοκίμιο έχουν ψυχθεί εκ των προτέρων ο χρόνος παραμονής αφότου το δοκίμιο στερεωθεί στη συσκευή δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 30 min.

Αν σαν ψυκτικό μέσο χρησιμοποιείται μείγμα υγρών, τότε τούτο δεν πρέπει να βλάπτει τα υλικά των μονώσεων ή των μανδύων.

Συνιστάται, κατά τη διεξαγωγή της δοκιμής επιμήκυνσης η χρήση μιας συσκευής που επιτρέπει απ' ευθείας μέτρηση της απόστασης μεταξύ των γραμμών σήμανσης.

Πάντως επιτρέπεται η χρήση συσκευής με την οποία μπορεί να μετρηθεί η απομάκρυνση των σιαγόνων.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ- Κατάλληλο ψυκτικό μέσο για δοκιμή του PVC είναι ένα μείγμα αιθυλικής ή μεθυλικής αλκοόλης με στέρεο CO₂.

13.3.5. Διαδικασία δοκιμής

Οι σιαγόνες της συσκευής εφελκυσμού πρέπει να είναι μη αυτοταννομένου τύπου.

Τα δοκίμια ειδικού σχήματος πρέπει να τοποθετηθούν στο ίδιο βάθος και στις δύο σιαγόνες που πρέπει να έχουν ψυχθεί εκ των προτέρων.

Η ελεύθερη απόσταση μεταξύ των σιαγόνων πρέπει να είναι περίπου 30 mm και για τους δύο τύπους, δοκιμίου ειδικού σχήματος αν η άμεση μέτρηση της απόστασης μεταξύ των δύο γραμμών σήμανσης πρόκειται να γίνει κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

Αν πρόκειται να μετρηθεί η απομάκρυνση των σιαγόνων, η ελεύθερη απόσταση μεταξύ τους πρέπει να είναι $30 \pm 0,5$ mm για δοκίμια ειδικού σχήματος σύμφωνα με το **σχήμα 7** και $22 \pm 0,5$ mm για τα αντίστοιχα του **σχήματος 8**.

Η ταχύτητα απομάκρυνσης των σιαγόνων της μηχανής εφελκυσμού πρέπει να είναι περίπου 25 ± 5 mm/min.

Η θερμοκρασία δοκιμής πρέπει να είναι όπως προδιαγράφεται στα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίων για το συγκεκριμένο τύπο του μείγματος PVC.

Η επιμήκυνση πρέπει να καθοριστεί με μέτρηση της απόστασης μεταξύ των γραμμών σήμανσης, αν είναι δυνατό, ή μεταξύ των σιαγόνων τη στιγμή της θραύσης.

13.3.6. Εκτίμηση των αποτελεσμάτων και απαίτηση

Για υπολογισμό της επιμήκυνσης, η αύξηση της απόστασης μεταξύ των γραμμών επιμήκυνσης πρέπει να συσχετίζεται με την αρχική απόσταση των 20 mm (ή 10 mm αν χρησιμοποιείται δοκίμιο ειδικού σχήματος σύμφωνα με το σχήμα 8) και να εκφράζεται ως ποσοστό αυτής της απόστασης.

Αν χρησιμοποιείται εναλλακτική μέθοδος μέτρησης της απόστασης, μεταξύ των σιαγόνων, η αύξηση αυτή της απόστασης πρέπει να συσχετίζεται με την αρχική απόσταση που είναι 30 mm για δοκίμια ειδικού σχήματος σύμφωνα με το **σχήμα 7** και 22 mm για δοκίμια ειδικού σχήματος σύμφωνα με το **σχήμα 8**.

Όταν χρησιμοποιείται η μέθοδος αυτή, το δοκίμιο πρέπει να εξεταστεί πριν από την απομάκρυνση από τη συσκευή.

Αν το δοκίμιο έχει γλιστρήσει λίγο έξω από τις σιαγόνες, το αποτέλεσμα πρέπει να αγνοηθεί. Τουλάχιστο τρεις αποδέκτες τιμές αποτελεσμάτων απαιτούνται για τον υπολογισμό της επιμήκυνσης, αλλιώς η δοκιμή πρέπει να επαναληφθεί.

Καμιά από τις αποδεκτές τιμές δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 20%, εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά.

Σε περίπτωση διαφωνίας πρέπει να ακολουθείται η μέθοδος που χρησιμοποιεί γραμμές σήμανσης.

13.4. Δοκιμή επιμήκυνσης σε χαμηλή θερμοκρασία για μανδύες PVC

13.4.1. Γενικά

Η δοκιμή αυτή προορίζεται για μανδύες καλωδίων που δεν υπόκεινται στη δοκιμή κάμψης που προδιαγράφεται στην παράγραφο 13.2.1.

13.4.2. Δειγματοληψία

Κάθε προς δοκιμή μανδύας πρέπει να αντιπροσωπεύεται από δύο δείγματα κατάλληλου μήκους.

13.4.3. Προετοιμασία των δοκιμών

Αφού απομακρυνθεί κάθε περίβλημα ο μανδύας πρέπει να ανοιχτεί με κόψιμο κατά τη διεύθυνση του άξονα και μετά να απομακρυνθούν οι αγωγοί, τα παρεμβύσματα και άλλα εσωτερικά τμήματα (αν υπάρχουν).

Για καλώδια με συγκεντρικό αγωγό ή σπλισμό, πρέπει να κοπεί μια λουρίδα μανδύα κατά μήκος των αυλακώσεων που δημιουργούν τα μεταλλικά στοιχεία.

Ο μανδύας δεν είναι απαραίτητο να τριφτεί ή να κοπεί αν η μέση τιμή του πάχους δεν υπερβαίνει τα 2,0 mm. Δείγματα που έχουν πάχη μεγαλύτερα από αυτό το όριο πρέπει να τριφτούν ή κοπούν για να δημιουργηθεί κανονικό πάχος του δείγματος, λαβαίνοντας πρόνοια να αποφευχθεί επιβλαβής θέρμανση. Μετά το τρίψιμο ή κόψιμο το πάχος δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 0,8 mm. Όλες οι λουρίδες πρέπει να εγκλιματιστούν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 16 h τουλάχιστο.

Μετά απ' αυτή την θερμοκρασία πρέπει να κοπούν τρία δοκίμια ειδικού σχήματος από κάθε δείγμα σύμφωνα με το σχήμα 7 ή αν είναι απαραίτητο σύμφωνα με το σχήμα 8 κατά τη διεύθυνση του άξονα του δείγματος. Αν είναι δυνατό δύο δοκίμια ειδικού σχήματος πρέπει να κοπούν το ένα δίπλα στο άλλο.

Τα δοκίμια ειδικού σχήματος πρέπει να σημανθούν σύμφωνα με την τελευταία παράγραφο του κειμένου της παραγράφου 4.1.3. β) αν χρησιμοποιείται συσκευή που επιτρέπει απ¹ ευθείας ανάγνωση της μέτρησης της απόστασης μεταξύ των γραμμών σήμανσης κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

13.4.4. Συσκευή

Σύμφωνα με την παράγραφο 13.3.4.

13.4.5. Διαδικασία και συνθήκες δοκιμής

Σύμφωνα με την παράγραφο 13.3.5.

13.4.6. Εκτίμηση των αποτελεσμάτων και απαίτηση

Σύμφωνα με την παράγραφο 13.3.6.

13.5. Δοκιμή κρούσης σε χαμηλή θερμοκρασία για μονώσεις και μανδύες από PVC

13.5.1.Γενικά

Η δοκιμή κρούσης σε χαμηλή θερμοκρασία προορίζεται για καλώδια με μανδύα από κάθε τύπου, ανεξάρτητα από το είδος της μόνωσης των πόλων καθώς επίσης για τη μόνωση από PVC μονοπολικών καλωδίων χωρίς μανδύα και πλακέ καλωδίων χωρίς μανδύα από PVC αν απαιτείται από τα αντίστοιχα πρότυπα καλωδίων.

Η μόνωση από PVC καλωδίων με μανδύα δεν υπόκειται άμεσα στη δοκιμή κρούσης σε χαμηλή θερμοκρασία.

13.5.2.Δειγματοληψία και προετοιμασία των δοκιμίων.

Πρέπει να ληφθούν τρία τεμάχια του έτοιμου καλωδίου που καθένα έχει μήκους τουλάχιστον πέντε φορές τη διάμετρο του καλωδίου με ελάχιστη τιμή 150 mm.

Τυχόν εξωτερικά περιβλήματα πρέπει να αφαιρεθούν.

13.5.3.Συσκευή

Η συσκευή που θα χρησιμοποιηθεί για τη δοκιμή αυτή φαίνεται στο **σχήμα 16** με επεξηγήσεις. Η συσκευή πρέπει να τοποθετηθεί πάνω σε μια βάση από αφρώδες ελαστικό πάχους περίπου 40 mm και να τοποθετηθεί σε ψυγείο πριν και κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

13.5.4.Συνθήκες δοκιμής

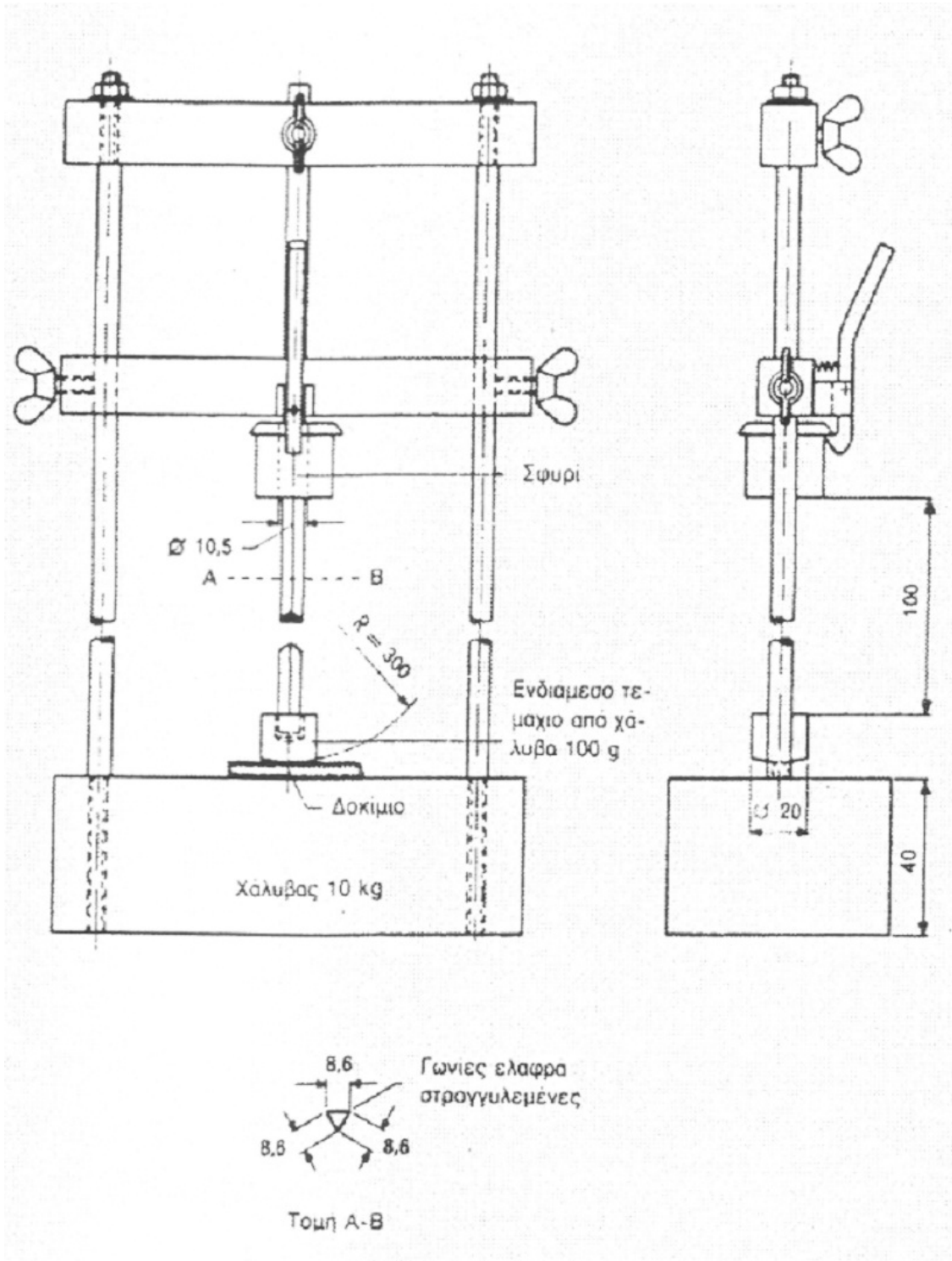
Η θερμοκρασία δοκιμής πρέπει να είναι όπως περιγράφεται στο αντίστοιχο πρότυπο καλωδίου για τον αντίστοιχο τύπο του μείγματος PVC.

Για καλώδια ισχύος σταθερής εγκατάστασης, η μάζα του σφυριού για τη δοκιμή των δειγμάτων πρέπει να είναι όπως δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Εξωτερική διάμετρος mm		Μάζα σφυριού (g)
Πάνω από	Ως και	
-	4,0	100
4,0	6,0	200
6,0	9,0	300
9,0	12,5	400
12,5	20,0	500
20,0	30,0	750
30,0	50,0	1000
50,0	75,0	1250
75,0	-	1500

Για εύκαμπτα καλώδια και τηλεπικοινωνιακά καλώδια η μάζα του σφυριού για τη δοκιμή του δείγματος πρέπει να είναι όπως δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Εξωτερική διάμετρος mm		Μάζα σφυριού (g)
Πάνω από	Ως και	
ΓΙΑ ΠΛΑΚΕ	ΚΑΛΩΔΙΑ	
-	6,0	100
6,0	10,0	200
10,0	15,0	300
15,0	25,0	400
25,0	35,0	500
35,0	-	600



ΣΧΗΜΑ 16-Συσκευή κρούσης σε χαμηλές θερμοκρασίες

Η εξωτερική διάμετρος που αναφέρεται στους πίνακες πρέπει να μετρηθεί σε κάθε δοκίμιο με παχύτερο ή μετρητική ταινία.

Τα πλακέ καλώδια πρέπει να δοκιμαστούν με το μικρότερο άξονά τους κάθετο στη χαλύβδινη βάση.

13.5.5. Διαδικασία

Η συσκευή και τα δοκίμια του καλωδίου που πρόκειται να δοκιμαστεί πρέπει να τοποθετηθούν το ένα δίπλα στο άλλο σε ψυγείο και να διατηρηθούν στην προδιαγραφόμενη θερμοκρασία. Τα περιεχόμενα του ψυγείου πρέπει να αφεθούν να ψυχθούν για μια περίοδο όχι μικρότερη από 16 h που περιέχει και το χρόνο για την ψύξη της συσκευής.

Αν η συσκευή ψυχθεί εκ των προτέρων επιτρέπεται μια μικρότερη περίοδος ψύξης, αλλά όχι μικρότερη από 1 h με την προϋπόθεση ότι τα δοκίμια πρέπει να έχουν φτάσει την προδιαγραφόμενη θερμοκρασία δοκιμής. Στο τέλος των προδιαγραφόμενων περιόδων, κάθε δοκίμιο διαδοχικά πρέπει να τοποθετηθεί στη θέση, όπως δείχνεται στο σχήμα 16, και να αφεθεί το σφυρί να πέσει από ύψος 100 mm.

Πριν από τον έλεγχο της μόνωσης των καλωδίων χωρίς μανδύα, τα δοκίμια πρέπει να αφεθούν να αποκτήσουν περίπου τη θερμοκρασία περιβάλλοντος μετά τη δοκιμή.

Μετά πρέπει να ελεγχθεί η μόνωση, αφού τα δοκίμια έχουν συστραφεί, ενώ είναι τεντωμένα, κατά γωνία 360° ανά 100 mm μήκους. Αν, πάντως, δεν είναι δυνατό να συστραφούν τα δοκίμια κατ' αυτό τον τρόπο πρέπει να ελεγχθούν όπως προδιαγράφεται για το μανδύα.

Προτού ελεγχθεί ο μανδύας των καλωδίων, τα δοκίμια πρέπει να αφεθούν να αποκτήσουν περίπου θερμοκρασία περιβάλλοντος και μετά να εμβαπτιστούν σε ζεστό νερό. Μετά ο μανδύας πρέπει να ανοιχτεί με κόψιμο κατά τον άξονα των καλωδίων.

Ακολούθως πρέπει να εξεταστούν το εσωτερικό και το εξωτερικό του μανδύα, και της μόνωσης. Η μόνωση των καλωδίων πρέπει να εξεταστεί μόνο στο εξωτερικό τμήμα,

13.5.6. Απαίτηση

Τα τρία δοκίμια δεν πρέπει να δείξουν ρωγμή όταν εξετάζονται με κανονική ή διορθωμένη όραση, χωρίς μεγέθυνση.

Εάν μόνο ένα δοκίμιο από τα τρία παρουσιάζει ρωγμές τότε η δοκιμή μπορεί να επαναληφθεί σε τρία επιπλέον δοκίμια και εφόσον κανένα από αυτά δεν παρουσιάζει ρωγμές οι απαιτήσεις της δοκιμής πληρούνται.

Εάν όμως κάποιο από τα επιπλέον τρία δείγματα παρουσιάζει ρωγμές τότε το καλώδιο ή ο μανδύας δεν πληροί τις απαιτήσεις της προδιαγραφής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14. ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΡΩΓΜΩΝ ΓΙΑ ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΕΣ ΑΠΟ PVC

14.1. Δοκιμή απότομης θέρμανσης για μονώσεις από PVC

14.1.1. Δειγματοληψία

Κάθε προς έλεγχο πόλος πρέπει να αντιπροσωπεύεται από δύο δείγματα κατάλληλου μήκους που θα ληφθούν από δύο θέσεις που απέχουν μεταξύ τους τουλάχιστο 1 m.

Πρέπει να απομακρυνθούν από τη μόνωση εξωτερικά περιβλήματα, αν υπάρχουν.

14.1.2. Προετοιμασία των δοκιμίων

Το δοκίμιο πρέπει να προετοιμαστεί μ' έναν από τους τρεις παρακάτω τρόπους.

α) Για πόλους με εξωτερική διάμετρο που δεν υπερβαίνει τα 12,5 mm, κάθε δοκίμιο πρέπει να αποτελείται από ένα κομμάτι πόλου.

β) Για πόλους με εξωτερική διάμετρο πάνω από 12,5 mm και πάχος μόνωσης όχι μεγαλύτερο από 5,0 mm και για όλους τους πόλους σχήματος κυκλικού τομέα, κάθε δοκίμιο πρέπει να αποτελείται από μια λουρίδα που λαβαίνεται από τη μόνωση και της οποίας το πλάτος να είναι τουλάχιστο 1,5 φορά το πάχος της, αλλά όχι μικρότερο από 4 mm.

Η λουρίδα πρέπει να κοπεί κατά τη διεύθυνση του άξονα του αγωγού. Στην περίπτωση πόλων σχήματος κυκλικού τομέα πρέπει να κοπεί από το κυκλικό μέρος του πόλου.

γ) Για πόλους με εξωτερική διάμετρο μεγαλύτερη από 12,5 mm και πάχος μόνωσης πάνω από 5,0 mm κάθε δοκίμιο πρέπει να αποτελείται από μία λουρίδα κομμένη σύμφωνα με τη β) και μετά να τριφτεί ή κοπεί (αποφεύγοντας τη θέρμανση) στην εξωτερική επιφάνεια μέχρι πάχους μεταξύ 4,0 mm 5,0 mm. Το πάχος αυτό πρέπει να μετρηθεί στο παχύτερο μέρος της λουρίδας στο οποίο το πλάτος πρέπει να είναι τουλάχιστο 1,5 φορά το πάχος.

14.1.3. Περιτύλιξη των δοκιμίων πάνω σε τύμπανα

Κάθε δοκίμιο πρέπει να περιτυλιχθεί τεντωμένο και να τοποθετηθεί σ' ένα τύμπανο έτσι ώστε να σχηματίσει πυκνή έλικα, στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Η διάμετρος του τύμπανου και ο αριθμός των περιτυλίξεων δίνονται ως εξής:

α) Στον πρώτο από τους πιο κάτω πίνακες για τα δοκίμια που έχουν προετοιμαστεί σύμφωνα με την παράγραφο 14.1.2.α). Για πλακέ καλώδια, η διάμετρος του τυμπάνου πρέπει να βασιστεί στη μικρότερη διάσταση του καλωδίου, η οποία περιτυλίσσεται με το μικρότερο άξονά της κάθετο πάνω στο τύμπανο.

β) Στο δεύτερο πίνακα, για τα δοκίμια που έχουν προετοιμαστεί σύμφωνα με την παράγραφο 14.1.2. β) και 14.1.2.γ).

Στην περίπτωση αυτή, η εσωτερική επιφάνεια του δοκιμίου πρέπει να είναι σε επαφή με το τύμπανο.

Εξωτερική διάμετρος δοκιμίου (mm)	Διάμετρος τυμπάνου (mm)	Αριθμός περιτυλίξεων
Ως και 2,5	5	6
Πάνω από 2,5 ως και 4,5	9	6
Πάνω από 4,5 ως και 6,5	13	6
Πάνω από 6,5 ως και 9,5	19	4
Πάνω από 9,5 ως και 12,5	40	2
Πάχος δοκιμίου		
(mm)	Διάμετρος τυμπάνου (mm)	Αριθμός περιτυλίξεων
Ως και 1	2	6
Πάνω από 1 ως και 2	4	6
Πάνω από 2 ως και 3	6	6
Πάνω από 3 ως και 4	8	6
Πάνω από 4 ως και 5	10	6

Για την εφαρμογή των πινάκων αυτών πρέπει να μετρηθεί με τη βοήθεια μικρόμετρου ή άλλης κατάλληλης μετρητικής συσκευής ή διάμετρος ή το πάχος κάθε δοκιμίου.

14.1.4.Θέρμανση και έλεγχος

Κάθε δοκίμιο, πάνω στο τύμπανο του, πρέπει να τοποθετηθεί σε φούρνο αέρα, προθερμασμένο σε θερμοκρασία που προδιαγράφεται στο αντίστοιχο πρότυπο του καλωδίου ή σε θερμοκρασία 150 ± 3 °C εφόσον δεν προδιαγράφεται διαφορετικά στο πρότυπο του καλωδίου. Το δοκίμιο πρέπει να διατηρηθεί στην προδιαγραφόμενη θερμοκρασία για 1 h .

Μετά, τα δοκίμια πρέπει να αφεθούν να αποκτήσουν περίπου τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και ακολούθως να εξεταστούν ενώ βρίσκονται ακόμη πάνω στο τύμπανο.

Τα δοκίμια δεν πρέπει να δείξουν ρωγμές όταν εξετάζονται με κανονική ή διορθωμένη όραση χωρίς μεγέθυνση.

14.2. Δοκιμή απότομης θέρμανσης για μανδύες από PVC

14.2.1.Δειγματοληψία

Κάθε μανδύας που πρόκειται να δοκιμαστεί πρέπει να αντιπροσωπεύεται από δύο δείγματα καλωδίου κατάλληλου μήκους που έχουν ληφθεί από δύο θέσεις που απέχουν μεταξύ τους τουλάχιστο 1 m.

Πρέπει να απομακρυνθεί οποιοδήποτε εξωτερικό περίβλημα.

14.2.2. Προετοιμασία των δοκιμίων

α) Για μανδύες με εξωτερική διάμετρο όχι μεγαλύτερη από 12,5 mm κάθε δοκίμιο πρέπει να αποτελείται από ένα τεμάχιο καλωδίου, εκτός από την περίπτωση καλωδίων με μόνωση πολυαιθυλενίου με μανδύα από PVC.

β) Για μανδύες με εξωτερική διάμετρο πάνω από 12,5 mm και με πάχος μανδύα όχι μεγαλύτερο από 5,0 mm και για μανδύες καλωδίων με μόνωση από πολυαιθυλένιο, κάθε δοκίμιο πρέπει να αποτελείται από μια λουρίδα που λαβαίνεται από το μανδύα, της οποίας το πλάτος πρέπει να είναι τουλάχιστο 1,5 φορά το πάχος του, αλλά όχι μικρότερο από 4 mm. Η λουρίδα πρέπει να κοπεί κατά τη διεύθυνση του άξονα του καλωδία.

γ) Για μανδύες με εξωτερική διάμετρο πάνω από 12,5 mm και με πάχος μανδύα μεγαλύτερο από 5,0 mm κάθε δοκίμιο πρέπει να αποτελείται από λουρίδα κομμένη σύμφωνα με τη β) και μετά να τριφτεί ή κοπεί (αποφεύγοντας την θέρμανση) στην εξωτερική επιφάνεια ώστε να δημιουργηθεί πάχος μεταξύ 4,0 mm και 5,0 mm.

Το πάχος αυτό πρέπει να μετρηθεί στο παχύτερο τμήμα της λουρίδας της οποίας το πλάτος πρέπει να είναι τουλάχιστο 1,5 φορά το πάχος.

δ) Στην περίπτωση πλακέ καλωδίων που το πλάτος τους δεν υπερβαίνει τα 12,5 mm κάθε δοκίμιο πρέπει να είναι ένα κομμάτι έτοιμου καλωδίου. Αν το πλάτος του καλωδίου υπερβαίνει τα 12,5 mm κάθε δοκίμιο πρέπει να αποτελείται από μια λουρίδα που λαβαίνεται από το μανδύα όπως προδιαγράφεται στο εδάφιο β).

14.2.3. Περιτύλιξη των δοκιμίων πάνω στα τύμπανα

Κάθε δοκίμιο πρέπει να περιτυλιχθεί τεντωμένο και να τοποθετηθεί σε ένα τύμπανο ώστε να σχηματίζει πυκνή έλικα, στη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Η διάμετρος του τυμπάνου και ο αριθμός των περιτυλίξεων δίνονται στην παράγραφο 14.1.3.α) για δοκίμια που έχουν προετοιμαστεί σύμφωνα με την παράγραφο 14.2.2 α) και στην παράγραφο 14.1.3 β) για τα δοκίμια που έχουν προετοιμαστεί σύμφωνα με τις παραγράφους 14.2.2. β) και 14.2.2.γ).

Η διάμετρος ή το πάχος κάθε δοκιμίου πρέπει να μετρηθεί με τη βοήθεια μικρομέτρου ή άλλης κατάλληλης μετρητικής συσκευής.

14.2.4. Θέρμανση και έλεγχος

Σύμφωνα με την παράγραφο 14.1.4.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15. ΜΕΘΟΔΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΛΑΣΤΟΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕΙΓΜΑΤΩΝ

15.1 Μέθοδο αιώρησης (γενική μέθοδος)

15.1.1. Εξοπλισμός για τη δοκιμή

- Αιθανόλη (αιθυλική αλκοόλη) για ανάλυση ή άλλο κατάλληλο υγρό για πυκνότητες κάτω από 1 g/ml.
- Διάλυμα χλωριούχου ψευδάργυρου για πυκνότητες ίσες ή μεγαλύτερες από 1 g/ml.
- Αποσταγμένο νερό.
- Κύλινδρος ανάμειξης.
- Θερμοστάτης
- Αραιότερο βαθμονομημένο στους 23 °C
- Θερμόμετρο με υποδιαίρεσεις 0,1 °C

15.1.2. Διαδικασία δοκιμής

Από την προς δοκιμή μόνωση ή μανδύα πρέπει να ληφθεί ένα δείγμα κάθετα προς τον άξονα του αγωγού και να κοπεί σε μικρά τεμάχια με μήκος πλευράς 1 mm ως 2 mm. Η πυκνότητα πρέπει να καθοριστεί τοποθετώντας το δείγμα ως αιώρημα μέσα σε υγρό το οποίο δεν αντιδρά με το υλικό που δοκιμάζεται.

Τα ακόλουθα υγρά είναι κατάλληλα:

- για μια αναμενόμενη πυκνότητα κάτω από 1 g/ml, μείγμα αιθανόλης και νερού
- για μια πυκνότητα 1 g/ml και πάνω, ένα μείγμα χλωριούχου ψευδαργύρου και νερού.

Τρία τεμάχια από το δείγμα πρέπει να τοποθετηθούν μέσα στο υγρό σε θερμοκρασία $23 \pm 0,1$ °C αποφεύγοντας κάθε δημιουργία φυσαλίδων αέρα. Πρέπει να προστεθεί αποσταγμένο νερό στο υγρό, μέσα στον κύλινδρο ανάμειξης μέχρις ότου, τα τεμάχια αιωρούνται ελεύθερα. Το υγρό μείγμα πρέπει να είναι ομογενές και να διατηρείται στην υποδεικνυόμενη θερμοκρασία. Η πυκνότητα του υγρού μείγματος πρέπει να καθοριστεί με τη βοήθεια υδρόμετρου και με προσέγγιση 3 δεκαδικών ψηφίων. Η καθοριζόμενη πυκνότητα είναι η ίδια με εκείνη των δειγμάτων που δοκιμάζονται.

15.2 Μέθοδος πυκνόμετρου (Μέθοδος αναφοράς)

15.2.1 Συσκευή

Η συσκευή για τη μέθοδο αυτή αποτελείται από:

- ζυγό με ακρίβεια 0,1 m/g
- μια βάση έδρασης ή άλλο σταθερό υποστήριγμα

-πυκνόμετρο χωρητικότητας 50 ml

-λουτρό υγρού εφοδιασμένο με ρυθμιστικό θερμοστάτη.

15.2.2. Δοκίμια

Τα δοκίμια πρέπει να ληφθούν από τη γυμνή μόνωση ή το μανδύα. Η μάζα κάθε δοκιμίου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1 g και ούτε μεγαλύτερη από 5 g. Το δοκίμιο πρέπει να γίνει με κοπή από το δείγμα της μόνωσης ή του μανδύα σε ένα αριθμό μικρών τεμαχίων. Μικροί σωλήνες μόνωσης και μανδύα πρέπει να κοπούν κατά μήκος σε δύο ή περισσότερα μέρη ώστε να αποφεύγεται η συγκράτηση φυσαλίδων αέρα.

15.2.3. Εγκλιματισμός

Το δοκίμιο πρέπει να βρίσκεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 23 ± 2 °C.

15.2.4. Διαδικασία δοκιμής

Αφού ζυγιστεί το πυκνόμετρο άδειο και ξερό πρέπει να ζυγιστεί μέσα στο πυκνόμετρο μια κατάλληλη ποσότητα δοκιμίου. Το δοκίμιο που εξετάζεται πρέπει να καλυφθεί με κατάλληλο υγρό εμφύσησης (αλκοόλη 96%) και όλος ο αέρας να αφαιρεθεί από το δοκίμιο π.χ. με εφαρμογή κενού στο πυκνόμετρο που ταυτόχρονα βρίσκεται μέσα σε ξηραντήρα. Το κενό πρέπει να διακοπεί και το πυκνόμετρο να πληρωθεί τελείως με υγρό εμφύσησης. Το υγρό εμφύσησης πρέπει να έχει θερμομανθεί στους $23 \pm 0,5$ °C σε λουτρό υγρού.

Το πυκνόμετρο πρέπει να καθαριστεί από υγρασία και να ζυγιστεί το περιεχόμενο του και μετά να αδειαστεί και να γεμιστεί με υγρό εμφύσησης. Πρέπει να απομακρυνθεί ο αέρας και να καθοριστεί το βάρος του πυκνόμετρου και του περιεχομένου του σε θερμοκρασία $23 \pm 0,5$ °C.

15.2.5 Υπολογισμός

Η πυκνότητα της μόνωσης και του μανδύα πρέπει να υπολογιστεί ως εξής:

m

Πυκνότητα σε 23 °C = χd

$m_1 - m_2$

όπου:

m είναι η μάζα δοκιμίου σε γραμμάρια

m_1 είναι η μάζα υγρού που απαιτείται για την πλήρωση του πυκνόμετρου σε γραμμάρια

m_2 είναι η μάζα υγρού που απαιτείται για την πλήρωση του πυκνόμετρου, όταν περιέχει το δοκίμιο, σε γραμμάρια

d είναι η πυκνότητα υγρού εμφύσησης σε 23 °C με αιθανόλη 96% $d = 0.7988 \text{ g/cm}^3$ σε 23 °C.

15.2.6. Διόρθωση για γεμισμένο πολυαιθυλένιο

Τα αντιοξειδωτικά και τα οργανικά έγχρωμα πιγμέντα που συνήθως χρησιμοποιούνται σε αμελητέες ποσότητες μπορούν να αγνοηθούν. Όμως όπου χρησιμοποιούνται άλλα πρόσθετα όπως ορυκτά γεμίσματα σε σημαντικές ποσότητες πρέπει να φίνεται η

κατάλληλη διόρθωση. Αυτή πρέπει να γίνεται με προσδιορισμό της φύσης και της ποσότητας των πρόσθετων με αναγνωρισμένα χημικά μέσα χρησιμοποιούντα τον τύπο.

$$\delta = \frac{m \chi \delta_c \chi \delta_f}{m_c \chi \delta_f - m_f \chi \delta_c}$$

όπου:

δ είναι η πυκνότητα του πολυαιθυλενίου (PE) (διορθωμένη τιμή) σε g/cm^3

δ_c είναι η μετρούμενη πυκνότητα του μείγματος του PE σε g/cm^3

δ_f είναι η πυκνότητα του πρόσθετου filler (μετρούμενη τιμή) σε g/cm^3

m είναι η μάζα του πολυμερούς PE (διαφορά m_c και m_f) σε γραμμάρια

m_c είναι η μάζα του μείγματος του PE (μετρούμενη τιμή) σε γραμμάρια

m_f είναι η μάζα του filler (μετρούμενη τιμή) σε γραμμάρια

Για μείγματα που περιέχουν αιθάλη η διόρθωση γίνεται με τον παρακάτω απλοποιημένο τύπο:

$$\delta = \delta_0 - 0,0045 \chi C_B$$

όπου:

C_B είναι η αριθμητική τιμή της επί % περιεκτικότητας σε αιθάλη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΟΥ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ

16.1.Εισαγωγή

Ο δείκτης ροής του πολυαιθυλενίου και μειγμάτων πολυαιθυλενίου είναι η ποσότητα υλικού που εξωθείται μέσα σε 2 1/4 min σε θερμοκρασία 190 °C μέσα από μια τυποποιημένη μήτρα από την επίδραση φορτίου που καθορίζεται από τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο.

Η περιγραφή που ακολουθεί της συσκευής και διαδικασίας δοκιμής για τη δοκιμή του υλικού αυτού είναι ένα απόσπασμα από το Πρότυπο ΕΛΟΤ 355 «Πλαστικά - Προσδιορισμός του δείκτη ροής στο πολυαιθυλένιο και σε πλαστικά με βάση το πολυαιθυλένιο».

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

- Ο δείκτης ροής δεν εφαρμόζεται σε ειδικούς τύπους πολυαιθυλενίου που επιβραδύνουν τη μετάδοση της φλόγας.
- Για δείκτες ροής μικρότερης από 0,15 η μέθοδος της δοκιμής που περιγράφεται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ 355 μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εναλλακτική.

16.2. Συσκευή

Η συσκευή είναι βασικά ένα πλαστόμετρο εξώθησης που φαίνεται στο σχήμα 17. Το πολυαιθυλένιο, που βρίσκεται σε ένα κάθετο μεταλλικό κύλινδρο, εξωθείται μέσα από τη μήτρα με έμβολο, κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας.

Όλες οι επιφάνειες της συσκευής που έρχονται σε επαφή με το εξεταζόμενο υλικό πρέπει να είναι τέλεια γυαλισμένες.

Η συσκευή αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά μέρη :

α) Χαλύβδινος κύλινδρος

Χαλύβδινος κύλινδρος τοποθετημένος κάθετα με κατάλληλη μόνωση για λειτουργία στους 190 °C. Το ελάχιστο μήκος του κυλίνδρου είναι 115 mm με εσωτερική διάμετρο μεταξύ 9,5 και 10 mm και εκπληρώνει τις απαιτήσεις της παραγράφου 16.2.1. β). Η βάση του κυλίνδρου έχει θερμική μόνωση αν η εκτιθέμενη μεταλλική επιφάνεια είναι μεγαλύτερη από 4 cm² και συνιστάται το μονωτικό υλικό να είναι πολυτετραφθοροαιθυλένιο (πάχους τουλάχιστο 3 mm) για να αποφευχθεί η προσκόλληση του εξωθούμενου υλικού.

β) Χαλύβδινο έμβολο ώθησης

Είναι χαλύβδινο έμβολο ώθησης του οποίου το μήκος είναι τουλάχιστο όσο του κυλίνδρου. Οι άξονες του κυλίνδρου και του εμβόλου πρέπει να συμπίπτουν και το ενεργό μήκος του εμβόλου να είναι τουλάχιστο 135 mm. Υπάρχει μία κεφαλή μήκους 6,35 ± 0,10 mm. Η διάμετρος της κεφαλής πρέπει να είναι μικρότερη από την εσωτερική διάμετρο του κυλίνδρου 0,075 ± 0,015 mm. Επιπρόσθετα για τον υπολογισμό του

φορτίου (βλέπε παράγραφο 16.2.1.γ) η διάμετρος πρέπει να μετριέται με ακρίβεια $\pm 0,025$ mm. Η κάτω ακμή του εμβόλου έχει ακτίνα 0,4 mm και η πάνω ακμή είναι στρογγυλεμένη. Πάνω από την κεφαλή, το έμβολο καταλήγει σε διάμετρο περίπου 9 mm. Μπορεί να προστεθεί στο πάνω μέρος του εμβόλου διάταξη (π.χ. στήριγμα) για τη στήριξη του αφαιρούμενου φορτίου. Πάντως το έμβολο πρέπει να είναι θερμικά μονωμένο από το φορτίο αυτό.

γ) Αφαιρούμενο φορτίο στην κορυφή του εμβόλου

Η συνολική μάζα του φορτίου και του εμβόλου πρέπει να είναι τέτοια ώστε η δύναμη P

που εξασκείται να είναι:

- P = 21,2 N στην περίπτωση της μεθόδου Α του Πρότυπου ΕΛΟΤ 355

- P = 49,1 N στην περίπτωση της μεθόδου Γ του Πρότυπου ΕΛΟΤ 355

δ) Θερμαντήρας

Είναι θερμαντήρας για να διατηρήσει, μέσα στον κύλινδρο, το πολυαιθυλένιο στους $190 \pm$

$0,5$ °C. Γίνεται ειδική σύσταση για την ύπαρξη αυτόματου ελέγχου της θερμοκρασίας.

ε) Διάταξη μέτρησης της θερμοκρασίας

Διάταξη μέτρησης της θερμοκρασίας, τοποθετημένη όσο το δυνατό πιο κοντά στη μήτρα, αλλά να βρίσκεται μέσα στο σώμα κυλίνδρου. Είναι βαθμονομημένη έτσι ώστε να επιτρέπει ανάγνωση θερμοκρασιών με ακρίβεια $\pm 0,1$ °C.

στ) Μήτρα

Μήτρα μήκους $8,000 \pm 0,25$ mm κατασκευασμένη από σκληρό χάλυβα, της οποίας η μέση εσωτερική διάμετρος είναι μεταξύ 2,090 mm και 2,100 mm και ομοιόμορφη σε όλο το μήκος της μήτρας με όρια $\pm 0,005$ mm (βλέπε σχήμα 18). Η μήτρα δεν πρέπει να προεξέχει έξω από τη βάση του κυλίνδρου.

ζ) Ζυγός ακριβείας μέχρι $\pm 0,0005$ g.

16.3 Δοκίμια

Τα δοκίμια μπορεί να είναι οποιουδήποτε σχήματος που μπορεί να μπει στο άνοιγμα του κυλίνδρου για παράδειγμα κόκκοι, σκόνη, λιωμένα κομμάτια. Τα μεγάλα δείγματα πρέπει να κοπούν σε κύβους των 3 mm περίπου.

16.4. Καθαρισμός και συντήρηση της συσκευής

Η συσκευή πρέπει να καθαρίζεται μετά από κάθε δοκιμή. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν υλικά διαβρωτικά που θα μπορούσαν να καταστρέψουν την επιφάνεια του εμβόλου, κυλίνδρου ή μήτρας κατά τον καθαρισμό αυτών των επιφανειών από το πολυαιθυλένιο ή οποιοδήποτε άλλο τμήμα της συσκευής.

Κατάλληλα διαλυτικά για τον καθαρισμό της συσκευής είναι το ξυλόλιο (XYLENE) τετραυδροναφθαλένιο (TETRAHYDRONAPHTALENE) ή άοσμη κηροζίνη. Το έμβολο πρέπει να καθαριστεί ενώ ακόμη είναι θερμό, με ένα κομμάτι ύφασμα μουσκεμένο με το διαλυτικό και ο κύλινδρος ενώ ακόμη επίσης είναι ζεστός με σφουγγάρι μουσκεμένο στον ίδιο διαλύτη. Η μήτρα πρέπει να καθαριστεί με μια ορειχάλκινη ή ξύλινη ράβδο που εφαρμόζεται σφιχτά στην εσωτερική της διάμετρο και μετά βυθίζεται σε διαλύτη που βράζει.

Συνιστάται σε τακτά χρονικά διαστήματα, π.χ. μια φορά την εβδομάδα για τα όργανα που χρησιμοποιούνται συνέχεια, να αφαιρείται η μονωτική πλάκα και η διάταξη στήριξης της μήτρας, (βλέπε σχήμα 17) και να καθαρίζεται ο κύλινδρος σε όλη του την έκταση.

16.5. Μέθοδος Α του Προτύπου ΕΛΟΤ 355

Η μέθοδος Α είναι κατάλληλη για τον προσδιορισμό του δείκτη ροής για ένα δείγμα πολυαιθυλενίου του οποίου ο δείκτης ροής είναι άγνωστος.

Διαδικασία δοκιμής

Η συσκευή πρέπει να καθαριστεί (βλέπε παράγραφο 16.4). Πριν αρχίσει μια σειρά δοκιμών, η θερμοκρασία του κυλίνδρου και του εμβόλου πρέπει να είναι $190 \pm 0,5$ °C για 15 min. Αυτή η θερμοκρασία πρέπει να διατηρηθεί κατά την διάρκεια της εξώθησης του πολυαιθυλενίου. Συνιστάται το όργανο μέτρησης θερμοκρασίας (βλέπε παράγραφο 16.2.1.ε) να είναι γυάλινο υδραργυρικό θερμόμετρο τοποθετημένο μόνιμα μέσα στη μάζα του κυλίνδρου (βλέπε παρακάτω σημείωση). Κράματα χαμηλού σημείου τήξης, όπως μέταλλα του Wood, βελτιώνουν τη θερμική επαφή και συνιστάται η χρήση τους.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ- Αν χρησιμοποιείται οποιοδήποτε άλλο όργανο μέτρησης θερμοκρασίας, πριν από κάθε σειρά δοκιμών πρέπει αυτό να βαθμονομείται στους $190 \pm 0,5$ °C σε σύγκριση με γυάλινο υδραργυρικό θερμόμετρο, σύμφωνα με την παράγραφο 16.2.1.ε), τοποθετημένου μέσα στον κύλινδρο και βυθισμένο σε κατάλληλο βάθος μέσα στη μάζα του πολυαιθυλενίου.

Μετά εισάγεται ποσότητα δείγματος στον κύλινδρο (βλέπε πίνακα 1) και το μη φορτισμένο έμβολο ξαναμπάνει στην κορυφή του κυλίνδρου. Έξη λεπτά μετά την εισαγωγή του δείγματος, κατά τη διάρκεια των οποίων η θερμοκρασία του κυλίνδρου πρέπει να επανέλθει στους $190 \pm 0,5$ °C, το φορτίο τοποθετείται πάνω στο έμβολο για να εξωθήσει το πολυαιθυλένιο μέσα από τη μήτρα. Η ταχύτητα εξώθησης μετριέται κόβοντας το εξωθούμενο υλικό σε κανονικά χρονικά διαστήματα από τη μήτρα με κατάλληλο κοπτικό όργανο. Λαβαίνοντας έτσι μικρά μήκη εξωθημένο υλικό που στο Πρότυπο αυτό αναφέρονται ως «αποκόμματα».

Τα χρονικά διαστήματα κατά τα οποία πρέπει να λαβαίνετε κάθε <<απόκομμα>> δίνονται στον πίνακα 1.

Σε διάστημα 20 min από την εισαγωγή του δείγματος στον κύλινδρο πρέπει να ληφθούν αρκετά αποκόμματα. το πρώτο απόκομμα καθώς και κάθε άλλο που περιέχει φυσαλίδες αέρα αγνοείται. τα υπόλοιπα διαδοχικά το λιγότερο τρία αποκόμματα ζυγίζονται χωριστά με προσέγγιση χιλιοστόγραμμου και προσδιορίζεται η μέση τιμή της μάζας τους. Αν η διαφορά μεταξύ της μεγαλύτερης και μικρότερης τιμής των μεμονωμένων ζυγισμάτων υπερβαίνει κατά 10% τη μέση τιμή, τα αποτελέσματα της δοκιμής απορρίπτονται και η δοκιμή επαναλαμβάνεται με νέα ποσότητα δείγματος.

Έκφραση αποτελεσμάτων

Ο δείκτης ροής πρέπει να δίνεται με δύο σημαντικά ψηφία, (βλέπε σημείωση 1), και να Εκφράζεται με σύμβολα, όπως ΔΡ. 190.21 A (βλέπε σημείωση 2).

$$\Delta P. 190.21 A = \frac{600 \chi m}{t}$$

όπου:

ΔΡ είναι ο δείκτης ροής, εκφράζεται σε γραμμάρια ανά 10 min,

m είναι ο μέσος όρος μάζας «αποκομμάτων» σε γραμμάρια,

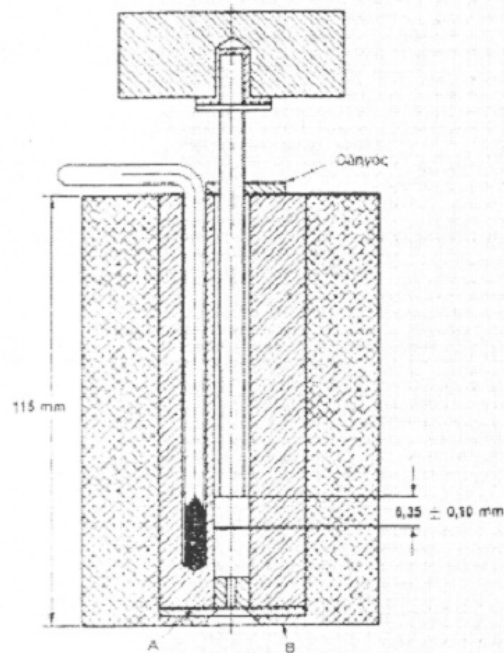
t είναι το χρονικό διάστημα για τη λήψη των «αποκομμάτων», σε δευτερόλεπτα.

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

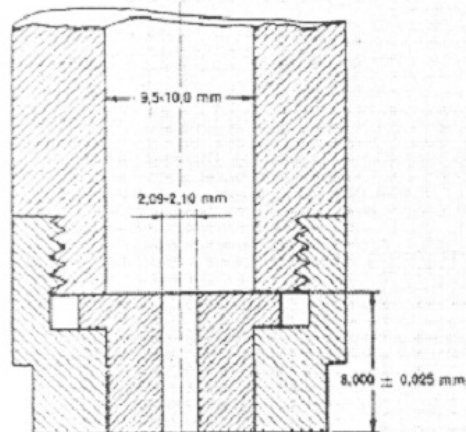
1)Ο δείκτης ροής του πολυαιθυλενίου μπορεί να επηρεαστεί από προηγούμενες θερμικές και μηχανικές επεξεργασίες, και ιδιαίτερα η οξείδωση τείνει να μειώσει το δείκτη ροής. Η οξείδωση που επέρχεται κατά τη διάρκεια της δοκιμής γίνεται συνήθως αιτία συστηματικής μείωσης της μάζας των διαδοχικών αποκομμάτων. Το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρείται σε μείγματα πολυαιθυλενίου που περιέχουν αντιοξειδωτικά.

2)ΔΡ είναι ο Δείκτης Ροής

190 είναι η θερμοκρασία κατά τη δοκιμασία σε βαθμούς Κελσίου 21 (ή 49) είναι το φορτίο (περίπου)σε Νιούτον δύναμης που ασκείται στο δείγμα Α (ή Γ) είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται (Α, ή Γ) κατά το Πρότυπο του ΕΛΟΤ 355.



ΣΧΗΜΑ 17 — Συσκευή για τον καθαρισμό του δείκτη ροής (το σχήμα δείχνει μεγάλη εξωτερική διάμετρο κυλίνδρου, πλάκα συγκράτησης μήτρας και μαγνητική πλάκα Β)



ΣΧΗΜΑ 18 — Μήτρα Α (το σχήμα δείχνει εξωτερική διάμετρο κυλίνδρου με μια εναλλακτική μέθοδο συγκράτησης της μήτρας)

16.6.Μέθοδος Γ του Προτύπου ΕΛΟΤ 355

Η μέθοδος Γ χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του δείκτη ροής δείγματος πολυαιθυλενίου με δείκτη ροής μικρότερο από 1, όταν αυτός προσδιορίζεται σύμφωνα με τη Μέθοδο Α.

Διαδικασία δοκιμής

Η διαδικασία δοκιμής είναι η ίδια όπως και στη Μέθοδο Α. Τα χρονικά διαστήματα για τη λήψη των αποκομμάτων και η ποσότητα του δείγματος που εισάγεται στον κύλινδρο στον πίνακα 1.

Έκφραση αποτελεσμάτων

Ο δείκτης ροής πρέπει να αναφέρεται με δύο σημαντικά ψηφία, (βλέπε σημείωση 1) και να εκφράζεται με σύμβολα (βλέπε σημείωση 2),

όπως ΔΡ. 190.49.Γ:

$$\Delta P.190.49.Γ = \frac{150 \gamma m}{t}$$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ- Η λήψη των αποκομμάτων σε συντομότερα χρονικά διαστήματα (150 s) με βαρύτερο φορτίο (49N) δίνει αποτελέσματα που αναφέρονται στην κλίμακα Γ και συμφωνούν κατά προσέγγιση με τα αποτελέσματα που επιτυγχάνονται με τη μέθοδο Α και την κλίμακα Α. Πάντως δεν υπάρχει άμεση συσχέτιση ανάμεσα στις κλίμακες Α και Γ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 - Χρονικά διαστήματα (ως συνάρτησης του δείκτη ροής) λήψης διαδοχικών αποκομμάτων και ποσότητα του δείγματος που εισάγεται στον κύλινδρο για τις μεθόδους Α και Γ.

Δείκτης ροής (ΔΡ)	Μάζα τοποθετημένου στον κύλινδρο (g)	Χρονικά διαστήματα (S)
0,1 ως 0,5	4 ως 5	240
0,5 ως 1	4 ως 5	120

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17 ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΟΖΟΝ

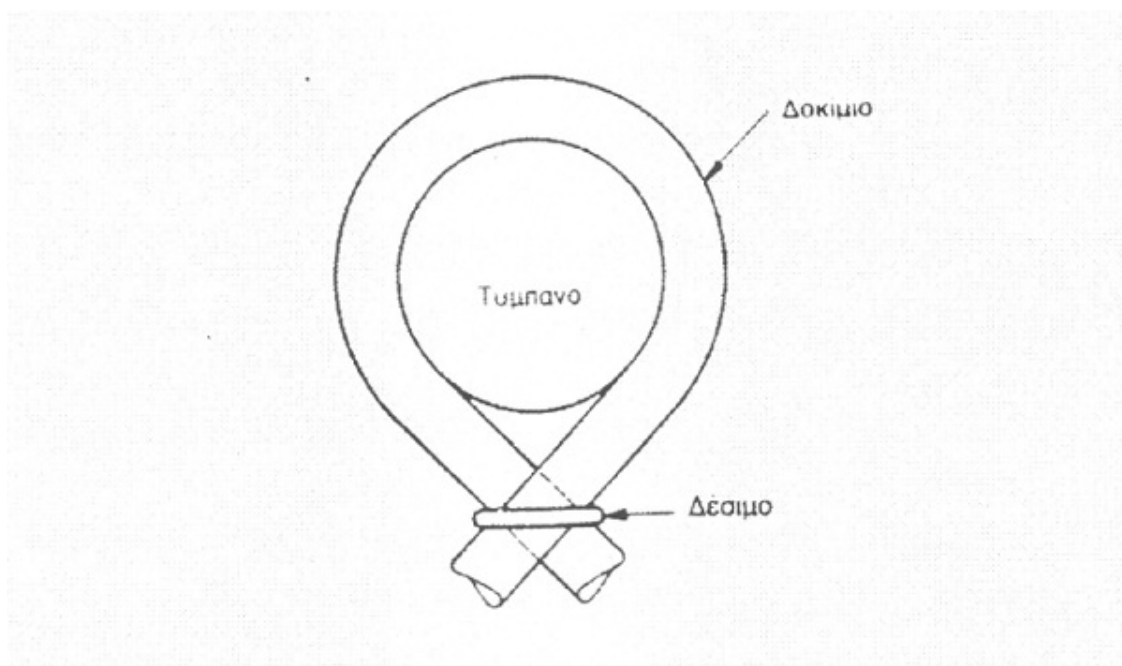
17.1. Διαδικασία δοκιμής

ΠΡΟΣΟΧΗ: Συνιστάται προσοχή στην τοξικότητα του όζοντος. Θα πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις ώστε να ελαχιστοποιείται η έκθεση του προσωπικού σ' αυτό σε κάθε περίπτωση και η συγκέντρωση στο περιβάλλον της αίθουσας εργασίας δεν πρέπει να επιτρέπεται να υπερβαίνει το 0,1 ppm (μέρη όζοντος ανά εκατομμύριο μερών αέρα κατ' όγκο).

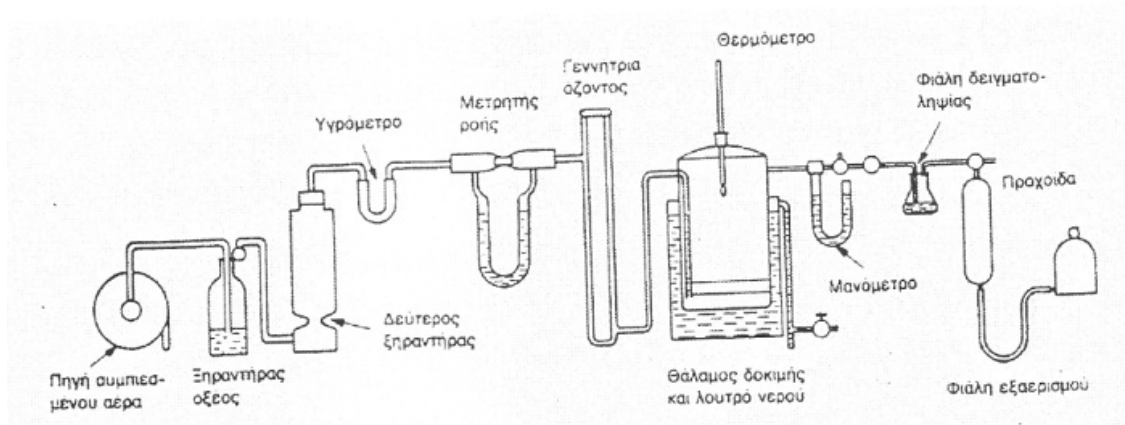
17.1.1.Συσκευή δοκιμής

Η συσκευή που συνιστάται γι' αυτή τη δοκιμή παρουσιάζεται στο σχήμα 20. Αποτελείται από :

- Μία συσκευή για την παραγωγή ελεγχόμενης ποσότητας όζοντος.
- Ένα σύστημα κυκλοφορίας οζονισμένου αέρα υπό ελεγχόμενες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας μέσω ενός θαλάμου που περιέχει τα υπό δοκιμή δοκίμια.
- Ένα σύστημα για τον προσδιορισμό του ποσοστού της συγκέντρωσης του όζοντος.



ΣΧΗΜΑ 19-Δοκίμιο που έχει καμφθεί γύρω από το τύμπανο για τη δοκιμή αντοχής σε όζον



ΣΧΗΜΑ 20-Τυπική συσκευή για τη δοκιμή αντοχής σε όζον

17.1.2 Δειγματοληψία

Εάν το καλώδιο είναι μονοπολικό ή πολυπολικό, τότε μόνο ένας πόλος χρειάζεται να ελεγχθεί. Πρέπει να κοπεί ένα επαρκές μήκος πόλου από ένα μέρος που απέχει περισσότερο από 1,5 m από την άκρη του καλωδίου ούτως ώστε να δώσει δύο δοκίμια. Εκτός αν ο πόλος έχει εξωθημένη ημιαγωγική θωράκιση στο εξωτερικό, οπότε το μήκος θα πρέπει να είναι επαρκές ώστε να ληφθούν τέσσερα δοκίμια.

17.1.3 Προετοιμασία δοκιμίων

Πρέπει να αφαιρεθούν τυχόντα προστατευτικά περιβλήματα του πόλου χωρίς να προκληθεί βλάβη στη μόνωση, εκτός αν τοποθετήθηκαν πάνω στη μόνωση πριν τον βουλκανισμό και έχουν κολλήσει με αυτή.

Εάν ο πόλος έχει ημιαγωγική εξωτερική θωράκιση υπό μορφή ταινίας αυτή πρέπει να αφαιρεθεί.

Εάν ο πόλος έχει εξωθημένη ημιαγωγική αυτή θα απομακρυνθεί από δύο δοκίμια και θα αφεθεί στην θέση της στα άλλα δύο.

17.1.4. Κάμψη των δοκιμίων

Εάν ο πόλος δεν έχει εξωθημένη ημιαγωγίμη θωράκιση, ένα δοκίμιο θα καμφθεί στη διεύθυνση και το επίπεδο της υφιστάμενης καμπυλότητας του χωρίς συστροφή για μια πλήρη περιστροφή γύρω από ένα τύμπανο και θα δεθεί με σπάγγο ή ταινία στο σημείο που τα άκρα διασταυρώνονται και ένα δεύτερο δοκίμιο του ίδιου πόλου θα καμφθεί παρομοίως στο επίπεδο της υφιστάμενης καμπυλότητας του αλλά σε αντίθετη διεύθυνση.

Εάν ο πόλος έχει εξωθημένη ημιαγωγίμη θωράκιση εκ κατασκευής δύο δοκίμια, ένα με την ημιαγωγίμη θωράκιση βγαλμένη και ένα με την ημιαγωγίμη θωράκιση επάνω θα καμφθούν όπως προηγούμενος ένα σε κάθε διεύθυνση.

Η κάμψη θα γίνει σε θερμοκρασία δωματίου ή 20 °C, οποιαδήποτε είναι ψηλότερη χρησιμοποιώντας ένα τύμπανο από ορείχαλκο, αλουμίνιο, ή κατάλληλα επεξεργασμένο ξύλο με την παρακάτω διάμετρο.

Εξωτερική διάμετρος πόλου d (mm)	Διάμετρος τύμπανου σαν πολλαπλάσιο της διαμέτρου του πόλου
Μέχρι και 12,5	4
Πάνω από 12,5 μέχρι και 20	5
Πάνω από 20 μέχρι και 30	6
Πάνω από 30 μέχρι και 45	8
Πάνω από 45	10

Εάν το δοκίμιο είναι πολύ σκληρό και δεν επιτρέπει στα άκρα να διασταυρωθούν, θα κάμπτεται και θα δένεται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μία κάλυψη τουλάχιστον 180⁰ κατά την προδιαγραφόμενη διάμετρο.

17.1.5. Εγκλιματισμός των δοκιμίων

Η επιφάνεια κάθε δοκιμίου θα σκουπίζεται με ένα καθαρό πανί ώστε να αφαιρούνται ακαθαρσίες ή υγρασία. Τα τυλιγμένα δοκίμια πάνω στα τύμπανά τους θα παραμένουν στον αέρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος χωρίς επεξεργασία για 30 ως 45 min πριν να δοκιμασθούν.

17.1.6. Έκθεση στο όζον

Τα εγκλιματισμένα δοκίμια θα τοποθετηθούν μέσα σε ένα θάλαμο εφοδιασμένο με μία στρόφιγγα, θα διατηρηθούν σε μια θερμοκρασία 25 ± 2 °C και θα εκτεθούν σε ένα ρεύμα ξηρού αέρα που έχει συγκέντρωση όζοντος που προδιαγράφεται για το συγκεκριμένο μείγμα μόνωσης στο αντίστοιχο πρότυπο του καλωδίου και για χρονικό διάστημα που προδιαγράφεται στο πρότυπο του καλωδίου.

Η παροχή του αέρα πρέπει να είναι μεταξύ 280 l/h και 560 l/h και η πίεση του αέρα θα διατηρείται ελαφρά πάνω από την ατμοσφαιρική πίεση.

17.1.7. Απαιτήσεις

Μετά την προδιαγραφόμενη διάρκεια δοκιμής, τα δοκίμια πρέπει να απομακρυνθούν από το θάλαμο δοκιμής και όταν εξεταστούν με κανονική ή διορθωμένη όραση χωρίς μεγέθυνση, η μόνωση δεν πρέπει να παρουσιάζει ρωγμές στο τμήμα του κυκλικού τομέα 180° του πιο απομακρυσμένου από το σημείο δεσίματος.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ - Η παραγωγή του όζοντος πρέπει να σταματήσει και ο θάλαμος δοκιμής πρέπει να καθαριστεί πλήρως με εμφύσηση κοινού αέρα πριν ανοιχθεί για την απομάκρυνση των δοκιμίων.

17.2. Προσδιορισμός της συγκέντρωσης του όζοντος

17.2.1 .Αντιδραστήρια

Τα αντιδραστήρια πρέπει να είναι αναγνωρισμένης ποιότητας αναλυτικής χρήσης. Καθόλη τη δοκιμή θα χρησιμοποιείται αποσταγμένο νερό.

α) Διάλυμα δείκτη αμύλου: Αναδεύεται 1 g διαλυτού αμύλου σε 40 ml κρύου νερού και θερμαίνεται μέχρι βρασμού με σταθερή ανάδευση μέχρις ότου το άμυλο διαλυθεί εντελώς.

Αραιώνεται με κρύο νερό μέχρι περίπου 200 ml και προσθέτονται 2 g κρυσταλλικού χλωριούχου ψευδαργύρου. Αφήνεται το διάλυμα να ηρεμήσει και το υπερκείμενο υγρό το μεταγγίζουμε για χρήση. Σε περίπτωση αποθήκευσης για περιοδική χρήση το διάλυμα πρέπει να ανανεώνεται κάθε 2-3 ημέρες. Μπορεί εναλλακτικά να παρασκευασθεί φρέσκο διάλυμα 1 g διαλυτού αμύλου σε 100 ml βραστού νερού.

Όταν χρησιμοποιείται κάποιο από τα παραπάνω διαλύματα σαν δείκτης πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα που θα τιτλοδοτηθεί μερικές σταγόνες οξικού οξέος 10%.

β) Πρότυπο διάλυμα ιωδίου: Τοποθετούνται 2 g ιωδιούχου καλίου (KI) και 10 ml νερού σε σωλήνα ζύγισης ο οποίος στη συνέχεια ζυγίζεται. Ενώ ο σωλήνας βρίσκεται επάνω στο δίσκο της ζυγαριάς πρέπει να προστεθεί ιώδιο απ' ευθείας στο διάλυμα μέχρις ότου η συνολική ποσότητα ιωδίου να γίνει περίπου 0,1 g. Το διάλυμα με το ιώδιο που προστέθηκε θα μετρηθεί επακριβώς και θα προσδιοριστεί η ποσότητα του ιωδίου που προστέθηκε. Στη συνέχεια το διάλυμα πρέπει να αδειαστεί σε ένα ποτήρι. Ο σωλήνας ζύγισης ενώ κρατιέται πάνω από το ποτήρι πρέπει να ξεπλυθεί με νερό. Το διάλυμα πρέπει να χυθεί από το ποτήρι σε μια ογκομετρική φιάλη των 1000 ml, αφού το ποτήρι ξεπλυθεί με νερό μέσα στην ογκομετρική φιάλη, το διάλυμα αραιώνεται μέχρι τα 1000 ml.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ - Το διάλυμα είναι αρκετά σταθερό αν διατηρείται σε δροσερό και σκοτεινό μέρος, μέσα σε καλά κλεισμένη καφέ φιάλη.

γ) Διάλυμα θειοθειικού νατρίου: Πρέπει να ετοιμαστεί διάλυμα θειοθειικού νατρίου ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) στην ίδια περίπου ισχύ με το πρότυπο διάλυμα ιωδίου τοποθετώντας περίπου 0,24 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ σε ογκομετρική φιάλη 1000 ml και αραιώνοντας μέχρι τα 1000 ml. Επειδή το διάλυμα αυτό χάνει την ισχύ του βαθμιαία πρέπει να ελέγχεται σε σύγκριση προς το πρότυπο διάλυμα ιωδίου την ίδια μέρα που γίνονται οι δοκιμές όζοντος.

Η ισχύς του διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ υπολογισμένη σαν ισοδύναμο ιωδίου και εκφρασμένη σε χιλιοστογραμμάρια ιωδίου ανά χιλιοστόλιτρο διαλύματος είναι:

F χ C

S

όπου:

F είναι ο όγκος του διαλύματος ιωδίου σε χιλιοστόλιτρα

C είναι συγκέντρωση ιωδίου σε χιλιοστογραμμάρια ανά χιλιοστόλιτρο

S είναι ο όγκος του διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ που απαιτείται για την τιτλοδότηση σε χιλιοστόλιτρα

δ) Διάλυμα ιωδιούχου καλίου : Περίπου 20 g καθαρού κι πρέπει να διαλυθούν σε 2000 ml νερού.

ε) Οξικό οξύ: Πρέπει να προετοιμαστεί ένα διάλυμα 10% (κατ' όγκο).

17.2.2. Διαδικασία δοκιμής

Ένας μετρημένος όγκος αέρα που περιέχει όζον και προέρχεται από το θάλαμο δοκιμής πρέπει να περάσει υπό μορφή φυσαλίδων διαμέσου του διαλύματος KI, ή ένας μετρημένος όγκος του αέρα που περιέχει όζον θα συλλεχθεί και θα αναμειχθεί με το διάλυμα KI χρησιμοποιώντας κατάλληλα μέσα.

Οι δύο εναλλακτικές μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι:

α) Μια φιάλη δειγματοληψίας που περιέχει 100 ml διαλύματος KI συνδέεται στη στρόφιγγα δειγματοληψίας του θαλάμου δοκιμής από τη μία πλευρά και σε μία προχοίδα αερίου 500 ml από την άλλη. Ο γυάλινος σωλήνας που συνδέει τη φιάλη δειγματοληψίας με τη στρόφιγγα δειγματοληψίας του θαλάμου δοκιμής φτάνει αρκετά πιο χαμηλά από το επίπεδο διαλύματος KI στη φιάλη δειγματοληψίας. Η δίοδος στρόφιγγα διακοπής στη φιάλη αερίου ανοίγεται προς την ατμόσφαιρα και η φιάλη γεμίζεται με νερό μέχρι την ένδειξη του μέγιστου σηκώνοντας τη διάταξη αναρρόφησης που συνδέεται στον πυθμένα της προχοίδας. Κατόπιν κλείνεται η στρόφιγγα διακοπής της προχοίδας προς την ατμόσφαιρα και ανοίγεται προς τη φιάλη δειγματοληψίας ενώ η στρόφιγγα δειγματοληψίας του θαλάμου δοκιμής ανοίγεται προς τη φιάλη δειγματοληψίας. Στη συνέχεια η διάταξη αναρρόφησης χαμηλώνεται μέχρις ότου το νερό αδειάσει από την προχοίδα. Σ' αυτό το σημείο 500 ml αερίου από το θάλαμο δοκιμής θα έχουν περάσει υπό μορφή φυσαλίδων διαμέσου του διαλύματος KI. Οι στρόφιγγες διακοπής κλείνονται στη συνέχεια και η φιάλη αποσύρεται για τιτλοδότηση.

β) Μια διαχωριστική χοάνη χωρητικότητας 400 ml γεμίζεται με διάλυμα KI και συνδέεται με τη στρόφιγγα δειγματοληψίας του θαλάμου δοκιμής. Η στρόφιγγα δειγματοληψίας και η στρόφιγγα διακοπής στον πυθμένα της διαχωριστικής χοάνης ανοίγονται συγχρόνως μέχρις ότου 200 ml περίπου διαλύματος KI χυθούν μέσα σε ογκομετρικό κύλινδρο που τοποθετείται κάτω από τη χοάνη. Η στρόφιγγα δειγματοληψίας και η στρόφιγγα διακοπής κλείνονται γρήγορα και η διαχωριστική χοάνη, που τότε περιέχει ένα όγκο αερίου ίσο με τη διαφορά μεταξύ των 400 ml και τον όγκο του διαλύματος KI στον ογκομετρικό κύλινδρο, απομακρύνεται και βουλώνεται. Η διαχωριστική χοάνη πρέπει να ανακινηθεί καλά για να γίνει πλήρης αντίδραση με το διάλυμα KI. Το διάλυμα στον ογκομετρικό κύλινδρο πρέπει να ελεγχθεί με ένα δείκτη αμύλου για παρουσία ελεύθερου ιωδίου και να υπάρχει, το δείγμα αερίου πρέπει να πεταχθεί και να μαζευτεί άλλο.

Το διάλυμα KI που αντέδρασε με ένα γνωστό όγκο αερίου από το θάλαμο δοκιμής, οποιαδήποτε μέθοδος και να εφαρμόστηκε πρέπει να τιτλοδοτηθεί με τυποποιημένο διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ χρησιμοποιώντας δείκτη αμύλου.

17.2.3. Υπολογισμός

Επειδή 1 mg ιωδίου είναι ισοδύναμο με 0,1 ml όζοντος σε κανονική θερμοκρασία και πίεση (με την ακρίβεια αυτής της μεθόδου ανάλυσης σε μέση θερμοκρασία και πίεση περιβάλλοντος) η συγκέντρωση του όζοντος μπορεί να υπολογιστεί ως εξής :

10.S.E

Όζον % κατ' όγκο =

V

όπου:

S είναι ο όγκος του διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ που απαιτείται για την τιτλοδότηση σε χιλιοστόλιτρα

E είναι ισοδύναμο ιωδίου του διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ σε χιλιοστόγραμμα ιωδίου ανά χιλιοστόλιτρο $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

V είναι όγκος του δείγματος του αερίου που συλλέξαμε σε χιλιοστόλιτρα.

17.2.4. Απ' ευθείας μέτρηση με ένα οζονόμετρο

Σαν εναλλακτική λύση στη χημική ανάλυση, η συγκέντρωση του όζοντος μπορεί να μετρηθεί απ' ευθείας με ένα οζονόμετρο, που έχει βαθμονομηθεί παρόμοια με τα αποτελέσματα που βγαίνουν από τη χημική μέθοδο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18. ΔΟΚΙΜΗ ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗΣ ΣΕ ΥΨΗΛΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

18.1 Δειγματοληψία και προετοιμασία των δοκιμίων και προσδιορισμός των διατομών τους

Για την δοκιμή θα χρησιμοποιηθούν δύο δοκίμια μόνωσης, από κάθε πόλο, αφού προετοιμαστούν και μετρηθεί η διατομή τους, όπως προδιαγράφεται στη μέθοδο δοκιμής του κεφαλαίου 8.

Εάν τα δοκίμια είναι του ειδικού σχήματος με πάχος μεταξύ 0,8 mm και 2 mm πρέπει να ληφθούν από το εσωτερικό μέρος του μονωτικού τοιχώματος και αφού έχουν απαλειφθεί τυχόν αυλακώσεις και/ή ημιαγωγίμη στρώση.

18.2. Συσκευή

α) Η δοκιμή πρέπει να γίνει σε φούρνο, όπως προδιαγράφεται στην παράγραφο 9.1, διατηρούμενο στη θερμοκρασία που προδιαγράφεται στο σχετικό πρότυπο του καλωδίου.

β) Πρέπει να υπάρχουν σιαγόνες τέτοιες ώστε κάθε δοκίμιο να μπορεί να αναρτηθεί από μια άνω σιαγόνα, μέσα στο φούρνο, και μια κάτω σιαγόνα στην οποία προσαρμόζεται το κάτω άκρο του δοκιμίου και από την οποία μπορούν να αναρτηθούν βάρη.

18.3 Διαδικασία δοκιμής

α) Τα δοκίμια πρέπει να αναρτηθούν στο φούρνο και στις κάτω σιαγόνες των δοκιμίων πρέπει να αναρτηθούν βάρη ώστε να εξασκείται μία δύναμη η τιμή της οποίας προδιαγράφεται για το υλικό στο σχετικό πρότυπο του καλωδίου.

β) Μετά από 15 min στο φούρνο, στη θερμοκρασία που προδιαγράφεται για το υλικό στο σχετικό πρότυπο του καλωδίου, η απόσταση μεταξύ των ενδεικτικών γραμμών πρέπει να μετρηθεί και υπολογίζεται το ποσοστό επιμήκυνσης. Εάν ο φούρνος δεν έχει παράθυρο και απαιτείται να ανοιχθεί η πόρτα του φούρνου, για να γίνει η μέτρηση τότε η μέτρηση πρέπει να γίνει το πολύ 30 s μετά το άνοιγμα της πόρτας.

Σε περίπτωση αμφισβήτησης η δοκιμή πρέπει να γίνει σε φούρνο με παράθυρο και η μέτρηση να γίνει χωρίς το άνοιγμα της πόρτας.

γ) Η δύναμη φόρτισης θα απομακρυνθεί από το δοκίμιο (αποκόπτοντας το δοκίμιο στο σημείο που κρατιέται η κάτω σιαγόνα) και το δοκίμιο θα αφεθεί να ηρεμήσει για 5 min στην προδιαγραφόμενη θερμοκρασία.

Τα δοκίμια πρέπει τότε να απομακρυνθούν από το φούρνο και να αφεθούν να κρυσώσουν αργά μέχρι τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, και μετά πρέπει να ξαναμετρηθεί η απόσταση μεταξύ των ενδεικτικών γραμμών.

18.4 Απαιτήσεις

α) Η κεντρική τιμή της επιμήκυνσης, μετά 15 min στην προδιαγραφόμενη θερμοκρασία δοκιμής με τα βάρη αναρτημένα δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή που προδιαγράφεται στο σχετικό πρότυπο του καλωδίου.

β) Η κεντρική τιμή της απόστασης μεταξύ των ενδεικτικών γραμμών μετά την απομάκρυνση του δοκιμίου από το φούρνο και αφού έχει ήδη αφεθεί να κρυώσει δεν πρέπει να αυξηθεί περισσότερο από την αντίστοιχη τιμή της πριν την εισαγωγή του δοκιμίου στο φούρνο περισσότερο από το ποσοστό που προδιαγράφεται στο σχετικό πρότυπο του καλωδίου .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 19. ΔΟΚΙΜΗ ΕΛΑΣΤΟΜΕΡΩ ΜΑΝΔΥΩΝ ΣΕ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΣΕ ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ

19.1 Δειγματοληψία και προετοιμασία δοκιμών

Πέντε δοκίμια πρέπει να προετοιμασθούν σύμφωνα με τις διαδικασίες που περιγράφονται στις παραγράφους 9.2.2 και 9.2.3.

19.2. Προσδιορισμός της διατομής των δοκιμών

Βλέπε μέθοδο δοκιμής στην παράγραφο 9.2.4.

19.3 Λάδι που χρησιμοποιείται

Εκτός και συμφωνηθεί διαφορετικά, το ορυκτέλαιο που πρέπει να χρησιμοποιηθεί είναι το γνωστό λάδι ASTM No 2 που έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Σημείο ανιλίνης $93 \pm 3^{\circ}\text{C}$
- Ιξώδες στους 100°C 20 ± 1 centistakes¹
- Σημείο ανάφλεξης $245 \pm 6^{\circ}\text{C}$

19.4. Διαδικασία δοκιμής

Τα δοκίμια πρέπει να εμβαπτισθούν στο λουτρό λαδιού που έχει προθερμανθεί στη προδιαγραφόμενη θερμοκρασία δοκιμής και πρέπει να παραμείνουν μέσα στο λάδι σ' αυτή τη θερμοκρασία για τον προδιαγραφόμενο χρόνο (βλέπε σχετικό πρότυπο καλωδίου).

Στο τέλος της προδιαγραφόμενης διάρκειας τα δοκίμια πρέπει να βγουν από το λάδι να καθαριστούν ελαφρά ώστε να φύγει το λάδι περισσεύει και να αναρτηθούν στον αέρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 16 h τουλάχιστον.

19.5. Καθορισμός των μηχανικών χαρακτηριστικών

Βλέπε μέθοδο δοκιμής παραγράφων 9.1.6 και 9.1.7.

19.6 Έκφραση των αποτελεσμάτων και απαιτήσεις

Ο υπολογισμός για την αντοχή εφελκυσμού πρέπει να βασιστεί στη διατομή του δοκιμίου που μετριέται πριν από την εμβάπτιση (βλέπε παράγραφο 19.2).

Η διαφορά μεταξύ της κεντρικής τιμής που λαβαίνεται από τα δοκίμια που εβαπτίστηκαν στο λάδι και της κεντρικής τιμής των αποτελεσμάτων των δοκιμών που δεν έχουν υποστεί τη δοκιμή εκφρασμένη σε ποσοστό της δεύτερης, δεν πρέπει να υπερβαίνει το ποσοστό που προδιαγράφεται στο σχετικό πρότυπο του καλωδίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 20. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΓΙΑ ΚΑΛΩΔΙΑ ΚΑΙ ΜΟΝΩΜΕΝΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ ΩΣ ΚΑΙ 450/750 V

20.1.Γενικά

Οι μέθοδοι ηλεκτρικών δοκιμών που περιγράφονται παρακάτω, δίνονται σαν οδηγός που θα ακολουθηθεί για τη δοκιμή μονωμένων αγωγών και καλωδίων στην περίπτωση που το αντίστοιχο πρότυπο καλωδίου δεν περιγράφει μια διαφορετική μέθοδο ηλεκτρικής δοκιμής.

20.1.1.Πεδίο εφαρμογής

Οι ηλεκτρικές δοκιμές εφαρμόζονται μόνο σε:

- μονωμένους αγωγούς χωρίς μανδύα και καλώδια,
- πόλους που λαμβάνονται από έτοιμα καλώδια με μανδύα και που όλα έχουν μέγιστη ονομαστική τάση ως και 450/750 V.

20.1.2. Διαδοχή δοκιμών

Η μέτρηση της αντίστασης μόνωσης πρέπει να γίνει αμέσως μετά τη δοκιμή τάσης χρησιμοποιώντας το ίδιο δείγμα αν γίνονται και οι δύο δοκιμές.

20.2 Δοκιμή τάσης

ΣΗΜΕΙΩΣΗ - Για να ελαχιστοποιηθεί η βλάβη σε περίπτωση αστοχίας της μόνωσης, συνιστάται να συνδεθεί η πηγή με το αντικείμενο που πρόκειται να δοκιμαστεί μέσω μιας προστατευτικής αντίστασης αρκετά μεγάλης τιμής.

20.2.1.Δοκιμή για μονώσεις που έχουν ελάχιστο προδιαγραφόμενο πάχος 0,4 mm και πάνω

Για καλώδια χωρίς μανδύα και για μονωμένους αγωγούς χωρίς θωράκιση, η δοκιμή πρέπει να γίνει σε δείγμα μήκους 10 m, αφού έχει απομακρυνθεί κάθε περίβλημα από τη μόνωση.

Οι πόλοι των διπολικών εύκαμπτων πλακέ καλωδίων πρέπει να αποχωριστούν.

Για πόλους που λαμβάνονται από καλώδια με μανδύα, η δοκιμή πρέπει να γίνει σε δείγμα πόλου μήκος 10 m, αφού έχουν απομακρυνθεί από τη μόνωση ο μανδύας και κάθε άλλο περίβλημα ή παρέμβυσμα, προσέχοντας να μη καταστραφεί η μόνωση.

Τα δείγματα πρέπει να εμβαπτιστούν σε νερό, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, με τα άκρα να προεξέχουν αρκετά ώστε να αποφευχθεί υπερπήδηση στην προδιαγραφόμενη τάση δοκιμής. Ο χρόνος παραμονής στο νερό πρέπει να είναι τουλάχιστο 16 h αλλά όχι μεγαλύτερος από 24 h. Η τάση πρέπει να εφαρμοστεί μεταξύ του αγωγού και του νερού.

Για μονωμένους αγωγούς με θωράκιση πρέπει να δοκιμαστεί ένα δείγμα μήκους 10 m στο αέρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και η τάση να εφαρμόζεται μεταξύ του αγωγού και της θωράκισης. Η εναλλασσόμενη τάση δοκιμής, όπως προδιαγράφεται στον αντίστοιχο πρότυπο καλωδίων, πρέπει να αυξηθεί βαθμιαία και να φτάσει την προδιαγραφόμενη τιμή σε χρόνο, μεταξύ 2 s και 10 s.

Η τάση πρέπει να διατηρηθεί για χρονική διάρκεια που προδιαγράφεται στο αντίστοιχο πρότυπο καλωδίων.

20.2.2. Δοκιμή για μονώσεις που έχουν ελάχιστο προδιαγραφόμενο πάχος λιγότερο από 0,4 mm.

20.2.3. Μονωμένοι αγωγοί χωρίς θωράκιση και πόλοι

Δείγμα έτοιμου μονωμένου αγωγού ή δείγμα πόλου (μετά την απομάκρυνση του μανδύα και των παρεμβρυσμάτων, αν υπάρχουν) μήκους 10 m, πρέπει να τυλιχτούν σε μεταλλικό τύμπανο που έχει διάμετρο τουλάχιστο 100 mm σχηματίζοντας πυκνή έλικα. Η δύναμη που εξασκείται στο μονωμένο αγωγό κατά την περιέλιξη γύρω από το τύμπανο, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 5 N.

Η δοκιμή πρέπει να γίνει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η τάση πρέπει να εφαρμοστεί μεταξύ του αγωγού και του μεταλλικού τυμπάνου. Για πολυπολικά καλώδια η τάση πρέπει να εφαρμοστεί διαδοχικά μεταξύ κάθε αγωγού και των άλλων, βραχυκυκλωμένων με το τύμπανο.

Η συνεχής ή εναλλασσόμενη τάση δοκιμής, όπως προδιαγράφεται στο αντίστοιχο πρότυπο καλωδίων πρέπει να αυξηθεί βαθμιαία και να φτάσει την προδιαγραφόμενη τιμή σε χρόνο μεταξύ 2 s και 10s. Η τάση πρέπει να διατηρηθεί για την προδιαγραφόμενη διάρκεια στο αντίστοιχο πρότυπο καλωδίων.

20.2.4. Μονωμένοι αγωγοί με θωράκιση

Δείγμα έτοιμου μονωμένου αγωγού μήκους περίπου 10 m, πρέπει να τυλιχτεί έτσι ώστε να σχηματίσει ένα χαλαρό πηνίο διαμέτρου περίπου ίσης με το στροφέιο στο οποίο παραλαμβάνεται.

Η θωράκιση και η μόνωση απομακρύνονται 50 mm από κάθε άκρο του δείγματος. Τα άκρα της θωράκισης πρέπει να τραβηχτούν προς τα πίσω από τα άκρα της μόνωσης και να κρατηθούν στη θέση αυτή με τη βοήθεια ταινίας. Η δοκιμή πρέπει να γίνει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Η τάση πρέπει να εφαρμοστεί διαδοχικά μεταξύ κάθε αγωγού και των υπόλοιπων βραχυκυκλωμένων με τη θωράκιση.

Αν οι μονωμένοι αγωγοί είναι θωρακισμένοι ο καθένας χωριστά, τότε οι θωρακίσεις πρέπει να βραχυκυκλωθούν μεταξύ τους για τη δοκιμή. Η συνεχής ή εναλλασσόμενη τάση, όπως προδιαγράφεται στο αντίστοιχο πρότυπο καλωδίου, πρέπει να αυξηθεί βαθμιαία και να φτάσει την προδιαγραφόμενη τιμή σε χρόνο μεταξύ 2 s και 10s. Η τάση πρέπει να διατηρηθεί για διάρκεια που προδιαγράφεται στο αντίστοιχο πρότυπο καλωδίων.

20.3.Δοκιμές αντίστασης μόνωσης

ΣΗΜΕΙΩΣΗ - Οι δοκιμές αντίστασης μόνωσης πρέπει να γίνουν με τη βοήθεια συσκευής που έχει ακρίβεια μέτρησης τουλάχιστο 10% της μετρούμενης τιμής.

20.3.1.Δοκιμή για μονώσεις που έχουν προδιαγραφόμενο ελάχιστο πάχος 0,4 mm και πάνω

20.3.1.1 Μέτρηση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος

Αφού έχει γίνει η δοκιμή διηλεκτρικής αντοχής στο νερό, το ίδιο δείγμα του καλωδίου χωρίς μανδύα ή του πόλου, ή του μονωμένου αγωγού χωρίς θωράκιση, μήκους περίπου 10 m πρέπει να εμβαπτιστεί σε νερό στους 20 ± 1 °C.

Οι μετρήσεις πρέπει να γίνουν μετά από 1 h τουλάχιστο.

Για μονωμένους αγωγούς με θωράκιση, η δοκιμή πρέπει να γίνει είτε στον αέρα είτε σε νερό σε θερμοκρασία 20 ± 5 °C σε δείγμα 10 m. Σε περίπτωση αμφιβολιών η μέτρηση πρέπει να επαναληφθεί σε θερμοκρασία 20 ± 1 °C. Πρέπει να εφαρμοστεί συνεχής τάση μεταξύ 80 V και 500 V μεταξύ του αγωγού και της θωράκισης ή νερού. Η μέτρηση της αντίστασης μόνωσης πρέπει να γίνει σε χρονικό διάστημα μεταξύ 1 min και 5 min μετά την εφαρμογή της τάσης.

20.3.1.2. Μέτρηση σε υψηλή θερμοκρασία

Η μέτρηση πρέπει να γίνει στο ίδιο δείγμα που χρησιμοποιήθηκε για τις δοκιμές διηλεκτρικής αντοχής και της αντίστασης μόνωσης στη θερμοκρασία περιβάλλοντος (αν απαιτείται).

Η διαδικασία δοκιμής πρέπει να είναι η ίδια όπως περιγράφεται στην παράγραφο 20.3.1.1 με την προϋπόθεση ότι το δείγμα πρέπει να εμβαπτιστεί σε νερό 70 ± 2 °C ή άλλης προδιαγραφόμενης θερμοκρασίας για 2 h, μετά τις οποίες θα εφαρμοστεί η συνεχής τάση.

20.3.2.Δοκιμή για μονώσεις που έχουν προδιαγραφόμενο ελάχιστο πάχος μικρότερο από 0,4 mm

20.3.2.1 Πόλοι και μονωμένοι αγωγοί χωρίς θωράκιση

Αφού γίνει η δοκιμή διηλεκτρικής αντοχής, το ίδιο δείγμα έτοιμου μονωμένου αγωγού ή πόλου, μήκους περίπου 10 m θα τυλιχτεί γύρω από μεταλλικό τύμπανο διαμέτρου 100 mm ώστε να σχηματιστεί πυκνή έλικα.

Το τύμπανο πρέπει να έχει μείνει τις τελευταίες 24 h πριν τη δοκιμή στην ίδια θερμοκρασία με το μονωμένο αγωγό. Η δύναμη που θα εξασκηθεί στο μονωμένο αγωγό κατά την περιέλιξη στο τύμπανο πρέπει να είναι τουλάχιστο 5 N. Η τάση δοκιμής πρέπει να είναι μεταξύ 80 V και 500 V συνεχούς ρεύματος.

Η αντίσταση μόνωσης πρέπει να μετρηθεί μετά από 1 min από την εφαρμογή της τάσης, διαδοχικά, μεταξύ κάθε αγωγού που πρόκειται να δοκιμαστεί και των υπολοίπων βραχυκυκλωμένων στο τύμπανο.

20.3.2.2. Μονωμένοι αγωγοί με θωράκιση



Αφού γίνει η δοκιμή διηλεκτρικής αντοχής, το ίδιο δείγμα έτοιμου μονωμένου αγωγού μήκους περίπου 10 m πρέπει να τυλιχτεί έτσι ώστε να σχηματιστεί χαλαρή ελίκωση διαμέτρου ίσης με το στροφείο στο οποίο παραλαμβάνονται.

Η θωράκιση και η μόνωση πρέπει να απομακρυνθούν για μήκος 50 mm από κάθε άκρο του δείγματος. Τα άκρα της θωράκισης πρέπει να τραβηχτούν προς τα πίσω από τα άκρα της μόνωσης και να συγκρατηθούν στη θέση αυτή με τη βοήθεια ταινίας.

Η δοκιμή πρέπει να γίνει σε θερμοκρασία 20 ± 5 °C. Στην περίπτωση αμφιβολιών για την τιμή της αντίστασης μόνωσης, η μέτρηση πρέπει να επαναληφθεί στους 20 ± 1 °C.

Η τάση δοκιμής πρέπει να είναι μεταξύ 80 V και 500 V συνεχούς ρεύματος.

Η αντίσταση μόνωσης πρέπει να μετρηθεί μετά παρέλευση τουλάχιστον 1 min και όχι περισσότερο από 5 min, μετά την εφαρμογή της τάσης, διαδοχικά, μεταξύ καθενός αγωγού και των υπόλοιπων βραχυκυκλωμένων με τη θωράκιση.

Αν οι μονωμένοι αγωγοί έχουν χωριστές θωρακίσεις, τότε αυτές να συνδεθούν μεταξύ τους για δοκιμή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 21. ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΟΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΑΝΔΥΩΝ ΑΠΟ PVC

21.1. Εξοπλισμός για τη δοκιμή

Ο εξοπλισμός αποτελείται από:

- Γυάλινους σωλήνες κλεισμένους στο ένα άκρο (π.χ. με σύντηξη), 110 mm μήκους, με μία εξωτερική διάμετρο περίπου 5 mm και μια εσωτερική διάμετρο $4,0 \pm 0,5$ mm.
- Διεθνές ενδεικτικό χαρτί με δείκτη PH από 1 ως 10.
- Συσκευή θέρμανσης, θερμοστατικά ελεγχόμενη, για θερμοκρασία που προδιαγράφεται στο πρότυπο για τον τύπο του καλωδίου, ή εάν η θερμοκρασία δεν καθορίζεται στο πρότυπο του καλωδίου για $200 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.
- Χρονόμετρο ή άλλο κατάλληλο μετρητή χρόνου.

21.2. Διαδικασία δοκιμής

α) Από τη μόνωση κάθε πόλου που θα δοκιμαστεί ή από το μανδύα που δοκιμαστεί πρέπει να παρθούν τρία δείγματα βάρους 50 ± 5 mg το καθένα και σχήματος, αν είναι δυνατόν, λουρίδας.

Για μικρά πάχη το δείγμα μπορεί να αποτελείται από 2 ή περισσότερες λουρίδες. Κάθε δείγμα πρέπει να εισαχθεί σε γυάλινο σωλήνα του τύπου που καθορίζεται στην παράγραφο 21.1. Το δείγμα πρέπει να καταλαμβάνει τον πυθμένα του σωλήνα και δεν πρέπει να προεξέχει περισσότερο από 30 mm πάνω από τον πυθμένα.

β) Μία ταινία ξηρού ενδεικτικού χαρτιού του τύπου που προδιαγράφεται στην παράγραφο 21.1 μήκους περίπου 15 mm και πλάτους 3 mm πρέπει να εισαχθεί από την είσοδο του γυάλινου σωλήνα έτσι ώστε η ταινία να προεξέχει περίπου 5 mm έξω από το σωλήνα και να μπορεί να καμφθεί για να συγκρατείται στη θέση της.

γ) Ο γυάλινος σωλήνας πρέπει να τοποθετηθεί στη συσκευή θέρμανσης της παραγράφου 21.1 που έχει ήδη θερμανθεί στην προδιαγραφόμενη θερμοκρασία.

Ο γυάλινος σωλήνας πρέπει να εισαχθεί στη συσκευή θέρμανσης κατά 60 mm

δ) Πρέπει να μετρηθεί ο χρόνος που απαιτείται για να αλλάξει το χρώμα του ενδεικτικού χαρτιού από τιμή PH 5 σε τιμή PH 3. Σε περίπτωση που δεν υπάρξει αλλαγή χρώματος θα συνεχισθεί για την προδιαγραφόμενη διάρκεια. Η αλλαγή χρώματος θεωρείται ότι έχει συντελεστεί, όταν ο κόκκινος χρωματισμός του ενδεικτικού χαρτιού που είναι χαρακτηριστικός της τιμής PH 3 αρχίζει να γίνεται εμφανής. Ο ενδεικτικός χάρτης πρέπει να ανανεώνεται (ιδιαίτερα σε μεγάλης διάρκειας σταθερότητες) προς το τέλος της αναμενόμενης διάρκειας δοκιμής κάθε 5-10 min ώστε η αλλαγή του χρώματος να είναι περισσότερο εμφανής.

21.3 Αξιολόγηση Η μέση τιμή των χρόνων θερμικής σταθερότητας των τριών δειγμάτων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την τιμή που προδιαγράφεται στο σχετικό πρότυπο καλωδίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 22. ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ ΣΕ ΑΙΘΑΛΗ ΚΑΙ/Η ΟΡΥΚΤΑ ΥΛΙΚΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ

22.1 Δειγματοληψία

Ένα δείγμα μόνωσης ή μανδύα επαρκούς βάρους πρέπει να ληφθεί από το ένα άκρο του καλωδίου. Το δείγμα θα κοπεί σε κομμάτια οι διαστάσεις των οποίων δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 5 mm σε κάθε διάσταση.

22.2. Διαδικασία δοκιμής

Ένα σκεύος σχήματος βάρκας μήκους περίπου 75 mm πρέπει να ζεσταθεί μέχρι ερυθροπύρωσης, και στη συνέχεια πρέπει να αφηθεί να κρυώσει μέσα σε ξηραντήρα για 30 min τουλάχιστο και θα ζυγιστεί με ακρίβεια 0,0001 g. Ένα δείγμα πολυαιθυλενίου βάρους $1,0 \pm 0,1$ g πρέπει να τοποθετηθεί μέσα στο σκεύος και το σύνολο θα ζυγισθεί με ακρίβεια 0,0001 g. Αφαιρείται μετά το βάρος του σκεύους ώστε να βρεθεί το βάρος του πολυαιθυλενίου με ακρίβεια 0,0001 g (ποσότητα Α).

Το σκεύος και το δείγμα θα τοποθετηθούν στη συνέχεια στο μέσο θερμοανθεκτικού γυάλινου σωλήνα καύσης, από πυρίτιο ή πορσελάνη, και εσωτερικής διαμέτρου περίπου 30 mm και μήκους 400 ± 50 mm. Το ένα άκρο του σωλήνα καύσης κλείνει με ένα πώμα που φέρει ένα θερμόμετρο για μέτρηση θερμοκρασιών από 300 - 550 °C και ένα σωλήνα για την είσοδο αζώτου με τέτοιο τρόπο ώστε το άκρο του θερμόμετρου να αγγίζει το σκεύος. Αζωτο περιέχουν οξυγόνο λιγότερο από 0,5 % πρέπει να διοχετευτεί διαμέσου του σωλήνα καύσης με παροχή $1,7 \pm 0,3$ l/min. Αυτή η παροχή θα διατηρηθεί καθόλη τη διάρκεια της θέρμανσης που θα ακολουθήσει.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ - Σε περίπτωση αμφιβολίας η περιεκτικότητα του οξυγόνου θα περιοριστεί στο 0,01%.

Ο σωλήνας καύσης θα τοποθετηθεί σε φούρνο και η έξοδος του θα συνδεθεί σε δύο ψυχρές παγίδες σε σειρά που θα περιέχουν τριχλωροαιθυλένιο και εκ των οποίων η πρώτη θα ψύχεται με στερεό διοξείδιο του άνθρακα. Ο σωλήνας εξόδου από τη δεύτερη παγίδα θα πηγαίνει σε καπνοδόχο ή στην εξωτερική ατμόσφαιρα. Εναλλακτικά επιτρέπεται η έξοδος από το σωλήνα καύσης να πηγαίνει απ' ευθείας στην ατμόσφαιρα.

Ο φούρνος τότε πρέπει να θερμανθεί έτσι ώστε η θερμοκρασία του να είναι μεταξύ 300 °C

και 350 °C μετά από 10 min περίπου, 450 °C μετά από 10 min ακόμη, και 500 °C ± 5 °C μετά από το τρίτο δεκάλεπτο. Αυτή η θερμοκρασία θα διατηρηθεί για 10 min στο τέλος των οποίων ο σωλήνας εξόδου θα αποσυνδεθεί από τις ψυχροπαγίδες εάν υπάρχουν και ο σωλήνας που περιέχει το λεμβοειδές σκεύος θα εξαχθεί από τον φούρνο και θα αφηθεί να κρυώσει για 5 min ενώ η ροή του αζώτου θα διατηρηθεί στην ίδια παροχή όπως πριν.

Το σκεύος θα εξαχθεί από το σωλήνα καύσης από την πλευρά που μπαίνει το άζωτο, θα αφηθεί να ψυχθεί στον ξηραντήρα για 20 - 30 min και θα ξαναζυγισθεί, και το βάρος του κατάλοιπου θα μετρηθεί με ακρίβεια 0,0001 g (ποσότητα Β του καταλοίπου).

Στη συνέχεια, το σκεύος θα ξαναεισαχθεί στο σωλήνα καύσης, αντί αζώτου, αέρας ή οξυγόνο θερμοκρασίας $500\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ θα διαβιβαστεί διαμέσου του σωλήνα με επαρκή παροχή και η εναπομείνουσα αιθάλη θα καεί. Αφού αφεθεί να ψυχθεί στη διάταξη δοκιμής, το σκεύος θα αφαιρεθεί και να ζυγισθεί εκ νέου και η μάζα του κατάλοιπου θα ζυγισθεί με ακρίβεια 0,0001 g (ποσότητα C του κατάλοιπου).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 23. ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

23.1 Ηλεκτρική δοκιμή

23.1.1.Εξοπλισμός δοκιμής

Ο εξοπλισμός αποτελείται από :

- πηγές εναλλασσόμενης και συνεχούς τάσης
- βολτόμετρο
- λουτρό νερού με μηχανισμό θέρμανσης

23.1.2. Προετοιμασία δοκιμίων

Οι πόλοι που πρόκειται να δοκιμασθούν παίρνονται από δείγμα καλωδίου μήκους περίπου 3 m. Πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε κατά την αφαίρεση των πόλων να μην πάθει ζημιά η μόνωσή τους.

23.1.3. Διαδικασία δοκιμής

α) Προκαταρκτική δοκιμή : Οι πόλοι πρέπει να βυθιστούν σε λουτρό νερού, που το νερό έχει ζεσταθεί στη θερμοκρασία που αναφέρεται στο αντίστοιχο πρότυπο του καλωδίου.

Τα άκρα των πόλων πρέπει να προεξέχουν αρκετά πάνω από τη στάθμη του νερού προς αποφυγή βλάβης τους που θα οφείλεται σε διαρροή ρεύματος κατά μήκος της επιφάνειας των πόλων, όταν εφαρμοσθεί η προδιαγραφόμενη τάση μεταξύ των αγωγών και του νερού.

Μετά τη βύθιση των πόλων στο νερό για 1 h, εφαρμόζεται μία εναλλασσόμενη τάση 4 Kv μεταξύ των αγωγών και του νερού για 5 min. Εάν κάποιο δείγμα πόλων «υποστεί διάτρηση» πρέπει να βγει από το νερό και να μη χρησιμοποιηθεί στην κυρίως δοκιμή που αναφέρεται στην παράγραφο β πιο κάτω. Η δοκιμή πρέπει να επαναληφθεί, τότε, όχι περισσότερο από δύο φορές, παίρνοντας ένα άλλο δείγμα του ίδιου πόλου, που θα υποβληθεί στην ίδια προκαταρκτική δοκιμή.

Ο σκοπός αυτής της προκαταρκτικής δοκιμής είναι να χρησιμοποιηθούν για την κυρίως δοκιμή μόνο οι πόλοι που δεν έχουν υποστεί ζημιά.

β) Κυρίως δοκιμή Πόλοι που πέρασαν επιτυχώς τη προκαταρκτική δοκιμή παραμένουν στο λουτρό νερού, με το νερό διατηρούμενο στη θερμοκρασία που προδιαγράφεται στο αντίστοιχο πρότυπο. Μια τάση συνεχούς ρεύματος σύμφωνη με τον παρακάτω πίνακα, και με τον αρνητικό πόλο συνδεδεμένο στον αγωγό κάθε δοκιμίου πρέπει να εφαρμοσθεί μεταξύ των αγωγών και του νερού για χρόνο

Πάχος μόνωσης Προδιαγραφόμενη μέση τιμή (mm)	Συνεχής τάση (IV)
0,8 και 0,9	800
1,0 και 1,2	1000
Πάνω από 1,2 μέχρι και 1,6	1400
Πάνω από 1,6 μέχρι και 2,0	2000
Πάνω από 2,0	2500

23.1.4. Απαίτηση

Δεν πρέπει να υπάρξει διάτρηση

23.2.Βαρυμετρική δοκιμή απορρόφησης νερού

23.2.1.Προετοιμασία δοκιμίων

- α) Ονομαστικό πάχος μόνωσης ίσο ή μεγαλύτερο από 0,7 mm και μικρότερο από 1,4 mm. Κάθε δοκίμιο πρέπει να είναι μία ταινία πλάτους περίπου 4 mm και μήκους 80-100 mm κομμένη κατά μήκος της μόνωσης.
- β) Ονομαστικό πάχος μόνωσης από 1,4 mm και πάνω. Φέτες πάχους 1,2 mm ως 1,5 mm πρέπει να τροχιστούν ή να κοπούν από τη μόνωση με παράλληλες περίπου και λείες επιφάνειες. Ταινίες μήκους 80 - 100 mm και πλάτους 4 - 5 mm πρέπει να κοπούν από τις φέτες.
- γ) Πρέπει να προετοιμαστούν δύο δοκίμια από κάθε πόλο προς δοκιμή.

23.2.2.Διαδικασία δοκιμής

Τα δοκίμια, με καλά καθαρισμένες επιφάνειες, πρέπει να θερμανθούν στους 70 ± 2 °C σε κενό (απομένουσα πίεση περίπου 1 mbar) για 72 h. Υλικά με ουσιαστικές διαφορές στη σύνθεσή τους δεν πρέπει να βρίσκονται στον ίδιο φούρνο συγχρόνως.

Μετά απ' αυτή την επεξεργασία, οι ταινίες ψύχονται για 1 h σε ένα ξηραντήρα και ζυγίζονται με ακρίβεια 0,1 mg (μάζα M1).



Φούρνος κενού

Τα δοκίμια μετά βυθίζονται σε απιονισμένο ή αποσταγμένο νερό στη θερμοκρασία και για χρόνο που καθορίζονται στο σχετικό πρότυπο καλωδίου. Κάθε δοκίμιο πρέπει να βυθιστεί τελείως σε ξεχωριστό γυάλινο σωλήνα εφοδιασμένο με ένα συμπυκνωτή, ή σε ποτήρι ζέστης με γυάλινο σκέπασμα. Εάν χρησιμοποιείται συμπυκνωτής το πάνω μέρος του πρέπει να καλύπτεται με φύλλο αλουμινίου για να αποφευχθεί κάθε μόλυνση.

Αφού παρέλθει ο χρόνος που καθορίζεται στο σχετικό πρότυπο του καλωδίου ή αν ο χρόνος δεν προδιαγράφεται, μετά από 14 ημέρες τα δοκίμια μεταφέρονται σε απιονισμένο ή αποσταγμένο νερό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και κρατιούνται εκεί μέχρι να κρυσώσουν.

Μετά κάθε δοκίμιο πρέπει να βγει από το νερό, να τιναχθεί, για να φύγουν οι κολλημένες σταγόνες, να στεγνώσει με ειδικό απορροφητικό χαρτί που δεν αφήνει ίνες και να ζυγιστεί με ακρίβεια 0,1 mg (μάζα M2).

23.2.3. Έκφραση των αποτελεσμάτων

Υπολογίζεται η μεταβολή μάζας σε χιλιοστά του γραμμαρίου ανά τετραγωνικό εκατοστόμετρο από τον τύπο $M2-M1/A$ όπου $M1$ και $M2$ είναι οι μάζες σε χιλιοστά του γραμμαρίου όπως μετρήθηκαν στην παράγραφο 18.2.2 μετά την επεξεργασία του δοκιμίου στο κενό και τη βύθιση στο νερό αντίστοιχα και A είναι η ολική επιφάνεια του βυθιζόμενου δοκιμίου σε τετραγωνικά εκατοστά μέτρα.

Η μέση τιμή της μεταβολής της μάζας των δύο δοκιμίων θεωρείται ως τιμή του υπό δοκιμή πόλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 24. ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΡΡΙΚΝΩΣΗΣ

24.1 Δειγματοληψία

Λαμβάνουμε ένα δείγμα μήκους περίπου 0,3 m από κάθε προς δοκιμή πόλο τουλάχιστον 1 m απόσταση από το τέλος του καλωδίου.

24.2. Προετοιμασία δοκιμίου

Όλα τα επικαλύμματα, εκτός από τις κολλημένες ημιαγωγίμες θωρακίσεις πρέπει να αφαιρεθούν από τα δείγματα μονωμένου αγωγού χωρίς καθυστέρηση.

Μέσα σε διάστημα όχι πάνω από 5 min από τη στιγμή κοπής των δειγμάτων, ένα μήκος δοκιμής 200 ± 5 min πρέπει να σημειωθεί στο μέσο κάθε πόλου. Η απόσταση μεταξύ των σημαδιών μετριέται με ακρίβεια 0,5 mm. Κατόπιν κάθε δοκίμιο πρέπει να προετοιμαστεί κόβοντας και αφαιρώντας τη μόνωση από τα δύο άκρα του κάθε δοκιμίου μέχρι μια απόσταση 2 - 5 mm από τα σημάδια.

24.3. Διαδικασία δοκιμής

Τα δοκίμια στηρίζονται οριζόντια στο φούρνο αέρα από τα γυμνά άκρα των αγωγών ή τοποθετούνται σε λουτρό από ταλκ που επιτρέπει την ελεύθερη μετακίνηση της μόνωσης.

Πρέπει να ζεσταθούν στη θερμοκρασία και για χρόνο που καθορίζεται από το σχετικό πρότυπο καλωδίου.

Μετά τα δοκίμια αφήνονται να κρυώσουν στον αέρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και μετριέται η απόσταση μεταξύ των 2 σημαδιών σε κάθε δείγμα με ακρίβεια 0,5 mm. Η διαφορά μεταξύ των αποστάσεων των σημαδιών πριν τη θερμική επεξεργασία και μετά τη θέρμανση και ψύξη εκφράζεται σαν εκατοστιαία διαφορά της απόστασης των σημαδιών πριν την επεξεργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 25.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

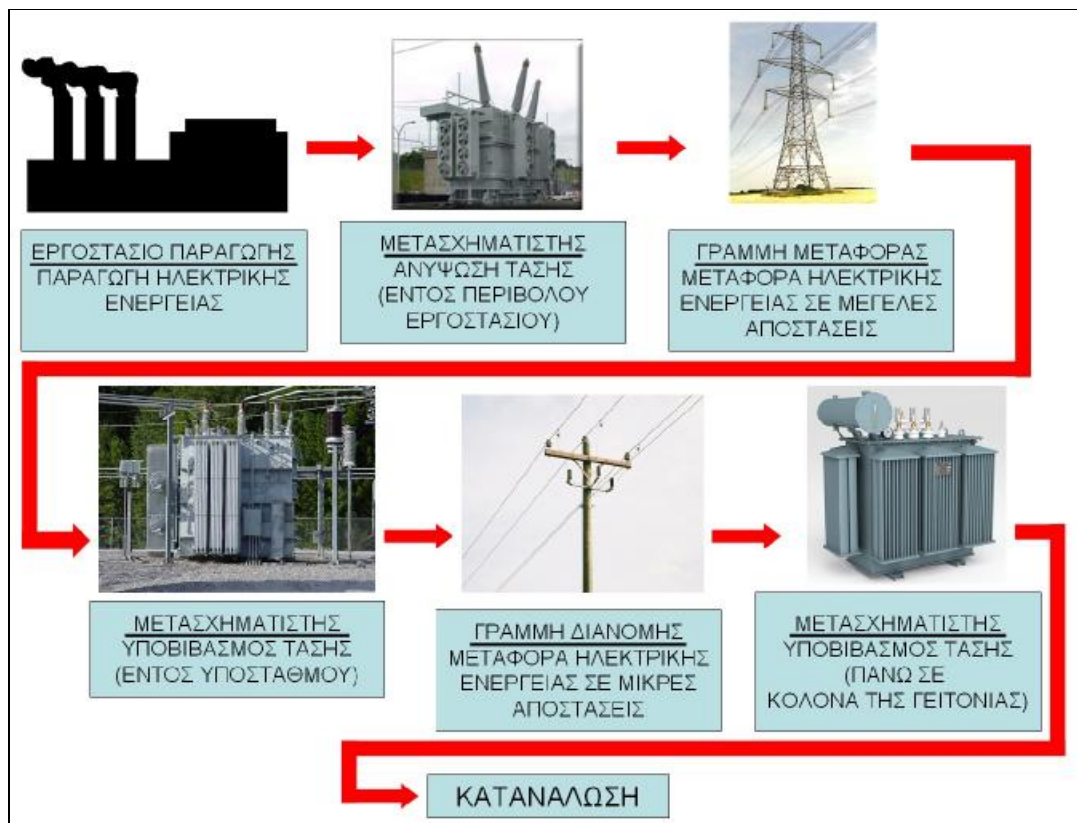
Αφού μάθαμε πως κατασκευάζονται τα καλώδια ισχύος και είδαμε πως δοκιμάζονται, πάμε να δούμε κάποιες εφαρμογές αυτών.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε εφαρμογές των καλωδίων, δηλαδή θα δούμε που χρησιμοποιούμε τα καλώδια που προαναφέραμε.

Για να τα κατανοήσουμε καλύτερα πρέπει να δούμε τις ανάγκες και απαιτήσεις που έχουμε σε κάθε περίπτωση.

Από το παρακάτω διάγραμμα, θα μπορέσουμε να καταλάβουμε τις διαφορετικές εφαρμογές των τύπων των καλωδίων. Γιατί χρησιμοποιείτε τι και που.

Εδώ φαίνεται το ταξίδι που κάνει η ηλεκτρική ενέργεια από το εργοστάσιο παραγωγής έως να φθάσει και να είναι έτοιμο προς κατανάλωση από τους καταναλωτές (σπίτια, επιχειρήσεις, δημόσια κτίρια, κ.α). Επίσης φαίνεται και η ανάγκη αλλαγής τύπου και διατομής καλωδίων ή αγωγών σε κάθε περίπτωση.



Έτσι για κάθε περίπτωση χρησιμοποιούμε κάτι συγκεκριμένο που να καλύπτει τις απαιτήσεις μας.

Παρακάτω θα δούμε αρκετές εφαρμογές αλλά και πολλές κατηγορίες καλωδίων

25.1.Εναέρια καλώδια

Γενικά

Τα εναέρια καλώδια αποτελούν μέρος της ζώης μας. Τα συναντούμε σχεδόν παντού, οπουδήποτε υπάρχει ηλεκτρική ισχύς. Σε πόλεις, χωριά, νησιά. Αποτελούν σημαντικό παράγοντα όσον αφορά τον τομέα της ενέργειας.

Πιο συγκεκριμένα τα εναέρια καλώδια αποτελούν το Α και Ω στον τομέα της μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και στον τομέα της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Είναι τα αντικείμενα-εργαλεία, μέσω των οποίων ρέει ηλεκτρικό ρεύμα ώστε να μπορέσει να μεταφερθεί ηλεκτρική ενέργεια για να τροφοδοτηθούν όλες οι ηλεκτρικές μας συσκευές. Από το μικρότερο σπίτι έως την μεγαλύτερη βιομηχανία.

Ο άνθρωπος αναγκάστηκε να τα δημιουργήσει γιατί όταν θέλησε να μεταφέρει την ενέργεια είδε πως είναι ο καλύτερος τρόπος ή σε άλλες αλλά όχι λίγες φορές είδε πως είναι πιο εύκολο, πιο ασφαλές ή πιο οικονομικό από οποιοδήποτε άλλο τρόπο.

Για παράδειγμα όταν θέλουμε να μεταφέρουμε ηλεκτρική ενέργεια σε κάποια μεγάλη απόσταση μεταξύ δυο σημείων και ανάμεσα στην απόσταση αυτή υπάρχουν διάφορα εμπόδια (βράχια, δένδρα) αλλά και γενικότερα αν πούμε πως θέλουμε να περάσουμε μια γραμμή μεταφοράς μέσω ενός δάσους τότε ας σκεφτούμε τι μας συμφέρει για την μεταφορά. Δυο είναι οι τρόποι υπόγεια ή εναέρια.

Στην περίπτωση που θελήσουμε να το κάνουμε υπόγεια, πρέπει να διαλέξουμε αγωγό ο οποίος να περιβάλετε από μόνωση (άρα μεγαλύτερο κόστος) διότι αν θαφτεί το καλώδιο και δεν έχει μόνωση λόγω της μεγάλης τιμής τάσεως λειτουργίας θα υπάρχει μεγάλος κίνδυνος δημιουργίας τόξου μεταξύ του αγωγού αλλά και κάποιο περαστικού ανυποψίαστου πολίτη. Επίσης θα πρέπει να θαφτεί το καλώδιο (κι άλλο κόστος). Ακόμα υπάρχει ο κίνδυνος του δυσπρόσιτου χώρου-περιβάλλοντος έτσι ώστε να μην είναι δυνατή η προσέλευση των μηχανημάτων για την εργασία. Και τέλος πρέπει να σκεφτούμε πως σε πολλές περιοχές υπάρχει η πιθανότητα δυσκολίας επεξεργασίας της γης-εδάφους λόγω μορφολογίας και όχι μόνο.

Οπότε, συμπεραίνουμε πως ο τρόπος αυτός εκτός του ότι πολλές φορές είναι αδύνατον να εφαρμοστεί για τους παραπάνω λόγους, εύκολα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι θα πρέπει να κάνουμε την εγκατάσταση και ειδικότερα την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του αέρα. Εξου και τα εναέρια καλώδια και οι εφαρμογές τους.

Ας δούμε όμως και τον εναέριο τρόπο. Εγκαθιστούμε πυλώνες ανά τακτά χρονικά διαστήματα και στηρίζουμε τους αγωγούς (εδώ χρησιμοποιούμε αγωγούς-καλώδια χωρίς μόνωση, άρα μικρότερο κόστος) πάνω στους πυλώνες και έτσι έχουμε πολύ πιο εύκολα και οικονομικά την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.

Όμως σε καμιά περίπτωση ας μην βγάζουμε συμπεράσματα πως τα υπόγεια καλώδια είναι πανάκριβα και όχι και τόσο χρήσιμα. Είναι άκρως απαραίτητα αλλά για άλλες εφαρμογές.



Χαρακτηριστικά

Μπορούμε να συναντήσουμε εναέρια καλώδια κάθε τύπου αλλά και σε κάθε κατηγορία. Ανάλογα με τον τύπο μπορούμε να δούμε καλώδια εναέρια τα οποία περιλαμβάνουν αγωγό και μόνωση αλλά και καλώδια τα οποία αποτελούνται αποκλειστικά από αγωγό. Ανάλογα με την κατηγορία (τάση λειτουργίας) μπορούμε να συναντήσουμε καλώδια με τιμή τάσης λειτουργίας.

από 220KV-750KV δηλαδή υπερυψηλή τάση

από 60KV-220KV δηλαδή υψηλή τάση

από 6KV-60KV δηλαδή μέση τάση

και χαμηλή τάση δηλαδή 380V (220V φασική) για Ευρώπη αλλά και 190V (110V φασική) για Αμερική

Οπότε καταλαβαίνουμε πως δεν μπορούμε να έχουμε έναν και μόνο τύπο για να καλύψουμε όλες αυτές τις περιπτώσεις καθώς όσο ανεβαίνει η τιμή της τάσης λειτουργίας αυξάνονται και οι απαιτήσεις του συστήματος άρα και των αγωγών.

Για να τα αναλύσουμε και να τα καταλάβουμε πρέπει να τα χωρίσουμε σε κατηγορίες

Εναέριοι αγωγοί υπερυψηλής, υψηλής και μέσης τάσης

Στην υπερυψηλή, την υψηλή και την μέση χρησιμοποιούνται αμόνωτοι αγωγοί σχεδόν πάντα. Βέβαια υπάρχουν και μεμονωμένες περιπτώσεις που χρησιμοποιούμε εναέριο μονωμένο καλώδιο (συνήθως για καταναλωτές μέσης τάσης).

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται για την υπερυψηλή, την υψηλή αλλά και την μέση τάση σε εναέρια δίκτυα είναι ίδιας δομής και μορφής. Στην υπερυψηλή και υψηλή χρησιμοποιείται αλουμίνιο ενώ στην μέση αλουμίνιο και χαλκός. Αυτό που αλλάζει είναι η διατομή αλλά και το τι υλικό κατασκευής επιθυμούμε.

Για παράδειγμα, το αλουμίνιο χρησιμοποιείται πιο συχνά από ότι ο χαλκός και αυτό γιατί είναι πιο ελαφρύ από ότι ο χαλκός. Όμως το αλουμίνιο είναι πιο ευαίσθητο από ότι ο χαλκός και μπορεί να οξειδωθεί εύκολα. Έτσι τα ινία παίρνει ο χαλκός σε τέτοιες περιπτώσεις, όπως σε γραμμές μεταφοράς αλλά και διανομής οι οποίες βρίσκονται κοντά σε θάλασσα και μπορούν να δημιουργήσουν οξείδωση σε μεγάλο βαθμό λόγω του θαλασσινού νερού.

Σημείωση: οι μετασχηματιστές μέσης σε χαμηλή έχουν ακροδέκτες που δέχονται αποκλειστικά και μόνο αγωγό χαλκού, οπότε αν εμείς έχουμε μια γραμμή από αλουμίνιο φθάνοντας στον μετασχηματιστή θα αναγκαστούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα μετατροπέα που θα του δώσουμε στη είσοδο αγωγό αλουμίνιο και θα μας δώσει στην έξοδο αγωγό χαλκού (το λεγόμενο διμεταλλικό).

Κατασκευή

Σαν εναέρια μέσα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας υπερυψηλής τάσης χρησιμοποιούνται αγωγοί οι οποίοι είναι φτιαγμένοι από αλουμίνιο ή χαλκό.

Αγωγοί

Κατασκευάζονται ως πολύκλωνοι αγωγοί κυκλικής μορφής. Οι αγωγοί μεγάλης διατομής αποτελούνται από κυκλικούς τομείς. Οι διαστάσεις των αγωγών και η ηλεκτρική τους αντίσταση καθορίζονται από τις αντίστοιχες προδιαγραφές.

Κατηγορίες

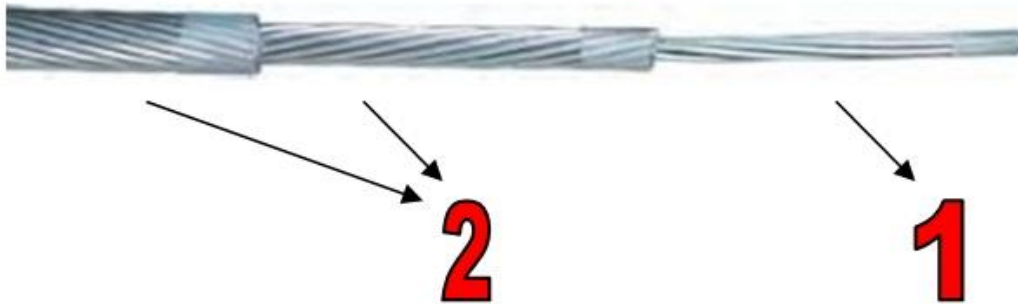
Πολύκλωνοι ομογενείς αγωγοί από σκληρό χαλκό (CU HARD DRAWN)

Πολύκλωνοι ομογενείς αγωγοί από σκληρό αλουμίνιο (AAC)

Πολύκλωνοι αγωγοί από σκληρό αλουμίνιο με χαλύβδινη ψυχή (ACSR)

Σημείωση: οι εναέριοι αγωγοί αλουμινίου μπορούν να έχουν ανάμεσα στα συρματίδια, για προστασία από οξείδωση, ουδέτερο λιπαντικό υψηλού σημείου στίξεως

Μορφή και δομή αγωγού (υπερυψηλή, υψηλή και μέση)



1. Ψυχή από χαλύβδινα σύρματα
2. Αγωγός από σύρματα αλουμινίου

Μορφή και δομή καλωδίου (μέση τάση)



Τιμές λειτουργίας 12/20KV

Περιγραφή

Καλώδιο ισχύος 3-πολικό, αποτελούμενο από 3 μονοπολικά καλώδια συστρεμμένα μαζί με τον φέροντα αγωγό, σε τριγωνική διάταξη

Δομή

Κάθε μονοπολικό καλώδιο αποτελείται από αγωγό αλουμινίου, ημιαγώγιμη θωράκιση του αγωγού, μόνωση XLPE, ημιαγώγιμη θωράκιση της μόνωσης με αυλάκια, μεταλλική θωράκιση από ταινία αλουμινίου με προστασία έναντι του νερού, εξωτερικός μανδύας PVC.

Ο φέροντας αγωγός αποτελείται από ατσάλινο γαλβανισμένο συρματόσχοινο, με PVC ή XLPE μανδύα. Τα μονοπολικά καλώδια συστρέφονται μαζί με τον φέροντα αγωγό, σε τριγωνική διάταξη.

Τι χρησιμοποιεί η Δ.Ε.Η. σήμερα

Πολύκλωνο αγωγό από σκληρό αλουμίνιο με χαλύβδινη ψυχή (ACSR)



Αγωγοί και σύνδεσμοι υψηλής τάσης



Αγωγός ACSR

Εφαρμογή

Μεταφορά ενέργειας σε μεγάλες και μικρότερες αποστάσεις



Εναέρια καλώδια χαμηλής τάσης

Περιγραφή

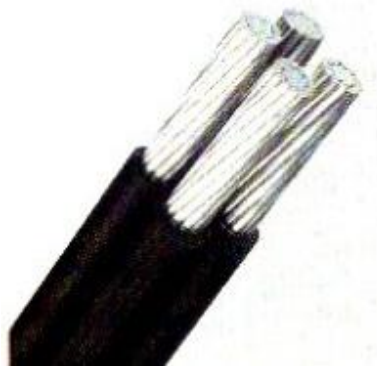
Εναέριο συνεστραμμένο αυτοφερόμενο καλώδιο XT (ABC), τύπου Torsade, για εναέρια δίκτυα ισχύος, με μόνωση XLPE

Χρήση

Το καλώδιο είναι κατάλληλο για εξωτερική εναέρια χρήση συστημάτων ισχύος XT

Δομή

Το καλώδιο έχει τρεις πολύκλωνους αγωγούς φάσεων αλουμινίου, πολύκλωνο ουδέτερο αγωγό αλουμινίου και πολύκλωνο αγωγό αλουμινίου για δημοτικό φωτισμό. Όλοι οι αγωγοί έχουν μόνωση από μαύρο XLPE.



Εναέριο συνεστραμμένο αυτοφερόμενο καλώδιο Χαμηλής Τάσης

Επίσης χρησιμοποιείται και αυτός ο τύπος

Χρήση

Το καλώδιο είναι κατάλληλο για εξωτερική χρήση. Είναι κατάλληλο για εγκατάσταση στον αέρα, σε σωλήνες και στο έδαφος

Δομή

Το καλώδιο έχει πολύκλωνους χάλκινους επικασσιτερωμένους αγωγούς φάσεων, μόνωση EPR, συγκεντρικό ουδέτερο αγωγό από επικασσιτερωμένα χάλκινα σύρματα, εξωτερικός μανδύας από βουλκανισμένο ελαστομερές υλικό



Συγκεντρικό καλώδιο παροχής Χαμηλής Τάσης

Τι χρησιμοποιεί η Δ.Ε.Η. σήμερα

Η Δ.Ε.Η χρησιμοποιεί και τα δυο αυτά καλώδια στην χαμηλή τάση, όσων αφορά τα εναέρια δίκτυα.

Εφαρμογή

Το πρώτο καλώδιο (*εναέριο συνεστραμμένο αυτοφερόμενο καλώδιο Χαμηλής Τάσης*) χρησιμοποιείται στο δίκτυο της Δ.Ε.Η ενώ το δεύτερο (*συγκεντρικό καλώδιο παροχής Χαμηλής Τάσης*) είναι το κοινό καλώδιο παροχής που φθάνει στον μετρητή-ρολόι του σπιτιού μας.



25.2.Υπόγεια καλώδια

Γενικά

Όταν γίνεται μεταφορά ισχύος σε μεγάλες και μικρότερες αποστάσεις συνήθως χρησιμοποιούνται εναέριοι αγωγοί ή γενικότερα εναέρια καλώδια, για διαφόρους λόγους.

Υπάρχουν όμως και άλλοι τρόποι.

Όλοι μας λίγο πολύ έχουμε βρεθεί στο κέντρο μιας πόλης. Όλοι μας σίγουρα έχουμε μπει σε καταστήματα για να κάνουμε τα ψώνια μας ή έστω να χαζέψουμε λίγο τις βιτρίνες των μαγαζιών, αφού συνήθως είναι παρά πολύ προσεγμένες, φωτεινές αλλά και εκκεντρικές.

Παρατηρούμε δηλαδή ότι υπάρχει ισχύς και εκεί και είναι αρκετή. Όμως βγαίνοντας από το μαγαζί ας κοιτάξουμε γύρω μας να δούμε αν θα βρούμε μια κολόνα της Δ.Ε.Η κάπου εκεί κοντά ή έστω έως εκεί που φθάνει το μάτι μας. Ας κοιτάξουμε αν υπάρχει κάποιος μετασχηματιστής κάπου εκεί κοντά μας.

Το ξέρω ότι κανένας μας δεν έχει κάνει ποτέ αυτή την αναζήτηση και είναι λογικό αφού ποτέ δεν χρειάστηκε να το κάνουμε αφού δεν υπάρχει λόγος.

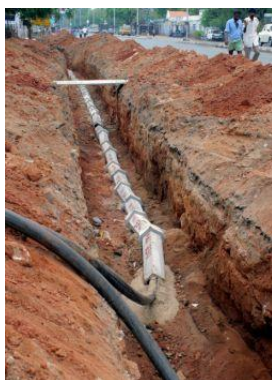
Όμως σας διαβεβαιούμε πως όσο και αν ψάξετε δεν θα βρείτε τίποτα από τα δυο που να είναι ορατό, ούτε κολόνες αλλά ούτε και κάποιον μετασχηματιστή. Τι γίνεται λοιπόν; Από πού τροφοδοτούνται τα σπίτια και τα καταστήματα με τις όμορφες βιτρίνες;

Η απάντηση είναι πως τροφοδοτούνται μέσω υπόγειων καλωδίων. Επίσης υπάρχουν και μετασχηματιστές οι οποίοι βρίσκονται κάτω από το έδαφος, δηλαδή είναι εγκατεστημένοι υπογείως. Απλά εμείς δεν τα βλέπουμε, όλα είναι εκεί.

Τα υπόγεια καλώδια βρίσκουν σχεδόν παντού εφαρμογές, χρησιμοποιούνται ευρέως την σημερινή ημέρα και πολλές φορές μας έχουν βγάλει από αρκετά αδιέξοδα.

Όπως, πρέπει να γνωρίζουμε ότι κοντά σε περιοχές όπου βρίσκεται κάποιο αεροδρόμιο δεν επιτρέπονται κολόνες της Δ.Ε.Η (άρα και εναέριοι αγωγοί ή καλώδια). Ειδικότερα δεν επιτρέπεται σε κάποια απόσταση κατά μήκος του διαδρόμου προσγειώσης και απογείωσης (δηλαδή στην νοητή προέκταση του διαδρόμου προς τις δυο κατευθύνσεις και αυτό γιατί επηρεάζει τα ραδιοσήματα του αεροδρομίου αφού είναι γνωστό ότι παράγεται ηλεκτρομαγνητισμός πάνω στους αγωγούς.

Επίσης πρέπει να πούμε πως στην περίπτωση των υπογείων καλωδίων, λιγοστεύουν οι πιθανότητες φθοράς σε σχέση με τα εναέρια. Ωστόσο η ασφάλεια αυξάνεται κατά πολύ με αυτά από ότι των εναέριων.



Υπογείωση εναέριων καλωδίων

Σήμερα σε πολλές πόλεις εφαρμόζεται το πρόγραμμα υπογείωσης εναέριων καλωδίων. Ένα πρόγραμμα που ναι μεν έχει αρκετά έξοδα αλλά έχει αμφότερες πλευρές ωφελημένες, πολίτες και Δ.Ε.Η. Είναι ένα πρόγραμμα το οποίο γίνεται από την Δ.Ε.Η αλλά δεν καλύπτεται εξολοκλήρου από αυτήν. Δηλαδή, καλύπτεται το ποσό των 50% των εξόδων από το πρόγραμμα ΘΗΣΕΑΣ ενώ το άλλο 50% καλύπτεται από την Δ.Ε.Η. Τα οφέλη που μπορούμε να έχουμε από μια τέτοια ενέργεια είναι αρκετά.

Πρώτον, καθώς είναι και ο λόγος που η Δ.Ε.Η καλύπτει το μισό ποσό της εγκατάστασης είναι ότι αποφεύγουμε προβλήματα φθορών ηλεκτροφόρων καλωδίων. Δεύτερον, όλοι μας γνωρίζουμε και μπορούμε να καταλάβουμε ότι η παρουσία αυτών των κολόνων πάνω σε πεζοδρόμια δημιουργεί όχι και λίγα προβλήματα όσων αφορά την κίνηση. Δηλαδή, δημιουργούνται προβλήματα στην κίνηση των πεζών οι οποίοι διασχίζουν τα συγκεκριμένα πεζοδρόμια. Ακόμα γίνεται αρκετά δυσδιάβατο το πεζοδρόμιο όταν επιχειρούν να το διασχίσουν άτομα με ειδικές ανάγκες τα οποία μεταφέρονται με ειδικό καρότσι. Και τρίτο, όχι τόσο σημαντικό, είναι το θέμα αισθητικής, δηλαδή αφού εξαφανιστούν οι κολόνες θα δοθεί μια άλλη όψη της κάθε πόλης.

Ένα από τα πολλά έργα στην Ελλάδα.

Τον Ιούλιο του 2009 ξεκίνησε η υπογείωση εναέριων καλωδίων στην Πτολεμαΐδα Το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί σε τρία χρόνια, δηλαδή περίπου τον Ιούλιο του 2012. Το έργο περιλαμβάνει την υπογείωση των εναέριων καλωδίων ξεκινώντας από την οδό Διοικητηρίου και προχωρώντας προς το κέντρο της πόλης. Η τιμή του έργου εκτιμάται στα 500.000 ΕΥΡΩ.





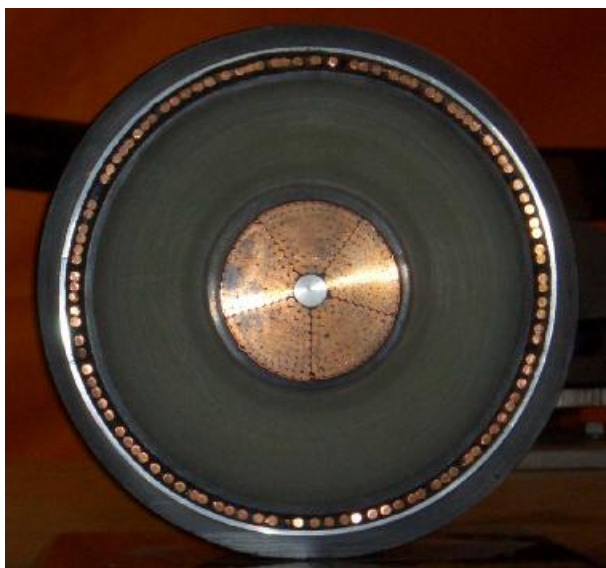
Χαρακτηριστικά

Τα υπόγεια καλώδια έχουν γίνει μέρος της καθημερινής μας ζώνης, αφού πολλές φορές διαβαίνουμε πάνω από αυτά χωρίς να το γνωρίζουμε. Τα καλώδια αυτά αποτελούν σημαντική βοήθεια στα δίκτυα της ηλεκτρικής ενέργειας.

Μπορούμε να συναντήσουμε κάθε τύπου καλώδια. Υπάρχουν υπόγεια καλώδια υπερευνηλής, υψηλής, μέσης αλλά και χαμηλής τάσης. Ως αγωγός χρησιμοποιείται συνήθως χαλκός και μόνωση XLPE, θωράκιση από σύρματα χαλκού και μανδύας από PVC. Αναλυτικότερα:

Καλώδια Υπερευνηλης και Υψηλης τασης





ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Τα καλώδια αυτά κατασκευάζονται με αγωγούς από χαλκό ή αλουμίνιο, μόνωση από συμπαγές υλικό, θωράκιση από μεταλλικό υλικό ή σύρματα και στρώσεις από μονωτικά υλικά για μηχανική προστασία.

ΑΓΩΓΟΙ

Κατασκευάζονται ως πολύκλωνοι αγωγοί κυκλικής μορφής. Οι αγωγοί μεγάλης διατομής αποτελούνται από κυκλικούς τομείς. Οι διαστάσεις των αγωγών και η ηλεκτρική τους αντίσταση καθορίζονται από τις αντίστοιχες προδιαγραφές. Οι αγωγοί μπορούν να κατασκευαστούν με διαμήκη υδατοστεγανότητα.

ΜΟΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Η μόνωση είναι ειδικής καθαρότητας XLPE.

ΘΩΡΑΚΙΣΗ

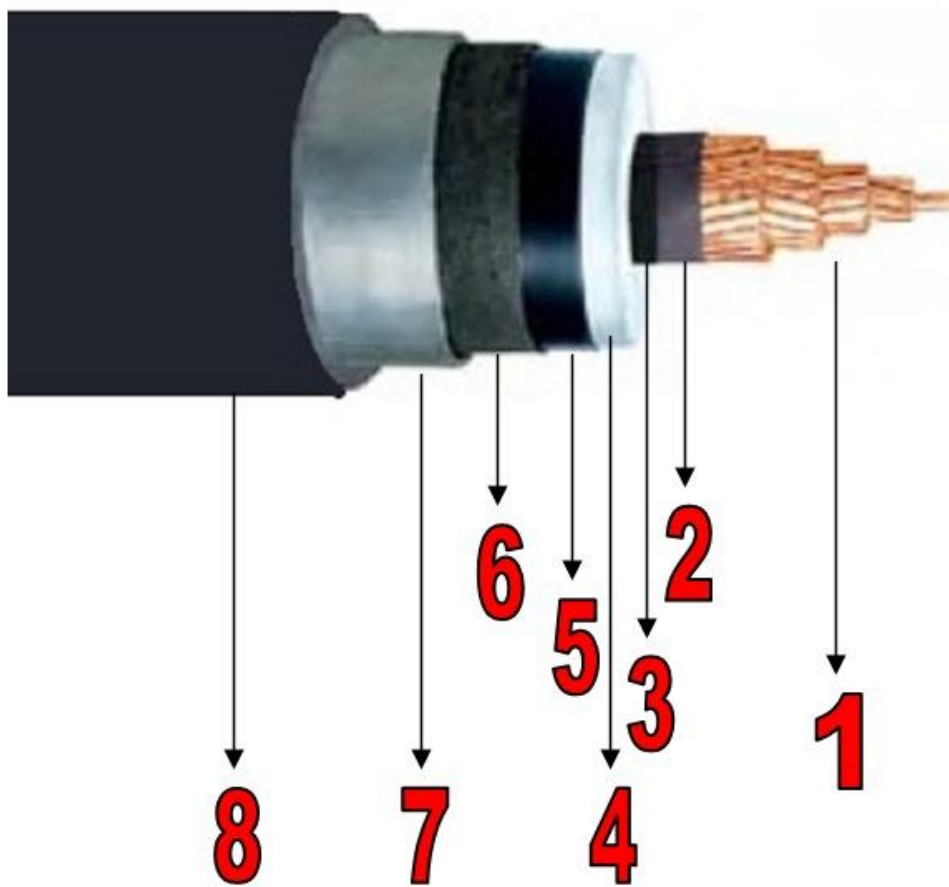
Πάνω και κάτω από τη μόνωση εφαρμόζεται ημιαγώγιμη στρώση και πάνω από την εξωτερική ημιαγώγιμη στρώση, θωράκιση αποτελούμενη από μολύβδινο μανδύα ή από συρματίδια χαλκού κατάλληλης διατομής. Η μεταλλική θωράκιση μπορεί να έχει διαμήκη ή ακτινική υδατοστεγανότητα. Η μόνωση και οι δύο ημιαγώγιμες στρώσεις εφαρμόζονται ταυτόχρονα μέσω τριπλής κεφαλής εξώθησης.

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ

Πάνω από τη θωράκιση, το καλώδιο προστατεύεται με στρώση θερμοπλαστικού υλικού PVC ή PE (MDPE ή HDPE). Πάνω από τον εξωτερικό μανδύα μπορεί να εφαρμοστεί ημιαγώγιμη στρώση.

Υπάρχουν πολλοί τύποι καλωδίων ανάλογα με τις απαιτήσεις μας

Ένας από αυτούς είναι:



1. Πολύκλωνος στρογγυλός αγωγός χαλκού ή αλουμινίου
2. Ημιαγωγίμη ταινία (προεραϊτική)
3. Εσωτερικό ημιαγωγίμο στρώμα XLPE
4. Μόνωση XLPE
5. Εξωτερικό ημιαγωγίμο στρώμα XLPE
6. Ημιαγωγίμη ταινία
7. Μολύβδινος μανδύας
8. Εξωτερικός μανδύας PVC ή PE

Καλώδια Μέσης Τάσης

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Τα καλώδια αυτά κατασκευάζονται με αγωγούς από χαλκό ή αλουμίνιο, μόνωση από XLPE, θωράκιση από ταινία ή σύρματα χαλκού και στρώσεις από θερμοπλαστικά υλικά για μηχανική προστασία.

ΑΓΩΓΟΙ

Είναι πολύκλωνοι κυκλικής μορφής. Οι ονομαστικές διατομές των αγωγών και η ηλεκτρική τους αντίσταση καθορίζονται από τις αντίστοιχες προδιαγραφές. Οι αγωγοί μπορούν να κατασκευαστούν με διαμήκη υδατοστεγανότητα.

ΜΟΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Η μόνωση είναι εξωθημένο XLPE. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και EPR αλλά και MIND (εμποτισμένο χαρτί)

ΘΩΡΑΚΙΣΗ

Πάνω και κάτω από τη μόνωση εφαρμόζονται ημιαγωγίμες στρώσεις οι οποίες εξωθούνται ταυτόχρονα με την μόνωση μέσω τριπλής κεφαλής. Πάνω από την εξωτερική ημιαγωγίμη στρώση εφαρμόζεται μεταλλική θωράκιση αποτελούμενη από ταινία χαλκού ή από συρματίδια χαλκού κατάλληλης διατομής. Η μεταλλική θωράκιση μπορεί να έχει διαμήκη ή ακτινική υδατοστεγανότητα.

ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ

Πάνω από τη θωράκιση, το καλώδιο προστατεύεται με στρώση θερμοπλαστικού υλικού PVC, LSF ή PE (MDPE ή HDPE). Κάτω από την εξωτερική επένδυση μπορεί να εφαρμοστεί οπλισμός για μεγαλύτερη μηχανική προστασία αποτελούμενος από χαλύβδινα σύρματα ή χαλύβδινες ταινίες (ή σύρματα και ταινίες από αλουμίνιο για μονοπολικά καλώδια).

Και εδώ υπάρχουν αρκετοί τύποι καλωδίων (θα δούμε τους πιο συνηθισμένους)

Ένας από αυτούς είναι:



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Μονοπολικό καλώδιο ισχύος με πολύκλωνο αγωγό Αλουμινίου, ημιαγώγιμη θωράκιση του αγωγού, XLPE μόνωση, ημιαγώγιμη θωράκιση της μόνωσης, μεταλλική θωράκιση από σύρματα χαλκού, προστασία από τον νερό της μεταλλικής θωράκισης, Ταινία αλουμινίου, PE εξωτερικός μανδύας.

Χρήσεις

στο έδαφος, εξωτερικούς ή εσωτερικούς χώρους, σε σωλήνες ή κανάλια καλωδίων

Η μεταλλική θωράκιση του καλωδίου έχει προστασία από την διαμήκη και εγκάρσια διάδοση του νερού.

(Το καλώδιο είναι κατάλληλο για τάση λειτουργίας 19/33KV ($U_m=36KV$) σύμφωνα με τα BS πρότυπα)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά

Υλικό Αγωγού: Αλουμίνιο

Ευκαμψία αγωγού: πολύκλωνος, κλάση 2

Υλικό εσωτερικού ημιαγωγίμου: XLPE ημιαγωγίμο

Μόνωση: XLPE

Υλικό εξωτερικού ημιαγωγίμου: ημιαγωγίμο εύκολα αποκολλούμενο

Θωράκιση: σύρματα χαλκού

Εξωτερικός μανδύας: PE

Χωρίς μολύβι: Ναι

Ελεύθερο αλογόνων: Ναι

Διαστασιολογικά Χαρακτηριστικά

Αριθμός πόλων: 1

Ηλεκτρολογικά Χαρακτηριστικά

Ονομαστική τάση U_0/U : 18 / 30 (36) kV

Χαρακτηριστικά Χρήσης

Διαμήκη προστασία νερού: Ναι

Ο άλλος τύπος είναι ο παρακάτω:



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Μονοπολικό καλώδιο ισχύος με πολύκλωνο χάλκινο αγωγό, ημιαγωγίμη θωράκιση του αγωγού, XLPE μόνωση, ημιαγωγίμη θωράκιση της μόνωσης, μεταλλική θωράκιση από σύρματα χαλκού, LSZH (Low Smoke Zero Halogen) εξωτερικός μανδύας. Ονομαστικής τάσης 12/20 KV
Σημείωση: κατόπιν ζήτησεως τα καλώδια μπορούν να διατεθούν με ταινία χαλκού πάνω από τα σύρματα χαλκού της θωράκισης ή/και με πλαστική ταινία κάτω από τον εξωτερικό μανδύα

Χρήσεις

στο έδαφος, εξωτερικούς ή εσωτερικούς χώρους, σε σωλήνες ή κανάλια καλωδίων

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά

Υλικό Αγωγού: Χαλκός

Ευκαμψία αγωγού: πολύκλωνος, κλάση 2

Υλικό εσωτερικού ημιαγωγίμου: XLPE ημιαγωγίμο

Μόνωση: XLPE

Υλικό εξωτερικού ημιαγωγίμου: ημιαγωγίμο εύκολα αποκολλούμενο

Θωράκιση: σύρματα χαλκού

Εξωτερικός μανδύας: LSZH

Ελεύθερο αλογόνων: Ναι

Διαστασιολογικά Χαρακτηριστικά

Αριθμός πόλων: 1

Ηλεκτρολογικά Χαρακτηριστικά

Ονομαστική τάση U_0/U : 12/20 kV

Χαρακτηριστικά Χρήσης

Βραδύκαυστο: Ναι

Καλώδια χαμηλής τάσης

Αγωγός

Χαλκός ή αλουμίνιο, πολύκλωνος ή μονόκλωνος σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές IEC 60228.

Σε ειδικές περιπτώσεις κατασκευάζονται αγωγοί από συμπαγές αλουμίνιο.

Μόνωση:

- PVC (χλωριούχο πολυβινύλιο)
- PE (πολυαιθυλένιο)
- XLPE (δικτυωτό πολυαιθυλένιο)
- EPR (ελαστικό)
- MIND (εμποτισμένο χαρτί)

Θωράκιση

Σύρματα ή ταινίες χαλκού. Τα σύρματα περιτυλίγονται ελικοειδώς με βήμα σταθερής φοράς ή εναλλασσόμενης (τύπου CEANDER).

Σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί για θωράκιση να χρησιμοποιηθεί μολύβδινος μανδύας.

Οπλισμός

Η προστασία του καλωδίου από μηχανικές κακώσεις επιτυγχάνεται με τον οπλισμό αποτελούμενο από ατσαλοσύρματα ή σιδηροταινίες .

Εάν τα καλώδια είναι μονοπολικά και προορίζονται για χρήση με εναλλασσόμενο ρεύμα τότε ο οπλισμός κατασκευάζεται με μη μαγνητικό υλικό (χαλκός, αλουμίνιο, ανοξείδωτο ατσάλι, κ.τ.λ.)

Εξωτερικός μανδύας:

- PVC
- PE
- XLPE
- Νεοπρένιο
- κ.α.

Τα καλώδια αυτά κατασκευάζονται και με ειδικές ιδιότητες ως προς την συμπεριφορά στην φωτιά όπως επιβράδυνση της μετάδοσης της φλόγας (flame retardant), χαμηλές ή μηδενικές εκπομπές τοξικών αερίων, μειωμένης εκπομπής καπνών (LSF , LS 0 H , κ.α.)

Προδιαγραφές κατασκευής:

Ολες οι διεθνείς προδιαγραφές IEC , BS , VDE , EN , κ.τ.λ.

Και εδώ οι τύποι καλωδίων είναι αρκετοί

Ας δούμε μερικούς:

Υπόγειο καλώδιο ισχύος με κυματοειδή συγκεντρικό αγωγό



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Δομή

Τριγωνικοί πολύκλωνοι αγωγοί αλουμινίου, XLPE μόνωση, εσωτερική προστασία από εξωθημένο υλικό, κυματοειδής αγωγός συρμάτων χαλκού και χάλκινη ταινία επαφής, PVC εξωτερικός μανδύας

Χρήση

Εξωτερική και εσωτερική χρήση. Το καλώδιο είναι κατάλληλο για εγκατάσταση απευθείας ταφής στο έδαφος και μέσα σε σωλήνες καλωδίων. Για απλούς διακλαδωτικούς συνδέσμους (T-joints) σε τοπικά δίκτυα ο συγκεντρικός αγωγός μπορεί να συνδεθεί χωρίς να κοπεί.

Επισήμανση πόλων (σύμφωνα με το HD 308 S2): καφέ, μαύρο, γκρι

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά

Υλικό Αγωγού: Αλουμίνιο

Σχήμα αγωγού: κυκλικός τομέας

Ευκαμψία αγωγού: πολύκλωνος, κλάση 2

Μόνωση: XLPE

Συγκεντρικός αγωγός: Κυματοειδή σύρματα χαλκού και ταινία χαλκού

Εξωτερικός μανδύας: PVC

Χρώμα μανδύα: Μαύρο

Χωρίς μολύβι: Ναι

Διαστασιολογικά Χαρακτηριστικά

Αριθμός πόλων: 3

Ηλεκτρολογικά Χαρακτηριστικά

Ονομαστική τάση U_0/U : 0.6/1 kV

Άλλος ένας τύπος είναι ο παρακάτω:

**Οπλισμένο καλώδιο XT για σταθερές εγκαταστάσεις.
Ονομαστική τάση 0.6/1 KV**



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Μονοπολικό καλώδιο ισχύος XT με χάλκινο αγωγό, μόνωση XLPE, εσωτερικό μανδύα PVC, οπλισμός από σύρματα αλουμινίου (AWA) και εξωτερικό μανδύα PVC

Χρήσεις

Κατάλληλο για εγκατάσταση σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους στον αέρα ή στο έδαφος

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά

Υλικό Αγωγού: Χαλκός
Ευκαμψία αγωγού: πολύκλωνος, κλάση 2
Μόνωση: XLPE
Εσωτερικός μανδύας: PVC
Τύπος Οπλισμού: σύρματα αλουμινίου
Εξωτερικός μανδύας: PVC
Χρώμα: Μαύρο
Χωρίς μολύβι: Ναι

Διαστασιολογικά Χαρακτηριστικά

Αριθμός πόλων: 1

Ηλεκτρολογικά Χαρακτηριστικά

Ονομαστική τάση U_0/U : 0.6/1 kV

Χαρακτηριστικά Χρήσης

Μέγιστη θερμοκρασία αγωγού: 90 °C
Μέγιστη θερμοκρασία βραχυκυκλώματος: 250 °C

Εφαρμογές

Αφού είδαμε πόσες πολλές περιπτώσεις υπάρχουν αλλά και πόσες απαιτήσεις επίσης μπορούμε να σκεφθούμε και τις εφαρμογές τους.

Υπόγεια μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας, υπερυψηλή, υψηλή, μέση και χαμηλή.



Μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας μέσα από κανάλια μέσω σωληνών



Υπογειωση εναέριων αγωγών και καλωδίων



25.3.Εντοιχισμένα καλώδια

Γενικά

Τα εντοιχισμένα καλώδια είναι άλλη μια μεγάλη κατηγορία καλωδίων τα οποία βρίσκουν πάρα πολύ μεγάλη εφαρμογή.

Ας αναλύσουμε λίγο τον όρο ώστε να μπορέσουμε να καταλάβουμε, για ποιου είδους καλώδια μιλάμε. Η λέξη εντοιχίζω σημαίνει: τοποθετώ κάτι σε εσοχή τοίχου και το χτίζω μέσα σε αυτόν. Οπότε στην προκειμένη περίπτωση μιλάμε για καλώδια που τοποθετούνται μέσα στους τοίχους.

Αυτά τα καλώδια, είναι καλώδια που χρησιμοποιούνται για να γίνουν εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Άρα, μιλάμε για τα καλώδια που χρησιμοποιούνται στα σπίτια αλλά και σε επιχειρήσεις (σε μικρότερο ποσοστό όμως λόγω ιδιαίτερων απαιτήσεων συνήθως). Πρόκειται λοιπόν για τα καλώδια που έχουμε μέσα στα σπίτια μας αλλά δεν τα βλέπουμε (χωρίς να σημαίνει ότι δεν είναι εκεί). Είναι αυτά που βρίσκονται μέσα στους τοίχους των σπιτιών μας και πραγματοποιούν ένα μεγάλο έργο, αφού είναι υπεύθυνα για να τροφοδοτούν όλες τις ηλεκτρικές μας συσκευές με ισχύ. Τα καλώδια αυτά έχουν εντοιχιστεί κατά την ηλεκτρική εγκατάσταση του σπιτιού μας.

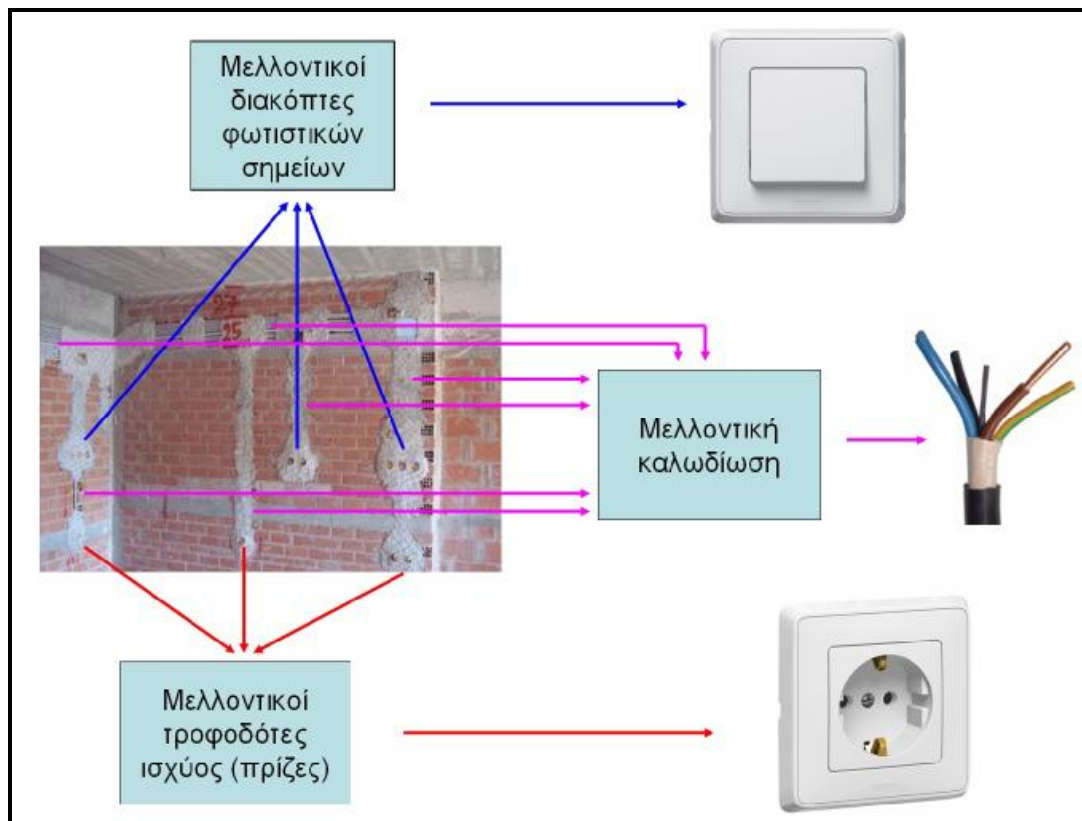
Για να καταλάβουμε καλύτερα για ποια καλώδια μιλάμε αρκεί να θέσουμε ένα απλό ερώτημα στον εαυτό μας. Ας κοιτάξουμε, τα πολύφωτα μας πως τροφοδοτούνται. Θα δούμε ότι τροφοδοτούνται μέσω ενός καλωδίου το οποίο αφού φθάσει στο ταβάνι-οροφή μετά εξαφανίζεται. Τι γίνεται; Που πάει αυτό το καλώδιο; Αν μπορούσαμε να το ακολουθήσουμε που θα μας οδηγούσε;

Η απάντηση λοιπόν είναι ότι, το καλώδιο δεν εξαφανίζεται, απλά δεν φαίνεται ένα μεγάλο μέρος του και αυτό γιατί είναι εντοιχισμένο. Βρίσκεται κατά μήκος των τοίχων μας σε κατακόρυφη αλλά και οριζόντια κατεύθυνση. Τώρα αν μπορούσαμε να το ακολουθήσουμε θα βλέπαμε ότι μας οδηγεί στον διακόπτη που το ελέγχει και αν ακολουθούσαμε τα καλώδια του διακόπτη θα βλέπαμε πως μας οδηγεί με την σειρά του στον κεντρικό πίνακα ελέγχου της κατοικίας μας. Και από εκεί οδηγούμαστε πάλι μέσω εντοιχισμένων καλωδίων στο κεντρικό κουτί της παροχής μας.

Συνοψίζοντας, πρέπει να θυμόμαστε ότι πίσω από κάθε πρίζα και διακόπτη βρίσκονται καλώδια τα οποία επεκτείνονται στους τοίχους μας. Το ίδιο και για τα φωτιστικά σώματα μας.

Σημείωση: να πούμε πως τα καλώδια δεν χτίζονται αυτούσια μέσα στους τοίχους αλλά μπαίνουν σε σωλήνες οι οποίοι χτίζονται εντός των τοίχων της οικίας μας.

Στην παρακάτω φωτογραφία δίνεται ένα τέτοιο παράδειγμα.



Χαρακτηριστικά

Ο συγκεκριμένος τύπος καλωδίων που προαναφέραμε αφορά τα εντοιχιζόμενα καλώδια που εγκαθίστανται σε κατοικίες, επιχειρήσεις, δημόσια κτίρια κ.α άλλα αφορούν καλώδια που τοποθετούνται εντός σωλήνων και εντοιχίζονται. Αφού μιλάμε για καλώδια κατοικιών, τότε είναι εύλογο να καταλάβουμε για τι είδους τιμές λειτουργίας μιλάμε. Τα καλώδια αυτά αφορούν την χαμηλή τάση (δηλαδή τιμή τάσης λειτουργίας <1000V και πιο συγκεκριμένα 230/400V για την Ευρώπη, άρα και για την Ελλάδα).

Επίσης μπορούμε να τα ακούσουμε να αναφέρονται και ως καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων.

Δομή

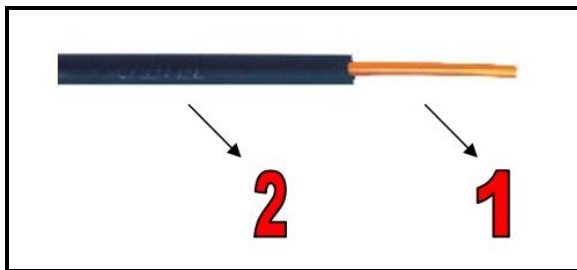
Τα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων κατασκευάζονται με χάλκινους αγωγούς δύσκαμπτους (μονόκλωνους ή πολύκλωνους) όταν προορίζονται για μόνιμη εγκατάσταση ή εύκαμπτους (λεπτοπολύ-κλώνους) όταν προορίζονται για εγκαταστάσεις

όπου απαιτείται κινητικότητα των καλωδίων.

Ως μονωτικό υλικό χρησιμοποιείται κυρίως PVC ή ελαστικό και ως προστατευτικός μανδύας, αντίστοιχα, PVC ή ελαστικό.

Καλώδια που τοποθετούνται σε σταθερές καλωδιώσεις μέσα σε σωλήνες μπορούν να έχουν μόνο μόνωση χωρίς προστατευτικό μανδύα. Οι κυριότεροι τύποι των καλωδίων εσωτερικών εγκαταστάσεων με τα χαρακτηριστικά τους αναφέρονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Μορφή και δομή καλωδίου

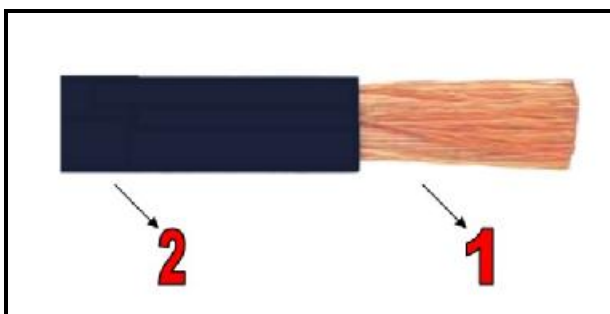


1. Μονόκλωνος αγωγός (χαλκός)
2. Μόνωση PVC

Ονομαστική τάση: 300/500V

Χρήσεις: σύμφωνα με τον κατασκευαστή, είναι κατάλληλο για εσωτερική καλωδίωση (γενικότερα)

Άλλος ένας τύπος που χρησιμοποιείται



1. Λεπτοπολυκλωνος αγωγός (χαλκός)
2. Μόνωση PVC

Ονομαστική τάση: 450/750V

Χρήσεις: σύμφωνα με τον κατασκευαστή, είναι κατάλληλο για τοποθέτηση σε σωλήνες πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους.

Εφαρμογές

Στις παρακάτω φωτογραφίες μπορούμε να δούμε και να καταλάβουμε απόλυτα τις εφαρμογές αυτών των καλωδίων. Θα δούμε την εφαρμογή τους σε κατοικίες.





25.4.Υποβρύγια καλώδια

Γενικά

Ο άνθρωπος αφού ανακάλυψε την ενέργεια θέλησε να την μεταφέρει σε μεγάλες αποστάσεις, σε σχέση πάντα με τον χώρο παραγωγής (εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας). Με την δημιουργία όλο και πιο νέων τεχνολογικά αναπτυσσόμενων μηχανημάτων και εργαλείων μπόρεσε να το καταφέρει. Μπόρεσε δηλαδή να μεταφέρει σημαντικές ποσότητες ισχύος σε μεγάλες αποστάσεις και να την διανέμει σχεδόν παντού. Ακόμα και σήμερα εύκολα μπορούμε να δούμε ότι η ενέργεια είναι προσιτή σε όλους και ότι σχεδόν όλοι και παντού έχουμε ενέργεια.

Έτσι, γίνεται κατανοητό ότι η μεταφορά της ενέργειας ενώ αποτελεί ένα τεράστιο μέρος της ζωής μας, θεωρείται κάτι δεδομένο και κάτι απλό. Κανένας μας δεν νοιάζεται για το πως έφθασε η ενέργεια στο σπίτι ή στην επιχείρησή μας και τι ταξίδι έχει κάνει αυτή η ενέργεια μέχρι να καταλήξει σε εμάς και ειδικότερα στις ηλεκτρικές συσκευές μας.

Με καλώδια κάθε τύπου ειδικά διαμορφωμένα για μεταφορά και διανομή, ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις αντοχές κάθε συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας ο άνθρωπος τα κατάφερε.

Όμως όταν λέμε την λέξη παντού, εννοούμε από την μεγαλύτερη πόλη έως το μικρότερο χωριό. Αλλά είμαστε σε μια χώρα που δεν αποτελείται από μεγάλες χερσαίες περιοχές μόνο αλλά και από πάρα πολλά μικρά και μεγάλα νησιά.

Τι γίνεται λοιπόν όταν θέλουμε να μεταφέρουμε ενέργεια σε κάποιο νησί ή γενικότερα σε κάποια απομακρυσμένη περιοχή; Τι γίνεται όταν μεταξύ της πηγής ηλεκτρικής ενέργειας (εργοστάσιο) και του τόπου που θέλουμε να μεταφέρουμε την ενέργεια παρεμβάλλεται κάποια λίμνη ή θάλασσα ή πιο γενικά νερό; Δεν μπορούμε να καταδικάσουμε τους κατοίκους της εκάστοτε περιοχής γιατί βρίσκονται μακριά από την πηγή ενέργειας.

Μπορούμε να σκεφτούμε κάποιες λύσεις και να βρούμε την καλύτερα αλλά και οικονομικότερη βέβαια. Έτσι βάζοντας τα κάτω και συγκρίνοντας τα, μπορούμε να δούμε πως έχουμε τις εξής επιλογές:

Να καταδικάσουμε τους πολίτες-κατοίκους της κάθε περιοχής (να τους αφήσουμε χωρίς ισχύ)

Αποτέλεσμα: αδύνατον γιατί, αφενός δεν μπορούμε και δεν έχουμε το δικαίωμα να καταδικάσουμε τους κατοίκους κάθε περιοχής-νησιού διότι είναι και αυτοί άνθρωποι όπως και εμείς με ίδιες ανάγκες με εμάς, αφετέρου αν το κάνουμε θα χάσουμε πολλά έσοδα στην επιχείρηση (Δ.Ε.Η στην Ελλάδα).

Να κτίσουμε ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε περιοχή-νησί.

Αποτέλεσμα: εκτός του ότι τα εργοστάσια κτίζονται αποκλειστικά σε βιομηχανικές και αν το κάναμε αυτό για εκάστη περιοχή θα περιορίζαμε πολύ την περιοχή αφού ένα εργοστάσιο είναι τεράστιο αν αναλογιστούμε τις διαστάσεις του και θα ήταν δύσκολο να

βρεθεί βιομηχανική περιοχή μακριά από κατοίκους επίσης πολύ απλά θα ήταν αρκετά ζημιοφόρο για την επιχείρηση να χτίζει συνέχεια εργοστάσια.

Να βρούμε έναν τρόπο να ενώσουμε τις περιοχές μεταξύ τους.

Αυτό είναι εφικτό αν και εδώ πρέπει να αναφέρουμε πως θα μας κοστίζει αρκετά. Μπορούμε να ενώσουμε δυο ή περισσότερες περιοχές μεταξύ τους (μεταξύ των οποίων παρεμβάλετε νερό ή θάλασσα) και να τις τροφοδοτήσουμε με ισχύ. Μπορεί να γίνει με ένα καλώδιο, συγκεκριμένων προδιαγραφών και χρήσεων.

Με την ραγδαία αύξηση της τεχνολογίας και την ευφυΐα των μηχανικών μπορέσαμε να ξεπεράσουμε και αυτό το πρόβλημα και να δώσουμε μια λύση στο πρόβλημα. Την λύση ηρθαν να δώσουν τα λεγόμενα και σε όλους ακουστά υποβρύχια καλώδια.



Σχετικά με τα υποβρύχια καλώδια

Τα υποβρύχια καλώδια αποτελούν από μόνα τους μια μεγάλη κατηγορία καλωδίων ισχύος. Τα υποβρύχια καλώδια ισχύος είναι καλώδια τα οποία μεταφέρουν ηλεκτρική ισχύ σε μεγάλες αποστάσεις και εγκαθίστανται στον πυθμένα της θάλασσας. Έχουν διαφορετική δομή από άλλα καλώδια αλλά και διαφορετικό τρόπο κατασκευής, αφού δημιουργούνται για να μεταφέρουν μεγάλα ποσά ισχύος σε μεγάλες αποστάσεις μέσα από θάλασσα (συνήθως).

Έτσι καταλαβαίνουμε πως πρέπει να συμμορφώνονται σύμφωνα με συγκεκριμένες προδιαγραφές. Επίσης πρέπει να αναφέρουμε πως δίνεται μεγάλη έμφαση όχι μόνο στον τομέα αγωγού και μονωτή αλλά και στην θωράκιση, στον οπλισμό και στην εξωτερική προστασία. Αυτό συμβαίνει γιατί το περιβάλλον στο οποίο φιλοξενούνται μπορεί να γίνει αρκετά αφιλόξενο.

Στο πυθμένα της θάλασσας υπάρχουν πολλές προκλήσεις. Μερικά παραδείγματα που μπορούμε να αναφέρουμε είναι: υψηλές θερμοκρασίες υπό το μηδέν, υδροστατική πίεση, επιθέσεις από ζωντανούς οργανισμούς της θάλασσας, δυσμενής μορφολογία εδάφους (βράχια, πέτρες).

Ας μην ξεχνάμε πως και ο χρόνος αντοχής των καλωδίων είναι ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λάβουμε υπόψη μας, καθώς δεν μπορούμε να τα αντικαθιστούμε συχνά διότι κάτι τέτοιο είναι αρκετά ακριβό και χρονοβόρο.

Τα υποβρύχια καλώδια ισχύος που συναντάμε πιο συχνά είναι της κατηγορίας, υπέρ υψηλής τάσης (400KV) ή υψηλής τάσης (150KV) ή μέσης τάσης (20KV).

Χαρακτηριστικά

Τα καλώδια αυτά κατασκευάζονται βάσει διεθνών προδιαγραφών και είναι κυρίως πολυπώλια.

Αγωγός:

Χαλκός ή αλουμίνιο πολύκλωνος σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές IEC 60228. Σε περίπτωση χρησιμοποίησης των αγωγών σε μεγάλα βάθη και εφόσον ζητηθεί στεγανοποιείται ο αγωγός με ειδικό υλικό το οποίο εμποδίζει την διείσδυση του νερού σε περίπτωση ζημίας επί του καλωδίου.

Μόνωση:

XLPE
EPR
MIND (εμποτισμένο χαρτί)

Θωράκιση:

Σύρματα ή ταινίες χαλκού και μολύβδινος μανδύας όπου χρειάζεται.

Οπλισμός:

Η προστασία του καλωδίου από μηχανικές κακώσεις επιτυγχάνεται με τον οπλισμό αποτελούμενο από ατσαλοσύρματα.

Τα ατσαλοσύρματα δίνουν στα καλώδια και την απαιτούμενη μηχανική αντοχή στην τάνυση, η οποία απαιτείται για την πόντιση.

Τα ατσαλοσύρματα είναι διαφόρων κατηγοριών φορτίου θραύσης και είναι ισχυρώς γαλβανισμένα.

Εξωτερική προστασία:

Η εξωτερική προστασία του καλωδίου ανάλογα με τις περιστάσεις και απαιτήσεις της εγκατάστασης επιτυγχάνεται με :

- μανδύα από PVC ή PE
- στρώματα από νήματα πολυπροπυλενίου ή γιούτας .

Δεδομένου ότι τα υποβρύχια καλώδια ως επί το πλείστον ζητούνται σε μεγάλα μήκη, κατασκευάζονται εργοστασιακοί σύνδεσμοι προ του οπλισμού, οι οποίοι ενώνουν τμηματικά μήκη παραγωγής, τα οποία έχουν υποστεί όλες τις προβλεπόμενες δοκιμές. Ο εργοστασιακός σύνδεσμος υπόκειται σε αυστηρότατες δοκιμές για τον έλεγχο ποιότητας κατασκευής (ακτινογραφίες της κόλλησης του αγωγού, της μόνωσης κ.τ.λ.).



Μορφή και δομή καλωδίου



1. Αγωγός (αγωγός χαλκού)
2. Πλαίσιο αγωγού (ημιαγωγιμο πολυμερές)
3. Μόνωση (πολυμερές μόνωσης)
4. Πλαίσιο μόνωσης (ημιαγωγιμο XLPE)
5. Διογκωτική ταινία
6. Μεταλλικός μανδύας
7. Προστασία (εξωθημένος μανδύας PE)
8. Οπλισμός (σύρματα από γαλβανισμένο ατσάλι)
9. Εξωτερική προστασία (στρώματα πίσσας συνδεδεμένη με νήματα προπυλενίου)

Εφαρμογές

Έτσι τα υποβρύχια καλώδια βρίσκουν τεραστία εφαρμογή στην ζωή μας χωρίς να το γνωρίζουμε. Αυτό συμβαίνει παγκοσμίως και ποσό μάλλον στην Ελλάδα που έχει τόσα πολλά νησιά. Πάρα πολλά από τα νησιά μας τροφοδοτούνται μέσω υποβρυχίων καλωδίων από άλλα κοντινά μεγαλύτερα νησιά ή πόλεις τα οποία έχουν δικές τους εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Παραδείγματα τέτοια είναι: Σκιάθος με Ηπειρωτική Ελλάδα, Παρος με Ίο και Νάξο, Ρόδος με Χάλκη, Κάλυμνος με Κω, Νησιρο και Τήλο, Κάρπαθος με Κασο.

Εφαρμογές σε πανελλήνιο αλλά και πανευρωπαϊκό επίπεδο

Στην πανελλήνιο επίπεδο

1. Εργοδότης Δ.Ε.Η και εργολήπτης FULGOR

Στο τέλος του 1998 ανατέθηκε στην FULGOR από την ΔΕΗ η προμήθεια και εγκατάσταση δύο υποβρυχίων καλωδίων 12/20 kV 3x95mm² Cu με μόνωση XLPE για να συνδέσουν τα νησιά Πάρος και Ίος στο Αιγαίο.

Το μήκος της διαδρομής των καλωδίων ήταν περίπου 29km με αποτέλεσμα το συνολικό μήκος των καλωδίων να ανέρχεται σε 58km.

Με σκοπό να επιτευχθούν τα απαιτούμενα συνεχόμενα μήκη των υποβρυχίων καλωδίων ένας εύκαμπτος εργοστασιακός σύνδεσμος αναπτύχθηκε και χρησιμοποιήθηκε για να συνδέσει τους αγωγούς κάθε φάσης των καλωδίων πριν την συστροφή και τον οπλισμό τους, με σκοπό την αποφυγή οποιασδήποτε σημαντικής αύξησης της εξωτερικής διαμέτρου του καλωδίου και της ελάττωσης της μηχανικής του αντοχής.

Το έργο ολοκληρώθηκε επιτυχώς τον Απρίλιο του 2000.



2. Εργοδότης Δ.Ε.Η και εργολήπτης FULGOR

Στις αρχές του 2004 και σε συνέχεια δύο διεθνών διαγωνισμών της ΔΕΗ στις οποίες η FULGOR μειοδότησε ανατέθηκαν σε αυτήν από την ΔΕΗ δύο συμβάσεις για την προμήθεια και εγκατάσταση ως έργα «με το κλειδί στο χέρι» ενός υποβρυχίου καλωδίου

12/20kV 3x95mm² Cu XLPE για να συνδέσει την Σκιάθο με την με την ηπειρωτική Ελλάδα σε μια απόσταση 5.5 km περίπου και δύο όμοιων υποβρυχίων καλωδίων για να συνδέσουν τα νησιά Πάρο και Νάξο σε μια απόσταση 7.5 km περίπου. Το συνολικό μήκος των καλωδίων ανερχόταν σε 20km.

Και τα δύο έργα ολοκληρώθηκαν επιτυχώς τον Σεπτέμβριο του 2004.
Όλα τα προαναφερόμενα έργα περιλάμβαναν:

- ο Τον σχεδιασμό και την κατασκευή των υποβρυχίων καλωδίων
- ο Την προμήθεια των απαιτούμενων παρελκομένων (συνδέσμων)
- ο Την μεταφορά στον τόπο του έργου και την εγκατάσταση των υποβρυχίων καλωδίων
- ο Την συναρμολόγηση των συνδέσμων μετάβασης ανάμεσα στα υποβρύχια και στα χερσαία καλώδια.
- ο Την προστασία των εγκατεστημένων καλωδίων με ταφή ή με άλλα μέσα στα χερσαία τμήματα και στα παράκτια τμήματα στον πυθμένα μέχρι ένα συγκεκριμένο βάθος σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη.
- ο Τις δοκιμές πριν την θέση σε λειτουργία του συστήματος
- ο Την εκπαίδευση του προσωπικού του πελάτη στην συντήρηση του συστήματος

Σε πανευρωπαϊκό επίπεδο

3. Terna

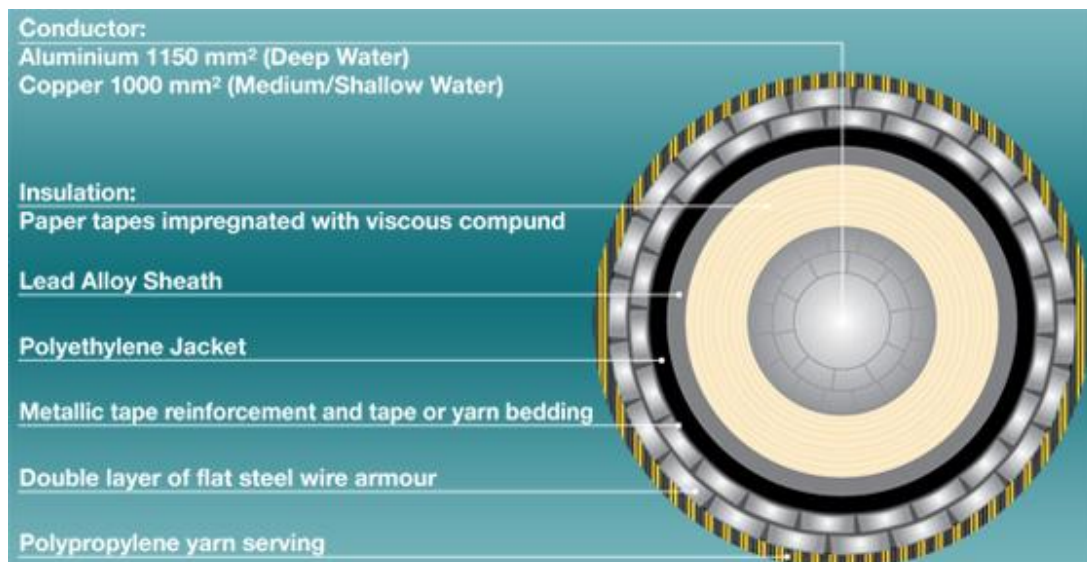
Το συγκεκριμένο έργο είναι από τα μεγαλύτερα παγκοσμίως, σε αυτή την κατηγορία. Αφορά την ένωση της Σαρδηνίας με την Ιταλία. Πιο συγκεκριμένα με την Anzio. Έπρεπε να φτιαχτούν δυο καλώδια. Το κάθε καλώδιο είχε μήκος 435 χιλιόμετρα από τα οποία τα 420 χιλιόμετρα ήταν θαλάσσια. Το μέγιστο βάθος ήταν 1640 μέτρα. Όλα άρχισαν τον Οκτώβριο του 2006 με τους τεχνικούς να κάνουν γεωφυσικές και γεωτεχνικές έρευνες για τον θαλάσσιο πυθμένα. Το χρονικό περιθώριο για την ολοκλήρωση του έργου ήταν 14 μήνες. Στο τέλος του Νοεμβρίου του 2008 έγινε η πρώτη δοκιμή η οποία ήταν επιτυχής ενώ το έργο τελείωσε στο τέλος του έτους 2010.



Τι καλώδιο χρησιμοποιήθηκε

Τιμή τάσης καλωδίου: 500KV DC

Ισχύς 1000MW



Το έργο σε νούμερα

Επενδύσεις:

§ €750 εκατομμύρια ευρώ

Σύνδεση:

- § 2 υποβρύχια καλώδια
- § 2 καλώδια γης
- § 2 σταθμούς μεταγωγής των οποίων τα κτίρια είναι κάθε 22 μέτρα ύψος
 - Η Fiume Santo (SS), ο σταθμός εκτείνεται σε μια έκταση 48.000 τ.μ.
 - Ο σταθμός Latina εκτείνεται σε μια έκταση 35.000 τ.μ.
 - 50.000 κυβικά μέτρα γης αναιρούνται



Σταθμός ηλεκτρικού ρεύματος στο Fiume Santo

Μέγεθος:

- § 435 χιλιόμετρα σε μήκος
- § 12 εκατοστά η διάμετρος καλωδίου

Χαρακτηριστικά:

- § 1.640 μ., το μέγιστο βάθος, για τον
- § 1.000 MW ισχύος
- § 500 kV της τάσης

Εργασία:

- § 90 εμπειρογνώμονες της TERNA για το συντονισμό του έργου

- § 180 εταιρείες συμμετέχουν στο έργο
- § 5.000 έργα
- § 70 τεχνικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις

Απαιτήσεις πόντισης καλωδίων

- § 50 τόνους στύλων πρόσδεσης των πλοίων πόντισης καλωδίων
- § 7.000 χωρητικότητα του σκάφους πόντισης καλωδίων

Σημαντική σημείωση

Οι περιοχές κοντά στην Ιταλική ηπειρωτική χώρα απαιτούνε ένα μεγαλύτερο επίπεδο ασφάλειας λόγω της ανθρώπινης κινητικότητας αλλά και των μετεωρολογικών φαινομένων.

Οι δύτες στις παρακάτω εικόνες θάβουν το υποβρύχιο καλώδιο.



25.5.Καλώδια ειδικών απαιτήσεων (βραδύκαυστα, πυράντοχα, ελεύθερα αλογόνων, χαμηλής εκπομπής καπνού)

Γενικά

Άλλη μια μεγάλη κατηγορία καλωδίων τα οποία βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στην σημερινή εποχή είναι τα καλώδια ισχύος ειδικών χρήσεων. Αυτό συμβαίνει γιατί σε κάποιους χώρους εργασίας ή εγκατάστασης απαιτούνται καλώδια με συγκεκριμένες προδιαγραφές. Οι προδιαγραφές αφενός οφείλονται στις μεγάλες τιμές ισχύος όπου καλούνται να μεταφέρουν τα συγκεκριμένα καλώδια αφετέρου όμως στην προστασία που πρέπει να παρέχουν σε όλους όσους βρίσκονται κοντά σε αυτά αλλά και στην εγκατάσταση στην οποία είναι εγκατεστημένα και λειτουργούν.

Όμως ας μην ξεχνάμε ότι πρέπει να είναι και ανθεκτικά σε αντίξοες συνθήκες αλλά και σε μη 'φιλικό περιβάλλον'.

Έτσι αθροίζοντας όλα τα παραπάνω μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε ότι γεννάται μια καινούργια κατηγορία καλωδίων με αρκετές απαιτήσεις. Μια κατηγορία με αρκετές απαιτήσεις όσων αφορά την συμπεριφορά των καλωδίων στους τομείς αντοχή και ασφάλεια. Άλλη μια πρόκληση για τους μηχανικούς κάθε κατασκευάστριας εταιρίας.

Αφού η κατηγορία είναι ιδιαίτερη έτσι και η κατασκευή τους είναι ιδιαίτερη και αρκετά πιο συνθέτη από την κατασκευή ενός απλού καλωδίου ισχύος. Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να τα μπερδεύουμε με απλά καλώδια τα οποία φέρουν έναν αγωγό, περιβαλλόμενο από μια μόνωση(συνήθως PVC) και τέλος (όχι πάντα) έναν μανδύα. Βασίζονται σε αυτόν τον τύπο αλλά τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ώστε να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις μας αλλά και τα πρόσθετα χαρακτηριστικά τα κάνουν ιδιαίτερα.

Τα συγκεκριμένα καλώδια ισχύος δημιουργούνται για να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές που αφορούν: εσωτερικές εγκαταστάσεις, εξωτερικές εγκαταστάσεις, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, σε πλοία, σε αεροδρόμια, σε σιδηροδρομικούς συρμούς, σε νοσοκομεία, σε σήραγγες.

Μερικές από τις απαιτήσεις που έχουμε για αυτά τα καλώδια είναι: ανθεκτικά σε περίπτωση πυρκαγιάς, να έχουν αργό ρυθμό καύσης, να μην φέρουν ίχνη αλογόνων στοιχείων (CaI, F, Br), να έχουν χαμηλή εκπομπή καπνού.



Ας δούμε κάποια χαρακτηριστικά αυτών των καλωδίων πιο αναλυτικά αλλά και για κάθε απαίτηση ποιο κριτήριο επιθυμούμε να ικανοποιεί.

1. Τα βραδύκανστα καλώδια (fire retardant) περιέχουν υλικά τα οποία επιβραδύνουν την καύση των καλωδίων και κατά συνέπεια την εξαιτίας τους διάδοση της φωτιάς από χώρο σε χώρο, δεδομένου ότι τα καλώδια: συχνά διατρέχουν τοίχους και δάπεδα σε κτίρια.
2. Τα πυράντοχα καλώδια (fire resistant) λειτουργούν ακόμη και αν καταστραφεί από τη φωτιά εντελώς η μόνωση τους με συνέπεια να είναι δυνατή η λειτουργία κρίσιμου εξοπλισμού. Διακρίνονται σε καλώδια που έχουν;
 - Ακεραιότητα μόνωσης (insulation integrity) που εξασφαλίζει ότι το καλώδιο μπορεί αφού καεί να λειτουργήσει. Πρόκειται για στατική δοκιμή - δε λαμβάνονται υπόψη παραμορφώσεις και στρέψεις στηριγμάτων.
 - Ακεραιότητα κυκλώματος (circuit integrity) που εξασφαλίζει ότι το ηλεκτρικό κύκλωμα, καλώδια και σύστημα στήριξης, υπό συνθήκες προσομοίωσης πραγματικής πυρκαγιάς - με στρέβλωση και καταπόνηση των στηρίξεων - μπορεί να λειτουργήσει για ορισμένο χρόνο (κατηγορίες E30, E60 & E90 για τουλάχιστον 30 λεπτά, 60 ή 90 αντίστοιχα). Τα καλώδια αυτά συνοδεύονται υποχρεωτικά από τα σχετικά πιστοποιητικά δοκιμών τα οποία αναρτώνται στην εγκατάσταση,

3. Τα καλώδια ελεύθερα αλογονων (halogen - free) δεν εκλύουν χλώριο, φθόριο ή βρώμιο όταν καίγονται. Τα χημικά αυτά υλικά είναι τοξικά και προκαλούν ερεθισμούς και βλάβες στο αναπνευστικό σύστημα. Ακόμη είναι διαβρωτικά και μπορούν να καταστρέψουν ηλεκτρονικά εξαρτήματα και επαφές.
4. Τα καλώδια που περιέχουν PVC καιγόμενα εκπέμπουν πυκνό καπνό σε μεγάλες ποσότητες που παρεμποδίζουν την όραση με συνέπεια να καθίσταται δύσκολη η διαφυγή από ένα κτίριο που καίγεται. Τα καλώδια με χαμηλή εκπομπή καπνού (low smoke) εκπέμπουν ελάχιστο καπνό ώστε να μην παρεμποδίζεται η όραση.

Προδιαγραφές

IEC 60332-1-2 (διάδοση φλόγας)

Η ικανότητα ενός καλωδίου για αφ' εαυτού σβήσιμο της φλόγας μόλις απομακρυνθεί η πηγή της φλόγας.

IEC 60332-3-22 έως 24 (βραδύτητα καύσης)

Η ικανότητα κάθετης δέσμης καλωδίων για αφ' εαυτού σβήσιμο της φλόγας μόλις απομακρυνθεί η πηγή της φλόγας.

IEC 60754-1 & IEC 60754-2 (αλογονα και διαβρωτικότητα αερίων καύσης)

Προσδιορισμός ποσότητας απογόνων και οξύτητας εκλυόμενων αερίων, που αναμιγνυόμενα με υγρασία δημιουργούν διαθρωτικά οξέα.

IEC 61034-1 & IEC 61034-2 (πυκνότητα καπνού)

Μέτρηση της ελάττωσης στη μετάδοση του φωτός που προκαλείται από καπνό που εκπέμπεται κατά τη καύση καλωδίων και μειώνει την ορατότητα.

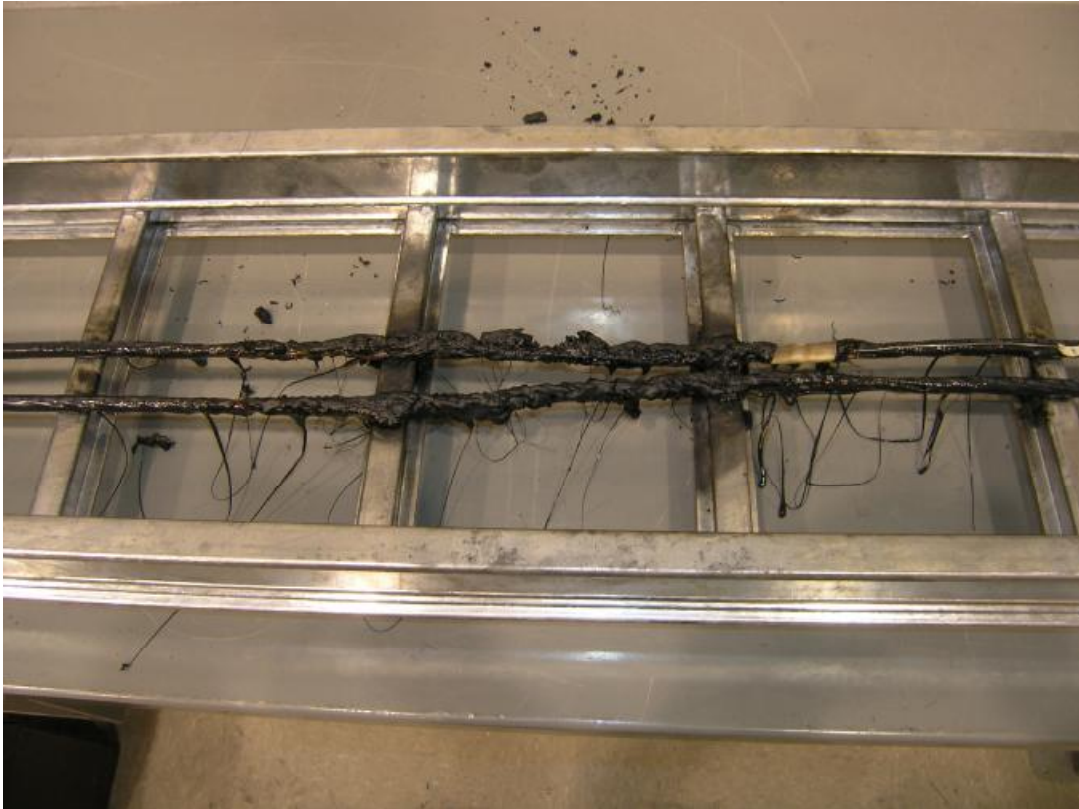
IEC 60331 (ακεραιότητα μόνωσης/ανθεκτικότητα σε φωτιά)

Η ικανότητα ενός καλωδίου να μη βραχυκυκλώνει για 180 λεπτά καιγόμενο από φλόγα αερίου.

Εκτός από τις ανωτέρω διεθνείς προδιαγραφές IEC υπάρχουν αντίστοιχες ισοδύναμες ευρωπαϊκές HD ή εθνικές προδιαγραφές VDE ή BS.

Din 4102 μέρος 12 (ακεραιότητα κυκλώματος)

Η ικανότητα ηλεκτρικού κυκλώματος να μη βραχυκυκλώνει σε συνθήκες προσομοίωσης πυρκαγιάς για 30, 60 ή 90 λεπτά.



Προσομοιώσεις φωτιάς σε καλώδια



Χαρακτηριστικά καλωδίων

Κατασκευή

Τα καλώδια αυτά κατασκευάζονται με αγωγούς από χαλκό ή αλουμίνιο, μόνωση από διάφορα συμπαγή υλικά και διάφορες στρώσεις από μονωτικά υλικά ή μεταλλικές ταινίες ή σύρματα για μηχανική προστασία.

Αγωγοί

Κατασκευάζονται ως μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι αγωγοί κυκλικής μορφής ή κυκλικού τομέα. Οι διαστάσεις των αγωγών και η ηλεκτρική τους αντίσταση καθορίζεται από τις αντίστοιχες προδιαγραφές.

Μονωτικά υλικά

Πάνω στους αγωγούς τοποθετείται η μόνωση για την οποία συνηθέστερα χρησιμοποιούνται:

Θερμοπλαστικά υλικά (PVC ή PE)

Ελαστικά υλικά (BUTYL, EPR, ειδικά μείγματα άκαυστα (LSF), μη τοξικά και μη παράγοντα καπνό για ειδικές χρήσεις)

Θερμοσκληρυνόμενα υλικά (XLPE)

Θωράκιση

Τα καλώδια μέσης τάσης φέρουν πάνω και κάτω από τη μόνωση ημιαγώγιμη στρώση και πάνω από την εξωτερική ημιαγώγιμη στρώση, θωράκιση αποτελούμενη από συρματίδια χαλκού ή χάλκινη ταινία κατάλληλης διατομής.

σημείωση: Τα θωρακισμένα καλώδια πλοίων φέρουν πάνω από τους συνεστραμμένους πόλους πλέγμα συρματιδίων χαλκού (braid).

Μηχανικές προστασίες και εξωτερικές επενδύσεις

Οι μονωτικές φάσεις των καλωδίων αφού σχηματίσουν το καλώδιο προστατεύονται με στρώσεις θερμοπλαστικών υλικών (PVC ή PE ή LSF) ή ελαστικών υλικών EVA (ειδικά μείγματα άκαυστα, μη τοξικά με μειωμένη εκπομπή καπνού). Ανάμεσα στις στρώσεις αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθεί και οπλισμός από χαλύβδινα σύρματα ή χαλύβδινες ταινίες για μεγαλύτερη μηχανική προστασία.



Πως συμπεριφέρεται ένα καλώδιο που υπακούει στην προδιαγραφή

1. IEC 60331 (ακεραιότητα μόνωσης/ανθεκτικότητα σε φωτιά)

Το συγκεκριμένο καλώδιο εκτέθηκε στους 750°C για χρονικό διάστημα 90 λεπτών. Κατάφερε να μην βραχυκυκλώσει για όσο χρονικό διάστημα ήταν εκτεθειμένο σε φωτιά υψηλής θερμοκρασίας. Αφού τελειώσει το πείραμα το καλώδιο συνεχίζει να λειτουργεί χωρίς να προκαλεί προβλήματα στο κύκλωμα στο οποίο λειτουργεί.



Κατά την διάρκεια της δοκιμής



Στο τέλος της δοκιμής

Προσφορά της NEXANS

2. IEC 61034-1 & IEC 61034-2 (πυκνότητα καπνού)

Το συγκεκριμένο καλώδιο τέθηκε σε κλίβανο χωρητικότητας 27m³ και καιγόταν για 25 λεπτά, ενώ μετρήθηκε η πυκνότητα καπνού κατά την διάρκεια της καύσης αλλά και 40 λεπτά μετά το τέλος της δοκιμής.

Η πυκνότητα του καπνού ήταν σε ικανοποιητικά επίπεδα και έτσι πέρασε την δοκιμή το καλώδιο και εγκρίθηκε για κυκλοφορία.



Κατά την διάρκεια της δοκιμής



Στο τέλος της δοκιμής

Προσφορά της NEXANS

3. IEC 60332-1-2 (διάδοση φλόγας)

Το συγκεκριμένο καλώδιο, εκτέθηκε σε θερμοκρασία 800°C για διάστημα 20 ή 40 λεπτών. Ανάλογα με την κατηγορία που ανήκει.

Οι κατηγορίες είναι οι εξής:

Κατηγορία Α: 40 λεπτά
Κατηγορία Β: 40 λεπτά
Κατηγορία Γ: 20 λεπτά

} ταξινόμηση ανάλογα
με την διάρκεια
της δοκιμής

Κατηγορία Α: 7 l/m από το καιγόμενο υλικό
Κατηγορία Β: 3.5 l/m από το καιγόμενο υλικό
Κατηγορία Γ: 1.5 l/m από το καιγόμενο υλικό

} ταξινόμηση ανάλογα
με την ποσότητα
καμμένου υλικού

Αφού τελειώσει το πείραμα παρατηρούμε αν διαδόθηκε η φωτιά και κατά πόσο παραπάνω από την πηγή. Το συγκεκριμένο καλώδιο δεν μετέφερε την φωτιά σε ύψους μεγαλύτερο από 2,5 μέτρα από την πηγή.



Κατά την διάρκεια της δοκιμής



Στο τέλος της δοκιμής

Προσφορά της NEXANS

Αφού είδαμε πως συμπεριφέροντε τα συγκεκριμένα καλώδια την στιγμή που καλούνται να ανταποκριθούν στις συνθήκες για τις οποίες τα δημιούργησαν οι μηχανικοί, πάμε να δούμε μερικές εφαρμογές αυτών των καλωδίων αλλά και γιατί τα χρησιμοποιούμε εκεί και τι επιθυμούμε.

Εφαρμογές

Σε κάποιες περιπτώσεις, λόγω του περιορισμένου οξυγόνου (σήραγγες, μετρό) αλλά και λόγω του περιορισμένου χώρου (σήραγγες, μετρο, πλοία, νοσοκομεία, αεροδρόμια), απαιτούμε σε περίπτωση ατυχήματος-πρόκλησης προβλήματος, αν προκληθεί φωτιά η οποία οφείλεται σε βραχυκύκλωμα ή γενικότερα σε δυσλειτουργία των καλωδίων να

- μην διαδοθεί περαιτέρω από την εστία (**IEC 60332-1-2 διάδοση φλόγας**) για να μην κινδυνεύσουν άμεσα ανθρώπινες ζωές
- μην διαδοθεί γρήγορα (**IEC 60332-3-22 έως 24 βραδύτητα καύσης**) ώστε να προλάβει να απομακρυνθεί ο κόσμος από την εστία για να μην έχουμε δυσάρεστες συνέπειες,
- μην δημιουργούνται (κατά την διάρκεια της καύσης των καλωδίων) αέρια παραγόμενα καύσης έτσι ώστε να επηρεάζουν τον άνθρωπο και γενικότερα αδύναμες ομάδες όπως, ασθενείς σε νοσοκομεία ή άτομα με αναπνευστικά προβλήματα γενικότερα (**IEC 60754-1 & IEC 60754-2 αλογονα και διαβρωτικότητα αερίων καύσης**),
- να είναι μικρή η πυκνότητα του καπνού (σε περίπτωση καύσης του καλωδίου) ώστε να μην δημιουργείται ελάττωση στη μετάδοση του φωτός ώστε να μην προκαλείται πρόβλημα όρασης σε περίπτωση εκκένωσης του χώρου (**IEC 61034-1 & IEC 61034-2 πυκνότητα καπνού**),
- αντέχουν για κάποιο χρονικό διάστημα 30, 60, 90, 180 λεπτών ώστε, να υπάρχει ισχύς στα συγκεκριμένα καλώδια για να τροφοδοτούν κάποιο κύκλωμα φώτων ώστε να οδηγηθούμε εκεί που θέλουμε (έξοδος κινδύνου), (**IEC 60331 ακεραιότητα μόνωσης/ανθεκτικότητα σε φωτιά και Din 4102 μέρος 12 ακεραιότητα κυκλώματος**)

Εφαρμογές σε σήραγγες



Εφαρμογές σε μετρό



Εφαρμογές σε αεροδρόμιο



Εφαρμογές σε νοσοκομεία



Εφαρμογές σε πλοία



25.6.Φωτοβολταικα

Γενικά

Στην καθημερινή μας ζωή το ευρέως χρησιμοποιούμενο καύσιμο για παραγωγή ενέργειας είναι το πετρέλαιο. Όμως καθημερινά όλοι μας ακούμε πως τα κοιτάσματα πετρελαίου παγκοσμίως αρχίζουν να μειώνονται δραματικά και αυτό γιατί η χρήση τους έχει γίνει πολύ συχνότερη από ότι τα παλιότερα χρόνια. Έτσι ο άνθρωπος, έχοντας ανάγκη την ενέργεια, αφού την έκανε μέρος της καθημερινής του ζωής, αναγκάστηκε να προνοήσει για την ημέρα που θα έχουν τελειώσει παγκοσμίως τα κοιτάσματα πετρελαίου, αναζητώντας άλλου είδους πηγές ενέργειας και περισσότερο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Έτσι, έκανε έρευνα πάνω σε μια πλήρως ανανεώσιμη ενέργεια, την ηλιακή ενέργεια και είδε πως δεν μπορεί να καλύψει όλη την ζήτηση ενέργειας από αυτήν μόνο την πηγή όμως μπορεί να καλύψει ένα μικρό μέρος της αλλά με καύσιμο-ενεργεία που είναι δωρεάν σε όλους.

Έτσι σιγά-σιγά ολοένα και περισσότερες εφαρμογές βασίζονται στην ηλιακή ενεργεία αφού οι προσδοκίες των επιστημόνων για ακόμα πιο αποδοτικά φωτοβολταικα συστήματα είναι μεγάλες. Ο μεγάλος αυτός κλάδος των φωτοβολταικων γνωρίζει μεγάλη άνθιση αυτή την εποχή και ιδιαίτερα στη χώρα μας, αφού υπάρχει αφθονία ηλιακής ενέργειας σχεδόν όλο τον χρόνο.

Τα φωτοβολταικά που είναι εγκατεστημένα σε οικίες είναι της τάξεως μερικών KW ενώ τα φωτοβολταικα πάρκα μπορούν να φθάσουν έως και μερικά MW.



Εφαρμογές καλωδίων

Τα πλαίσια, των φωτοβολταϊκών μπορεί να είναι εγκατεστημένα σχεδόν παντού, σε μια ταράτσα ενός σπιτιού, σε κάποιο οικόπεδο κοντά σε εμάς αλλά και κάπου μακριά από εμάς όπου δεν μπορούμε να τα ελέγχουμε συχνά. Αυτό σημαίνει ότι σε περίπτωση πρόκλησης κάποιου προβλήματος δεν μπορούμε να επέμβουμε άμεσα, οπότε τα καλώδια θα πρέπει να είναι κάποιων ειδικών προδιαγραφών για να βελτιστοποιήσουμε την ασφάλεια μας αλλά και του χώρου που είναι εγκατεστημένα τα πανελ μας. Τα πανελ εκτιθονται σε μικρές θερμοκρασίες το χειμώνα αλλά και σε μεγάλες το καλοκαίρι. Αυτό σημαίνει πως θα πρέπει να πληρούν κάποιες προδιαγραφές, όμως το ίδιο ισχύει και για τα καλώδια τους.

Ας δούμε αναλυτικότερα με τι συνθήκες έρχονται αντιμέτωπα τα φωτοβολταϊκα συστήματα και πιο συγκεκριμένα τα καλώδια σύνδεσης τους αλλά και τι απαιτήσεις υπάρχουν. (τα παρακάτω καλώδια αφορούν την σύνδεση μεταξύ φωτοβολταϊκών πανελ αλλά και μεταξύ φωτοβολταϊκών πανελ και αντιστροφέα (inverter)).



Απαιτήσεις

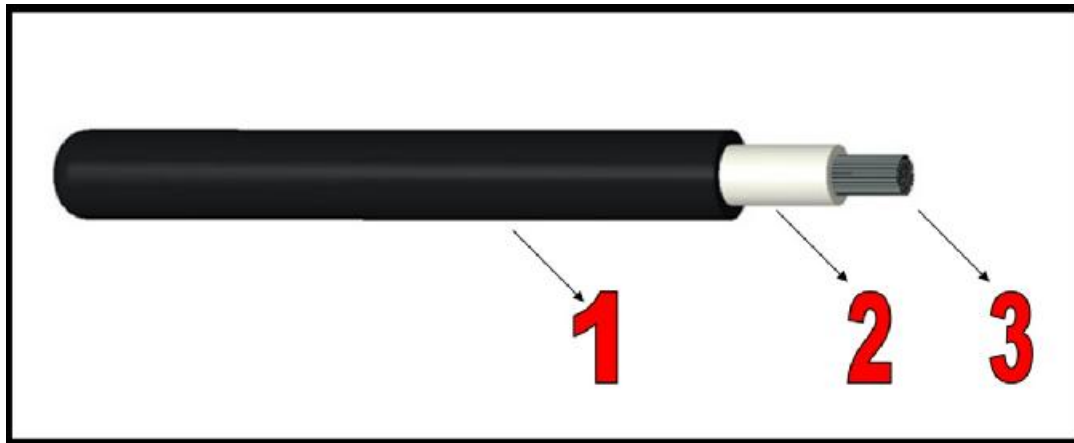
1. Μεγάλη διάρκεια ζωής (περίπου 30 χρόνια)
2. Ανθεκτικά σε αντίξοες καιρικές συνθήκες (από χειμωνιάτικες χιονοθύελλες με θερμοκρασίες κάτω από το μηδέν μέχρι τον καυτό ήλιο της ερήμου)
3. Αντίσταση στην υπεριώδη ακτινοβολία χωρίς υποβάθμιση των λειτουργικών του χαρακτηριστικών
4. Ευκαμψία για διευκόλυνση κατά την εγκατάσταση

Χαρακτηριστικά τυπικών καλωδίων σύνδεσης φωτοβολταϊκών συστημάτων

1. Τιμές λειτουργίας: 0,6KV έως 1KV
2. Αντοχή στις περιβαλλοντικές συνθήκες: σε ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας (από -40 °C μέχρι +120°C μέγιστη θερμοκρασία στον αγωγό)
3. Αντοχή (UV): πλήρη προστασία απέναντι στην υπεριώδη ακτινοβολία
4. Ελεύθερο από αλογονα, χαμηλής εκπομπής καπνού κατά την καύση, χαμηλής τοξικότητας και διάβρωσης.
5. Πυρασφαλές: επιβραδύνει τη διάδοση τόσο της φλόγας όσο και της πυρκαγιάς
6. Ευκαμπτο και εύκολα απογυμνώσω: για γρήγορη και εύκολη εγκατάσταση
7. Πιστοποιημένα από τους οργανισμούς LCIE, TÜV, UL και IMQ
8. Προσαρμοσμένο στις διαμέτρους των ήδη υπαρχόντων τύπων συνδέσμων
9. Πλήρως ανακυκλώσιμο: σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία για την προστασία του περιβάλλοντος.
10. Εύκολο στην εγκατάσταση με κατάλληλο χρωματικό κώδικα



Τυπικό καλώδιο σύνδεσης φωτοβολταϊκών συστημάτων



Τα καλώδια αποτελούνται από:

1. Εξωτερικός μανδύας από πολυολεφίνη
2. Μόνωση πολυολεφίνης, φυσικού χρώματος
3. Αγωγός από εύκαμπτο επικασιτερωμένο χαλκό

25.7.Ανεμογεννήτριες

Γενικά

Ο άνθρωπος αναζητώντας νέες πηγές ενέργειας, σκέφτηκε να πειραματιστεί με ακόμη ένα δωρεάν καύσιμο-ενέργεια που βρίσκεται σε αφθονία στο περιβάλλον, παγκοσμίως. Και το καλύτερο είναι ότι είναι πλήρως ανανεώσιμο και αυτό όπως και του ήλιου. Η ενέργεια αυτή είναι η ενέργεια που μπορούμε να πάρουμε από τον αέρα, αλλά ειδικότερα από τον άνεμο.

Άλλος ένας μεγάλος κλάδος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, άνοιξε με την εφαρμογή των ανεμογεννητριών σε παγκόσμιο επίπεδο. Ένας κλάδος που αναπτύσσεται αρκετά γρήγορα σε όλο τον κόσμο.

Όμως σε αντίθεση με τον κλάδο των φωτοβολταϊκών συστημάτων, οι ανεμογεννήτριες συνήθως εγκαθίστανται σε μεγαλύτερη κλίμακα, τύπου πάρκων και όχι για μεμονωμένη οικιακή χρήση. Όταν αναφερόμαστε σε πάρκα, μιλάμε για τα λεγόμενα αιολικά πάρκα που όλοι μας έχουμε ακουστά.

Τα αιολικά πάρκα συνήθως έως σχεδόν πάντα εξυπηρετούν μεγάλες εταιρείες παραγωγής ενέργειας, όπως στην Ελλάδα, την Δ.Ε.Η. Επίσης δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι γίνονται και επενδύσεις (σε μικρότερο βαθμό) από ιδιώτες.

Τα αιολικά πάρκα από άποψη ενέργειας είναι της τάξεως μερικών MW έως και λίγα GW.

Επίσης πρέπει να αναφέρουμε πως τα αιολικά πάρκα μπορούν να είναι χερσαία αλλά και θαλάσσια.



Χερσαίο αιολικό πάρκο



Θαλάσσιο-πλωτό αιολικό πάρκο

Εφαρμογές καλωδίων

Η διαρκής επέκταση της χρήσης των ανεμογεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δημιουργεί ολοένα και αυξανόμενες απαιτήσεις για τον εξοπλισμό των αιολικών πάρκων. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα καλώδια, τα οποία πρέπει να μεταφέρουν την ενέργεια στο δίκτυο διανομής. Τα αιολικά πάρκα εγκαθίστανται σε τοποθεσίες μακριά από κατοικήσιμες περιοχές οπότε θα πρέπει να είναι καταρχάς ασφαλές για την γύρο περιοχή αλλά και για τον άνθρωπο σε κάθε επιχείρηση συντήρησης αφού η εποπτεία των συστημάτων και η άμεση ανθρώπινη επέμβαση είναι αδύνατη.

Έτσι η όλη εγκατάσταση θα πρέπει να πληρεί κάποιες προδιαγραφές ασφαλείας τόσο στον τομέα της κατασκευής αλλά και άλλο τόσο στα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν όπως τα καλώδια για την ένωση των γεννητριών στο σύστημα αλλά και για την μεταφορά της ενέργειας στο δίκτυο.

Αν σκεφτούμε πως οπουδήποτε αναπτυχθεί μεγάλη θερμοκρασία υπάρχει μεγάλη πιθανότητα πρόκλησης πυρκαγιάς, καταλαβαίνουμε πόσο σημαντική είναι η σωστή επιλογή των ρευματοφόρων αγωγών (καλωδίων).

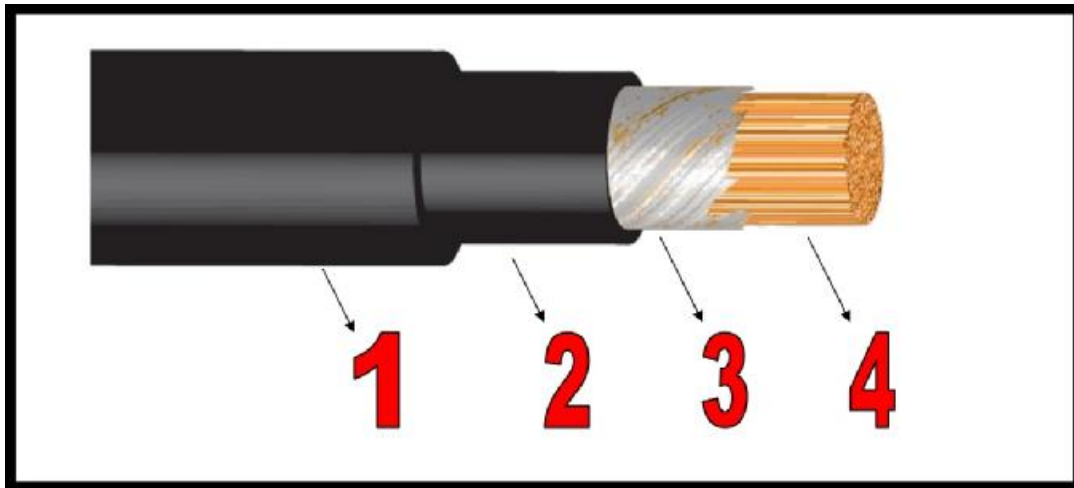
Απαιτήσεις

Σε ένα αιολικό πάρκο, οι κρίσιμοι παράγοντες για την επιλογή του κατάλληλου καλωδίου είναι η αντοχή σε στρεπτικές τάσεις εντός του κορμού των ανεμογεννητριών, η αντοχή στη θερμότητα και στις θερμοκρασιακές μεταβολές καθώς και η αντοχή σε χημικές ουσίες, ιδιαίτερα στο αλάτι, καθώς είναι συχνή η γειτνίαση των ανεμογεννητριών με το θαλάσσιο περιβάλλον. Επιπλέον, ακόμη και στην περίπτωση που ένα καλώδιο καεί, θα πρέπει να ικανοποιούνται μια σειρά από προδιαγραφές που σχετίζονται με τα προϊόντα της καύσης: η παρουσία τοξικών ουσιών θα πρέπει να ελαχιστοποιείται.

Χαρακτηριστικά ευρέως χρησιμοποιημένων καλωδίων

1. Τιμές λειτουργίας: 0.6KV έως 1KV
2. Χαμηλή αντίσταση
3. EPR/TPR μόνωση για το καλώδιο: -40oC/ +90oC αιχμή μέχρι +125oC (θήκη)
4. Πετρέλαιο, θαλασινό νερό, ανθεκτικό στην υπεριώδη ακτινοβ. και στο όζον
5. Άριστη συμπεριφορά στρέψης
6. Διαθέσιμη δοκιμή χρήσης 20 ετών
7. Χωρίς Αλογόνο
8. εγγύηση 12 ετών

Τυπικό καλώδιο σύνδεσης αιολικών πάρκων



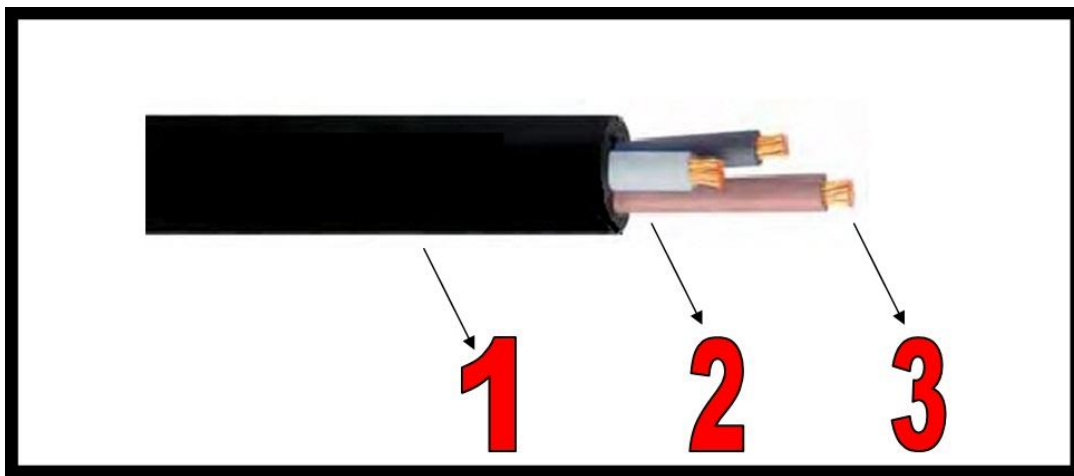
Το καλώδιο αποτελείται από:

1. 2^η στρώση εξωτερικού μανδύα
2. 1^η στρώση εξωτερικού μανδύα

3. Μόνωση από EPR/TPR
4. Αγωγός από επικασσιτερωμένο χαλκό

Επίσης χρησιμοποιείται και αυτός ο τύπος καλωδίου

Εφαρμογή σε ξηρούς, υγρούς ή βρεγμένους χώρους, στο ύπαιθρο. Για μέσες μηχανικές καταπονήσεις για κινητές ή σταθερές εγκαταστάσεις.



Το καλώδιο αποτελείται από:

1. Μανδύας ελαστικού
2. Μόνωση ελαστικού
3. Λεπτοπολύκλωνος αγωγός χαλκού

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1. ELECTRIC CABLES Handbook Third Edition, G.F. Moore**
- 2. ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ
ΕΝΑΡΜΟΝΗΣΗΣ**
- 3. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΜΕΣΗΣ ΚΑΙ
ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ, Ντοκόπουλος**
- 4. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ 757**
- 5. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ CABLEL HELLENIC CABLES**
- 6. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Β.Μ.
WEEDY & B.J. CORY**
- 7. www.cablel.gr**
- 8. www.nexans.com.gr**
- 9. www.fulgor.com.gr**
- 10. www.caledonian-cables.com.uk**

