



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥΣ
ΚΙΝΔΥΝΟΥΣ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ
MIG/MAG



ΑΔΑΜΑΚΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ

Επιβλέπων Καθηγητής:
Παπάζογλου Βασίλειος

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	7
1.1 Ιστορική εξέλιξη.....	7
1.2 Στατιστικά ατυχημάτων.....	8
2. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΤΟΞΟΥ ΜΕ ΤΗΚΟΜΕΝΟ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΟ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	10
2.1 Περιγραφή της μεθόδου.....	11
2.2 Χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός.....	17
3. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ.....	21
3.1 Κίνδυνοι για την ασφάλεια ή κίνδυνοι ατυχήματος.....	21
3.2 Κίνδυνοι για την υγεία.....	24
3.3 Εγκάρσιοι κίνδυνοι για την υγεία και την ασφάλεια.....	25
4. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥ.....	26
4.1 1 ^ο μοντέλο ασφαλείας- εξάλειψη πηγής κινδύνου.....	26
4.2 2 ^ο μοντέλο ασφαλείας- απομάκρυνση εργαζομένου.....	27
4.3 3 ^ο μοντέλο ασφαλείας- εφαρμογή μέτρων τεχνητής προστασίας.....	27
4.4 4 ^ο μοντέλο ασφαλείας- εφαρμογή μέτρων ατομικής προστασίας.....	28
4.5 5 ^ο μοντέλο ασφαλείας- σήμανση χώρων εργασίας.....	31
4.6 6 ^ο μοντέλο ασφαλείας- εκπαίδευση και επίβλεψη εργαζομένων.....	37
5. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ.....	38
5.1 Κίνδυνοι από το ηλεκτρικό ρεύμα.....	38
5.1.1 Φύση του ηλεκτρικού ρεύματος.....	40
5.1.2 Επιπτώσεις του ηλεκτρικού ρεύματος στον ανθρώπινο οργανισμό.....	41
5.1.3 Μέτρα προστασίας από το ηλεκτρικό ρεύμα.....	44
5.2 Κίνδυνοι πυρκαγιάς.....	48
5.2.1 Πυρκαγιά, καύση, ανάφλεξη.....	48
5.2.2 Επιπτώσεις της πυρκαγιάς στον άνθρωπο.....	50
5.2.3 Κίνδυνοι πυρκαγιάς κατά την ηλεκτροσυγκόλληση.....	51
5.2.4 Πυροπροστασία.....	53
5.3 Εργασία σε περιορισμένους χώρους.....	64
5.3.1 Κίνδυνοι σε περιορισμένους χώρους.....	65
5.3.2 Καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.....	76
5.3.3 Έκδοση πιστοποιητικού απαλλαγής από επικίνδυνα αέρια (Gas Free Certification), Ελληνική νομοθεσία.....	77
5.4 Φιάλες αερίων υπό πίεση.....	79
6. ΠΗΓΕΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ.....	84
6.1 ΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	84
6.1.1 Ταξινόμηση επικινδύνων χημικών ουσιών.....	84
6.1.2 Ορισμοί και έννοιες.....	86
6.1.3 Δελτία δεδομένων ασφαλείας προϊόντων.....	89
6.1.4 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO).....	90
6.1.5 Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂).....	91
6.1.6 Μονοξείδιο του αζώτου (NO).....	92
6.1.7 Διοξείδιο του αζώτου (NO ₂).....	95
6.1.8 Ευγενή αέρια και άζωτο (He, Ar, N ₂).....	96
6.1.9 Όζον (O ₃).....	98
6.1.10 Φωσγένιο (COCl ₂).....	100
6.1.11 Καπνός- ατμοί μετάλλων.....	102
6.1.12 Προστασία από χημικούς παράγοντες.....	116

6.2	ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	123
6.2.1	Υπέρυθρη ακτινοβολία (IR).....	123
6.2.2	Ορατό φως	126
6.2.3	Υπεριώδης ακτινοβολία	129
6.2.4	Ιοντίζουσες ακτινοβολίες.....	135
6.2.5	Θόρυβος	147
7.	ΕΡΓΟΝΟΜΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ	167
7.1	Μυοσκελετικές παθήσεις/ εργονομικοί παράγοντες.....	168
7.2	Μυοσκελετικές παθήσεις κατά τη συγκόλληση MIG/ MAG.....	171
7.3	Προστασία από εργονομικούς κινδύνους	174
8.	ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	179
9.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	180

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διπλωματική εργασία αυτή πραγματεύεται τις μεθόδους και τα μέσα προστασίας από τους επαγγελματικούς κινδύνους που προκύπτουν κατά την ηλεκτροσυγκόλληση με τηκόμενο ηλεκτρόδιο και προστατευτικό αέριο. Εξετάζεται κατά κύριο λόγο η προστασία από κινδύνους που συνδέονται άμεσα με τη διαδικασία της συγκόλλησης, αλλά και από κινδύνους που είναι αρκετά συνηθισμένοι στο περιβάλλον εργασίας ενός ηλεκτροσυγκολλητή, ακόμα και αν δεν προκύπτουν από τη διαδικασία της ηλεκτροσυγκόλλησης αυτή καθ' αυτή.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ιστορική εξέλιξη της μεθόδου και στατιστικά ατυχημάτων όπως αυτά δημοσιεύονται στο ετήσιο δελτίο ατυχημάτων του ΙΚΑ για το 2006.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μέθοδος της ηλεκτροσυγκόλλησης με τηκόμενο ηλεκτρόδιο και προστατευτικό αέριο. Αναλύονται οι βασικές παράμετροι της μεθόδου και περιγράφεται ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια ταξινόμηση των επαγγελματικών κινδύνων γενικά, όπως αυτοί θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα έξι μοντέλα αντιμετώπισης του επαγγελματικού κινδύνου.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι κίνδυνοι και οι πηγές κινδύνων για την ασφάλεια που προκύπτουν κατά τις συγκολλήσεις MIG/MAG και οι τρόποι προστασίας από αυτούς. Επίσης παρουσιάζονται οι κίνδυνοι κατά την εργασία σε περιορισμένους χώρους, κάτι το οποίο είναι πολύ σύνηθες κατά τις ναυπηγοεπισκευαστικές εργασίες.

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύονται οι παράγοντες κινδύνων για την υγεία και παρουσιάζονται οι οριακές τιμές έκθεσης και οι τρόποι προστασίας.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι εργονομικοί κίνδυνοι κατά την ηλεκτροσυγκόλληση, αλλά και γενικά κατά την εργασία του ηλεκτροσυγκολλητή, και αναλύονται οι τρόποι προστασίας από τέτοιου είδους κινδύνους.

Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο περιγράφονται τα τελικά συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή της σχολής Ναυπηγών Μηχ. Μηχ. κ. Παπάζογλου Βασίλειο, τον Υ.Δ. του τομέα Θαλασσίων Κατασκευών κ. Τσαρακλή Ζαχαρία, την κ. Δαΐκου Αφροδίτη εργαζόμενη του Κέντρου Τεκμηρίωσης –

Πληροφόρησης του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε., και τις κ. Θωμαδάκη Φανή και Καψάλη Κων/να, βιβλιοθηκονόμους, υπαλλήλους της βιβλιοθήκης του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε., για την πολύτιμη βοήθειά τους κατά την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

1.1 Ιστορική εξέλιξη

Η εξέλιξη της συγκόλλησης με τη χρήση βολταϊκού τόξου ξεκινά στις αρχές του 19^{ου} αιώνα με την ανακάλυψη του βολταϊκού (ηλεκτρικού) τόξου από τον Humphry Davy το 1800, οπότε και άρχισε να χρησιμοποιείται για τη συγκόλληση μετάλλων με τη βοήθεια ηλεκτροδίων άνθρακα. Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα εφευρέθηκαν τα μεταλλικά ηλεκτρόδια για αυτή τη χρήση από τους N. G. Slavianoff και C. L. Coffin, ενώ γύρω στα 1900 ο A.P. Strohmenger παρουσίασε στη Μ. Βρετανία το πρώτο επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο προσφέροντας έτσι μεγαλύτερη σταθερότητα στο τόξο. Η ανάπτυξη πάνω στις επενδύσεις των ηλεκτροδίων συνεχίστηκε. Αργότερα οι επενδύσεις προσέφεραν πέρα από τη σταθερότητα του τόξου και προστασία από διάφορα ελαττώματα και ατέλειες στο βασικό μέταλλο που προέκυπταν από τη διαδικασία.

Κατά τη διάρκεια του Α' Παγκοσμίου Πολέμου η ηλεκτροσυγκόλληση διαδόθηκε ακόμα περισσότερο με αποκορύφωμα την κατασκευή στη Μ. Βρετανία του Fulagar, του πρώτου πλοίου με εξ' ολοκλήρου συγκολλητή γάστρα, ενώ στις Η.Π.Α. χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος αυτή κυρίως για τις επισκευές πολεμικών σκαφών. Το 1920 ο P. O. Nobel εφηύρε μια μέθοδο κατά την οποία χρησιμοποιούταν γυμνό ηλεκτρόδιο, συνεχές ρεύμα και ρύθμιζε την τροφοδοσία του σύρματος μέσω της τάσης του τόξου. Δε προστατευόταν από κάποιο αέριο γιατί τα αέρια προστασίας δεν είχαν εξελιχθεί παρά μόνο αργότερα τη δεκαετία αυτή, οπότε και προτάθηκαν λύσεις για τις επιπτώσεις του οξυγόνου και του αζώτου της ατμόσφαιρας. Τα αέρια που χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο και σήμερα ήταν το αργό, το ήλιο και το υδρογόνο. Η πατέντα του Alexander το 1926 θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελεί τον πρόγονο των μεθόδων που σήμερα είναι γνωστές ως ημιαυτόματες συγκολλήσεις MIG/MAG. Περαιτέρω έρευνα έδωσε τη δυνατότητα για ηλεκτροσυγκόλληση μετάλλων όπως το αλουμίνιο και το μαγνήσιο. Όλα τα παραπάνω μαζί με τη συνεχή έρευνα και ανάπτυξη των μεθόδων ηλεκτροσυγκόλλησης οδήγησαν στη σημαντική διάδοσή τους μέχρι και το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο.

Η ημιαυτόματη μέθοδος ηλεκτροσυγκόλλησης με προστατευτικό αέριο όπως είναι γνωστή σήμερα τελικά ανακαλύφθηκε το 1948 από τους Hobart και Devers στο

Battelle Memorial Institute. Χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρόδιο μικρότερης διαμέτρου από αυτά των υπόλοιπων μεθόδων από αλουμίνιο, πηγή συνεχούς ρεύματος και αργό σαν αέριο προστασίας. Το μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου ήταν ο υψηλός ρυθμός απόθεσης, αλλά το μεγάλο κόστος των αερίων προστασίας περιόριζε τη χρήση της σε μη σιδηρούχα υλικά. Η χρήση της μεθόδου και για τη συγκόλληση χαλύβων διαδόθηκε όταν το 1953 προτάθηκε η χρήση CO₂ (ενεργό αέριο) σε συνδυασμό με χαλύβδινα ηλεκτρόδια μεγαλύτερης διαμέτρου.

Σήμερα αποτελεί την πλέον διαδεδομένη μέθοδο ηλεκτροσυγκόλλησης με εφαρμογές στην αυτοκινητοβιομηχανία, τη ναυπηγική βιομηχανία και στις μεταλλικές κατασκευές γενικά, ενώ είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται κατά τη συγκόλληση με ρομπότ στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων.

1.2 Στατιστικά ατυχημάτων

Σύμφωνα με στοιχεία του ΙΚΑ για το έτος 2006, τα οποία είναι και τα πιο πρόσφατα που διατίθενται μέσω του Δελτίου Εργατικών Ατυχημάτων, καταγράφηκαν 12.845 εργατικά ατυχήματα (6,3 εργατικά ατυχήματα ανά 1000 εργαζόμενους) από τα οποία τα 103 ήταν θανατηφόρα. Σε σχέση με το προηγούμενο έτος τα εργατικά ατυχήματα ήταν μειωμένα κατά 6,6% σε απόλυτο αριθμό (13.755 εργατικά ατυχήματα το 2005) και ο αριθμός εργατικών ατυχημάτων ανά 1000 εργαζόμενους κατά 9,7% (7 εργατικά ατυχήματα ανά 1000 εργαζόμενους το 2005). Παρακάτω παρουσιάζονται τα ατυχήματα αυτά ανά επάγγελμα και τραυματισθέν μέρος του σώματος.

ISCO-08 (COM)	ΕΠΑΓΓΕΛΜΑ	Κεφάλι Head	Λαιμός Neck	Πόλη Back	Κορμός και όργανα Torso and organs	Άνω Άκρα Upper extremities	Κάτω Άκρα Lower extremities	Ολόκληρο το σώμα και πολλά σημεία Whole body and multiple sites	ΣΥΝΟΛΟ TOTAL	%	OCCUPATION
	Άγνωστο	7	3			18	14	3	45	0,35	Unknown
11	Μέλη βουλευομένων σωμάτων, ανώτερα διοικητικά στελέχη της Δημόσιας Διοίκησης και των Οργανισμών Ειδικών συμφερόντων				1	2	1		4	0,03	Legislators and senior officials
12	Διευθύνοντες και ανώτερα στελέχη μεγάλων δημόσιων και ιδιωτικών επιχειρήσεων, οργανισμών	1	1	1			2		5	0,04	Corporate managers
13	Διευθύνοντες επιχειρηματίες και προϊστάμενοι μικρών δημόσιων ή ιδιωτικών επιχειρήσεων						1		1	0,01	General managers
21	Φυσικοί, Μαθηματικοί, Αρχιτέκτονες, Μηχανικοί, α.σ.ε.	6	1	1	5	12	6	1	32	0,25	Physical, mathematical and engineering science professionals
22	Βιολόγοι, Ιατροί, α.σ.ε.	4	1			2	12	1	20	0,16	Life science and health professionals
23	Εκπαιδευτικοί			1	4	4	12	1	22	0,17	Teaching professionals
24	Λογιστές και άλλα στελέχη επιχειρήσεων, νομικοί, πρόσωπα που ασκούν επιστημονικά, καλλιτεχνικά και συναφή επαγγέλματα	2	1	2	1	2	7	4	19	0,15	Other professionals
31	Τεχνολόγοι, τεχνικοί βοηθοί των επιστημών φυσικής, μηχανικής, α.σ.ε.	11	1	1	2	27	35	4	81	0,63	Physical and engineering science associate professionals
32	Τεχνολόγοι, τεχνικοί βοηθοί των επιστημών βιολογίας και υγείας	4	2	4	7	18	12	9	56	0,44	Life science and health associate professionals
33	Βοηθητικό διδακτικό προσωπικό	1	1				1		3	0,02	Teaching associate professionals
34	Πωλητές, Κρηματοστές, κτηματομεσίτες, απασχολούμενοι στην εξυπηρέτηση επιχειρήσεων, α.σ.ε.	12	4	9	7	21	51	7	111	0,86	Other associate professionals
41	Υπάλληλοι γραφείου	43	24	17	26	139	237	34	520	4,05	Office clerks
42	Υπάλληλοι εξυπηρέτησης πελατών	15	4	6	5	55	58	7	150	1,17	Customer service clerks
51	Παροχή προσωπικών υπηρεσιών και προστασίας	34	10	18	31	245	201	22	561	4,36	Personal and protective service workers
52	Μοντέλα, πωλητές, α.σ.ε.	50	12	37	45	422	306	22	854	6,56	Models salespersons and demonstrators
61	Ειδικευμένοι αγροεργάτες, αλιεργάτες, κτηνοτρόφοι, πτηνοτρόφοι, δασοκόμοι, υλοτόμοι, επαγγελματίες κληνηοί	10		4	10	39	45	2	110	0,86	Skilled agricultural and fishery workers
71	Μεταλλωρύχοι, λατόμοι, τεχνίτες ανέγερσης και αποπεράτωσης κτηρίων και άλλων δομικών έργων	345	21	116	190	986	748	93	2.499	19,46	Extraction and building trade workers
72	Χύτες, συγκολλητές, ελασματοουργοί, τεχνίτες δομικών κατασκευών, σιδηρουργοί, α.σ.ε., μηχανικοί, εφαρμοστές ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού	125	11	35	53	656	392	39	1.311	10,21	Metal, machinery and related trades workers
73	Εργασίες ακριβείας, χειροτέχνες τυπογράφοι και συναφή	7	1	4	2	70	28	4	116	0,90	Precision, handcraft, printing and related trade workers
74	Τεχνίτες τροφίμων, ζώου, υφαντουργίας, ειδών ενδύσεως, α.σ.ε.	21	6	7	18	286	69	4	411	3,20	Other craft and related trades workers
81	Χειριστές σταθερών βιομηχανικών εγκαταστάσεων	46	2	10	17	224	136	11	446	3,47	Stationary-plant and related operators
82	Χειριστές μηχανημάτων - συναρμολογητές	127	22	38	62	1009	373	35	1.666	12,97	Machine operators and assemblers
83	Οδηγοί και χειριστές κινητού εξοπλισμού	137	18	60	93	434	582	72	1.396	10,87	Drivers and mobile-plant operators
91	Πλανόδιοι πωλητές, οικιακοί βοηθοί	55	5	28	34	321	300	21	764	5,95	Sales and services elementary occupations
92	Ανεπίδευτοι αγροεργάτες - αλιεργάτες, α.σ.ε.	5	1	1	2	15	16	4	44	0,34	Agricultural, fishery and related labourers
93	Ανεπίδευτοι εργάτες ορυχείων, κατασκευών, μεταποίησης και μεταφορών	175	5	50	102	656	526	44	1.558	12,13	Labourers in mining, construction, manufacturing and transport
ΣΥΝΟΛΟ		1.243	157	450	717	5.663	4.171	444	12.845	100,0	TOTAL
%		9,7	1,2	3,5	5,6	44,1	32,5	3,5	100,0		%

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Αναφέρονται μόνο οι κωδικοί για τους οποίους υπάρχουν περιπτώσεις ατυχημάτων.
NB: Only codes where accidents occurred are included.

Πίνακας 1.1

Βλέπουμε στον πίνακα 1.1 ότι τα ατυχήματα τις κατηγορίας επαγγελματιών 72, στην οποία συγκαταλέγονται και οι ηλεκτροσυγκολλητές αποτελούν το 10,21% του συνόλου και αποτελούν την 5^η πιο επικίνδυνη κατηγορία με πρώτη αυτήν των μεταλλωρύχων, λατόμων κ.λ.π. Τα ατυχήματα αυτά αφορούν κυρίως τα άνω και κάτω άκρα (656 και 392 ατυχήματα επί συνόλου 1.311) και το κεφάλι (125 ατυχήματα).

2. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΤΟΞΟΥ ΜΕ ΤΗΚΟΜΕΝΟ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΟ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

(GAS METAL ARC WELDING – GMAW,
METAL INERT GAS/METAL ACTIVE GAS – MIG/MAG)

Η μέθοδος συγκόλλησης τόξου με τηκόμενο ηλεκτρόδιο και προστατευτικό αέριο (Gas Metal Arc Welding-GMAW) υιοθετήθηκε σε κάθε τομέα της βιομηχανίας χάρη στην απλότητά της σαν «χειροκίνητη» μέθοδος (εννοείται ημιαυτόματη, όπως συναντάται κατά κύριο λόγο), την αυξημένη παραγωγικότητά της σε σχέση με τη συγκόλληση με επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο και επίσης τις δυνατότητες για μηχανοποίηση και αυτοματοποίησή της. Κατά τη συγκόλληση με ρομπότ πρακτικά χρησιμοποιείται μόνο αυτή, ενώ παγκοσμίως μέσω αυτής πραγματοποιείται το 40% των συγκολλήσεων.

Η μέθοδος μπορεί να εκτελεστεί ημιαυτόματα, μηχανικά ή αυτόματα. Συνήθως πραγματοποιείται ημιαυτόματα, για αυτό και συχνά αναφέρεται εσφαλμένα ως «ημιαυτόματη συγκόλληση». Οι τρόποι πραγματοποίησης της μεθόδου επεξηγούνται στον πίνακα 2.1:

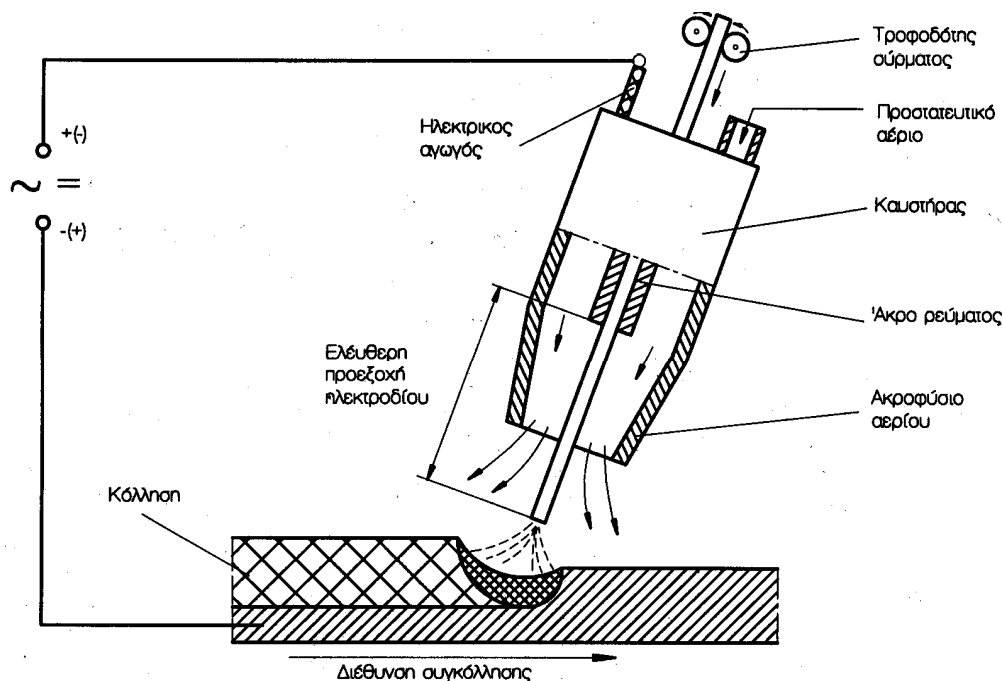
Παράμετρος	Χειροκίνητος τρόπος (π.χ. επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο)	Ημιαυτόματος τρόπος (GMAW)	Μηχανικός τρόπος (GMAW)	Αυτόματος τρόπος (GMAW)
Διατήρηση τόξου	Συγκολλητής	Μηχανικά	Μηχανικά	Μηχανικά
Παροχή εναποτιθέμενου υλικού	Συγκολλητής	Μηχανικά	Μηχανικά	Μηχανικά
Έλεγχος και ρύθμιση ταχύτητας συγκόλλησης	Συγκολλητής	Συγκολλητής	Μηχανικά	Μηχανικά
Καθορισμός πορείας συγκόλλησης	Συγκολλητής	Συγκολλητής	Συγκολλητής	Μηχανικά

Πίνακας 2.1

[Jeffus,1993]

2.1 Περιγραφή της μεθόδου

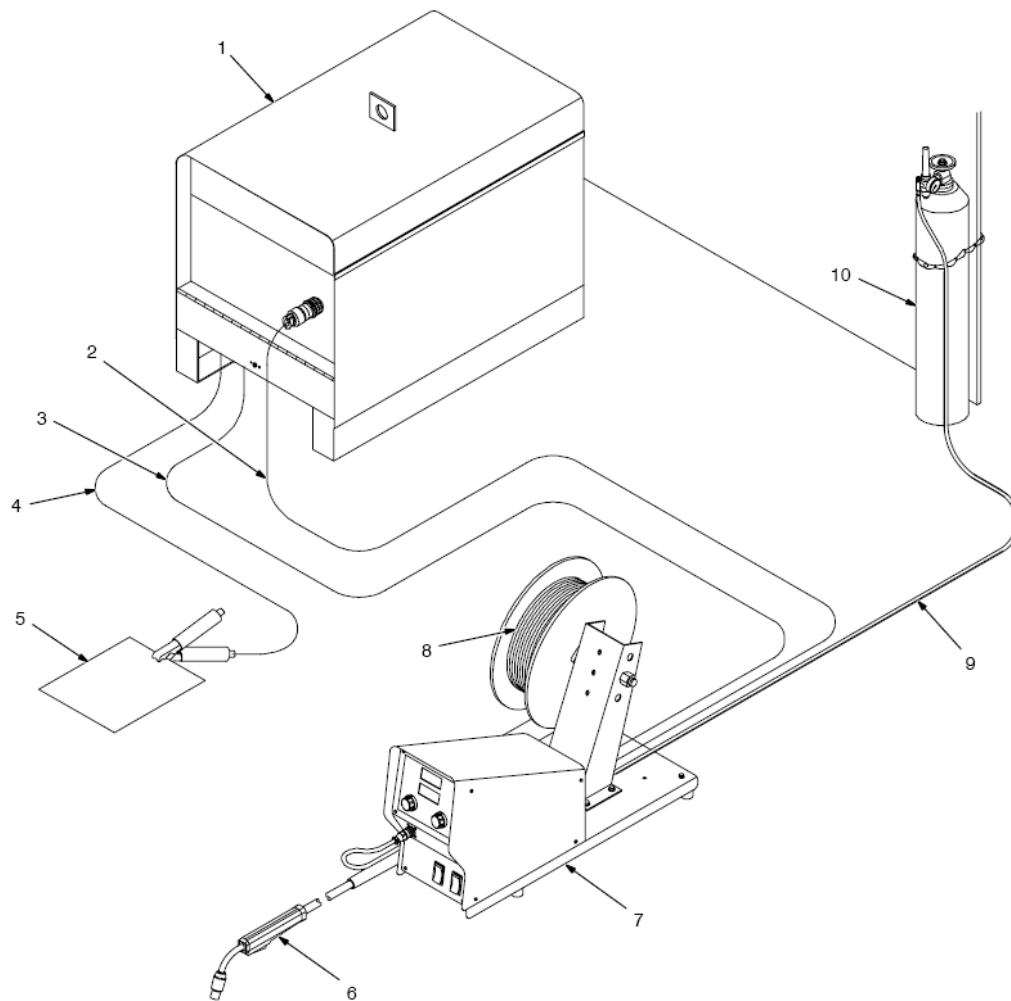
Κατά τη συγκόλληση MIG/MAG το συγκολλούμενο μέταλλο και το καταναλισκόμενο ηλεκτρόδιο με τη μορφή σύρματος τήκονται με θερμότητα που παράγεται από τόξο που σχηματίζεται μεταξύ του ηλεκτροδίου και του συγκολλούμενου μετάλλου. Το τόξο απομονώνεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα, αλλά και διατηρεί τη σταθερότητα και τα ιδανικά χαρακτηριστικά του από ένα προστατευτικό αέριο το οποίο μπορεί να είναι αδρανές (Ar, He) ή δραστικό (CO₂, H₂, O₂). Τα δραστικά αέρια χρησιμοποιούνται και ξεχωριστά αλλά κυρίως προστίθενται στα αδρανή.



Σχήμα 2.1

[Πηγή: Διαμαντούδης Θεοδόσιος, Συγκολλήσεις Μετάλλων, Θεσσαλονίκη, 2000]

Το σύρμα αποθηκεύεται σε καρούλι μέσα στη μηχανή και τροφοδοτείται μηχανικά από τροχούς κύλισης, μέσω εύκαμπτου σωλήνα στον καυστήρα συγκόλλησης (πιστόλι), όπου και έρχεται σε επαφή με την ηλεκτρική πηγή. Η ταχύτητα τροφοδοσίας ρυθμίζεται και εξαρτάται από το ρεύμα της συγκόλλησης. Από τον ίδιο αγωγό περνά η παροχή του προστατευτικού αερίου, η σύνδεση με την ηλεκτρική πηγή, η σύνδεση της σκανδάλης του πιστολιού με το σύστημα ελέγχου της μηχανής και η παροχή και η επιστροφή του ψυκτικού νερού, αν ο καυστήρας ψύχεται με νερό.

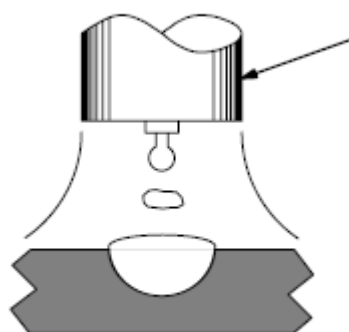


1) Πηγή ρεύματος, 2) Καλώδιο ελέγχου διακόπτη κυκλώματος / σύνδεση με την πηγή, 3) Σύρμα προς τροφοδοσία, 4) Σύνδεση προς συγκόλληση τεμαχίου με την πηγή / γείωση, 5) Τεμάχιο προς συγκόλληση, 6) Καυστήρας, 7) Τροφοδότης σύρματος, 8) Σύρμα - ηλεκτρόδιο, 9) Αγωγός προστατευτικού αερίου, 10) φιάλη προστατευτικού αερίου
 (Guidelines for GMAW, Miller Welds)

Τρόποι μεταφοράς του μετάλλου συγκόλλησης από το τόξο

1. μεταφορά με σταγόνες

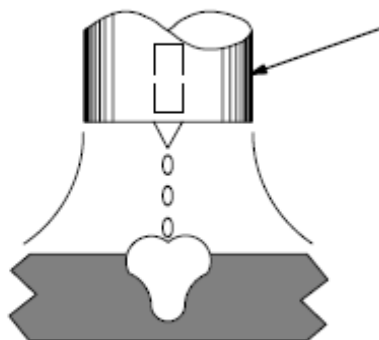
Για μικρές σχετικά εντάσεις ρεύματος (κάτω από 250 A) και με χρήση CO₂ στο άκρο του ηλεκτροδίου σχηματίζονται χοντρές σταγόνες τήγματος οι οποίες μεταφέρονται στο λουτρό της συγκόλλησης. Η μεταφορά δε γίνεται αξονικά και έχουμε μεγαλύτερο διασκορπισμό από ότι με άλλους τρόπους μεταφοράς. Ο διασκορπισμός μπορεί να μειωθεί με το να βρεθεί το τόξο κάτω από την επιφάνεια του λουτρού.



Σχήμα 2.3

2. μεταφορά με ψεκασμό

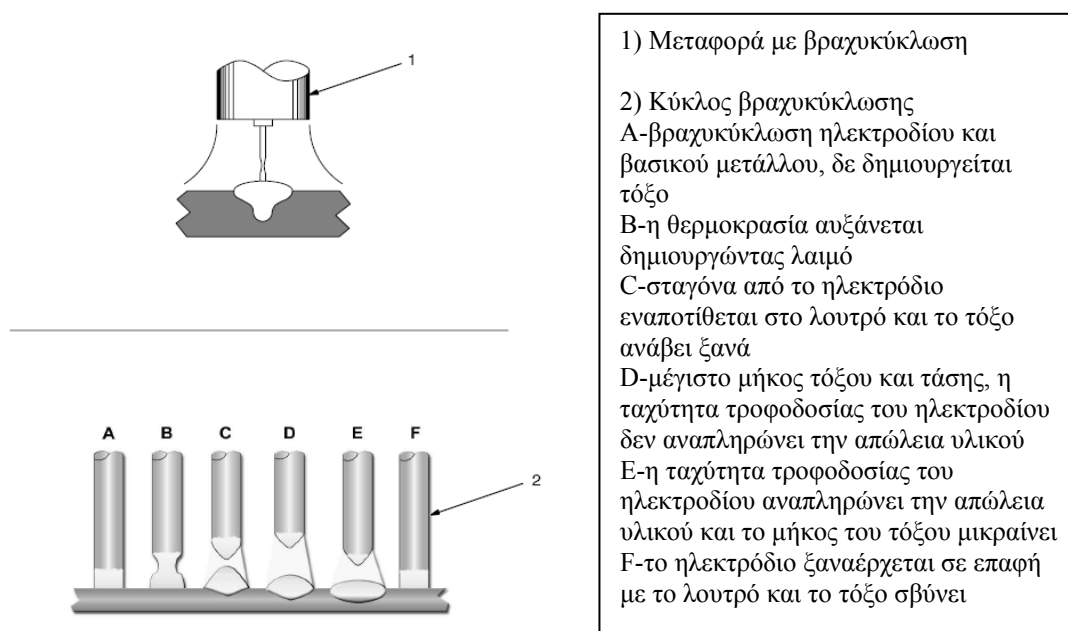
Για μεγαλύτερες εντάσεις ρεύματος, συνήθως πάνω από 250 A, ανάστροφη πολικότητα και με τη χρήση Ar στο προστατευτικό αέριο (80% κατ' ελάχιστο) το άκρο του ηλεκτροδίου γίνεται αιχμηρό, οι σταγόνες που σχηματίζονται είναι αρκετά πιο λεπτές και μεταφέρονται αξονικά στο λουτρό της συγκόλλησης. Ο διασκορπισμός εδώ είναι μικρός.



Σχήμα 2.4

3. μεταφορά με βραχυκύκλωση

Μεταφορά με βραχυκύκλωση έχουμε σε εντάσεις ρεύματος μέχρι 200 A, ανάστροφη πολικότητα και με χρήση CO₂ ή μίγματος 75% Ar – 25% CO₂. Το μέταλλο συγκόλλησης μεταφέρεται με επαφή από το ηλεκτρόδιο στο λουτρό συγκόλλησης. Κατά τη στιγμή αυτή το τόξο σβήνει και ανάβει πάλι όταν μεταφερθεί μια σταγόνα τήγματος. Τότε δημιουργείται εκ νέου σταγόνα στο άκρο του ηλεκτροδίου η οποία δεν αποκόπτεται από το ηλεκτρόδιο παρά μόνο όταν έρθει ξανά σε επαφή με το λουτρό.



Σχήμα 2.5

2.1.1 Παράμετροι της μεθόδου

Οι βασικές παράμετροι της μεθόδου είναι οι εξής (Διαμαντούδης, 2000):

- Ο τύπος και η ένταση του ρεύματος
- Η ταχύτητα τροφοδοσίας σύρματος (εξαρτάται από τα παραπάνω)
- Η τάση του τόξου
- Η ταχύτητα συγκόλλησης
- Το είδος και η παροχή του προστατευτικού αερίου
- Η διάμετρος του σύρματος
- Το μήκος της προεξοχής του ηλεκτροδίου
- Η κλίση του ηλεκτροδίου ως προς το συγκολλούμενο αντικείμενο

Κατά κύριο λόγο οι συγκολλήσεις MIG/MAG πραγματοποιούνται με συνεχές ρεύμα και ανάστροφη πολικότητα (το ηλεκτρόδιο θετικά φορτισμένο). Με μικρές εντάσεις ρεύματος έχουμε μεταφορά με σταγόνες. Ο διασκορπισμός είναι σημαντικός με τη χρήση CO₂ ενώ δεν υπάρχει με τη χρήση αδρανών αερίων. Με την αύξηση της έντασης του ρεύματος πάνω από μια κρίσιμη τιμή η μεταφορά γίνεται με ψεκασμό. Η κρίσιμη ένταση εξαρτάται από το μέταλλο του ηλεκτροδίου, το προστατευτικό αέριο, την τάση του τόξου, την ταχύτητα τροφοδοσίας σύρματος, τη διάμετρο του ηλεκτροδίου και το μήκος προεξοχής του ηλεκτροδίου. Η μεταφορά με βραχυκύκλωση γίνεται με ένταση ρεύματος και τάση τόξου χαμηλότερες από αυτές κατά τη μεταφορά με σταγόνες.

Η ένταση ρεύματος καθορίζει την ταχύτητα τροφοδοσίας του σύρματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του ρεύματος χοντρικά τόσο πιο γρήγορα τήκεται το σύρμα και επομένως τόσο πιο γρήγορα πρέπει να αναπληρώνεται. Επίσης με την αύξηση της έντασης αυξάνεται ο ρυθμός και η διεισδυτικότητα της συγκόλλησης. Συνήθως οι συγκολλήσεις που εκτελούνται ημιαυτόματα πραγματοποιούνται με μεσαίες τιμές έντασης ούτως ώστε ο χειριστής να προλαβαίνει να μετακινεί τη χειρολαβίδα και παράλληλα να επιτυγχάνει υψηλές ταχύτητες συγκόλλησης. Κυμαίνεται από 100 μέχρι 600A (ακραίες περιπτώσεις, για συγκόλληση χαλύβων μέχρι 250A). Η ταχύτητα τροφοδοσίας του σύρματος κυμαίνεται από 2,5 έως 50m/min (συνήθως 2-10m/min).

Η τάση του τόξου καθορίζει το πλάτος του κορδονιού και την έκταση του διασκορπισμού κυρίως. Όσο μεγαλύτερη είναι η τάση τόσο μεγαλύτερο διασκορπισμό και μεγαλύτερο πλάτος κορδονιού έχουμε, ενώ η υπερβολική αύξηση δημιουργεί πορώδες και υποκοπές. Υπερβολική μείωση της τάσης δημιουργεί εκροές. Κυμαίνεται από 10 μέχρι 40V.

Το είδος του προστατευτικού αερίου εξαρτάται από το είδος του μετάλλου που πρόκειται να συγκολληθεί καθώς και από τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του τόξου. Η προσθήκη για παράδειγμα CO₂ σε αδρανή αέρια συμβάλλει στη σταθερότητα του τόξου, τη μείωση του διασκορπισμού και στην αύξηση της ταχύτητας συγκόλλησης κατά συνέπεια με τη δυνατότητα που προσφέρει για μεγαλύτερη τάση. Στον πίνακα 2.2 παρουσιάζονται οι εφαρμογές των προστατευτικών αερίων ανάλογα με το είδος του συγκολλούμενου μετάλλου.

Προστατευτικό αέριο	Χημική συμπεριφορά	Συγκολλούμενα μέταλλα
Ar	αδρανές	Όλα τα μέταλλα εκτός των ανθρακοχαλύβων
He	αδρανές	Al, Cu και κράματά του, κράματα Mg
Ar + 20-80% He	αδρανές	Al, Cu και κράματά του, κράματα Mg
N ₂	αναγωγικό	Cu
Ar + 20-25% N ₂	αναγωγικό	Cu καλύτερη έναυση τόξου από ότι με καθαρό N ₂
Ar + 1-2% O ₂	ελαφρά οξειδωτικό	Ανοξείδωτοι και κραματωμένοι χάλυβες
Ar + 3-5% O ₂	οξειδωτικό	Ανθρακοχάλυβες και ελαφρά κραματωμένοι χάλυβες
CO ₂	οξειδωτικό	Ανθρακοχάλυβες
Ar + 20-50% CO ₂	οξειδωτικό	Ανθρακοχάλυβες και ελαφρά κραματωμένοι χάλυβες
Ar + 10% CO ₂ + 5% O ₂	οξειδωτικό	Ανθρακοχάλυβες και ελαφρά κραματωμένοι χάλυβες
CO ₂ + 20% O ₂	οξειδωτικό	Ανθρακοχάλυβες και ελαφρά κραματωμένοι χάλυβες
90% He + 7.5% Ar + 2.5% CO ₂	ελαφρά οξειδωτικό	Ανοξείδωτοι χάλυβες, μεταφορά με βραχυκύκλωση
60% He + 35% Ar + 5% CO ₂	οξειδωτικό	Ελαφρά κραματωμένοι χάλυβες, μεταφορά με βραχυκύκλωση

Πίνακας 2.2

[Πηγή: Διαμαντούδης Θεοδόσιος, Συγκολλήσεις Μετάλλων, Θεσσαλονίκη, 2000]

Η παροχή του προστατευτικού αερίου θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζεται η επαρκής προστασία της συγκόλλησης από τον ατμοσφαιρικό αέρα και η πραγματοποίησή της σε ωφέλιμες θερμικές και μεταλλουργικές συνθήκες. Επίσης πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν και πιθανό ρεύμα αέρα που απομακρύνει το προστατευτικό αέριο (σε εργασίες σε εξωτερικούς χώρους). Πρακτικά η παροχή καθορίζεται σαν $1l/min$ ανά χιλιοστό της διαμέτρου του ακροφυσίου του καυστήρα.

Η διάμετρος του σύρματος καθορίζει την πυκνότητα του ρεύματος συγκόλλησης και κατά συνέπεια το βάθος διείσδυσής της και τον τρόπο μεταφοράς του μετάλλου συγκόλλησης. Σύρματα μικρής διαμέτρου από 0,4 έως 1,2mm χρησιμοποιούνται για τη συγκόλληση λεπτών ελασμάτων, σύρματα διαμέτρου από 1,2 έως 4mm χρησιμοποιούνται κυρίως κατά την ημιαυτόματη και αυτόματη συγκόλληση με τόξο βραχυκύκλωσης.

Το μήκος της προεξοχής του ηλεκτροδίου επιδρά στη συσσώρευση θερμότητας στο άκρο του ηλεκτροδίου. Με την αύξηση του μήκους αυτού για συσκευές συνεχούς τάσης η συσσώρευση θερμότητας μειώνεται, λόγω πτώσης του ρεύματος και έτσι η ταχύτητα εναπόθεσης είναι μικρότερη. Αν αυξηθεί το μήκος της προεξοχής με σταθερό ρεύμα τότε η ταχύτητα τήξης και επομένως η ταχύτητα εναπόθεσης αυξάνεται. Κατά τη μεταφορά με βραχυκύκλωση το μήκος αυτό κυμαίνεται από 6 έως 12mm, ενώ κατά τη μεταφορά με ψεκασμό από 12 έως 25mm.

Με την κλίση του καυστήρα προς τη φορά της συγκόλλησης επιτυγχάνεται μεγαλύτερη διείσδυση, στενότερη και ψηλότερη ραφή, ενώ με αντίθετη κλίση έχουμε μικρότερη διείσδυση, πλατύτερη και χαμηλότερη ραφή.

2.2 Χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται αποτελείται από τον καυστήρα, τη μονάδα αποθήκευσης και τροφοδοσίας του σύρματος, την πηγή ρεύματος, τη φιάλη ή τις φιάλες προστατευτικού αερίου και το σύστημα παροχής, το σύστημα ελέγχου και τα απαραίτητα καλώδια και αγωγούς. Σε αρκετές περιπτώσεις με μία πηγή ρεύματος και μία μονάδα παροχής αερίου συνδέονται περισσότερες συσκευές τροφοδοσίας σύρματός και καυστήρες. Επίσης σε κάποιες περιπτώσεις που αφορούν κυρίως μεγάλες εγκαταστάσεις μπορεί να υπάρχει και ψυκτικό κύκλωμα.

Πηγή ρεύματος: Χρησιμοποιείται συνήθως ανορθωτής σταθερής τάσης ο οποίος τροφοδοτείται από τριφασικό δίκτυο. Αυτού του τύπου οι πηγές διατηρούν σταθερή τάση τόξου ανεξάρτητα από την ένταση του ρεύματος, διευκολύνοντας τη διατήρηση

σταθερού του μήκους του τόξου. Για να συμβαίνει αυτό θα πρέπει ο ρυθμός τροφοδοσίας του σύρματος να είναι ίσος με το ρυθμό κατανάλωσής του. Αν για παράδειγμα το μήκος του τόξου μειωθεί (είτε λόγω ακούσιου χειρισμού είτε λόγω μικρομεταβολών της ταχύτητας τροφοδοσίας) τότε η ένταση του ρεύματος αυξάνεται με μηδενική μείωση τάσης, ο ρυθμός κατανάλωσης του σύρματος αυξάνεται και το μήκος του τόξου μειώνεται και πάλι στην αρχική τιμή. Αντίστοιχα συμβαίνουν σε περίπτωση που το μήκος του τόξου μειωθεί.

Στην περίπτωση πηγής σταθερής έντασης τα παραπάνω δε συμβαίνουν. Αν μειωθεί το μήκος του τόξου η τάση μειώνεται και το ρεύμα παραμένει σταθερό. Αυτό σημαίνει πως ο ρυθμός κατανάλωσης γίνεται μικρότερος από το ρυθμό τροφοδοσίας και επομένως θα πρέπει να ρυθμιστεί η ταχύτητα της μονάδας τροφοδοσίας. Απαιτούνται, δηλαδή, πιο πολύπλοκα συστήματα ελέγχου της μονάδας τροφοδοσίας τα οποία θα μεταφέρουν τις διάφορες μεταβολές της τάσης.

Σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει πρόσβαση σε δίκτυο χρησιμοποιούνται γεννήτριες συνεχούς ρεύματος.

Λόγω των μεγάλων χρονικών διαστημάτων λειτουργίας των πηγών αυτές σχεδιάζονται ούτως ώστε να μη δημιουργούνται προβλήματα από την παρατεταμένη λειτουργία. Χαρακτηριστικό μέγεθος των πηγών είναι ο κύκλος λειτουργίας (duty cycle). Ο κύκλος λειτουργίας μιας πηγής ρεύματος δείχνει το χρόνο σε λεπτά στον οποίο μπορεί να λειτουργήσει παρέχοντας συγκεκριμένη ένταση ρεύματος με ασφάλεια, αναφορικά με μια χρονική περίοδο 10 λεπτών. Αν για παράδειγμα μια πηγή ρεύματος αναφέρεται ότι μπορεί να λειτουργήσει παρέχοντας ένταση 150 A με κύκλο λειτουργίας 60%, αυτό σημαίνει ότι η πηγή αυτή μπορεί να λειτουργεί συνεχώς για 6 λεπτά για τα υπόλοιπα 4 να μείνει εκτός λειτουργίας. Είναι φανερό ότι η ίδια μηχανή έχει διαφορετικούς κύκλους λειτουργίας για διαφορετικές εντάσεις ρεύματος.

Μονάδα τροφοδοσίας σύρματος: Ο μηχανισμός τροφοδοσίας σύρματος αποτελείται από έναν τροχό αποθήκευσης και τροχούς κύλισης που κινούνται από κινητήρα συνεχούς ρεύματος. Οι τροχοί κύλισης διαμορφώνονται με αυλακώσεις ούτως ώστε να μην επιτρέπουν την ολίσθηση του σύρματος και ωθούν ή έλκουν το σύρμα με ταχύτητες από 2,5 έως 15 m/min.

Στον πιο διαδεδομένο τύπο οι τροχοί κύλισης βρίσκονται στη μηχανή τροφοδοσίας και ωθούν το σύρμα στον καυστήρα (push type). Ο τύπος αυτός είναι κατάλληλος για σύρματα από χάλυβα διαμέτρων 0,8 , 1,0 , 1,2 , 1,6 και 2,4 mm και από αλουμίνιο ή

χαλκό διαμέτρων 1,2 , 1,6 και 2,4 mm. Μειονέκτημα του τύπου είναι η σχετικά περιορισμένη απόσταση μεταξύ της θέσης εργασίας και της μηχανής συγκόλλησης και αδυναμία λειτουργίας με σύρματα μικρής διαμέτρου.

Χρησιμοποιείται, επίσης, ο τύπος στον οποίο οι τροχοί κύλισης και ο κινητήρας βρίσκονται στη λαβή του καυστήρα και έλκουν το σύρμα από τον τροχό τροφοδοσίας (pull type). Αυτή η διάταξη επιτρέπει τη συγκόλληση σε μεγαλύτερες αποστάσεις από τη μηχανή συγκόλλησης και τη χρήση σύρματος μικρότερης διαμέτρου. Χρησιμοποιείται ιδιαίτερα κατά τη συγκόλληση λεπτών ελασμάτων αλουμινίου μιας και δε δημιουργεί προβλήματα κάμψης ή παραμόρφωσης του σύρματος. Μειονέκτημα του είναι το αυξημένο βάρος του καυστήρα και η αδυναμία λειτουργίας με σύρματα μεγαλύτερης διαμέτρου.

Σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται συνδυασμός των παραπάνω τύπων (push – pull type), ο οποίος είναι κατάλληλος για όλες τις περιπτώσεις αλλά με μεγαλύτερο αρχικό κόστος.

Καυστήρας (πιστόλι) συγκόλλησης: Στον καυστήρα καταλήγουν το κύκλωμα ελέγχου της μονάδας, οι παροχές σύρματος και αερίου και ο ακροδέκτης της πηγής ρεύματος. Από τον καυστήρα ελέγχεται η έναρξη και το τέλος της συγκόλλησης και γίνεται η επαφή του σύρματος με την πηγή.



Μηχανή συγκόλλησης. Η πηγή βρίσκεται στο κάτω μέρος, ενώ η συσκευή τροφοδοσίας μαζί με τον πίνακα ελέγχου στο επάνω

Εικόνα 2.1



Καυστήρες συγκόλλησης

Εικόνα 2.2

3. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Η διαδικασία εκτίμησης του επαγγελματικού κινδύνου περιλαμβάνει το σύνολο των ενεργειών πληροφόρησης, καταγραφής και τεκμηρίωσης των συνθηκών εργασίας με σκοπό την ουσιαστική παρέμβαση στο εργασιακό περιβάλλον για τη διαφύλαξη και την προαγωγή της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων. Για να είναι αποτελεσματική η διαδικασία αυτή πρέπει να εξασφαλίζει τη συμμετοχή και την ενεργό παρέμβαση των εργαζομένων. Σημαντικό στοιχείο για τον προσδιορισμό και την ανάλυση των επαγγελματικών κινδύνων είναι η εξειδίκευση ανάλογα με τον κάθε εργαζόμενο, τον εργασιακό χώρο και τις γενικότερες συνθήκες που επικρατούν.

Παρακάτω θα αναπτυχθούν ορισμένοι από τους κινδύνους που προκύπτουν κατά τη διαδικασία της ηλεκτροσυγκόλλησης MIG/MAG και αυτό διότι όπως προαναφέρθηκε ένας εργαζόμενος εκτίθεται σε μια σειρά από κινδύνους, οι οποίοι μπορεί να μη σχετίζονται καν με την εργασία την οποία εκτελεί ή να μην προκύπτουν άμεσα από την παραγωγική διαδικασία. Κατά την εκτίμηση επαγγελματικού κινδύνου, όμως είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπ' όψιν και να σχεδιάζονται αντίστοιχα μέτρα. Οι κίνδυνοι στους οποίους ενδέχεται να εκτεθεί ένας ηλεκτροσυγκολλητής ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες ομάδες (Δρίβας, Ζορμπά, Κουκουλάκη, 2000).

3.1 Κίνδυνοι για την ασφάλεια ή κίνδυνοι ατυχήματος

Αυτοί οι κίνδυνοι περικλείουν την πιθανότητα να προκληθεί τραυματισμός ή βλάβη στους εργαζόμενους λόγω παρουσίας τους σε μια επικίνδυνη κατάσταση. Η φύση της κατάστασης αυτής καθορίζει και το είδος του τραυματισμού ή της σωματικής βλάβης η οποία μπορεί να είναι μηχανική, ηλεκτρική, χημική, θερμική κ.λ.π.

Οι κίνδυνοι της ομάδας αυτής μπορούν να οφείλονται σε:

Ελλείψεις στις κτιριακές δομές του χώρου εργασίας

Ελλείψεις στις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις

Ελλείψεις στις μηχανές και το μηχανολογικό εξοπλισμό γενικότερα

Πυρκαγιές – εκρήξεις

Επικίνδυνες ουσίες

Λόγω ελλείψεων στις κτιριακές δομές των χώρων εργασίας προκύπτουν διάφοροι κίνδυνοι όπως κίνδυνοι πτώσεων, εγκλωβισμού κ.α. οι οποίοι πιο αναλυτικά μπορούν να οφείλονται σε:

- ✓ Εργασίες σε χώρους με μεγάλο ύψος (ενδεικτικά πάνω από 2,7 m)
- ✓ Εργασίες σε σκαλωσιές που δεν διαθέτουν όλα τα μέτρα προστασίας.
- ✓ Εργασίες σε επισφαλή ανηρτημένα ικριώματα.
- ✓ Άνοδο – κάθοδο από κάθε είδους σκάλες.
- ✓ Μη περιφραγμένα ανοίγματα δαπέδων.
- ✓ Εργασίες σε ύψος σε τσιμινιέρες – ιστούς.
- ✓ Εργασίες σε χώρους με ανεπαρκή φωτισμό (φυσικό, τεχνητό ή κινδύνου).
- ✓ Ολισθηρά ή ανώμαλα δάπεδα.
- ✓ Εργασίες σε χώρους με μικρό εμβαδό ή όγκο.
- ✓ Ελλιπή αριθμό εξόδων και θυρών σε σχέση με τον αριθμό των εργαζομένων και τους ενδεχόμενους κινδύνους
- ✓ Εμπόδια ή ελλιπής φωτισμός σε διαδρόμους
- ✓ Εργασίες σε κύτη και περιορισμένους χώρους γενικά (μέγεθος χώρων, ανανέωση αέρα, παρουσία επικίνδυνων ουσιών στους χώρους αυτούς)

Ελλείψεις σε ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις μπορεί να είναι:

- ✓ Ακαταλληλότητα εγκαταστάσεων γενικά
- ✓ Ακαταλληλότητα για τη συγκεκριμένη χρήση ή για τις συνθήκες που επικρατούν κατά την εργασία (π.χ. εκρηκτικές ατμόσφαιρες, εξωτερικοί χώροι)
- ✓ Ανεπαρκή μέτρα προστασίας, ασφαλιστικές διατάξεις και υιοθέτηση κακών πρακτικών εργασίας

Και μπορούν να αφορούν:

- ✓ Καλωδιώσεις τοπικού φωτισμού.
- ✓ Καλωδιώσεις του πλοίου.
- ✓ Ηλεκτρονικό εξοπλισμό του πλοίου.
- ✓ Ηλεκτρικά εργαλεία χειρός

Οι ελλείψεις μηχανολογικής φύσεως μπορεί να είναι για έναν ηλεκτροσυγκολλητή:

- ✓ Έλλειψη μέτρων προστασίας κατά τη χρήση αερίων υπό πίεση
- ✓ Έλλειψη μέτρων ασφαλείας κατά τη χρήση εργαλείων χειρός που συχνά χρησιμοποιούνται από έναν ηλεκτροσυγκολλητή (π.χ. τροχοί κ.λ.π.)
- ✓ Έλλειψη μέτρων προστασίας από κινδύνους κατά τη χρήση ανελκυστήρων, οχημάτων κ.α. είτε για την πρόσβαση στο χώρο εργασίας, είτε για τη μεταφορά υλικών και εξοπλισμού

Κίνδυνοι για πυρκαγιές ή εκρήξεις μπορεί να προέρχονται από:

- ✓ Παρουσία εύφλεκτων υλών όπως:
 - ο Αέρια ή υπολείμματα υδρογονανθράκων.
 - ο Εύφλεκτα αέρια.
 - ο Περίσσεια οξυγόνου.
 - ο Ατμούς διαλυτικών.
 - ο Βιομηχανικά αέρια
- ✓ Ακατάλληλη αποθήκευση εύφλεκτων υλών ή αερίων υπό πίεση
- ✓ Έλλειψη κατάλληλων συστημάτων πυρανίχνευσης και πυρασφάλειας
- ✓ Έλλειψη κατάλληλης σηματοδότησης

Κίνδυνοι προκύπτουν από τη μεταφορά, χρήση ή παρουσία στο χώρο εργασίας γενικά επικίνδυνων ουσιών όπως:

- ✓ Εύφλεκτες ουσίες
- ✓ Καυστικές ουσίες
- ✓ Διαβρωτικές ουσίες
- ✓ Ερεθιστικές ουσίες
- ✓ Οξειδωτικές ουσίες
- ✓ Τοξικές ουσίες
- ✓ Εκρηκτικές ουσίες

3.2 Κίνδυνοι για την υγεία

Οι κίνδυνοι αυτοί περικλείουν την πιθανότητα να προκληθεί αλλοίωση στη βιολογική ισορροπία των εργαζομένων (ασθένεια), λόγω της συμμετοχής τους σε παραγωγικές διαδικασίες που επιτρέπουν την έκθεση σε φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς επικίνδυνους παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος.

Οι κίνδυνοι αυτής της ομάδας μπορεί να οφείλονται σε:

Χημικούς παράγοντες, όπως:

- ✓ Σκόνη και σωματιδιακοί ρύποι
- ✓ Αέρια
- ✓ Καπνοί και αναθυμιάσεις
- ✓ Ατμοί

Οι οποίοι μπορεί να προκύπτουν από:

- ✓ Την ίδια τη διαδικασία της συγκόλλησης
- ✓ Υπολείμματα φορτίων
- ✓ Βαφές ή μονώσεις

Φυσικούς παράγοντες, όπως:

- ✓ Θόρυβος
- ✓ Φωτισμός
- ✓ Μικροκλίμα εργασιακού χώρου (θερμοκρασία, υγρασία)
- ✓ Ιοντίζουσες ακτινοβολίες
- ✓ Μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες

Βιολογικούς παράγοντες, όπως:

- ✓ Βακτηρίδια
- ✓ Μύκητες
- ✓ Ιοί
- ✓ Πρωτόζωα

Που μπορεί να προκύπτουν από:

- ✓ Την ελλειπή καθαριότητα του χώρου εργασίας και των χώρων υγιεινής
- ✓ Μεταδιδόμενες ασθένειες των υπόλοιπων εργαζομένων (π.χ. ναυτικοί)
- ✓ Ζώα και έντομα που βρίσκονται στο πλοίο που τυχόν εργάζεται ο ηλεκτροσυγκολλητής
- ✓ Ακάθαρτα εξαρτήματα και τεμάχια προς συγκόλληση (π.χ. σωλήνες αποχέτευσης)

3.3 Εγκάρσιοι κίνδυνοι για την υγεία και την ασφάλεια

Οι κίνδυνοι αυτής της ομάδας αφορούν την αλληλοεπίδραση του εργαζομένου με την παραγωγική διαδικασία στην οποία είναι ενταγμένος. Οι κίνδυνοι αυτού του είδους επομένως προκύπτουν από τη δομή της παραγωγικής διαδικασίας και τη διαδικασία προσαρμογής του εργαζομένου σε αυτή. Πιο αναλυτικά οι κίνδυνοι αυτής της ομάδας κινδύνων μπορεί να προκύπτουν από:

Την οργάνωση της εργασίας και της παραγωγής

Ψυχολογικούς παράγοντες

Εργονομικούς παράγοντες

Αντίξοες συνθήκες εργασίας

Οι κίνδυνοι που προκύπτουν από την οργάνωση της εργασίας και της παραγωγής μπορεί να οφείλονται σε:

- ✓ Φθοροποιό εργασία (ωράριο, βάρδιες κ.λ.π.)
- ✓ Εργασιακές σχέσεις (ανεργία, μερική απασχόληση, εντατικοποίηση)
- ✓ Επικίνδυνη χωροταξική διάταξη θέσεων εργασίας και των στοιχείων της παραγωγής γενικά

Οι ψυχολογικοί παράγοντες μπορεί να είναι:

- ✓ Σχέσεις μεταξύ συναδέλφων, προϊσταμένων και εργοδοσίας
- ✓ Υψηλοί ρυθμοί παραγωγής, πίεση, έλλειψη διαλειμμάτων, επαναληπτικότητα
- ✓ Παρουσία κινδύνων και έλλειψη μέτρων προστασίας
- ✓ Παρουσία παραγόντων όπως θόρυβος ή κακός φωτισμός
- ✓ Ακατάλληλη διάταξη και διαμόρφωση χώρων

Οι εργονομικοί παράγοντες μπορεί να είναι:

- ✓ Ακατάλληλος εργονομικά εξοπλισμός
- ✓ Ακατάλληλη διαμόρφωση γραμμής παραγωγής
- ✓ Ακατάλληλες πρακτικές εργασίας
- ✓ Ακατάλληλος σχεδιασμός θέσεων εργασίας
- ✓ Υπερβολικές απαιτήσεις μνήμης, προσοχής ή υπερβολικός φόρτος εργασίας

Οι αντίξοες συνθήκες εργασίας μπορεί να προκύπτουν από:

- ✓ Αντίξοες κλιματολογικές συνθήκες
- ✓ Ακατάλληλο εξοπλισμό
- ✓ Ένταξη σε ακατάλληλη εργασία ατόμων με ειδικές ανάγκες
- ✓ Βίαιη επανένταξη στην εργασία θυμάτων εργατικού ατυχήματος

4. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥ

4.1 1^ο μοντέλο ασφαλείας- εξάλειψη πηγής κινδύνου

Το πρώτο μοντέλο προστασίας συνίσταται στην εξάλειψη της πηγής του κινδύνου. Πρόκειται για το σύνολο δηλαδή των ενεργειών που οδηγούν στην πλήρη απομάκρυνση των επικίνδυνων για την υγεία και την ασφάλεια του εργαζομένου παραγόντων. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάζεται να επανασχεδιαστεί η παραγωγική διαδικασία, να αντικατασταθούν πιθανά κάποια μηχανήματα και τμήματα του εξοπλισμού, να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι παραγωγής που δεν ενέχουν τον κίνδυνο που εξετάζεται.

Αποτελεί το αποτελεσματικότερο μοντέλο προστασίας, αλλά δεν είναι πάντα εφαρμόσιμο. Κάποιοι κίνδυνοι είναι συνυφασμένοι με συγκεκριμένες μεθόδους και τεχνικές οι οποίες δεν είναι δυνατόν να αντικατασταθούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η υπεριώδης ακτινοβολία που παράγεται κατά την ηλεκτροσυγκόλληση. Παράγεται από το ίδιο το ηλεκτρικό τόξο και όπως είναι προφανές δεν μπορεί να εξαλειφθεί παρά μόνο με τη χρήση άλλων μεθόδων συγκόλλησης οι οποίες δεν είναι κατάλληλες στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων όπου χρησιμοποιείται η ηλεκτροσυγκόλληση. Επίσης είναι πιθανό στην προσπάθεια να εξαλειφθεί ένας κίνδυνος ή πηγή κινδύνου να δημιουργηθεί ή να αυξηθεί ένας άλλος. Για παράδειγμα κατά τη συγκόλληση MIG/MAG σε κάποιες περιπτώσεις προστίθεται στο αέριο προστασίας μικρή ποσότητα N για τον περιορισμό της δημιουργίας όζοντος το οποίο είναι εξαιρετικά τοξικό αέριο. Όμως σε αυτήν την περίπτωση δημιουργούνται οξείδια του αζώτου τα οποία είναι επιβλαβή για τον ανθρώπινο οργανισμό, σε μικρότερο βαθμό βέβαια. Προκύπτει λοιπόν ότι κάθε μέθοδος που χρησιμοποιείται και γενικά κάθε αλλαγή στην παραγωγική διαδικασία με γνώμονα την εξάλειψη κινδύνων πρέπει να μελετάται διεξοδικά ούτως ώστε να οδηγεί στο επιδιωκόμενο αποτέλεσμα και να μη δημιουργεί νέους κινδύνους που δεν είχαν ληφθεί υπ' όψιν προηγουμένως.

4.2 2^ο μοντέλο ασφαλείας- απομάκρυνση εργαζομένου

Το δεύτερο μοντέλο προστασίας συνίσταται στην απομάκρυνση του εργαζομένου από την επικίνδυνη θέση εργασίας. Και αυτό το μοντέλο προστατεύει εξ ολοκλήρου και πλήρως τον εργαζόμενο μιας και δεν είναι παρών στο επικίνδυνο περιβάλλον.

Όμως το μοντέλο αυτό, αν και είναι αρκετά αποτελεσματικό, δεν είναι πάντα εφαρμόσιμο μιας και απαιτεί εξελιγμένη σχετικά τεχνολογία, όπως τη χρήση ρομπότ κατά τη συγκόλληση, ενώ υπάρχουν περιπτώσεις που δεν είναι δυνατό να μην παρευρίσκεται ο εργαζόμενος. Επίσης αρκετές φορές απαιτεί τη διαμόρφωση ειδικών χώρων στις οποίες λαμβάνει χώρα η συγκεκριμένη διαδικασία, όπως π.χ. οι χώροι στους οποίους γίνεται η βαφή και η συγκόλληση των αμαξωμάτων στις αυτοκινητοβιομηχανίες, πράγμα επίσης απαιτητικό τεχνολογικά και δύσκολο πρακτικά. Εδώ το συγκεκριμένο μοντέλο προστασίας δε θα εξεταστεί, μιας και αυτό εφαρμόζεται στη συγκόλληση με ρομπότ, η οποία δεν εξετάζεται.

4.3 3^ο μοντέλο ασφαλείας- εφαρμογή μέτρων τεχνητής προστασίας

Το τρίτο μοντέλο προστασίας συνίσταται στη χρήση τεχνητών μέσων προστασίας, δηλαδή σε κάθε τεχνικό μέσο που καλύπτει την πηγή του κινδύνου ή εξαλείφει τον κίνδυνο. Διάφορες ασφαλιστικές διατάξεις, όπως παραπετάσματα, καλύμματα, ηλεκτρικές ασφάλειες, ρελέ διαφυγής κ.λ.π. συνιστούν κάποιους από τους τρόπους υλοποίησης αυτού του μοντέλου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα προστατευτικών μέσων που υπάγονται σε αυτό το μοντέλο είναι τα διάφορα συστήματα εξαιρισμού, είτε τοπικού είτε γενικού, που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση των διαφόρων αερίων και αναθυμιάσεων που δημιουργούνται κατά τη διαδικασία της συγκόλλησης, όπως επίσης και τα παραπετάσματα που χρησιμοποιούνται για την προστασία των παρευρισκομένων από τις διάφορες ακτινοβολίες.

Τα πλεονεκτήματα του μοντέλου αυτού είναι ότι εφαρμόζεται αρκετά εύκολα και στο σύνολο σχεδόν των περιπτώσεων και το ότι είναι αρκετά οικονομικό. Αν μάλιστα τα μέτρα αυτά εφαρμοστούν κατά την αρχική σχεδίαση της παραγωγικής διαδικασίας (με την αγορά π.χ. μηχανημάτων και συσκευών που ήδη διαθέτουν ασφαλιστικές διατάξεις και όχι με την προσθήκη τους σε ήδη υπάρχοντα εξοπλισμό) είναι αρκετά πιο αποτελεσματικό. Μειονέκτημα του μοντέλου αυτού είναι το ότι υπάρχει πάντα το ενδεχόμενο αστοχίας των ασφαλιστικών διατάξεων, σε συνδυασμό με το ότι ο

κίνδυνος δεν εξαλείφεται, άρα και απαιτείται συνεπής συντήρησή τους. Επίσης χρειάζεται επισταμένη μελέτη για την εφαρμογή του δεδομένου ότι υπάρχει πάντα το ενδεχόμενο να δυσχεραίνεται η εργασία και να προκαλούνται διάφορα προβλήματα στους εργαζόμενους με συνέπεια να δημιουργούνται νέοι κίνδυνοι.

4.4 4^ο μοντέλο ασφαλείας- εφαρμογή μέτρων ατομικής προστασίας

Το τέταρτο μοντέλο προστασίας συνίσταται στη χρήση μέσων ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) από τους εργαζόμενους. Ως Μέσα (ή εξοπλισμός) Ατομικής Προστασίας νοείται κάθε εξοπλισμός μαζί με τα εξαρτήματά του, τον οποίο ο εργαζόμενος πρέπει να φορά ή να φέρει για να προστατεύεται από έναν ή περισσότερους κινδύνους που απειλούν την ασφάλεια ή την υγεία του κατά την εργασία (καθώς και κάθε συμπλήρωμα ή εξάρτημα του εξοπλισμού για το σκοπό αυτό). Η χρήση των ΜΑΠ πρέπει να θεωρείται ως η τελευταία λύση για την προστασία των εργαζομένων και να γίνεται μόνον εφόσον οι κίνδυνοι δεν μπορούν να αποφευχθούν ούτε να περιοριστούν επαρκώς με την εφαρμογή των τριών προηγούμενων μοντέλων.

Κάθε ΜΑΠ πρέπει να είναι κατάλληλο για τους σχετικούς κινδύνους, χωρίς το ίδιο να οδηγεί σε αυξημένο κίνδυνο. Πρέπει να ανταποκρίνεται στις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο εργασίας και να ταιριάζει σωστά στο χρήστη. Τα ΜΑΠ πρέπει (Ζορμπά,2007):

- να είναι σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες διατάξεις σχετικά με το σχεδιασμό και την κατασκευή τους από πλευράς ασφάλειας και υγείας
- να είναι κατάλληλα για τους κινδύνους που πρέπει να προλαμβάνονται και η χρήση τους να μη συνεπάγεται νέους κινδύνους
- να επιλέγονται με βάση τις συγκεκριμένες κάθε φορά συνθήκες και ανάγκες
- να προσαρμόζονται στο χρήστη
- να χρησιμοποιούνται μόνο για τις προβλεπόμενες χρήσεις και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή
- να συνοδεύονται με σαφείς οδηγίες χρήσης στην ελληνική γλώσσα
- να συντηρούνται, να επισκευάζονται και να καθαρίζονται τακτικά
- να αντικαθίστανται όταν παρουσιάζουν προχωρημένη φθορά ή έχει λήξει ο επιτρεπόμενος χρόνος χρήσης τους

- να φυλάσσονται σε ειδικές θέσεις ή χώρους με καλές συνθήκες καθαριότητας και υγιεινής και να προορίζονται για προσωπική χρήση
- σε περίπτωση πολλαπλών κινδύνων αν χρησιμοποιούνται περισσότερα του ενός, να είναι συμβατά μεταξύ τους και αποτελεσματικά

Σε περίπτωση που τα ΜΑΠ διαθέτουν σύστημα με το οποίο μπορούν να συνδέονται με άλλο συμπληρωματικό σύστημα, το εξάρτημα σύνδεσης πρέπει να έχει μελετηθεί και κατασκευαστεί έτσι ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί μόνο σε σύστημα κατάλληλου τύπου. Τα ΜΑΠ που προορίζονται για χρήση σε εκρηκτική ατμόσφαιρα πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται έτσι ώστε να μην είναι δυνατό να παραχθεί σ' αυτά τόξο ή σπινθήρας ηλεκτρικής ή ηλεκτροστατικής προέλευσης ή λόγω κρούσης, ο οποίος μπορεί να προκαλέσει ανάφλεξη εκρηκτικού μίγματος.

Τα ΜΑΠ επιτρέπεται να διατίθενται στην αγορά και να τίθενται σε χρήση εφόσον είναι κατάλληλα κατασκευασμένα για να προφυλάσσουν την υγεία και να εξασφαλίζουν την ασφάλεια των χρηστών (χωρίς να θίγεται η υγεία και η ασφάλεια άλλων προσώπων) και εφόσον συντηρούνται κατάλληλα και χρησιμοποιούνται για τον κατάλληλο σκοπό. Τα ΜΑΠ που διατίθενται στην αγορά απαιτείται να φέρουν τη σήμανση CE επ' αυτών και στη συσκευασία τους, με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ορατή και ευανάγνωστη και να παραμένει ανεξίτηλη κατά την αναμενόμενη διάρκεια ζωής τους.

Για κάθε ΜΑΠ που διατίθεται στην αγορά, ο κατασκευαστής υποχρεωτικά συντάσσει και παραδίνει ενημερωτικό σημείωμα στην ελληνική γλώσσα που περιέχει χρήσιμα στοιχεία για αυτό, όπως:

- τα στοιχεία του κατασκευαστή
- τις οδηγίες χρήσης, αποθήκευσης, συντήρησης, καθαρισμού, επιθεώρησης και απολύμανσης
- τις επιδόσεις που επιτεύχθηκαν από τις τεχνικές δοκιμές για τον προσδιορισμό, το επίπεδο ή την κατηγορία προστασίας του
- τα πρόσθετα εξαρτήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν
- τις διάφορες κατηγορίες προστασίας συναρτήσει του επιπέδου κινδύνων και τα όρια εκτός των οποίων αντενδείκνυται η χρησιμοποίησή του
- την ημερομηνία ή χρονική διάρκεια απόσυρσής του
- τη συσκευασία της ασφαλούς μεταφοράς
- τη σημασία της σήμανσης που υπάρχει.

Εφόσον οι περιστάσεις απαιτούν χρησιμοποίηση ενός ΜΑΠ από περισσότερους του ενός εργαζόμενους, πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα έτσι ώστε αυτή να μη δημιουργεί κανένα πρόβλημα υγείας ή υγιεινής στους διάφορους χρήστες.

Ο εργοδότης οφείλει:

- Να παρέχει στους εργαζόμενους εκπαίδευση ή και εξάσκηση, όποτε χρειάζεται, για την αποτελεσματική χρήση των ΜΑΠ.
- Να φροντίζει ώστε γίνεται περιοδικός έλεγχος σωστής χρήσης των ΜΑΠ.
- Να φροντίζει ώστε υπάρχει μέριμνα για τη φύλαξή τους σε θέσεις με καλές συνθήκες καθαριότητας και υγιεινής.
- Να παρέχει στους εργαζόμενους οι κατάλληλες διευκολύνσεις και τα μέσα για την αναγκαία συντήρηση, επισκευή και καθαρισμό τους, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
- Να φροντίζει ώστε γίνεται αντικατάστασή τους σε περίπτωση φθοράς ή όταν έχει λήξει ο επιτρεπόμενος χρόνος χρήσης τους.
- Να ενημερώνει τους εργαζόμενους για τους κινδύνους που απειλούν την ασφάλεια και την υγεία τους, τα προληπτικά μέτρα που έχουν ήδη ληφθεί, τα μέτρα και τις προφυλάξεις που πρέπει να τηρούν και τους κινδύνους που παραμένουν σε ορισμένες εργασίες ή θέσεις εργασίας και κάνουν αναγκαία τη χρήση των ΜΑΠ.

Οι εργαζόμενοι οφείλουν:

- Να φορούν τα ΜΑΠ όπου απαιτείται για την προστασία της ασφάλειας και της υγείας τους.
- Να χρησιμοποιούν σωστά τα ΜΑΠ που τίθενται στη διάθεσή τους και μετά τη χρήση να τα τακτοποιούν στη θέση τους.
- Να ακολουθούν πιστά τις οδηγίες χρήσης.
- Να αναφέρουν αμέσως στους επικεφαλής κάθε παρατηρούμενη ανωμαλία κατά τη χρήση των ΜΑΠ ή άλλη αιτία που δικαιολογεί τη συντήρηση, την επισκευή ή την αντικατάστασή τους.

4.5 5^ο μοντέλο ασφαλείας- σήμανση χώρων εργασίας

Το πέμπτο μοντέλο ασφαλείας συνίσταται στη σήμανση των χώρων εργασίας, ούτως ώστε να είναι διαρκώς επισημασμένοι στους εργαζόμενους οι κίνδυνοι που υφίστανται κατά την εργασία.

Η σήμανση των χώρων εργασίας χωρίζεται στη μόνιμη και την περιστασιακή. Η μόνιμη σήμανση περιλαμβάνει σήματα απαγόρευσης, προειδοποίησης, υποχρέωσης, μέσων διάσωσης ή βοήθειας, εξοπλισμού καταπολέμησης πυρκαγιάς και σήμανση εμποδίων, επικίνδυνων σημείων και οδών κυκλοφορίας. Η περιστασιακή σήμανση περιλαμβάνει φωτεινά και ηχητικά σήματα, προφορική ανακοίνωση και σήματα με χειρονομίες (Βαγιόκας, 2007).

Μόνιμη σήμανση

Σήματα απαγόρευσης

Τα χαρακτηριστικά των σημάτων απαγόρευσης είναι:

1. Κυκλικό σχήμα
2. Μαύρο εικονοσύμβολο σε λευκό φόντο, με κόκκινη περίμετρο (το κόκκινο χρώμα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 35% της επιφάνειας της πινακίδας) και κόκκινη γραμμή διαγραφής (που κατεβαίνει από αριστερά προς τα δεξιά, καθ' όλο το μήκος του εικονογράμματος υπό γωνία 45°)

 Απαγορεύεται το κάπνισμα	 Απαγορεύεται η χρήση γυμνής φλόγας και το κάπνισμα	 Απαγορεύεται η διέλευση πεζών	 Απαγορεύεται η κατάσβεση με νερό
 Μη πόσιμο νερό	 Απαγορεύεται η είσοδος στους μη έχοντες ειδική άδεια	 Απαγορεύεται η διέλευση στα οχήματα διακίνησης φορτίων	 Μην αγγίζετε

Πίνακας 4.1

Σήματα προειδοποίησης

Τα χαρακτηριστικά των σημάτων προειδοποίησης είναι:

1. Τριγωνικό σχήμα
2. Μαύρο εικονοσύμβολο σε κίτρινο φόντο με μαύρο περίγραμμα (το κίτρινο χρώμα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 35% της επιφάνειας της πινακίδας)

 Εύφλεκτες ύλες ή/και υψηλή θερμοκρασία	 Εκρηκτικές ύλες	 Τοξικές ύλες	 Διαβρωτικές ύλες
 Ραδιενεργά υλικά	 Αιωρούμενα φορτία	 Οχήματα διακίνησης φορτίων	 Κίνδυνος ηλεκτροπληξίας
 Γενικός κίνδυνος	 Ακτινοβολία λείζερ	 Αναφλέξιμες ύλες	 Μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες
 Ισχυρό μαγνητικό πεδίο	 Κίνδυνος παραπατήματος	 Κίνδυνος πτώσης	 Βιολογικός κίνδυνος
 Χαμηλή θερμοκρασία			 Βλαβερές ή ερεθιστικές ουσίες

Πίνακας 4.2

Σήματα υποχρέωσης

Τα χαρακτηριστικά των σημάτων υποχρέωσης είναι:

1. Κυκλικό σχήμα
2. Λευκό εικονοσύμβολο σε μπλε φόντο (το μπλε χρώμα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 35% της επιφάνειας της πινακίδας)

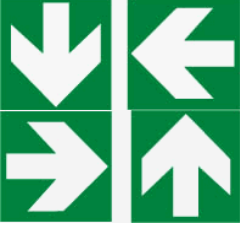
 Υποχρεωτική προστασία των ματιών	 Υποχρεωτική προστασία του κεφαλιού	 Υποχρεωτική προστασία των αυτιών	 Υποχρεωτική προστασία των αναπνευστικών οδών
 Υποχρεωτική προστασία των ποδιών	 Υποχρεωτική προστασία των χεριών	 Υποχρεωτική προστασία του σώματος	 Υποχρεωτική προστασία του προσώπου
 Υποχρεωτική προστασία έναντι πτώσεων	 Υποχρεωτική διάβαση για πεζούς	 Γενική υποχρέωση	

Πίνακας 4.3

Σήματα διάσωσης ή βοήθειας

Τα χαρακτηριστικά των σημάτων διάσωσης ή βοήθειας είναι:

1. Ορθογώνιο ή τετράγωνο σχήμα
2. Λευκό εικονοσύμβολο σε πράσινο φόντο (το πράσινο χρώμα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 50% της επιφάνειας της πινακίδας)

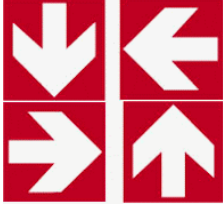
 Έξοδος κινδύνου	 Οδός διαφυγής	
 Κατεύθυνση που πρέπει να ακολουθηθεί	 Πρώτες βοήθειες	 Φορείο
 Θάλαμος καταιονισμού	 Πλύση ματιών	 Τηλέφωνο για διάσωση και πρώτες βοήθειες

Πίνακας 4.4

Σήματα πυροσβεστικού υλικού ή εξοπλισμού

Τα χαρακτηριστικά των σημάτων πυροσβεστικού υλικού ή εξοπλισμού, είναι:

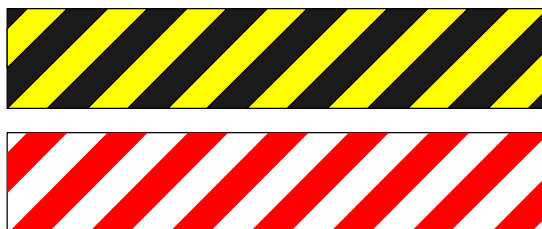
1. Ορθογώνιο ή τετράγωνο σχήμα
2. Λευκό εικονοσύμβολο σε κόκκινο φόντο (το κόκκινο χρώμα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 50% της επιφάνειας της πινακίδας)

 Πυροσβεστική μάνικα	 Σκάλα	 Πυροσβεστήρας	 Τηλέφωνο για την καταπολέμηση πυρκαγιών
 Κατεύθυνση που πρέπει να ακολουθηθεί			

Πίνακας 4.5

Σήμανση εμποδίων, επικίνδυνων σημείων και οδών κυκλοφορίας

Η σήμανση των κινδύνων από εμπόδια και των επικίνδυνων σημείων στο εσωτερικό των κτιριακών χώρων γίνεται με κίτρινο χρώμα που εναλλάσσεται με μαύρο ή με κόκκινο χρώμα που εναλλάσσεται με άσπρο. Οι κίτρινες-μαύρες και οι κόκκινες-άσπρες λωρίδες πρέπει να είναι ίσες μεταξύ τους και να έχουν κλίση 45°.



Η επισήμανση των οδών κυκλοφορίας γίνεται και από τις δύο πλευρές τους με συνεχή λωρίδα ιδιαίτερα ορατού χρώματος κατά προτίμηση άσπρου ή κίτρινου ανάλογα με το χρώμα του δαπέδου.

Περιστασιακή σήμανση

Η περιστασιακή σήμανση χρησιμοποιείται για επισήμανση επικίνδυνων συμβάντων, κλήση ατόμων για μια συγκεκριμένη ενέργεια, επείγουσα απομάκρυνση ατόμων και καθοδήγηση ατόμων που εκτελούν χειρισμούς. Οι παραπάνω ενέργειες γίνονται με τη χρήση φωτεινών ή/και ηχητικών σημάτων, προφορικής ανακοίνωσης και σημάτων με χειρονομίες.

Φωτεινά σήματα

Τα χαρακτηριστικά των φωτεινών σημάτων είναι:

- κατάλληλη φωτεινή αντίθεση (χωρίς θάμπωμα)
- φωτεινή επιφάνεια ενιαίου χρώματος ή να περιέχει εικονοσύμβολο σε καθορισμένο φόντο
- διακεκομμένο σήμα (υποδεικνύει, σε σχέση με το σταθερό, υψηλότερο κίνδυνο)
- διάρκεια και συχνότητα λάμψεων (εξασφάλιση καλής κατανόησης του σήματος)
- όχι ταυτόχρονη χρήση δύο φωτεινών σημάτων (σύγχυση)
- εξασφάλιση τροφοδοσίας σε περίπτωση διακοπής της κανονικής τροφοδοσίας
- έλεγχος καλής λειτουργίας κατά την εγκατάσταση και σε τακτά χρονικά διαστήματα

Ηχητικά σήματα

Τα χαρακτηριστικά των ηχητικών σημάτων είναι:

- ηχητικό επίπεδο ανώτερο των διάχυτων θορύβων του περιβάλλοντος
- εύκολη αναγνώριση και διάκριση από τους διάχυτους θορύβους του περιβάλλοντος
- εύκολη αναγνώριση και διάκριση από άλλο ηχητικό σήμα
- κυμαινόμενη συχνότητα (υποδεικνύει, σε σχέση με τη σταθερή, υψηλότερο κίνδυνο)
- όχι ταυτόχρονη χρήση δύο ηχητικών σημάτων (σύγχυση)
- εξασφάλιση τροφοδοσίας σε περίπτωση διακοπής της κανονικής τροφοδοσίας
- έλεγχος καλής λειτουργίας κατά την εγκατάσταση και σε τακτά χρονικά διαστήματα

Προφορική ανακοίνωση

Η προφορική ανακοίνωση πραγματοποιείται μεταξύ ενός ομιλητή ή πομπού και ενός ή περισσότερων ακροατών. Τα χαρακτηριστικά της προφορικής ανακοίνωσης είναι:

- σύντομα, απλά και σαφή μηνύματα
- γνώση της γλώσσας από τα άτομα στα οποία απευθύνεται η ανακοίνωση
- χρήση λέξεων - κωδικών π.χ. έναρξη, τέλος, προχώρησε, οπισθοχώρησε κ.λπ

Σήματα με χειρονομίες

Τα σήματα με χειρονομίες δίνονται από ειδικά εκπαιδευμένο άτομο, το σηματοφόρο, προς τον παραλήπτη των σημάτων, το χειριστή. Τα χαρακτηριστικά των σημάτων με χειρονομίες είναι:

- απλό, ακριβές, εύκολα κατανοητό
- σαφή διάκριση από άλλο σήμα

4.6 6^ο μοντέλο ασφαλείας- εκπαίδευση και επίβλεψη εργαζομένων

Το έκτο μοντέλο ασφαλείας συνίσταται στην εκπαίδευση και την επίβλεψη των εργαζομένων. Αφορά την εκπαίδευση των εργαζομένων σε κάθε θέμα υγιεινής και ασφάλειας που αφορά την εργασία που εκτελούν και την επίβλεψή τους για την υιοθέτηση των μέτρων προστασίας.

Η σωστή εκπαίδευση των εργαζομένων δεν μπορεί να αντικαταστήσει κανένα άλλο μέτρο προστασίας μιας και αυτή επί της ουσίας προϋποθέτει την εφαρμογή τους. Οι εργαζόμενοι πρέπει να είναι σωστά εκπαιδευμένοι στη χρήση του εξοπλισμού που αφορά την εργασία τους, τη λήψη των μέτρων προστασίας και τη σπουδαιότητά της, και να είναι απόλυτα ενημερωμένοι για τους κινδύνους που διατρέχουν. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται περιπτώσεις ατυχημάτων κατά τα οποία εργαζόμενοι δε χρησιμοποιούσαν τον προστατευτικό εξοπλισμό, αμέλησαν ή παραγνώρισαν τον κίνδυνο.

Η επίβλεψη των εργαζομένων αφορά τον έλεγχο της τήρησης των μέτρων ασφαλείας και των σωστών πρακτικών εργασίας. Είναι απαραίτητο κάθε στιγμή να εξασφαλίζεται ότι οι εργαζόμενοι τηρούν τα ληφθέντα μέτρα (χρήση ΜΑΠ, σωστές πρακτικές, συμμόρφωση με τη σήμανση κ.λ.π.). Εξ ίσου σημαντικό είναι να ελέγχονται και να αξιολογούνται στην πράξη τα ληφθέντα μέτρα, να αξιολογείται η αποτελεσματικότητα και η πρακτική τους εφαρμογή ούτως ώστε διαρκώς να βελτιώνονται και να γίνονται πιο αποτελεσματικά.

5. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

5.1 Κίνδυνοι από το ηλεκτρικό ρεύμα

Ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας υφίσταται όπως είναι προφανές καθ' όλη τη διαδικασία της ηλεκτροσυγκόλλησης, αλλά όχι μόνο τότε και όχι μόνο εξ αιτίας αυτής. Οι σημαντικότερες πηγές κινδύνου κατά τις ναυπηγοεπισκευαστικές εργασίες είναι (Τσαρακλής, Κραψίτης, 1997):

- Το πρωτεύον και δευτερεύον κύκλωμα των μηχανών ηλεκτροσυγκόλλησης.
- Οι μηχανές παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος του πλοίου.
- Τα ηλεκτρικά ή τα ηλεκτρονικά όργανα του πλοίου.
- Οι μόνιμες καλωδιώσεις του πλοίου.
- Διάφορα ηλεκτρικά εργαλεία χειρός που μπορεί να χρησιμοποιηθούν από τον ηλεκτροσυγκολλητή (π.χ. τροχοί).
- Μπαλαντέζες φωτισμού.
- Λοιπές καλωδιώσεις διαφόρων εργαλείων και μηχανημάτων.

Η ηλεκτροπληξία συμβαίνει όταν το ανθρώπινο σώμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, δηλαδή όταν το ανθρώπινο σώμα παρεμβάλλεται μεταξύ δύο σημείων με διαφορά δυναμικού. Πρέπει να διευκρινιστεί ότι αυτό και μόνο αρκεί και δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει επαφή με τα σημεία αυτά. Για παράδειγμα αρκεί ένας άνθρωπος να πλησιάσει αρκετά κοντά σε ρευματοφόρους αγωγούς υψηλής τάσης ούτως ώστε να κεραυνοβοληθεί.

Η απόσταση την οποία μπορεί να καλύψει το ηλεκτρικό ρεύμα ανάμεσα σε δύο σημεία που δε βρίσκονται σε επαφή, δημιουργώντας ηλεκτρικό τόξο ονομάζεται κρίσιμη απόσταση. Αυτή η απόσταση μπορεί να είναι και μερικά μέτρα όταν πρόκειται για ρευματοφόρους αγωγούς υψηλής τάσης. Συνίσταται ως απόσταση ασφαλείας από ρευματοφόρους αγωγούς 150 kV τα 1,5m και από αγωγούς 400 kV τα 4m.

Τα ηλεκτρικά ατυχήματα υποδιαιρούνται σε τρεις κατηγορίες:

- Ηλεκτρικά ατυχήματα λόγω άμεσης επίδρασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο ανθρώπινο σώμα.
- Ηλεκτρικά ατυχήματα λόγω υψηλής εκλυόμενης θερμικής ενέργειας από ηλεκτρικό τόξο, πρόκληση εγκαυμάτων.
- Δευτερεύοντα ατυχήματα από ασθενή συνήθως ηλεκτρικά ρεύματα που μπορούν να προκαλέσουν ακούσιες κινήσεις με αποτέλεσμα π.χ. πτώση ή ολίσθηση λόγω ξαφνιάσματος.

Προκύπτει ότι οι κίνδυνοι για την ασφάλεια των εργαζομένων από το ηλεκτρικό ρεύμα ποικίλουν και επομένως πρέπει να υπάρχει ειδική μέριμνα για κάθε έναν από αυτούς.

Η ηλεκτροπληξία μπορεί να προκληθεί με τους παρακάτω τρόπους (Χατζηιωάννου, 2007):

- Άμεση επαφή με ηλεκτροφόρο αγωγό, όπως:
 - εναέριες γραμμές μεταφοράς ρεύματος μέσα σε βιομηχανικούς χώρους
 - μονάδες μετασχηματιστών υψηλής τάσης
 - ηλεκτρικό σύστημα που έχει απομονωθεί για επισκευή ή συντήρηση και τίθεται σε λειτουργία κατά λάθος από μη αρμόδιο άτομο
 - πρωτεύων και δευτερεύων κύκλωμα ηλεκτροσυγκόλλησης
- Επαφή με ρευματοφόρο καλώδιο που έχει υποστεί φθορά. Σημαντικό ρόλο στη φθορά των αγωγών παίζουν παράγοντες όπως:
 - **Υπερθέρμανση** - Η ροή ρεύματος πάντα ανεβάζει τη θερμοκρασία, ακόμη και σε συμβατές θερμοκρασίες δημιουργείται σταδιακή φθορά και αποσύνθεση ορισμένων πολυμερών.
 - **Υγρασία περιβάλλοντος** - Η υγρασία δημιουργεί διαδρόμους για το ρεύμα και η προκαλούμενη φθορά εξαρτάται από την απορροφητικότητα και την υφή (πορώδη) του υλικού της μόνωσης.
 - **Βιολογικοί παράγοντες** - Μερικά μονωτικά είναι θρεπτικά για ζώντες οργανισμούς όπως αρουραίοι, άλλα τρωκτικά, έντομα που τρώνε οργανικά υλικά μόνωσης κόβοντας ή αδυνατίζοντάς τα.
- Επαφή με ηλεκτρική συσκευή που έχει βλάβη με αποτέλεσμα τη δημιουργία βραχυκυκλώματος.
- Εκφόρτιση στατικού ηλεκτρισμού.

5.1.1 Φύση του ηλεκτρικού ρεύματος

Ηλεκτρικό ρεύμα είναι η ροή ηλεκτρικού φορτίου ανάμεσα σε δύο σημεία με διαφορετικό ηλεκτρικό δυναμικό. Η βασική του σχέση (νόμος του Ohm) είναι:

$I=V/R$ για συνεχές ρεύμα

$I=V/Z$ για εναλλασσόμενο ρεύμα

Όπου:

I: η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, η οποία μετριέται σε Ampere (A)

V: η τάση του ηλεκτρικού ρεύματος, η οποία μετριέται σε Volt (V)

R: η αντίσταση του ηλεκτρικού κυκλώματος, η οποία μετριέται σε Ohm (Ω)

Z: η σύνθετη αντίσταση του ηλεκτρικού κυκλώματος για εναλλασσόμενο ρεύμα, η οποία μετριέται επίσης σε Ohm (Ω)

Όπως προκύπτει η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος αυξάνεται όσο αυξάνεται τάση του και όσο μειώνεται η αντίσταση την οποία διαρρέει.

Συμπεριφορά του ανθρώπινου σώματος στο ηλεκτρικό ρεύμα

Το κάθε μέλος του ανθρώπινου σώματος έχει ωμική αντίσταση περίπου 500 Ω . Αυτή όμως η τιμή έχει σημαντικές διακυμάνσεις και επηρεάζει με διάφορους τρόπους τη συνολική αντίσταση του ανθρώπινου σώματος η οποία εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- την ένταση του ρεύματος,
- την τάση του ρεύματος,
- τη χρονική διάρκεια της επαφής,
- τη διαδρομή του ρεύματος μέσω του σώματος,
- το είδος του ρεύματος δηλαδή αν είναι εναλλασσόμενο, συνεχές ή κρουστικό,
- τη συχνότητα του ρεύματος, αν πρόκειται για εναλλασσόμενο,
- τη δεδομένη σωματική και ψυχολογική κατάσταση του εργαζομένου (εξασθενημένος, φαγωμένος, ιδρωμένος κ.λ.π.)
- την υγρασία του χώρου,
- την υγρασία του σώματος,
- την επιφάνεια επαφής και εξόδου του ρεύματος,
- την πίεση επαφής

Παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1 οι μέσες τιμές αντίστασης του ανθρώπινου σώματος (R_c) και το αντίστοιχο ρεύμα (Carrescia, 1991):

Τάση (V)	R_c (ohm)	Ηλεκτρικό ρεύμα (mA)
50	2625	19
100	1875	53
220	1350	163
700	1100	636

Πίνακας 5.1

Η μέτρηση έγινε μεταξύ των δύο (στεγνών) χεριών. Η επιφάνεια των ηλεκτροδίων ήταν 50-100 cm².

Στην αντίσταση του ανθρώπινου σώματος επίσης συνεισφέρουν τα παπούτσια και τα γάντια που πιθανόν να φέρει ο εργαζόμενος, οπότε οι τιμές αυτές ενδέχεται να είναι μικρότερες από ότι θα ήταν αν το ηλεκτρικό ρεύμα ακολουθούσε άλλη διαδρομή, π.χ. από τα χέρια στα πόδια.

5.1.2 Επιπτώσεις του ηλεκτρικού ρεύματος στον ανθρώπινο οργανισμό

Τα αποτελέσματα της επαφής του ανθρώπινου οργανισμού με το ηλεκτρικό ρεύμα δεν εξαρτώνται άμεσα από την τάση, αλλά από το συνδυασμό της τιμής της έντασης του ρεύματος και της χρονικής διάρκειας επαφής. Έτσι μικρής έντασης ηλεκτρικό ρεύμα που μπορεί να προέλθει από την επαφή με μικρής τάσεως κύκλωμα (ακόμη και 40-50 Volt) εάν περάσει από το σώμα για μεγάλο χρονικό διάστημα (πάνω από ένα λεπτό) είναι δυνατόν να προκαλέσει θανατηφόρα συμπτώματα, τα ίδια που προκαλεί ρεύμα μέσης έντασης από κύκλωμα π.χ. 220 Volt σε 0,3 δευτερόλεπτα.

Η ένταση του ρεύματος για δεδομένη τάση εξαρτάται από την αντίσταση του σώματος, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Έμμεσα λοιπόν οι παραπάνω παράγοντες καθορίζουν και τη σοβαρότητα των επιπτώσεων του ηλεκτρικού ρεύματος στον άνθρωπο.

Η πιο σοβαρή επίπτωση του ηλεκτρικού ρεύματος στον άνθρωπο είναι η μαρμαρυγή και παρουσιάζεται για μεγάλες εντάσεις ηλεκτρικού ρεύματος ή/ και χρόνους έκθεσης. Σε αυτήν την κατάσταση οι καρδιακοί παλμοί γίνονται άρρυθμοι. Η καρδιά δεν είναι σε θέση να κυκλοφορήσει το αίμα, με αποτέλεσμα, ανάμεσα στα άλλα, να μην οξυγονώνεται ο εγκέφαλος με συνέπεια το θάνατο σε μερικά λεπτά ή τη μόνιμη αδυναμία μέρους του εγκεφάλου. Παρουσιάζονται δηλαδή συμπτώματα μερικής

παράλυσης, λόγω βλάβης του εγκεφάλου, αν και οι πληγέντες έχουν επιζήσει από την ηλεκτροπληξία.

Η επαφή με το εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα έχει τα παρακάτω αποτελέσματα, σε σχέση με την έντασή του (Χατζιωάννου, 2007):

έως 0,5 mA:

Το ρεύμα συνήθως δε γίνεται αντιληπτό. Αυτές οι ελαφρές εντάσεις δεν είναι θανατηφόρες. Μπορούν όμως, στην επαφή, να προκαλέσουν μια κίνηση φόβου.

από 0,5mA έως 10 mA:

Το χέρι αποκτά μια ελαφρά ακαμψία και αισθανόμαστε μούδιασμα που με αργό ρυθμό εκτείνεται από τον καρπό ως τον αγκώνα. Αν η επαφή συνεχιστεί αισθανόμαστε κράμπα στο χέρι, που φθάνει σε όλο το βραχίονα καθώς αυξάνει η ένταση του ρεύματος. Αυτές οι κράμπες μπορεί να είναι τόσο δυνατές ώστε να είναι αδύνατο να τραβήξουμε το χέρι μας από τον αγωγό.

από 10 mA – 25 mA:

Οι γυναίκες δεν μπορούν πλέον να αποσπάσουν τα μέλη τους από τον αγωγό, ενώ οι άνδρες αισθάνονται μερική απώλεια μυϊκού ελέγχου και έντονο πόνο.

από 25 mA – 45 mA:

Οι μύες συσπώνται δυνατά και επώδυνα. Όταν αυτή η μυϊκή σύσπαση φθάσει ως τους μύες του θώρακα, τότε εμποδίζεται η αναπνοή, πράγμα που μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο από ασφυξία. Στις περιπτώσεις αυτές το μόνο μέσο διάσωσης του θύματος είναι η τεχνητή αναπνοή.

από 45 mA – 200mA:

Πρόκληση εγκαυμάτων (καταστροφή ιστών, νεύρων, μυών) που επουλώνονται με εξαιρετικά αργούς ρυθμούς. Πιθανή καρδιακή ανακοπή, σταμάτημα της κυκλοφορίας του αίματος.

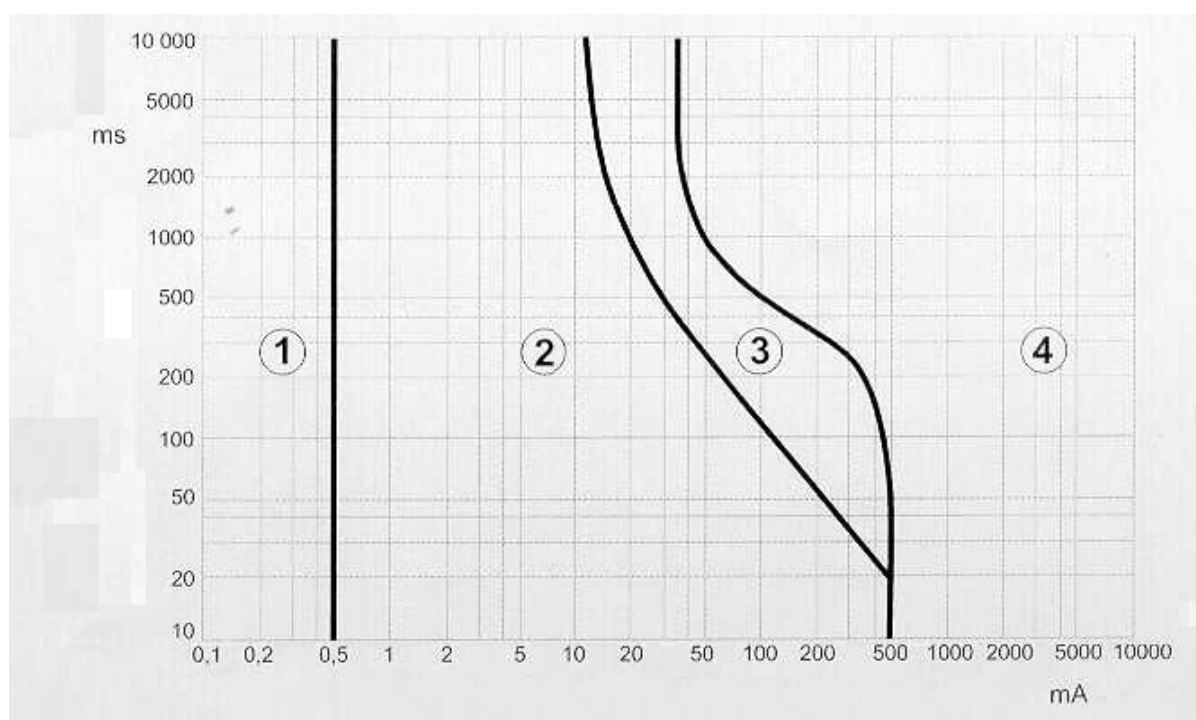
πάνω από 300 mA:

Θανατηφόρο ακαριαία, με σταμάτημα της καρδιάς και κάψιμο βασικών οργάνων.

πάνω από 1 A:

Απελευθερώνεται μεγάλη ποσότητα θερμότητας που κάνει να πήξουν οι πρωτεΐνες του αίματος και βοηθάει την παραγωγή μυοσφαιρίνης, μίας χρωστικής των μυών που για τα νεφρά αποτελεί ισχυρό δηλητήριο. Το θύμα μπορεί να υποκύψει εξαιτίας αυτού του δηλητηρίου ακόμη και μετά από μέρες, κατά τις οποίες έδειχνε ότι πάει καλύτερα.

Όπως γίνεται αντιληπτό τα παραπάνω συμπτώματα εξαρτώνται από τη διάρκεια έκθεσης, δηλαδή επιδεινώνονται όσο περνάει χρόνος και το ανθρώπινο σώμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Για μεγάλες τιμές όμως έντασης ο χρόνος αυτός κατά τον οποίο επέρχονται σοβαρά αποτελέσματα γίνεται όλο και πιο μικρός έως και απειροελάχιστος. Στο γράφημα του σχήματος 5.1 παρουσιάζονται οι περιοχές επικινδυνότητας του ηλεκτρικού ρεύματος. Στον άξονα των τετμημένων βρίσκεται η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε mA και στον άξονα των τεταγμένων ο χρόνος έκθεσης σε ms.



Σχήμα 5.1

[Carrescia,1991]

Περιοχή 1: συνήθως είναι κάτω από το όριο αντίληψης.

Περιοχή 2: γενικά δεν υπάρχουν μη αναστρέψιμες φυσιολογικές συνέπειες.

Περιοχή 3: παθοφυσιολογικές βλάβες, συνήθως ιάσιμες, η σοβαρότητα των οποίων αυξάνεται με την ένταση του ρεύματος και με τον χρόνο επαφής, όπως: μυϊκές συσπάσεις, δύσπνοια, άνοδος της αρτηριακής πίεσης, προσωρινή ανακοπή της καρδιάς, αλλά χωρίς ινιδιασμό του μυοκαρδίου (μαρμαρυγή).

Περιοχή 4: Πιθανός ινιδιασμός του μυοκαρδίου (μαρμαρυγή), διακοπή της αναπνοής, ανακοπή της καρδιάς, βαριά εγκαύματα στο δέρμα και τα εσωτερικά όργανα.

Το παραπάνω γράφημα αλλάζει ανάλογα με τη διαδρομή του ρεύματος στο σώμα και το συγκεκριμένο ισχύει για τη διαδρομή από το αριστερό χέρι στα πόδια.

Αξιίζει εδώ να αναφερθεί ότι η τάση εν κενώ του δευτερεύοντος κυκλώματος μιας μηχανής ηλεκτροσυγκόλλησης είναι της τάξης των 80 – 100V. Θεωρώντας μέση ωμική αντίσταση του ανθρώπινου σώματος ίση με 1000Ω τότε προκύπτει ότι το σώμα διαρρέεται από ρεύμα 80 mA περίπου (η τάση πέφτει όταν κλείσει κύκλωμα) το οποίο μπορεί να γίνει θανατηφόρο. Επομένως η διαδεδομένη αντίληψη ότι το δευτερεύων κύκλωμα της ηλεκτροσυγκόλλησης είναι ακίνδυνο δεν ισχύει.

5.1.3 Μέτρα προστασίας από το ηλεκτρικό ρεύμα

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ):

Μία εγκατάσταση θεωρείται ασφαλής για ανθρώπους, όταν η τάση λειτουργίας δεν υπερβαίνει τα 50 V συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος (ενεργός τιμή).

Για τάση λειτουργίας πάνω από 50 V, πρέπει να αποκλείεται η τυχαία επαφή με τα υπό τάση μέρη και, επιπρόσθετα, να ικανοποιείται μία τουλάχιστον από τις πιο κάτω συνθήκες:

α) Το ρεύμα δια μέσου του ανθρώπινου σώματος στην περίπτωση ατυχήματος να μην υπερβαίνει τα 0,5 mA (ενεργός τιμή) όταν πρόκειται για συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα μέχρι 60 Hz.

β) Η τάση επαφής να μην υπερβαίνει τα 50 V.

γ) Τάση επαφής πάνω από 50 V να μη μπορεί να διατηρηθεί για χρόνους μεγαλύτερους των 5 sec, π.χ. η τάση των 220V.

Τα μέτρα προστασίας που ικανοποιούν τις πιο πάνω συνθήκες είναι γενικά, κατά το άρθρο 10 των ΚΕΗΕ, τα παρακάτω:

- χαμηλή τάση λειτουργίας (<50 V), υποβιβασμένη τάση,
- διπλή μόνωση,
- περίφραξη ή περίβλημα στα κυκλώματα,
- εγκατάσταση σε μονωμένο δάπεδο,
- γαλβανική απομόνωση,
- ουδετέρωση,
- γείωση μέσω διακόπτη διαφυγής τάσης,
- χρήση διακόπτη διαφυγής ρεύματος.

Μπορεί να γίνει συνδυασμός των παραπάνω σε ορισμένες περιπτώσεις. Η επιλογή της μεθόδου προστασίας στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις γίνεται από το

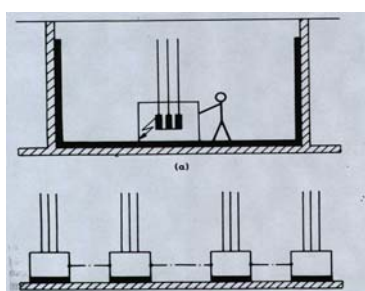
διανομέα ηλεκτρικής ενέργειας, τη ΔΕΗ, εκτός αν οι ΚΕΗΕ απαιτούν μία συγκεκριμένη μέθοδο.

Χαμηλή τάση λειτουργίας

Χαμηλή ή υποβιβασμένη ονομαστική τάση λειτουργίας χρησιμοποιείται σε τηλεφωνικές εγκαταστάσεις, κυκλώματα ελέγχου, μετασχηματιστές συγκολλήσεων και αλλού.

Σημαντικό σε εγκαταστάσεις με τάση που έχει υποβιβαστεί είναι, οι μετασχηματιστές που παρέχουν την πιο πάνω τάση να μην έχουν καμία σύνδεση μεταξύ πρωτεύοντος και δευτερεύοντος και να αποκλείεται διαρροή τάσης από το πρωτεύον στο δευτερεύον. Αυτό πρέπει να γίνει με ενίσχυση της μόνωσης. Η αντοχή της μόνωσης πρέπει να είναι διπλάσια της κανονικής.

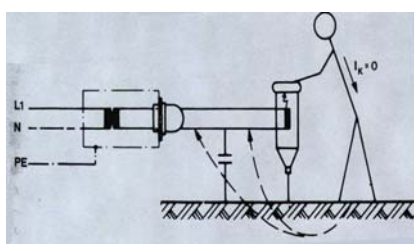
Εγκατάσταση σε μονωμένο χώρο



Προστασία μπορεί να εξασφαλιστεί τοποθετώντας τις συσκευές σε δάπεδο με μόνωση άνω των 50 kΩ για εναλλασσόμενες τάσεις, μέχρι 500 V ή 100 kΩ για άνω των 500 V. Πρέπει να αποκλείεται η ταυτόχρονη επαφή με τα χέρια των μεταλλικών κελυφών των συσκευών και των τοίχων. Δηλαδή, αν οι συσκευές είναι κοντά στους τοίχους πρέπει και αυτοί να μονωθούν εν μέρει. Επίσης, αν οι συσκευές

με μεταλλικά κελύφη είναι κοντά η μία στην άλλη, πρέπει να συνδεθούν τα κελύφη τους με ισοδυναμική σύνδεση, έτσι ώστε να αποκλείεται διαφορά δυναμικού σε δύο κελύφη που μπορεί να πιάσει ένας άνθρωπος ταυτόχρονα.

Ηλεκτρική, γαλβανική απομόνωση

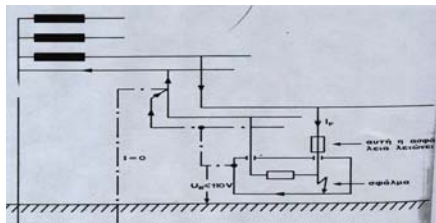


Το κύκλωμα υπό προστασία τροφοδοτείται μέσω μετασχηματιστή απομόνωσης (μονοφασικό ή τριφασικό μετασχηματιστή 1:1). Εφαρμογές του γίνονται σε εργοτάξια ή σε μικρές προσωρινές εγκαταστάσεις και σε υπαίθριες εγκαταστάσεις. Το

δευτερεύον του μετασχηματιστή απομόνωσης δε συνδέεται ούτε με το πρωτεύον ούτε με τη γη. Δηλαδή, στο δευτερεύον δεν πρέπει να υπάρχει διαρροή από έναν αγωγό προς τη γη. Έτσι αν το ανθρώπινο σώμα έρθει σε επαφή με μία φάση και τη γη ή με μία φάση και έναν ακροδέκτη, δεν κλείνει κύκλωμα και δε διαρρέεται από ρεύμα. Κίνδυνος υπάρχει μόνο αν έρθει σε επαφή με τους δύο ακροδέκτες της συσκευής στο δευτερεύον κύκλωμα του μετασχηματιστή.

Οι μετασχηματιστές πρέπει να έχουν ιδιαίτερα ισχυρή μόνωση μεταξύ πρωτεύοντος και δευτερεύοντος.

Η ουδετέρωση με αγωγή προστασίας



Η ουδετέρωση χαρακτηρίζεται και σαν ουδετερογείωση. Είναι η σύνδεση των μεταλλικών μερών των συσκευών με αγωγό γείωσης (λέγεται και αγωγός προστασίας), που συνδέεται με τον ουδέτερο στον πίνακα της παροχής. Ο ουδέτερος συνδέεται όμως και με ηλεκτρόδιο γείωσης στο σημείο της παροχέτευσης πριν από το μετρητή. Ο τρόπος αυτός προστασίας είναι εξίσου αποτελεσματικός με την άμεση γείωση, αλλά απαιτεί μικρότερη αντίσταση γείωσης. Είναι ο τρόπος που προδιαγράφει η ΔΕΗ για καταναλωτές ΧΤ

Σε ουδετερωμένες εγκαταστάσεις έχουμε, για μονοφασικές τροφοδοτήσεις τρεις αγωγούς (Φάση, Ουδέτερο, Αγωγό Γείωσης) και για τριφασικές πέντε αγωγούς (3 Φάσεις, Ουδέτερο, Αγωγό Γείωσης).

Διατάξεις Προστασίας - Διακόπτες διαφυγής έντασης (ΔΔΕ)

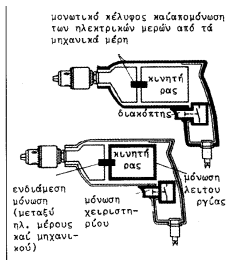
Ο διακόπτης διαφυγής έντασης παρακολουθεί το ρεύμα διαρροής ως προς τη γη. Αν αυτό υπερβεί μία τιμή, συνήθως 30 mA, τότε αποξεύγει το κύκλωμα σε όλους τους πόλους, δηλ. στις φάσεις και στον ουδέτερο, σε 0,2 sec περίπου.

Διακόπτες διαφυγής 30mA προσφέρουν προστασία επίσης στην περίπτωση που γίνεται άμεση επαφή ανθρώπου με γυμνό αγωγό (π.χ. χέρι στη φάση και πόδια στη γη). Δεν προσφέρουν όμως πάντα προστασία στην περίπτωση που άνθρωπος θα βραχυκυκλώσει με τα χέρια του τη φάση και τον ουδέτερο, π.χ. το δεξί χέρι στη φάση και το αριστερό χέρι στον ουδέτερο, γιατί το κύριο μέρος του ρεύματος σφάλματος περνά από το σώμα και όχι από τον ΔΔΕ.

Οι ΔΔΕ (των 30 mA) συνιστώνται πάντα σε καταναλωτές με ουδετέρωση και ιδιαίτερα εκεί που, λόγω συνθηκών, υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ηλεκτροπληξίας. Μεγάλοι καταναλωτές δεν προστατεύονται μόνο με ένα ΔΔΕ, αλλά με πολλούς, αφού χωρίζονται σε ομάδες των, π.χ., 40-63 A. Αυτό εξασφαλίζει μία ανεξαρτησία των κυκλωμάτων. Δεν επηρεάζεται το ένα κύκλωμα αν διακοπεί το άλλο.

Μειονέκτημα του ΔΔΕ είναι η περιορισμένη ετοιμότητά του. Όταν αυτός δεν συντηρείται, η αξιοπιστία του είναι μειωμένη. Γι' αυτό και δεν προτείνεται σαν αποκλειστική μέθοδος προστασίας, αλλά σαν συμπληρωματική. Πρέπει να δοκιμάζεται τακτικά, κάθε έξι μήνες.

Χρήση συσκευών διπλής μόνωσης



Η διπλή μόνωση συνίσταται στην απομόνωση των μηχανικών μερών μιας συσκευής από τα ηλεκτρικά και τη μόνωση του χειριστήριου της ή του κελύφους της. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται αυξημένη προστασία σε περίπτωση που το μηχανικό μέρος της συσκευής βρεθεί υπό τάση, π.χ. κατά την ακούσια επαφή της με ρευματοφόρο αγωγό, μιας και δε θα βρεθεί υπό τάση στο σύνολό της. Αντίστροφα, αν υπάρξει διαρροή του ηλεκτρικού κινητήρα δε θα περάσει ηλεκτρικό ρεύμα από το χειριστήριο της συσκευής ή από τα μηχανικά της μέρη.

5.2 Κίνδυνοι πυρκαγιάς

Σε οποιαδήποτε θερμή εργασία ο κίνδυνος πυρκαγιάς είναι αρκετά μεγάλος. Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στο τόξο της ηλεκτροσυγκόλλησης είναι της τάξης των χιλιάδων °C διευκολύνοντας την ανάφλεξη τυχόν εύφλεκτων ουσιών ή καυσίμων που μπορεί να βρίσκονται στο χώρο εργασίας. Το ίδιο το τόξο, αλλά και υψηλής θερμοκρασίας σταγόνες τήγματος που διασκορπίζονται κατά τη διαδικασία αποτελούν μια πολύ σημαντική πηγή ανάφλεξης και μπορούν να προκαλέσουν καταστροφικές συνέπειες ανάλογα με τις υπόλοιπες συνθήκες.

Απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα προστασίας από πυρκαγιά κατά την εκτέλεση της ηλεκτροσυγκόλλησης, ειδικά να ληφθεί υπ' όψιν ότι αυτή μπορεί να πραγματοποιείται σε βιομηχανικούς χώρους που μπορεί να υπάρχουν καύσιμα και γενικά εύφλεκτες ουσίες (π.χ. δεξαμενές πλοίων).

5.2.1 Πυρκαγιά, καύση, ανάφλεξη

Ο όρος πυρκαγιά αναφέρεται στη σχετικά μεγάλης κλίμακας και ανεπιθύμητη καύση κτιρίων, εγκαταστάσεων κ.λ.π. Η καύση αποτελεί το σύνολο των αλυσιδωτών εξώθερμων αντιδράσεων οξείδωσης μιας ουσίας (καύσιμο). Το φαινόμενο της φωτιάς είναι αυτό κατά το οποίο η καύση εμφανίζεται με την ανάπτυξη φλόγας και θερμότητας. Για την έναρξη και ανάπτυξη της φωτιάς είναι απαραίτητη η ταυτόχρονη ύπαρξη των παρακάτω τεσσάρων παραγόντων (Γεωργιάδου, Παπαδόπουλος, 2008):

- Καύσιμη ύλη
- Κατάλληλη θερμοκρασία
- Κατάλληλη συγκέντρωση οξυγόνου ή οξειδωτικού παράγοντα γενικά
- Ελεύθερες ρίζες

Οι ελεύθερες ρίζες συνεισφέρουν στην αυτοσυντήρηση της διαδικασίας της καύσης με το να αντιδρούν με το οξυγόνο και τα αέρια της καύσης διατηρώντας τις διάφορες αλυσιδωτές αντιδράσεις. Αυτοί οι τέσσερις παράγοντες συνιστούν το λεγόμενο «τετράεδρο της φωτιάς».

Η έναρξη του φαινομένου της καύσης λέγεται ανάφλεξη. Για να αναφλεγεί μια καύσιμη ύλη πρέπει να υπάρχει αρκετό οξυγόνο και να θερμανθεί μέχρι κάποια θερμοκρασία. Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι απαραίτητη η ύπαρξη αρχικής φλόγας για να έχουμε ανάφλεξη, ενώ σπάνια αρκεί η δημιουργία μίγματος με

συγκεκριμένη αναλογία για να έχουμε ανάφλεξη, οπότε και έχουμε αυτανάφλεξη. Οι απαιτούμενες συνθήκες για την ανάφλεξη και την ανάπτυξη της φωτιάς διαφέρουν από καύσιμο σε καύσιμο όσον αφορά τη θερμοκρασία και τη συγκέντρωση του οξυγόνου.

Για να αναφλεγεί ένα καύσιμο στον ατμοσφαιρικό αέρα είναι απαραίτητο να έχει δημιουργηθεί αέριο μίγμα καυσίμου – ατμοσφαιρικού αέρα αναλογίας εντός κάποιων ορίων. Τα όρια αυτά ονομάζονται όρια αναφλεξιμότητας και καθορίζουν την ελάχιστη και τη μέγιστη συγκέντρωση του καυσίμου στο αέριο μίγμα για να έχουμε ανάφλεξη. Ανεξάρτητα από το αν το καύσιμο είναι στερεό, υγρό ή αέριο, το μίγμα θα πρέπει να είναι αέριο (Σελλούντος, Χουσιανάκος, Παπαϊωάννου, Πέρδιος, 1988).

Αν το καύσιμο είναι υγρό, θα πρέπει να εξατμιστεί τέτοια ποσότητα ούτως ώστε το μίγμα των ατμών του με τον ατμοσφαιρικό αέρα να βρίσκεται εντός των ορίων αναφλεξιμότητας. Ορισμένα υγρά ακόμα και σε συνηθισμένες θερμοκρασίες, εξατμίζονται σε τέτοιο βαθμό που να μπορεί να δημιουργηθεί κατάλληλο μίγμα.

Αν το καύσιμο είναι στερεό, πάλι πρέπει αυτό να δημιουργήσει κατάλληλο μίγμα αέρα – καυσίμου εντός των ορίων αναφλεξιμότητας. Πρέπει να θερμανθεί μέχρι μια ορισμένη θερμοκρασία, οπότε και σχηματίζονται ατμοί στην επιφάνειά του, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί αέριο μίγμα. Στερεά με υψηλό σημείο τήξης αναφλέγονται αφού έχει παρουσιαστεί έντονη επιφανειακή οξείδωση.

Όριο ανάφλεξης είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία κατάλληλο μίγμα καυσίμου – αέρα μπορεί να αναφλεγεί με μια μικρή φλόγα ή άλλη πηγή θερμότητας, η οποία λέγεται πηγή ανάφλεξης. Ορισμένες ουσίες μπορούν να αναφλεγούν και χωρίς κάποια πηγή ανάφλεξης. Σε αυτήν την περίπτωση έχουμε αυτανάφλεξη και η ελάχιστη αντίστοιχη θερμοκρασία λέγεται θερμοκρασία αυτανάφλεξης.

Είναι επίσης σημαντικό το ότι προηγουμένως στο τετράεδρο της φωτιάς δεν αναφέρεται αποκλειστικά η ύπαρξη κατάλληλης συγκέντρωσης οξυγόνου για την έναρξη και διατήρηση της φωτιάς, αλλά οξειδωτικού παράγοντα γενικά. Ορισμένες ουσίες δηλαδή, δε χρειάζονται απαραίτητα οξυγόνο για να καούν, όπως το κάλιο και ο φώσφορος, που αναφλέγονται και σε χλώριο ή το μαγνήσιο που αναφλέγεται και σε ατμόσφαιρα αζώτου.

5.2.2 Επιπτώσεις της πυρκαγιάς στον άνθρωπο

(Σελλούντος, Χουσιανάκος, Παπαϊωάννου, Πέρδιος, 1988)

Οι κίνδυνοι που ενέχει μια πυρκαγιά για τον άνθρωπο οφείλονται κυρίως:

- Στην ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών
- Στην μείωση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο του αέρα του περιβάλλοντος
- Στα καυσαέρια που παράγονται
- Στην μείωση της αντοχής των δομικών στοιχείων των κατασκευών

Η ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών μπορεί να επιδράσει με τους παρακάτω τρόπους στον άνθρωπο:

- Σε περιπτώσεις άμεσης επαφής με τη φωτιά υπάρχει ο κίνδυνος ανάφλεξης των ρούχων, εγκαυμάτων, ακόμα και ανάφλεξης του σώματος.
- Η ισχυρή θερμική ακτινοβολία στο άμεσο περιβάλλον της φωτιάς δημιουργεί υψηλές θερμοκρασίες και μπορεί να προκαλέσει αφυδάτωση και εγκαύματα στο ανθρώπινο σώμα.
- Η επαφή θερμών αερίων μαζών με το ανθρώπινο δέρμα μπορεί να προκαλέσει υπερθερμία, αφυδάτωση, σοκ, εγκαύματα, αναπνευστικά προβλήματα, καρδιακό επεισόδιο κ.α. Τα παραπάνω δρουν συνδυαστικά και μπορεί να έχουν σημαντικές σωματικές, αλλά και ψυχολογικές επιπτώσεις στα θύματα, μόνιμες αναπηρίες ή και θάνατο. Στην περίπτωση αυτή ο άνθρωπος δεν είναι απαραίτητο να βρίσκεται στο άμεσο περιβάλλον της φωτιάς.

Η μείωση του διαθέσιμου οξυγόνου στον ατμοσφαιρικό αέρα μπορεί να προκαλέσει αίσθηση δυσφορίας, αδυναμία συγκέντρωσης, ασφυξία και τελικά το θάνατο.

Τα παραγόμενα καυσαέρια εξαρτώνται από το είδος των υλικών που καίγονται κάθε φορά.

- Κατά την καύση διαφόρων υλικών μπορεί να παράγονται διάφορα επικίνδυνα αέρια και καπνό. Τα πλαστικά ιδιαίτερα αποδίδουν αρκετά τοξικά αέρια. Τα προϊόντα αυτά προκαλούν αρκετά συχνά δηλητηριάσεις ή και το θάνατο ανθρώπων που μπορεί να μη βρίσκονται κοντά στην εστία της φωτιάς.

- Το μονοξείδιο του άνθρακα συνυπάρχει στα καυσαέρια και είναι αρκετά επικίνδυνο αέριο και μπορεί να προκαλέσει το θάνατο ακόμα και σε μικρές σχετικά συγκεντρώσεις. (Βλ. παρακάτω: χημικοί παράγοντες)
- Το διοξείδιο του άνθρακα δημιουργεί επίσης αναπνευστικά προβλήματα και σε υπερβολικές συγκεντρώσεις ασφυξία και θάνατο. (Βλ. παρακάτω: χημικοί παράγοντες)

Μια πυρκαγιά υποβαθμίζει και καταστρέφει τα δομικά στοιχεία της κατασκευής στην οποία λαμβάνει χώρα λόγω κυρίως των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται. Με αυτόν τον τρόπο προκαλούνται καταρρεύσεις κατασκευών με σοβαρούς κινδύνους για τον πληθυσμό που βρίσκεται εντός τους.

5.2.3 Κίνδυνοι πυρκαγιάς κατά την ηλεκτροσυγκόλληση

Κατά την εργασία του ηλεκτροσυγκολλητή παράγονται αρκετές και σημαντικές πηγές ανάφλεξης, ενώ αυτή λαμβάνει χώρα σε αρκετές περιπτώσεις κοντά ή μέσα σε χώρους που προηγουμένως είχαν χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση καυσίμων και γενικά εύφλεκτων υλών (π.χ. κύτη πλοίων). Είναι επίσης σύνηθες να γίνονται εργασίες συγκολλήσεων σε βιομηχανικούς χώρους κοντά σε δεξαμενές καυσίμων ή σε σημεία αποθήκευσης εύφλεκτων ουσιών.

Η κύρια πηγή ανάφλεξης που δημιουργείται κατά την ηλεκτροσυγκόλληση είναι το βολταϊκό τόξο. Ανάλογα με την ένταση του ρεύματος που χρησιμοποιείται η θερμοκρασία του μπορεί να είναι από 6000 έως 8000 °C, μια θερμοκρασία αρκετά υψηλή – σημαντικά υψηλότερη από το σημείο τήξης και από το σημείο ανάφλεξης αρκετών ουσιών. Το γεγονός αυτό μπορεί να μετριάζεται από την ύπαρξη προστατευτικού αερίου, αλλά σε αμελητέο βαθμό.

Σημαντική πηγή ανάφλεξης, ίσως σημαντικότερη και από το βολταϊκό τόξο είναι τα σταγονίδια τηγμένου μετάλλου που διασκορπίζονται κατά τη συγκόλληση. Αυτά έχουν θερμοκρασία αρκετών χιλιάδων °C και μπορούν να διασκορπιστούν σε απόσταση αρκετών μέτρων (ανάλογα με τις συνθήκες και τις παραμέτρους της ηλεκτροσυγκόλλησης μπορεί να φτάσουν και τα 10 μέτρα) (Αδαμάκης Ι., 2007). Το γεγονός αυτό κάνει τα σταγονίδια πολύ επικίνδυνη πηγή ανάφλεξης μιας και μπορεί να φτάσουν σε σημεία που δεν έχουν ληφθεί κατάλληλα μέτρα ή σε σημεία που δεν υπάρχει πρόβλεψη να ελέγχονται για την προστασία από πυρκαγιά. Επίσης είναι

δυνατόν να φτάσουν σε σημεία που να μη φαίνεται με την πρώτη ματιά τυχόν ανάφλεξη.

Σπινθήρες και πυρακτωμένα σωματίδια παράγονται επίσης και κατά την εκτέλεση βοηθητικών εργασιών από τον ηλεκτροσυγκολλητή, όπως το τρόχισμα ή το ματσακόνισμα. Και εδώ τα σωματίδια αυτά μπορούν να διασκορπιστούν σε μεγάλη απόσταση και να αποτελέσουν σοβαρή πηγή κινδύνου για πυρκαγιά, όπως επίσης και σπινθήρες που μπορεί να δημιουργηθούν κατά το ματσακόνισμα.

Ο χώρος, επίσης, που γίνονται οι εργασίες ενδέχεται να έχει υπολείμματα εύφλεκτων, οξειδωτικών και άλλων επικίνδυνων ουσιών. Ιδιαίτερα σε κλειστούς και περιορισμένους χώρους το πρόβλημα γίνεται πιο έντονο, καθώς μπορεί αρκετά εύκολα να συσσωρευτούν αναθυμιάσεις των ουσιών αυτών σε επικίνδυνες συγκεντρώσεις (εντός των ορίων αναφλεξιμότητας ή δημιουργία εκρηκτικών ατμοσφαιρών). Εξίσου επικίνδυνη μπορεί να είναι και η υπερβολική συγκέντρωση οξυγόνου σε ένα χώρο, μιας και σε τέτοια περίπτωση διευκολύνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό η ανάφλεξη και η διάδοση της φωτιάς (Τσιρώνης Ι., Παπαδάκης Α., Γεωργιάδου Ε., 2008). (Βλ. παρακάτω: Εργασία σε περιορισμένους χώρους)

Ο περιβάλλον χώρος μπορεί να περιέχει πηγές κινδύνου πυρκαγιάς. Ακόμα κι αν στο χώρο που εκτελούνται οι εργασίες έχουν απομακρυνθεί ή εξουδετερωθεί με κάποιον τρόπο ενδεχόμενες εστίες φωτιάς, σε κάποιο γειτονικό οίκημα, αποθήκη κ.λ.π. μπορεί να υπάρχουν εύφλεκτες ύλες και γενικά επικίνδυνα σημεία τα οποία να μην έχουν ληφθεί υπ' όψιν κατά τη λήψη μέτρων προστασίας. Ένας χώρος στάθμευσης οχημάτων, μια δεξαμενή καυσίμου, χώροι αποθήκευσης χρωμάτων κ.α. υπάρχει σοβαρή πιθανότητα να αποτελέσουν εστίες πυρκαγιάς, ακόμα και αν οι εργασίες γίνονται σε απόσταση, αν δε ληφθούν κατάλληλα μέτρα.

Τέλος, ένας κίνδυνος που παραγνωρίζεται είναι το ίδιο το σώμα του εργαζομένου μιας και μπορεί να κρύβει πηγές κινδύνου. Τα ρούχα του, τα παπούτσια του και γενικά όλος ο εξοπλισμός που φέρει μπορεί να είναι ακάθαρτος, να έχει λερωθεί με χρώματα, διαλυτικά και γενικά εύφλεκτες ουσίες. Σε τέτοια περίπτωση ένας σπινθήρας ή ένα εκτοξευόμενο σταγονίδιο κατά την εργασία του μπορεί να έχει ολέθρια αποτελέσματα.

5.2.4 Πυροπροστασία

Η πυροπροστασία περιλαμβάνει το σύνολο των μέτρων για την προστασία των ατόμων και των υλικών αγαθών ενός χώρου από πυρκαγιά. Τα μέτρα αυτά μπορεί να είναι προληπτικά, τα οποία συνιστούν την παθητική ή δομική πυροπροστασία, ή κατασταλτικά, τα οποία συνιστούν την ενεργητική πυροπροστασία.

5.2.4.1 Παθητική πυροπροστασία

(Σελλούντος, Χουσιανάκος, Παπαϊωάννου, Πέρδιος, 1988)

Η παθητική πυροπροστασία είναι το σύνολο των μέτρων που επιτρέπουν την ασφάλεια μιας δομικής κατασκευής έναντι πυρκαγιάς. Περιλαμβάνουν μέτρα πρόληψης της πυρκαγιάς, όπως η επιλογή άκαυστων υλικών και η απομάκρυνση των εύφλεκτων, και μέτρα όπως η δημιουργία οδεύσεων διαφυγής, η διαμερισματοποίηση των χώρων του κτιρίου, η επάρκεια αντοχής κ.α. που λειτουργούν όταν εμφανιστεί πυρκαγιά. Η παθητική πυροπροστασία αφορά, δηλαδή, τις κατάλληλες προβλέψεις ούτως ώστε να μη συμβεί πυρκαγιά, αλλά και αν συμβεί να διασφαλιστούν οι ανθρώπινες ζωές και να μετριαστούν οι επιπτώσεις της στους ανθρώπους, τα υλικά αγαθά, το ίδιο το κτίριο και τη γύρω περιοχή, ακόμα και χωρίς να γίνει επέμβαση με ενεργητικά μέσα.

Διαμερισματοποίηση

Κατά τη σχεδίαση ενός χώρου εργασίας πρέπει να προβλέπεται η δυνατότητα να διαχωρίζεται σε τμήματα με ανθεκτικά στη θερμότητα δομικά στοιχεία που να καθυστερούν τη διάδοση της φωτιάς. Αυτός ο διαχωρισμός εξυπηρετεί τα παρακάτω:

- Περιορίζει τη διάδοση της φωτιάς
- Επιτρέπει τη διαφυγή των ενοίκων
- Παρέχει χρόνο για την προσέγγιση και ακίνδυνη δράση των πυροσβεστών

Η ικανότητα ενός δομικού στοιχείου (τοίχος, οροφή κ.λ.π.) να αντιστέκεται για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα στην επίδραση μιας φωτιάς, χωρίς να χάνει την ευστάθεια, τη μηχανική του αντοχή και την αντίστασή του στη δίοδο της θερμότητας. Το αντίστοιχο χρονικό διάστημα ονομάζεται δείκτης πυραντίστασης. Εκφράζεται με το γράμμα F και έναν αριθμό που δηλώνει το χρονικό διάστημα σε λεπτά (π.χ. F30) ή με το χρονικό διάστημα σε λεπτά (30min).

Η ελληνική νομοθεσία καθορίζει συγκεκριμένες προδιαγραφές για τη διαμερισματοποίηση των βιομηχανικών χώρων και αποθηκών, ανάλογα με την επικινδυνότητά τους. Οι προδιαγραφές αυτές αφορούν το μέγιστο εμβαδό και όγκο των τμημάτων (πυροδιαμερίσματα) και το δείκτη πυραντίστασης του κάθε δομικού στοιχείου.

Εξασφάλιση οδών διαφυγής

Όδευση διαφυγής λέγεται μια συνεχής και χωρίς εμπόδια πορεία για τη διαφυγή από οποιοδήποτε σημείο ενός κτιρίου προς έναν ασφαλή, υπαίθριο συνήθως, χώρο σε περίπτωση πυρκαγιάς (Π.Δ. 71/88 «Κανονισμός πυροπροστασίας των κτιρίων»).

Ο κύριος στόχος των οδεύσεων διαφυγής είναι σε ένα κτίριο είναι η διασφάλιση ασφαλούς εκκένωσης όλων των χώρων από όλους τους ενοίκους, σε περίπτωση πυρκαγιάς. Οι οδεύσεις διαφυγής πρέπει να παραμένουν ασφαλείς και αποτελεσματικές για τη χρονική διάρκεια που απαιτείται και να είναι σαφώς αντιληπτές και προσπελάσιμες από όλους τους χρήστες.

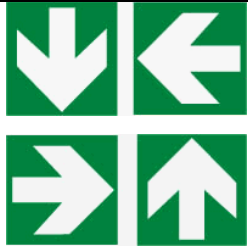
Σε κάθε περίπτωση οι οδεύσεις διαφυγής πρέπει να διατηρούνται ελεύθερες και να οδηγούν από το συντομότερο δρόμο σε ασφαλή χώρο. Δεν πρέπει να φράζονται από κανένα αντικείμενο, ούτως ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεμπόδιστα ανά πάσα στιγμή.

Οι πόρτες των οδεύσεων διαφυγής πρέπει να ανοίγουν προς τα έξω και να κλείνουν με τρόπο που να μπορεί να τις ανοίξει εύκολα και αμέσως κάθε άτομο που θα χρειαστεί, δεν πρέπει να κλειδώνονται και να μην είναι συρόμενες ή περιστρεφόμενες.

Όταν οι εργασίες εκτελούνται σε πολώροφα κτίρια, τα κλιμακοστάσια που συνεχίζονται κάτω από τον όροφο εκκένωσης πρέπει να κλείνονται με πόρτες με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να μη δημιουργείται σύγχυση ως προς την κατεύθυνση της εξόδου.

Πόρτες που προβλέπεται να παραμένουν κλειστές σε περίπτωση πυρκαγιάς πρέπει να κλείνουν μόνες τους και να μη στερεώνονται ποτέ σε ανοιχτή θέση.

Σε όλα τα κτίρια που χρησιμοποιούνται ως βιομηχανίες, βιοτεχνίες ή αποθήκες οι οδεύσεις διαφυγής πρέπει να φωτίζονται και να έχουν κατάλληλη σήμανση όπως προβλέπεται από τη νομοθεσία (Π.Δ. 105/95). Χώροι που χρησιμοποιούνται μόνο κατά τη διάρκεια της μέρας και έχουν ικανοποιητικό φωτισμό δε χρειάζεται να φωτίζονται.

 Έξοδος κινδύνου	 Οδός διαφυγής	 Κατεύθυνση που πρέπει να ακολουθηθεί
--	--	---

Πίνακας 5.2

Σήμανση οδεύσεων διαφυγής

Ο φωτισμός ασφαλείας των οδεύσεων διαφυγής πρέπει να τροφοδοτείται με σίγουρη εφεδρική πηγή ενέργειας και να έχει ένταση τουλάχιστον 10 lux μετρούμενα στο ύψος του δαπέδου. Σε περίπτωση διακοπής η χρονική διάρκεια της αλλαγής πηγής ενέργειας δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10 δευτερόλεπτα και ο φωτισμός πρέπει να διατηρείται για τουλάχιστον 1 ½ ώρα.

Εξασφάλιση διαδρομής καπνού και αερίων

Παράλληλα με τα παραπάνω θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη ούτως ώστε τα καυσαέρια και ο καπνός κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς να απομακρύνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να διατηρούνται ελεύθερες οι οδοί διαφυγής και να διασφαλίζεται η ασφάλεια των εργαζομένων μέχρι την απομάκρυνσή τους. Η εισροή νωπού αέρα θα πρέπει να μπορεί να διακόπτεται όσο είναι δυνατό, για να εμποδίζεται η εξάπλωση της πυρκαγιάς.

5.2.4.2 Ενεργητική πυροπροστασία

Η ενεργητική πυροπροστασία περιλαμβάνει κατασταλτικά μέτρα για την αντιμετώπιση μιας πυρκαγιάς τα οποία ενεργοποιούνται μόνο κατά τη διάρκεια ή την εμφάνισή της. Σε αυτά τα μέτρα περιλαμβάνονται συστήματα πυρανίχνευσης και συναγερμού, μόνιμες εγκαταστάσεις πυρόσβεσης και μέσα κατάσβεσης (πυροσβεστήρες, εργαλεία κ.α.).

Συστήματα πυρανίχνευσης και συναγερμού

Ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει κάποιο κτίριο ή χώρος εργασίας προβλέπεται και η ύπαρξη αυτόματου συστήματος ανίχνευσης πυρκαγιάς. Το

σύστημα αυτό μπορεί να συνδέεται και με αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης και ενεργοποιεί το σύστημα συναγερμού, ο οποίος δίνεται με ηχητικά ή οπτικά σήματα στην ελεγχόμενη περιοχή ή σε ειδικό χώρο ελέγχου.

Οι ανιχνευτές πυρκαγιάς είναι διαφόρων τύπων και χαρακτηρίζονται ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο ανιχνεύουν την ύπαρξη πυρκαγιάς. Έτσι αυτοί μπορεί να είναι ανιχνευτές θερμότητας, καπνού, αερίων, φλόγας κ.λ.π. Επίσης οι ανιχνευτές μπορούν να ενεργοποιούν εγκαταστάσεις πυρόσβεσης, συστήματα αερισμού, θύρες πυρασφάλειας κ.α.

Το σύστημα συναγερμού ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να είναι αυτόματο ή χειροκίνητο. Τα αυτόματα συστήματα συνδέονται με το σύστημα πυρανίχνευσης και δεν απαιτούν ανθρώπινη επέμβαση. Τα χειροκίνητα συστήματα συναγερμού επιτρέπουν στο άτομο που θα αντιληφθεί την εκδήλωση της φωτιάς να σημάνει συναγερμό με τη χρήση διακοπών που βρίσκονται στο κτίριο. Οι συσκευές συναγερμού θα πρέπει να εκπέμπουν ηχητικά σήματα που να υπερσχύουν της μέγιστης στάθμης θορύβου που υπάρχει σε κανονικές συνθήκες εργασίας και να είναι διακριτά από τους υπόλοιπους θορύβους στον εργασιακό χώρο.

Βασικές αρχές πυρόσβεσης

(Σελλούντος, Χουσιανάκος, Παπαϊωάννου, Πέρδιος, 1988)

Όπως προαναφέρθηκε για την έναρξη και τη διάδοση της φωτιάς είναι απαραίτητη η ύπαρξη και των τεσσάρων παραγόντων που απαρτίζουν το «τετράεδρο της φωτιάς». Επομένως αρκεί η απομάκρυνση ή εξουδετέρωση ενός παράγοντα για να επιτευχθεί η κατάσβεση μιας φωτιάς με τις παρακάτω διαδικασίες:

- **Αραίωση:** πρόκειται για τη μείωση της πυκνότητας των καυσίμων υλών στο χώρο της πυρκαγιάς. Αυτό επιτυγχάνεται με την απομάκρυνση των υλικών που δεν έχουν αναφλεγεί ακόμα. Παραδείγματα είναι: είναι η εκκένωση αποθηκών ή δεξαμενών, η αποψίλωση των γύρω χώρων από τον τόπο που εκδηλώνεται η πυρκαγιά κ.α.
- **Τοπική ψύξη:** πρόκειται για την ψύξη της εστίας της πυρκαγιάς, με ρυθμό ταχύτερο από αυτόν της παραγωγής θερμότητας. Έτσι επιτυγχάνεται η διακοπή της καύσης μέσω της μείωσης της θερμοκρασίας. Τα μέσα κατασβέσεως γίνονται πιο αποτελεσματικά όταν εξατμίζονται, οπότε και απορροφούν μεγάλα ποσά θερμότητας και όταν προστίθενται σε λεπτό διασκορπισμό στην εστία (π.χ. σταγονίδια νερού).

- **Απόπνιξη:** πρόκειται για την τοπική μείωση της περιεκτικότητας του οξυγόνου στην εστία της φωτιάς. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται κυρίως σε κλειστούς χώρους και σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η εστία της φωτιάς μπορεί να καλυφθεί από άκαυστα υλικά (καλύμματα, κουβέρτες) ή από το χρησιμοποιούμενο κατασβεστικό μέσο (π.χ. αφρός). Η απόπνιξη μπορεί να επιτευχθεί και με την προσθήκη αδρανών ή άκαυστων αερίων (π.χ. CO₂), οπότε και μειώνεται η συγκέντρωση του οξυγόνου.
- **Καταλυτική κατάσβεση:** πρόκειται για την επέμβαση στο μηχανισμό των αλυσιδωτών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται κατά την καύση. Κατά τη μέθοδο αυτή επιδιώκεται η επιβράδυνση των αντιδράσεων αυτών και τελικά η διακοπή τους, οπότε και επιτυγχάνεται ραγδαία κατάσβεση. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με την άμεση επίδραση του κατασβεστικού μέσου στους μηχανισμούς αυτούς (σύνδεση του με τις ελεύθερες ρίζες), είτε με τη λειτουργία του ως διαχωριστικό μέσο που επιταχύνει τη διάσπαση των υπεροξειδίων που είναι ενδιάμεσα προϊόντα των αλυσιδωτών αντιδράσεων.

Υλικά κατάσβεσης

(Γεωργιάδου, Παπαδόπουλος, 2008)

Για να επιτευχθούν οι παραπάνω μέθοδοι κατάσβεσης πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα κατάλληλα υλικά κατάσβεσης για κάθε περίπτωση, ανάλογα με το είδος των καυσίμων υλικών και τις γενικότερες συνθήκες. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι το νερό, ο αφρός, το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), οι ξηρές χημικές σκόνες και αέριοι παράγοντες. Πρέπει να υπάρχει ιδιαίτερη προσοχή για τη χρήση των κατάλληλων υλικών κατάσβεσης σε κάθε περίπτωση μιας και ορισμένα υλικά μπορεί να είναι επικίνδυνα αν χρησιμοποιηθούν σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Νερό: η κατασβεστική ικανότητα του νερού βασίζεται στο γεγονός ότι μπορεί να απορροφά σημαντικές ποσότητες θερμότητας από την εστία της φωτιάς και να απομονώνει θερμικά την περιοχή. Είναι φιλικό για τον άνθρωπο, αλλά μπορεί να είναι επικίνδυνο σε περιπτώσεις όπως οι παρακάτω:

- Κοντά σε δίκτυα, μηχανήματα ή εγκαταστάσεις με ηλεκτρική τάση (κίνδυνος ηλεκτροπληξίας).
- Όταν στην εστία φωτιάς υπάρχουν πυρωμένα μέταλλα μεγάλης επιφάνειας.
- Όταν η εστία έχει θερμοκρασία πολύ μεγάλη (1.300°C και άνω). Σε αυτές τις περιπτώσεις η πυρόσβεση αρχίζει με προσβολή – ψύξη της περιμέτρου

της εστίας και βαθμιαία διείσδυση προς το κέντρο της παράλληλα με την ταυτόχρονη πρόοδο της ψύξης.

- Όταν εκτοξεύεται νερό σε υλικά που διογκώνονται πολύ ή συγκρατούν το νερό (βαμβάκι, καπνός κ.α.), ανακύπτουν άλλοι κίνδυνοι όπως καταστροφές δομικών στοιχείων οικημάτων κ.λπ.
- Στην κατάσβεση πυρωμένων ανθράκων γιατί παράγονται σημαντικές ποσότητες μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου.
- Όταν ρίχνεται συμπαγής βολή νερού σε καιγόμενα ή υπέρθερμα λάδια ή μαζούτ, απαιτείται μεγάλη προσοχή, γιατί υπάρχει κίνδυνος να παρατηρηθεί αναβρασμός και να εκσφενδονιστούν φλεγόμενες σταγόνες ή μικροποσότητες καιγόμενων υλικών σε αρκετή απόσταση (κίνδυνος επέκτασης της φωτιάς).
- Το νερό δε σβήνει φωτιές φωσφόρου, θειαφιού, ναφθαλίνης, καμφοράς, εύφλεκτων κινηματογραφικών ταινιών και γενικά υλών που περιέχουν περίσσεια οξυγόνου (π.χ. υπεροξείδια).
- Όταν εκτοξεύεται με τη μορφή συμπαγούς βολής, δε σβήνει αλλά αντίθετα επεκτείνει, φωτιές πετρελαιοειδών και υγρών που επιπλέουν στο νερό (είναι μικρότερου ειδικού βάρους απ' το νερό).

Διοξείδιο του άνθρακα: η κατασβεστική του ικανότητα οφείλεται στην αραίωση του οξυγόνου της καύσης. Είναι αδρανές, μη αγωγίμο ηλεκτρικά και δεν αφήνει κατάλοιπα μετά τη χρήση του.

Είναι κατάλληλο για χώρους που περιέχουν υγρά ή αέρια καύσιμα, χώρους υπό τάση και συνήθη καύσιμα υλικά. Η χρήση του όμως για της κατάσβεσης φλεγόμενων μετάλλων και υλικών που περιέχουν επαρκή συγκέντρωση οξυγόνο δεν ενδείκνυται. Επίσης στις υψηλές συγκεντρώσεις που απαιτούνται για την κατάσβεση προκαλεί ασφυξία, επομένως συστήματα ολικής κατάκλισης με CO₂ δεν πρέπει να είναι αυτόματα όταν προορίζονται για χώρους όπου βρίσκονται άνθρωποι. Επίσης πρέπει να αποφεύγεται η επαφή με στερεό CO₂, το οποίο μπορεί να δημιουργηθεί και με κάθε κρύο τμήμα του συστήματος πυρόσβεσης ή του πυροσβεστήρα για να μην προκληθεί ψυχρό έγκαυμα.

Ξηρές σκόνες: η κατασβεστική τους ικανότητα οφείλεται στην επέμβασή τους στις αλυσιδωτές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται κατά την καύση. Θεωρητικά μπορούν να σβήσουν οποιαδήποτε φωτιά, αλλά δημιουργούν κατάλοιπα που μπορεί να ρυπάνουν ή να προκαλέσουν ζημιές σε εγκαταστάσεις. Έχουν συνήθως ως βασικό

υλικό το δισανθρακικό κάλιο ή νάτριο. Αποτελούν γενικά την καλύτερη λύση, σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει πρόβλημα ρύπανσης ή ζημιών από τα κατάλοιπα.

Αφρός: η κατασβεστική ικανότητα του αφρού οφείλεται στην απόπνιξη της φωτιάς και στην ψύξη της εστίας λόγω της εξάτμισης του νερού που αποτελεί συστατικό του. Παράγεται με την ανάμειξη νερού με ειδικό υγρό σε κατάλληλη αναλογία.

Αδρανή αέρια: η κατασβεστική τους ικανότητα οφείλεται στην αραίωση του οξυγόνου της καύσης. Συνήθως χρησιμοποιούνται μείγματα αζώτου και αργού. Δεν αφήνουν κατάλοιπα και δεν είναι ηλεκτρικά αγωγίμα. Και εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι είναι ασφυξιογόνα σε υψηλές συγκεντρώσεις.

Αέριοι αλογονάνθρακες: η κατασβεστική τους ικανότητα οφείλεται στην επέμβασή τους στις αλυσιδωτές αντιδράσεις της καύσης. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί για την αντικατάσταση των αλογονομένων υδρογονανθράκων (HALON), οι οποίοι συμβάλλουν σημαντικά στην καταστροφή του όζοντος και για αυτόν τον λόγο απαγορεύτηκε η παραγωγή τους το 1994. Ορισμένοι αλογονάνθρακες είναι το περιφθοροβουτάνιο και το επταφθοροπροπάνιο.

Κατηγορίες πυρκαγιάς

Ανάλογα με το είδος του καυσίμου ορίζονται τέσσερις κατηγορίες πυρκαγιάς από ευρωπαϊκά πρότυπα. Ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει μια πυρκαγιά ενδεικτικά αναφέρονται και διάφορα κατάλληλα υλικά κατάσβεσης στον πίνακα 5.3:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ	ΚΑΙΓΟΜΕΝΑ ΕΙΔΗ	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟ ΚΑΤΑΣΒΕΣΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (ενδεικτικά)
A	Συνήθη καιγόμενα υλικά (ξύλο, χαρτί, άχυρο, υφάσματα, ελαστικό, διάφορα πλαστικά κ.ά.). Γενικά στερεά οργανικής σύνθεσης τα οποία καιγόμενα σχηματίζουν στάχτη και κάρβουνο.	Νερό, αφρός, ξηρά σκόνη, άμμος, χώμα, διοξείδιο του άνθρακα, αδρανή αέρια, αλογονάνθρακες
B	Εύφλεκτα υγρά, υγρά καύσιμα (πετρελαιοειδή, διαλύτες, άλλα εύφλεκτα υγρά κ.λπ.).	Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂), ξηρά σκόνη, αφρός, αλογονάνθρακες
C	Αέρια καύσιμα (μεθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, ασετιλίνη, υδρογόνο κ.λπ.).	Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂), ξηρά σκόνη, αφρός.
D	Μέταλλα (νάτριο, κάλιο, μαγνήσιο, τιτάνιο και ζirkόνιο).	Ξηρά σκόνη, άμμος, γραφίτης.

Πίνακας 5.3

[ΕΛΙΝΥΑΕ, Θέματα υγείας και ασφάλειας της εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα 2007]

Η κατηγορία Ε που υπήρχε παλαιότερα και αναφερόταν σε πυρκαγιές πάνω ή κοντά σε ηλεκτρικές συσκευές ή σε εγκαταστάσεις υπό τάση, καταργήθηκε. Είναι υποχρεωτικό πλέον σε κάθε κατασβεστικό μέσο πρέπει να αναγράφεται αν το υλικό που χρησιμοποιείται είναι κατάλληλο για χρήση σε χώρους με τάση.

Πυροσβεστήρες

Οι πυροσβεστήρες είναι φορητές συσκευές, οι οποίες περιέχουν κατασβεστικό μέσο, το οποίο εκτοξεύεται με τη βοήθεια εσωτερικής πίεσης είτε του ίδιου του μέσου, είτε κάποιου προωθητικού αερίου. Οι πυροσβεστήρες μπορεί να είναι φορητοί, τροχήλατοι ή οροφής.



Τροχήλατος
πυροσβεστήρας

Οι φορητοί πυροσβεστήρες είναι σχεδιασμένοι, ούτως ώστε να μπορούν να λειτουργήσουν και να μεταφερθούν με τα χέρια και ζυγίζουν μέχρι 20 κιλά, ενώ πυροσβεστήρες που ζυγίζουν πάνω από 20 κιλά είναι τροχήλατοι και μεταφέρονται είτε από το προσωπικό είτε είναι ρυμουλκούμενοι. Οι πυροσβεστήρες οροφής αναρτώνται από την οροφή του χώρου τον οποίο προστατεύουν και ενεργοποιούνται αυτόματα κατακλύζοντάς τον με το κατασβεστικό μέσο.

Φορητός
πυροσβεστήρας

Ανάλογα με το κατασβεστικό υλικό που περιέχουν χωρίζονται σε πυροσβεστήρες νερού, ξηρής σκόνης, αφρού, αερίων παραγόντων ή διοξειδίου του άνθρακα. Η ελληνική νομοθεσία προβλέπει συγκεκριμένες διαδικασίες και διαστήματα συντήρησης και αναγόμωσης για πυροσβεστήρες ανάλογα με το κατασβεστικό υλικό που χρησιμοποιούν.



Πυροσβεστήρας
οροφής

Οι πυροσβεστήρες θα πρέπει με ευθύνη του ιδιοκτήτη να ελέγχονται τακτικά για την καλή τους λειτουργία και να συντηρούνται από αναγνωρισμένη εταιρία ανά χρονικά διαστήματα που ορίζονται από τη νομοθεσία ανάλογα με τον τύπο τους.

Εγκαταστάσεις πυρόσβεσης

Οι πυροσβεστήρες, μιας και έχουν σχετικά περιορισμένο χρόνο χρήσης και ποσότητα κατασβεστικού υλικού, χρησιμοποιούνται κατά το πρώτο χρονικό διάστημα επέκτασης της πυρκαγιάς σαν μια πρώτη και άμεση ενέργεια για την κατάσβεσή της.

Για την πλήρη αντιμετώπιση της πυρκαγιάς και όταν αυτή επεκταθεί, σε χώρους που απαιτείται χρησιμοποιούνται μόνιμες εγκαταστάσεις πυρόσβεσης. Οι εγκαταστάσεις αυτές κατακλύζουν το χώρο με το κατασβεστικό μέσο που έχει επιλεγεί ανάλογα με τα υλικά που βρίσκονται σε αυτόν και η χρήση τους είναι απαραίτητη, στους χώρους που καθορίζονται από τη νομοθεσία. Το κατασβεστικό μέσο μπορεί να είναι οποιοδήποτε από αυτά που περιγράφονται παραπάνω και επιλέγεται βάσει των χαρακτηριστικών των καυσίμων υλικών του χώρου. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή όταν το κατασβεστικό μέσο είναι ασφυξιογόνο ή επιβλαβές γενικά για τον άνθρωπο μιας και αυτό εκλύεται σε μεγάλες ποσότητες. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλη σήμανση και οδηγίες ούτως ώστε να αποφευχθούν ατυχήματα. Γενικά σε χώρους όπου εργάζονται και κυκλοφορούν άνθρωποι δε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αυτόματα συστήματα για αυτούς τους λόγους.

Λοιπά εργαλεία

Η κατάσβεση των πυρκαγιών και η διάσωση των εργαζομένων υποβοηθείται και από διάφορα άλλα εργαλεία και εξοπλισμό. Αυτά μπορεί να είναι βαρέλια με άμμο και νερό, φτυάρια, τσεκούρια, κουβέρτες διάσωσης, αντιπυρικές στολές, μάσκες, αναπνευστικές συσκευές κ.α.



Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία και ανάλογα με το χώρο θα πρέπει να υπάρχουν ειδικά ερμάρια με βοηθητικά εργαλεία σε συγκεκριμένα σημεία που λέγονται πυροσβεστικοί σταθμοί. Σε ένα πυροσβεστικό σταθμό θα πρέπει να βρίσκονται: ένας λοστός διάρρηξης, ένας μεγάλος πέλεκυς, ένα φτυάρι, μια κουβέρτα διάσωσης, δύο ηλεκτρικοί φανοί χειρός, δύο ατομικές προσωπίδες με φίλτρο ή ατομικές μάσκες διαφυγής και δύο προστατευτικά κράνη.

Προληπτικά μέτρα κατά την ηλεκτροσυγκόλληση

Η ηλεκτροσυγκόλληση είναι μια θερμή εργασία, επομένως όποτε εκτελείται πρέπει να εφαρμόζεται η Πυροσβεστική Διάταξη υπ' αριθ. 7.

Οι εργασίες σύμφωνα με την παραπάνω διάταξη επιτρέπονται μόνο αν εκδοθεί ειδική άδεια και ληφθούν τα προβλεπόμενα προληπτικά μέτρα. Η άδεια εκδίδεται από τον υπεύθυνο πυρασφαλείας του κτιρίου ή της επιχείρησης, όπως αυτός έχει οριστεί από το νόμο. Η ισχύς της είναι 24ωρη κατά μέγιστο και διασφαλίζει ότι:

- ο χώρος στον οποίο θα εκτελεστούν οι εργασίες έχει καθοριστεί επαρκώς
- έχουν εξασφαλιστεί οι προϋποθέσεις για την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών και τηρούνται τα προληπτικά μέτρα
- ο χώρος επιτηρείται για μία τουλάχιστον ώρα μετά το τέλος των εργασιών.

Τα προληπτικά μέτρα που πρέπει να τηρούνται είναι τα παρακάτω:

- Σε ακτίνα 10 μέτρων από το σημείο που θα εκτελεστεί η θερμή εργασία θα πρέπει να απομακρύνονται όλα τα εύφλεκτα αντικείμενα. Προσοχή πρέπει να δοθεί στα αντικείμενα που βρίσκονται σε διπλανούς χώρους αν υπάρχουν ανοίγματα σε τοίχους και δάπεδα. Η παραπάνω απόσταση μπορεί και να αυξηθεί ανάλογα με τις συνθήκες εργασίας.
- Τα δομικά στοιχεία, οι εγκαταστάσεις και τα εξαρτήματα που είναι εύφλεκτα θα πρέπει να καλύπτονται με πυρίμαχα καλύμματα, ούτως ώστε να μη φτάνουν σε αυτά φλόγες, σπινθήρες, καυτά αέρια και θερμότητα γενικά. Επίσης θα πρέπει να καλύπτονται αντικείμενα που δεν είναι δυνατό να μετακινηθούν.
- Τα ανοίγματα σε οροφές, δάπεδα και τοίχους από όπου περνούν σωληνώσεις, καλώδια και παρόμοιες εγκαταστάσεις καθώς και διάφορες ρωγμές και σχισμές θα πρέπει να καλύπτονται με ασφαλή τρόπο ή να σφραγίζονται.
- Θα πρέπει οι εργασίες να επιτηρούνται από ειδικό προσωπικό πυρόσβεσης, στο οποίο να διατίθενται τα κατάλληλα πυροσβεστικά μέσα.
- Μετά το τέλος της εργασίας ο χώρος πρέπει να ελέγχεται για τυχόν μικροεστίες ή σημεία υπερθέρμανσης που μπορεί να υποβόσκουν και σε γειτονικούς χώρους και να επιτηρείται για τουλάχιστον μία ώρα.

Επίσης το προσωπικό που εκτελεί τις εργασίες ηλεκτροσυγκόλλησης πρέπει να έχει τα κατάλληλα προσόντα και τη σχετική άδεια.

5.3 Εργασία σε περιορισμένους χώρους

Σε αρκετές περιπτώσεις ένας ηλεκτροσυγκολλητής χρειάζεται να εισέλθει και να εργαστεί σε χώρους όπως φρεάτια, δεξαμενές φορτίου ή καυσίμων σε πλοία, διπύθμενα κ.α. Σε τέτοιους χώρους όπου η πρόσβαση και η διαφυγή είναι δύσκολη, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο είναι πολύ μικρή ή πολύ μεγάλη παρουσιάζονται μια σειρά από ιδιαίτερα σύνθετους κινδύνους. Στους κινδύνους αυτούς συντελούν διάφοροι παράγοντες όπως η διαμόρφωση του χώρου, η προηγούμενη χρήση του, η παρουσία επικίνδυνων ουσιών, η θέση και η στάση της εργασίας κ.λ.π. Ο κίνδυνος πρόκλησης εργατικού ατυχήματος σε τέτοιους χώρους είναι μεγαλύτερος και απαιτούνται ειδικά μέτρα προστασίας κατά τη λήψη των οποίων θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν όλοι οι επικίνδυνοι παράγοντες που υπάρχουν εκεί.

Τέτοια ατυχήματα παρατηρούνται συχνά στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς με σημαντικό ποσοστό από αυτά να είναι θανατηφόρα. Κύρια αιτία είναι η έλλειψη οξυγόνου ή η ύπαρξη κάποιου επικίνδυνου αερίου, ενώ σημαντικός είναι και ο αριθμός των περιπτώσεων καταπλάκωσης από σαθρά υλικά και πυρκαγιάς.

Σύμφωνα με στοιχεία του Αμερικανικού Ινστιτούτου για την Επαγγελματική Ασφάλεια και Υγεία η πλειοψηφία των ατυχημάτων σε κλειστούς χώρους οφείλεται σε κακή σύνθεση του ατμοσφαιρικού αέρα (έλλειψη οξυγόνου, παρουσία επικίνδυνων αερίων) στο 56% των περιπτώσεων και σε καταπλάκωση από σαθρά υλικά στο 34% των περιπτώσεων. Τα περισσότερα ατυχήματα συνέβησαν στις κατασκευές και τη βιομηχανία (26% και 17% αντίστοιχα) (NIOSH, 1994). Σημαντικό ποσοστό των θυμάτων από ατυχήματα σε περιορισμένους χώρους είναι εργαζόμενοι που προσπάθησαν να διασώσουν συναδέλφους τους οι οποίοι είχαν ήδη εμπλακεί στο ατύχημα, χωρίς να έχουν εκπαιδευτεί σωστά στις διαδικασίες διάσωσης ούτως ώστε να γνωρίζουν τους κινδύνους που πρέπει να αντιμετωπίσουν και τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν. Βασικοί παράγοντες είναι η έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού προστασίας και διάσωσης και η έλλειψη εκπαίδευσης και καταρτισμού σχεδίων σε περίπτωση ατυχήματος.

Από τα παραπάνω στοιχεία είναι προφανές ότι ο προσδιορισμός της σύστασης της ατμόσφαιρας σε ένα χώρο είναι ζωτικής σημασίας πριν από την είσοδο σε αυτόν σε κάθε περίπτωση, είτε πρόκειται για την εκτέλεση εργασιών, είτε για τη διάσωση εργαζομένων που έχουν εμπλακεί σε ατύχημα.

Η κυριότερη αιτία ατυχημάτων σε κλειστούς χώρους που οφείλονται στην ποιότητα της ατμόσφαιρας είναι η έλλειψη οξυγόνου (16%). Σημαντικοί παράγοντες όμως είναι και η παρουσία αερίων που προκύπτουν από την αποσύνθεση ή τη μεταβολική δράση οργανισμών που βρίσκονται στο χώρο ή αερίων από λύματα αποχέτευσης, όπως το μεθάνιο (10%) και το υδρόθειο (14%) (NIOSH, 1994).

5.3.1 Κίνδυνοι σε περιορισμένους χώρους

Θεωρούμε ως περιορισμένο κάθε χώρο στον οποίο η είσοδος και η έξοδος είναι δύσκολη, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο μπορεί να είναι εκτός των φυσιολογικών ορίων, ή μπορεί να υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες. Είναι χώροι οι οποίοι δεν έχουν σχεδιαστεί για την συνεχή παρουσία εργαζομένων, για παράδειγμα χώροι φορτίου ή διπύθμενα, και η είσοδος σε αυτούς γίνεται σε ειδικές περιπτώσεις όπως κατά τη διάρκεια επισκευών ή συντήρησης.

Τέτοιου είδους χώροι ενδεικτικά είναι οι παρακάτω:

- Τούνελ
- Δεξαμενές
- Πηγάδια
- Υπόνομοι, βόθροι
- Εκσκαφές, τάφροι και ορύγματα με βάθος πάνω από 1,3 m

Ειδικά σε ένα πλοίο τέτοιοι χώροι είναι οι παρακάτω (Τσαρακλής, Κραψίτης, 1997):

- Δεξαμενές φορτίου
- Δεξαμενές καταλοίπων (slop tanks)
- Δεξαμενές καυσίμων και λιπαντικών
- Δεξαμενές έρματος και γλυκού νερού
- Διπύθμενα
- Κενοί χώροι (cofferdams)
- Δεξαμενές ζυγοστάθμισης
- Σεντίνες μηχανοστασίου
- Αντλιοστάσια

Ανάλογα με το χώρο και την κάθε περίπτωση οι κίνδυνοι που μπορεί να συναντήσει ένας εργαζόμενος μπορεί να είναι:

- Κίνδυνος πυρκαγιάς ή έκρηξης
- Κίνδυνος καταπλάκωσης από κατάρρευση φορτίου χύδην (χαλίκια, αλεύρι κ.λ.π.), ή άλλων υλικών της εργασίας (π.χ. ελάσματα που χρησιμοποιούνται για τις επισκευές, φιάλες αερίων)
- Έκθεση σε επικίνδυνες ουσίες των οποίων η συγκέντρωση είναι αυξημένη λόγω του ελλειπούς εξαερισμού και της στενότητας του χώρου
- Κίνδυνος ασφυξίας λόγω έλλειψης οξυγόνου
- Εργονομικοί κίνδυνοι λόγω ανορθόδοξων στάσεων του εργαζομένου κατά την εργασία, οι οποίες υιοθετούνται λόγω του περιορισμένου χώρου
- Κίνδυνοι από το ηλεκτρικό ρεύμα οι οποίοι αυξάνονται λόγω του περιορισμένου χώρου
- Κίνδυνοι λόγω περιορισμένου φωτισμού
- Κίνδυνοι λόγω έκθεσης σε υψηλά επίπεδα θορύβου λόγω της αντήχησης που πιθανά να δημιουργείται
- Κίνδυνοι λόγω έκθεσης σε ακραίες θερμοκρασίες

Παρακάτω θα παρουσιαστούν οι κυριότεροι κίνδυνοι που σχετίζονται άμεσα με την εργασία σε περιορισμένους χώρους.

5.3.1.1 Κίνδυνος εγκλωβισμού

Κίνδυνος εγκλωβισμού υφίσταται όταν σε ένα χώρο υπάρχουν σαθρά υλικά, συνήθως κοκκώδη στερεά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι χώροι φορτίου ενός πλοίου όπου μεταφέρεται φορτίου χύδην όπως:

- Άλευρα
- Χαλίκι
- Άμμος
- Ασφαλτος
- Τσιμέντο κ.λ.π.

Σε αυτές τις περιπτώσεις, όπου υπάρχει κίνδυνος εγκλωβισμού η είσοδος σε τέτοιους χώρους θα πρέπει να απαγορεύεται αυστηρά και οι όποιες εργασίες είναι απαραίτητο να γίνουν θα πρέπει να γίνουν αφού έχει απομακρυνθεί το φορτίο.

5.3.1.2 Έλλειψη ή περίσσεια οξυγόνου

Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει κατ' όγκο 78% άζωτο (N₂), 21% οξυγόνο (O₂) και 1% λοιπά αέρια. Ο εγκέφαλος του ανθρώπου μπορεί να αντέξει μόνο 5 - 6 λεπτά της ώρας χωρίς να παίρνει οξυγόνο από το αίμα (δηλαδή από τους πνεύμονες με την αναπνοή).

Στον πίνακα 5.4 παρουσιάζονται οι επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό ανάλογα με τη συγκέντρωση του οξυγόνου σε ένα χώρο (Pettit, Linn, 1987).

Συγκέντρωση O ₂	Επιπτώσεις
Πάνω από 21%	Περίσσεια οξυγόνου
21%	Φυσιολογική συγκέντρωση
19,5%	Ελάχιστο όριο ασφαλούς εισόδου στο χώρο
16%	Μειωμένη κρίση και δυσχέρεια στην αναπνοή
14%	Λήψη λανθασμένων αποφάσεων, γρήγορη κόπωση
6%	Σοβαρή δυσκολία στην αναπνοή, θάνατος σε λίγα λεπτά

Πίνακας 5.4

Σε χώρους όπως οι δεξαμενές θαλασσίου έρματος σε πλοία ή πλωτά ναυπηγήματα, όπου είναι γνωστό ότι δεν υπήρχε προηγουμένως κάποιο επικίνδυνο φορτίο, είναι συχνό λάθος όταν πρόκειται να εκτελεστούν εργασίες συντήρησης, οι εργαζόμενοι να εισέρχονται στο χώρο χωρίς κανένα προηγούμενο μέτρο ασφαλείας.

Σε ένα χώρο όμως ο οποίος έχει μείνει κλειστός για μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς να εξαερίζεται, η συγκέντρωση του οξυγόνου που υπήρχε σε αυτόν αρχικά μειώνεται κατά πολύ. Κυριότερη αιτία για αυτό είναι το ότι αντιδρά με το σίδηρο των ελασμάτων και σχηματίζει σκουριά, ενώ συντελούν και οι αντιδράσεις ζύμωσης των μικροοργανισμών που υπάρχουν στο θαλασσινό νερό.

Επίσης το οξυγόνο ενός χώρου μπορεί να καταναλωθεί, αν σε αυτόν εκτελούνται θερμές εργασίες όπως η κοπή ή η ηλεκτροσυγκόλληση. Οι εργασίες αυτές καταναλώνουν οξυγόνο και με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται έντονο πρόβλημα σε έναν κλειστό χώρο. Με τον ίδιο μηχανισμό καταναλώνεται το οξυγόνο σε ένα χώρο σε περίπτωση πυρκαγιάς. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε περιστατικά πυρκαγιάς κατά την εκτέλεση εργασιών συντήρησης ή επισκευής σε πλοία η κύρια αιτία θανάτου είναι η ασφυξία και όχι η πυρκαγιά αυτή καθ' αυτή.

Άλλος τρόπος μείωσης της συγκέντρωσης του οξυγόνου σε ένα χώρο είναι η εκτόπισή του από κάποιο άλλο αέριο. Αυτό μπορεί να συμβεί σε διάφορες

περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα κατά την αδρανοποίηση του χώρου με ένα μη εύφλεκτο αέριο όπως το αργό, το άζωτο ή το διοξείδιο του άνθρακα. Αυτή η διαδικασία όμως αυξάνει τον κίνδυνο ασφυξίας ή δηλητηρίασης από το αέριο που χρησιμοποιείται.

Επομένως αν ένα άτομο εισέλθει σε έναν τέτοιο χώρο όπου η περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο είναι κάτω από το 19,5% παρουσιάζει διάφορα συμπτώματα, όπως δυσκολία αναπνοής, μειωμένη κρίση, γρήγορη κόπωση, λήψη λανθασμένων αποφάσεων και τα οποία μπορούν να καταλήξουν τελικά στο θάνατο, ανάλογα με το χρόνο παραμονής στο χώρο και την περιεκτικότητα σε οξυγόνο. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι το θύμα δεν αντιλαμβάνεται την έλλειψη οξυγόνου παρά μόνο όταν εκδηλωθούν τα συμπτώματα. Ειδικά για μικρές συγκεντρώσεις το άτομο χάνει τις αισθήσεις του με τα πρώτα βήματα στο χώρο, χωρίς κανένα προηγούμενο προειδοποιητικό σύμπτωμα και πεθαίνει μέσα σε λίγα λεπτά.

Σε αυτές τις περιπτώσεις ο χώρος στον οποίο πρόκειται να εκτελεστούν εργασίες πρέπει να έχει εξασριστεί επαρκώς και η σύσταση της ατμόσφαιρας να παρακολουθείται καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει ο χώρος να τροφοδοτείται με καθαρό οξυγόνο, λόγω του άμεσου κινδύνου πυρκαγιάς ή έκρηξης. Αν η είσοδος σε τέτοιους χώρους είναι απολύτως αναγκαία και δεν μπορεί να αποφευχθεί με κανέναν τρόπο (π.χ. σε περιπτώσεις διάσωσης θυμάτων ατυχήματος), τότε αυτή θα πρέπει να γίνεται μόνο με τη χρήση κατάλληλης συσκευής παροχής αναπνεύσιμου αέρα.

5.3.1.3 Επικίνδυνες ουσίες

Ανάλογα με το είδος και τη χρήση του χώρου στον οποίο εκτελούνται εργασίες παράγονται διάφορες επικίνδυνες ουσίες, είτε κατά το διάστημα που ο χώρος ήταν κλειστός, είτε κατά το διάστημα της εργασίας. Η συγκέντρωσή τους λόγω του περιορισμένου χώρου αυξάνεται και κατά συνέπεια και η επικινδυνότητά τους. Αυτές οι ουσίες μπορεί να είναι:

- Υδρόθειο
- Διοξείδιο του θείου
- Χλώριο
- Μεθάνιο
- Αμμωνία
- Καπνοί και αέρια από την ηλεκτροσυγκόλληση
- Αναθυμιάσεις από βαφές
- Αναθυμιάσεις από υγρά καύσιμα
- Σκόνη και άλλες ουσίες από διάφορες εργασίες (απόξεση, λείανση, αμμοβολή κ.λ.π.)

Αξίζει να αναφερθεί ότι στο ένα τρίτο των ατυχημάτων με επικίνδυνα αέρια ή έλλειψη οξυγόνου, ο επικίνδυνος παράγοντας που οδήγησε στο ατύχημα δεν ήταν παρών πριν την έναρξη των εργασιών (Τσιρώνης, Παπαδάκης, Γεωργιάδου, 2008).

Οι επιπτώσεις των διαφόρων ουσιών στον ανθρώπινο οργανισμό γίνονται πιο έντονες όταν αυτές υπάρχουν σε κάποιον περιορισμένο χώρο, λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης και της δυσκολίας στον εξαερισμό του. Οι βλαπτικοί για την υγεία παράγοντες που παράγονται κατά την ηλεκτροσυγκόλληση γίνονται περισσότερο έντονοι, ενώ παρουσιάζονται και ουσίες οι οποίες δεν εμφανίζονται κατά την εργασία σε ανοιχτούς χώρους. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν είναι απαραίτητο οι ουσίες που συσσωρεύονται σε κάποιον κλειστό χώρο να προέρχονται από αυτόν γενικά. Εργασίες σε διπλανούς χώρους ή ακόμα και σε εξωτερικό χώρο στον οποίο βρίσκεται κοντά ένας κλειστός χώρος μπορεί να δημιουργήσουν αέρια τα οποία να συσσωρευτούν εκεί.

Επικίνδυνες ουσίες μπορεί να παραχθούν κατά την εξάτμιση πτητικών υγρών που τυχόν προϋπήρχαν στο συγκεκριμένο χώρο (π.χ. καύσιμα του πλοίου, δεξαμενές φορτίου τάνκερ ή πλοίων μεταφοράς παραγώγων). Επίσης αέρια όπως το υδρόθειο

μπορούν να παραχθούν από λύματα που μπορεί να υπάρχουν σε ένα χώρο, αν αυτά για κάποιο λόγο αναταραχθούν ή από διάφορα οργανικά ιζήματα.

Διάφορες εργασίες που πραγματοποιούνται σε έναν κλειστό χώρο είναι άμεσα συνδεδεμένες με την παραγωγή επικίνδυνων αερίων και σκόνης. Η απόξεση π.χ. ακαθαρσιών από τα τοιχώματα μιας δεξαμενής, η λείανση, η βαφή, η αμμοβολή κ.α. οδηγούν στην παραγωγή επιβλαβών ουσιών η συγκέντρωση των οποίων είναι αυξημένη λόγω του περιορισμένου χώρου. Επικίνδυνη μπορεί να γίνει και η χρήση διαλυτών κατά τη βαφή ή τον καθαρισμό ενός χώρου.

Όσον αφορά την προστασία των εργαζομένων από τις επικίνδυνες ουσίες σε έναν περιορισμένο χώρο, αυτή δε θα πρέπει κατ' αρχήν να βασίζεται στις ανθρώπινες αισθήσεις. Αρκετά επικίνδυνα αέρια είναι άοσμα γεγονός που έχει συμβάλλει σε πολλά θανατηφόρα εργατικά ατυχήματα. Σε κάθε περίπτωση οι επικίνδυνες ουσίες που ενδέχεται να υπάρχουν σε ένα χώρο πρέπει να είναι γνωστές, όπως επίσης και τα αποδεκτά όρια συγκέντρωσής τους για την ασφαλή είσοδο σε αυτόν. Γνωστές επίσης θα πρέπει να είναι και οι πιθανές επιπτώσεις των ουσιών αυτών στον ανθρώπινο οργανισμό και οι πρώτες βοήθειες σε περίπτωση ατυχήματος.

Ο χώρος θα πρέπει να αερίζεται και αν έχουν εξαντληθεί όλες οι μέθοδοι για την απομάκρυνση των επικίνδυνων ουσιών να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας. Καθ' όλη τη διάρκεια της παραμονής των εργαζομένων στο χώρο η ατμόσφαιρά του θα πρέπει να παρακολουθείται, ούτως ώστε να ελέγχεται για παράδειγμα και η παραγωγή ουσιών σε επικίνδυνα επίπεδα από τις διάφορες εργασίες που εκτελούνται ή τυχούσα ακούσια έκλυση κάποιας ουσίας. Είναι σημαντικό η ατμόσφαιρα να ελέγχεται σε όλο το ύψος του χώρου, λόγω του γεγονότος ότι τα επικίνδυνα αέρια έχουν διαφορετικές πυκνότητες και κατά συνέπεια συγκεντρώνονται σε διαφορετικό ύψος του χώρου εργασίας. Για παράδειγμα το μεθάνιο συγκεντρώνεται στην οροφή του χώρου, λόγω του ότι είναι ελαφρύτερο από τον αέρα, ενώ το υδρόθειο κοντά στο δάπεδο, λόγω του ότι είναι βαρύτερο από τον αέρα. Σε κάθε περίπτωση κατά την οποία δεν μπορεί να διασφαλιστεί η ασφάλεια των εργαζομένων δε θα πρέπει να εκτελείται καμία εργασία.

5.3.1.4 Εκρηκτικές ατμόσφαιρες

Οι πυρκαγιές και οι εκρήξεις αποτελούν πολύ σημαντικό κίνδυνο κατά την εργασία σε περιορισμένους χώρους. Οι συνθήκες για πυρκαγιά ή έκρηξη μπορούν να δημιουργηθούν από την παρουσία εύφλεκτων ουσιών, την υπερβολική συγκέντρωση οξυγόνου και την παρουσία διαφόρων πηγών θερμότητας. Οι χώροι στους οποίους υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς ή έκρηξης μπορεί να είναι (Τσαρακλής, Κραψίτης, 1997):

- Χώροι στους οποίους, είτε λόγω του περιεχομένου τους είτε λόγω διαρροών από διπλανά διαμερίσματα, είναι δυνατή η συγκέντρωση αερίου μείγματος υδρογονανθράκων και οξυγόνου σε τέτοιες συγκεντρώσεις ώστε το μείγμα να είναι εκρηκτικό, όπως :
 - ο δεξαμενές φορτίου,
 - ο δεξαμενές κατάλοιπων (slop tanks),
 - ο δεξαμενές καυσίμων και λιπαντικών του πλοίου,
 - ο κενές δεξαμενές έρματος ή γλυκού νερού,
 - ο διπύθμενα,
 - ο κενοί χώροι (cofferdams),
 - ο πωραία και πρυμναία δεξαμενή ζυγοστάθμισης (Fore peak, After peak),
 - ο τιμονάκι,
 - ο σεντίνες μηχανοστασίου,
 - ο αντλιοστάσια.
- Χώροι στους οποίους υπάρχει διαρροή εύφλεκτων αερίων (ασετιλίνης ή προπανίου) από τα εργαλεία, τις φιάλες ή τα λάστιχα των συσκευών οξυγονοκοπής ή οξυγονοκόλλησης.
- Χώροι στους οποίους υπάρχει διαρροή οξυγόνου (αθέλητη ή και ηθελημένη) από τα εργαλεία, τις φιάλες ή τα λάστιχα των συσκευών οξυγονοκοπής ή οξυγονοκόλλησης.
- Χώροι με ατμούς διαλυτικών από εργασίες βαφής.

Σε τέτοιους χώρους οποιοσδήποτε σπινθήρας μπορεί να προκαλέσει πυρκαγιά ή έκρηξη ανάλογα με τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν. Ένας σπινθήρας μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές, όπως:

- γειτονικές εργασίες οξυγονοκοπής, οξυγονοκόλλησης ή συγκόλλησης
- γειτονικές εργασίες μηχανικής τριβής ή κοπής (π.χ. απόξεση)
- πτώση μεταλλικού αντικειμένου
- σπάσιμο ή αστοχία μη αντiekρηκτικού ηλεκτρικού εξοπλισμού
- κινητά τηλέφωνα
- κάπνισμα, αναπτήρες κ.λ.π.
- εκφόρτιση στατικού ηλεκτρισμού

Σε αρκετές περιπτώσεις μπορεί να προκληθεί πυρκαγιά περιορισμένου μεγέθους χωρίς άμεσα προφανή κίνδυνο. Υπάρχει όμως το πολύ σοβαρό ενδεχόμενο σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα η πυρκαγιά αυτή να καταναλώσει το οξυγόνο του χώρου και να παρουσιαστεί σοβαρός κίνδυνος ασφυξίας για τους εργαζόμενους που βρίσκονται στο χώρο. Η έλλειψη οξυγόνου όπως αναφέρεται και παραπάνω μπορεί να προκαλέσει απώλεια των αισθήσεων σε είκοσι με τριάντα δευτερόλεπτα και θάνατο σε πέντε με έξι λεπτά.

Βασικό μέτρο προστασίας είναι η συνεχής παρακολούθηση της ατμόσφαιρας όσον αφορά την παρουσία εύφλεκτων ουσιών και τη συγκέντρωση του οξυγόνου σε αυτήν. Οι διάφορες πηγές σπινθήρα θα πρέπει να ελέγχονται με κατάλληλα τεχνικά και οργανωτικά μέτρα όπως:

- η απαγόρευση της χρήσης κινητών τηλεφώνων
- η απαγόρευση του καπνίσματος
- η χρήση αντiekρηκτικού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού κ.α.

Αδρανοποίηση

Σε κάθε χώρο στον οποίο πρόκειται να εκτελεστούν εργασίες πρέπει να καθαρίζεται καλά και να διασφαλίζεται ότι στην ατμόσφαιρα θα υπάρχει αρκετό οξυγόνο και απουσία εύφλεκτων υλών, ούτως ώστε να μπορέσουν να εισέλθουν οι εργαζόμενοι. Αν ο καθαρισμός της ατμόσφαιρας γίνει με απ' ευθείας εισαγωγή ατμοσφαιρικού αέρα, τότε δημιουργείται για μεγάλο χρονικό διάστημα εκρηκτική ατμόσφαιρα, διότι η μείωση της περιεκτικότητας σε υδρογονάνθρακες και η αύξηση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο γίνεται ταυτόχρονα. Για αυτό το λόγο πρέπει τέτοιοι

χώροι όπως οι δεξαμενές καυσίμου των πλοίων πρέπει να αδρανοποιούνται με κατάλληλα μη αναφλέξιμα αέρια (αδρανή αέρια, διοξείδιο του άνθρακα, καυσαέρια).

Από την ελληνική νομοθεσία ορίζονται ως αδρανοποιημένοι χώροι, οι χώροι που έχουν αδρανοποιηθεί με αδρανή αέρια (εδώ εννοούνται τα μη αναφλέξιμα αέρια όπως αναφέρθηκαν παραπάνω) και η συγκέντρωση του οξυγόνου σε αυτούς είναι κάτω από 8% κατ' όγκον.

Εξαερισμός

Μετά την αδρανοποίηση του χώρου αυτός πρέπει να εξαερίζεται ούτως ώστε να είναι ασφαλές για το προσωπικό να εισέλθει σε αυτόν. Κατά τη διαδικασία του εξαερισμού ενός χώρου εισάγεται σε αυτόν καλής ποιότητας νωπός αέρας από το περιβάλλον ο οποίος απομακρύνει το μολυσμένο. Αυτό συνήθως γίνεται με τη χρήση ενός μακριού και μεγάλης διαμέτρου εύκαμπτου σωλήνα. Η μία του άκρη τοποθετείται στο χώρο εργασίας και στην εξωτερική του άκρη προσαρμόζεται ένας ανεμιστήρας. Το σημείο αναρρόφησης θα πρέπει να βρίσκεται μακριά από εξατμίσεις μηχανών, σημεία όπου παράγονται αναθυμιάσεις κ.λ.π. ούτως ώστε να αποφεύγεται να εισάγονται βλαβερές ουσίες στο χώρο.

5.3.1.5 Άλλοι παράγοντες κινδύνου

Πέρα από τους κινδύνους που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορεί να παρουσιαστούν και άλλοι οι οποίοι μπορεί να οφείλονται σε φυσικούς, χημικούς ή βιολογικούς παράγοντες, στη χρήση ακατάλληλου εξοπλισμού εργασίας, στην κακή διαμόρφωση του χώρου εργασίας ή στην κακή και μη ασφαλή οργάνωση της εργασίας. Ενδεικτικά τέτοιοι κίνδυνοι αναφέρονται παρακάτω (Τσιρώνης, Παπαδάκης, Γεωργιάδου, 2008).

Ακραίες θερμοκρασίες: Σε έναν περιορισμένο χώρο η θερμοκρασία μπορεί να ανέβει ταχύτατα και να προκαλέσει αδιαθεσία, ζάλη, εξάντληση ή και θερμοπληξία.

Θόρυβος: Ο κίνδυνος δημιουργίας ακουστικών βλαβών γίνεται σημαντικότερος σε κλειστούς χώρους λόγω αντήχησης. Ο θόρυβος που παράγεται σε κλειστούς χώρους ενισχύεται σημαντικά λόγω της ανάκλασης στους τοίχους. Με αυτόν τον τρόπο ο θόρυβος που παράγεται μπορεί να είναι μέχρι και δέκα φορές υψηλότερης στάθμης από ότι αν η ίδια πηγή θορύβου βρισκόταν στο ύπαιθρο. Ακόμα σημαντικότερη γίνεται η επίδραση του θορύβου στην αντίληψη του εργαζομένου. Σε ένα κλειστό χώρο η αντίληψη ηχητικών σημάτων και προειδοποιήσεων είναι ακόμα πιο σημαντική από ότι σε έναν ανοιχτό, δεδομένων παραγόντων όπως η δυσκολία

απομάκρυνσης, η περιορισμένη ανανέωση του αέρα κ.λ.π. Είναι επομένως ακόμα πιο σημαντική η επίδραση του ηχητικού περιβάλλοντος στην ασφάλεια των εργαζομένων, αν λάβουμε υπ' όψιν και την ενίσχυση του θορύβου σε κλειστούς χώρους, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Κίνδυνοι πτώσης ή παραπατήματος:

Διάφοροι χώροι, ειδικά οι χώροι ενός πλοίου στο οποίο εκτελούνται εργασίες, έχουν καταπακτές ή συγκοινωνούν μεταξύ τους με ανθρωποθυρίδες οι οποίες δυσκολεύουν την εκκένωση σε περίπτωση ανάγκης. Οι οδοί διαφυγής σε αρκετές περιπτώσεις βρίσκονται σε αρκετό ύψος από το επίπεδο στο οποίο γίνονται οι εργασίες. Επίσης οι χώροι αυτοί διαθέτουν σκάλες για την είσοδο και την έξοδο από αυτούς, οι οποίες δυσκολεύουν αρκετά τις κινήσεις και τη μεταφορά του εξοπλισμού. Έτσι υπάρχει σημαντικός κίνδυνος πτώσης, ο οποίος αυξάνεται ιδιαίτερα σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης κατά τις οποίες επικρατούν ενδεχομένως συνθήκες χαμηλής ορατότητας, πανικού, έλλειψης οξυγόνου κ.α. Αυξημένος κίνδυνος πτώσης υπάρχει επίσης κατά τη διαδικασία μεταφοράς φορτίων, εργαλείων ή εξοπλισμού στο χώρο, οπότε οι εργαζόμενοι συχνά εκτελούν επικίνδυνες κινήσεις και γενικά μπορεί να ακολουθούν επικίνδυνες πρακτικές ενώ βρίσκονται σε ύψος. Εδώ πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι ο κίνδυνος πτώσης από ύψος διαμορφώνεται και από άλλους παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν απώλεια αισθήσεων, όπως η παρουσία επικίνδυνων ουσιών ή η έλλειψη οξυγόνου στην ατμόσφαιρα του χώρου. Ένας εργαζόμενος για παράδειγμα μπορεί να πέσει αφού λιποθυμήσει μετά την έκθεσή του σε έναν επικίνδυνο παράγοντα.

Κίνδυνος λόγω πτώσης αντικειμένων:

Σημαντικός κίνδυνος προκύπτει επίσης από διάφορα αιωρούμενα φορτία, όπως για παράδειγμα κατά τη μεταφορά του εξοπλισμού στον κλειστό χώρο στον οποίο πρόκειται να πραγματοποιηθούν εργασίες. Ιδιαίτερα διάφορα εργαλεία χειρός ή άλλα αντικείμενα τα οποία μεταφέρονται με επικίνδυνο τρόπο από τους εργαζόμενους στα χέρια ή τις τσέπες τους μπορούν να προκαλέσουν σοβαρούς τραυματισμούς ανάλογα με το ύψος από το οποίο θα πέσουν.

Κίνδυνοι σχετικά με βαλβίδες και σωληνώσεις, κίνδυνος πνιγμού:

Κίνδυνοι προκύπτουν από την ακούσια είσοδο διαφόρων ουσιών σε χώρο στον οποίο πραγματοποιούνται εργασίες. Διάφορα υγρά ή αέρια μπορεί να προκαλέσουν εγκαύματα (ατμοί, καυστικές ουσίες) ή άλλους τραυματισμούς ιδιαίτερα αν η είσοδός τους γίνει βίαια (π.χ. σε περίπτωση αστοχίας ή ανοίγματος βαλβίδων). Επίσης

κίνδυνος μπορεί να προκύψει ακόμα και από ακίνδυνες ουσίες, αν ο χώρος κατακλυστεί σε μικρό χρονικό διάστημα, οπότε και υπάρχει κίνδυνος πνιγμού. Κίνδυνος πνιγμού μπορεί να προκύψει ακόμα και σε πολύ μικρό βάθος υγρού. Η απώλεια αισθήσεων ενός εργαζομένου λόγω έλλειψης οξυγόνου, έκθεσης σε κάποια ασφυξιογόνα ουσία ή ενός χτυπήματος στο κεφάλι μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο από πνιγμό σε ελάχιστο βάθος υγρού, ειδικά αν ο εργαζόμενος πέσει με το πρόσωπο προς τα κάτω.

Κοπιαστικές θέσεις εργασίας:

Η εργασία σε περιορισμένους χώρους, σκάλες, ανθρωποθυρίδες, κεκλιμένα επίπεδα κ.λ.π. μπορεί να προκαλέσει σημαντική κόπωση και μυοσκελετικές παθήσεις ανάλογα με τη διάρκεια της εργασίας στην επίπονη στάση που επιβάλλει η θέση εργασίας. Οι εργονομικοί κίνδυνοι που προκύπτουν θα αναλυθούν αναλυτικά παρακάτω.

Κίνδυνοι λόγω κακής ορατότητας:

Η κακή ορατότητα λόγω ελλειπούς φωτισμού, αναθυμιάσεων κ.λ.π. αυξάνει πολύ σοβαρά τον κίνδυνο ατυχημάτων. Τέτοια ατυχήματα μπορεί να προκύψουν από την άγνοια σήμανσης ασφαλείας, προειδοποιήσεων από συναδέλφους, ανοιγμάτων στο δάπεδο, σωληνώσεων και γενικότερα τη μειωμένη έως καθόλου αντίληψη των κινδύνων στο χώρο εργασίας. Επίσης δυσχεραίνεται σημαντικά η διάσωση σε περίπτωση ατυχήματος.

Γενικά μέτρα προστασίας από τους παραπάνω κινδύνους είναι τα παρακάτω:

- Όλες οι σωληνώσεις θα πρέπει να είναι απομονωμένες και οι βαλβίδες που ελέγχουν τη ροή προς ένα χώρο στον οποίο εκτελούνται εργασίες πρέπει να είναι κλειστές και κλειδωμένες στη θέση αυτή. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει ειδική σήμανση ούτως ώστε να μην ανοίξουν από κάποιον αναρμόδιο και να ακολουθείται συγκεκριμένη διαδικασία αφαίρεσης της σήμανσης και ανοίγματος των βαλβίδων από αρμόδιο προσωπικό.
- Θα πρέπει να υπάρχει απρόσκοπτη και άμεση επικοινωνία του προσωπικού που εκτελεί την εργασία στο χώρο με τον επιβλέποντα και με προσωπικό εκτός του χώρου.
- Οι εργασίες θα πρέπει να απαγορεύονται όταν οι θερμοκρασία του περιβάλλοντος ή η θερμοκρασία στο χώρο είναι πολύ υψηλή.
- Εγκαταστάσεις που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες θα πρέπει να απομονώνονται.

- Οι σκάλες και τα δάπεδα δε θα πρέπει να είναι ολισθηρά και να ελέγχονται τακτικά.
- Απαραίτητη είναι η χρήση ζωνών ασφαλείας και προστατευτικών κιγκλιδωμάτων για την προστασία από πτώσεις.
- Ο εξοπλισμός κάθε είδους που χρησιμοποιείται στις εργασίες πρέπει να συμμορφώνεται με τους ισχύοντες κανονισμούς ασφαλείας και να συντηρείται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του.
- Για την αποφυγή πτώσης αντικειμένων οι εργασίες θα πρέπει να προγραμματίζονται ούτως ώστε να εκτελούνται πρώτα αυτές στο κάτω μέρος του χώρου και μετά αυτές στο πάνω, όποτε αυτό είναι δυνατόν. Επίσης ο εξοπλισμός θα πρέπει να τοποθετείται με κατάλληλη διάταξη στο χώρο (βίντσι, σκοινιά κ.λ.π.) πριν την είσοδο των εργαζομένων και να αφαιρείται μετά την έξοδο του τελευταίου.
- Ο χώρος θα πρέπει να είναι πλήρως αποστραγγισμένος πριν την είσοδο των εργαζομένων.
- Ο φωτισμός θα πρέπει να είναι επαρκής ούτως ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής εργασία στο χώρο, ενώ ο φορητός φωτισμός θα πρέπει να είναι αντικρηκτικού τύπου σε χώρους που είναι δυνατό να υπάρξουν εκρηκτικές ή εύφλεκτες ατμόσφαιρες. Επίσης ο χώρος θα πρέπει να εξαερίζεται επαρκώς, πέρα από τους λόγους που προαναφέρθηκαν, για την απομάκρυνση σκόνης και αναθυμιάσεων που δυσχεραίνουν την ορατότητα.

5.3.2 Καταστάσεις έκτακτης ανάγκης

Σε αρκετές περιπτώσεις σοβαροί τραυματισμοί ή θάνατος προκλήθηκαν από τις λανθασμένες ενέργειες εργαζομένων στην προσπάθειά τους να σώσουν συναδέλφους τους που βρίσκονταν σε κίνδυνο. Είναι επομένως απαραίτητο να έχει καταρτιστεί ένα σχέδιο έκτακτης ανάγκης για κάθε περίπτωση.

Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να υπάρχει γραπτό σχέδιο διάσωσης για κάθε κλειστό χώρο στον οποίο πραγματοποιούνται ή ενδέχεται να πραγματοποιηθούν εργασίες και για κάθε είδους εργασία σε αυτόν. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει εξειδικευμένη ομάδα διάσωσης εξειδικευμένη σε έκτακτες καταστάσεις σε περιορισμένους χώρους, η οποία να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένη και να ασκείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Οι εργαζόμενοι πρέπει να είναι ενημερωμένοι για το σχέδιο έκτακτης ανάγκης και να έχουν κατανοήσει το ρόλο τους σε τέτοιες περιπτώσεις με ευθύνη του υπεύθυνου για τις εργασίες. Όλοι οι εργαζόμενοι που εργάζονται σε έναν κλειστό χώρο πρέπει να βρίσκονται σε συνεχή επικοινωνία με ένα συνεργείο που θα βρίσκεται εκτός του χώρου το οποίο θα είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο για την αντιμετώπιση εκτάκτων καταστάσεων (πιστοποιημένες γνώσης πρώτων βοηθειών και μεθόδων διάσωσης).

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να είναι άμεσα διαθέσιμος εξοπλισμός διάσωσης ο οποίος πρέπει να περιλαμβάνει ανάλογα με την περίπτωση:

- Ατομικές αναπνευστικές συσκευές
- Ολόσωμες ζώνες ασφαλείας συνδεδεμένες με τέτοιον τρόπο ούτως ώστε να μπορούν σε περίπτωση ανάγκης να ανασύρονται έξω από το χώρο με κατάλληλο μηχανισμό
- Φορεία
- Μέσα ειδοποίησης και συναγερμού, όπως σφυρίχτρες, σειρήνες κ.λ.π.
- Φακοί
- Πυροσβεστήρες
- Εξοπλισμός πρώτων βοηθειών και ανάνηψης
- Μέσα επικοινωνίας με τις τοπικές υπηρεσίες διάσωσης (Πυροσβεστική Υπηρεσία, ΕΚΑΒ)

5.3.3 Έκδοση πιστοποιητικού απαλλαγής από επικίνδυνα αέρια (Gas Free Certification), Ελληνική νομοθεσία

Από την κοινή υπουργική απόφαση 3232/41/89 και το Π.Δ. 70/90 προβλέπεται ότι για όλα τα πλοία και τα πλωτά ναυπηγήματα, προκειμένου να τους επιτραπεί η είσοδος σε επισκευαστική βάση και συγκεκριμένα:

1. Όταν μεταφέρουν ή μετέφεραν καύσιμα, εύφλεκτα υγρά, εύφλεκτα αέρια υπό πίεση, χύμα χημικά προϊόντα και στερεά φορτία που έχουν ή απέκτησαν επικίνδυνες φυσικοχημικές ιδιότητες
2. ανεξάρτητα από το φορτίο το οποίο μετέφεραν όταν εκτελούνται εργασίες στις δεξαμενές καυσίμων και σε άλλους κλειστούς χώρους

πρέπει να εκδοθεί πιστοποιητικό απαλλαγής από επικίνδυνα αέρια (GAS-FREE). Το πιστοποιητικό αυτό εκδίδεται μόνον από αδειούχο Χημικό Ναυτιλίας. Για να εκδοθεί θα πρέπει κάθε χώρος φορτίου του πλοίου είναι τουλάχιστον ασφαλής για τον

άνθρωπο - μη ασφαλής για θερμές εργασίες, όπως περιγράφεται παρακάτω ή αδρανοποιημένος.

Η μέγιστη χρονική διάρκεια ισχύος του πιστοποιητικού για την είσοδο ανθρώπου ή την εκτέλεση εργασιών είναι γενικά 96 ώρες. Μπορεί όμως ανάλογα με την περίπτωση να ποικίλει και μπορεί να είναι από 36 ώρες (δεξαμενόπλοια που μετέφεραν φορτίο με σημείο ανάφλεξης μικρότερο από 21 °C) μέχρι 60 ημέρες (εργασίες διάλυσης πλοίων και πλωτών ναυπηγημάτων εκτός δεξαμενοπλοίων).

Ένας χώρος εργασίας χαρακτηρίζεται **«ασφαλής για τον άνθρωπο - ασφαλής για θερμές εργασίες» (safe for men - safe for fire)** όταν:

- η συγκέντρωση των αερίων είναι κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια έκθεσης, Ειδικά για το πετρέλαιο και τα προϊόντα απόσταξής του, το όριο είναι 1% του κατώτερου ορίου εκρηκτικότητας.
- η περιεκτικότητα του οξυγόνου είναι από 19.5% έως 22.5% κατ' όγκο, και
- τα υπολείμματα που υπάρχουν δεν μπορούν με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν και με θερμές εργασίες να παράγουν αέρια σε επικίνδυνη συγκέντρωση κατά την γνώμη του Χημικού Ναυτιλίας.

Ένας χώρος εργασίας χαρακτηρίζεται **«ασφαλής για τον άνθρωπο - μη ασφαλής για θερμές εργασίες» (safe for men - not safe for fire)** όταν:

- η συγκέντρωση των αερίων είναι κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια έκθεσης, Ειδικά για το πετρέλαιο και τα προϊόντα απόσταξής του, το όριο είναι 4% του κατώτερου ορίου εκρηκτικότητας.
- τα υπολείμματα που υπάρχουν δεν μπορούν με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν και χωρίς θερμές εργασίες να παράγουν αέρια σε επικίνδυνη συγκέντρωση κατά την γνώμη του Χημικού Ναυτιλίας και
- η περιεκτικότητα του οξυγόνου είναι από 19.5% έως 22.5% κατ' όγκο.

Ένας χώρος εργασίας χαρακτηρίζεται **«μη ασφαλής για τον άνθρωπο - μη ασφαλής για θερμές εργασίες» (not safe for men - not safe for fire)** όταν:

- η συγκέντρωση των αερίων είναι πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια έκθεσης, ή
- τα υπολείμματα που υπάρχουν με τις επικρατούσες ατμοσφαιρικές συνθήκες παράγουν επικίνδυνα αέρια κατά την γνώμη του Χημικού Ναυτιλίας
- η περιεκτικότητα του οξυγόνου είναι κάτω από 19.5% ή πάνω από 22,5% κατ' όγκο.

Από τη νομοθεσία προβλέπονται οι απαιτήσεις όσον αφορά το πιστοποιητικό ανάλογα με τις εργασίες και τους χώρους στους οποίους που πρόκειται να εκτελεστούν.

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η έκδοση του πιστοποιητικού δε σημαίνει την απαλλαγή του χώρου από επικίνδυνα αέρια, αλλά την πιστοποίηση της κατάστασης της ατμόσφαιρας του χώρου στον οποίο πρόκειται να εκτελεστούν εργασίες και τη λήψη μέτρων προστασίας.

5.4 Φιάλες αερίων υπό πίεση

Τα συμπιεσμένα αέρια σε φιάλες (ή δοχεία πίεσης) χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη βιομηχανία. Κατά τις συγκολλήσεις τα αέρια προστασίας αποθηκεύονται, μεταφέρονται και χρησιμοποιούνται γενικά σε φιάλες.

Από τον ILO συμπιεσμένα αέρια θεωρούνται αυτά που έχουν μανομετρική πίεση πάνω από 1,47 bar και υγρά με πίεση ατμών πάνω από 2,94 bar. Οι φιάλες αερίων περιέχουν αέρια με πίεση από μερικά μέχρι 200 bar. Συνήθως είναι χρωματισμένες ανάλογα με το αέριο που περιέχουν, πράγμα που καθορίζεται από τα εκάστοτε πρότυπα. Συνήθως είναι κατασκευασμένες από χάλυβα, το είδος του οποίου εξαρτάται από την ουσία που περιέχουν, έχουν εσωτερικό όγκο 50 λίτρων, διάμετρο 25cm και ύψος 1,60m. Κατασκευάζονται και από αλουμίνιο (π.χ. πυροσβεστήρες) αλλά αυτές οι φιάλες δεν είναι διαδεδομένες όσον αφορά στις εργασίες συγκόλλησης. Το σχήμα τους είναι κυλινδρικό με κυρτό πυθμένα και κατά κύριο λόγο είναι μονοκόμματα, χωρίς συγκόλληση. Συγκολλητές φιάλες χρησιμοποιούνται για αέρια που αποθηκεύονται σε χαμηλότερες πιέσεις όπως η ασετιλίνη.

Οι φιάλες μπορεί να περιέχουν εύφλεκτα, οξειδωτικά ή εκρηκτικά αέρια τα χαρακτηριστικά των οποίων επιδεινώνονται από το γεγονός ότι βρίσκονται σε υψηλή πίεση, επομένως χρειάζεται ακόμα μεγαλύτερη προσοχή κατά τη χρήση τους. Οι φιάλες αυτές είναι κατασκευασμένες έτσι ώστε να μπορούν να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις της εργασίας για την οποία προορίζονται (υλικό κατασκευής, διαστασιολόγηση κ.α.). Παρ' όλα αυτά όμως σοβαρά ατυχήματα μπορούν να συμβούν λόγω πλημμελούς χρήσης ή διαφορετικής από αυτήν για την οποία προορίζονται.

Οι κύριοι κίνδυνοι κατά τη χρήση συμπιεσμένων αερίων σε φιάλες προκύπτουν από την υψηλή πίεση τους και από τις ιδιότητές τους (εύφλεκτα ή/και τοξικά αέρια). Το πρώτο και κύριο που πρέπει να διασφαλίζεται είναι ότι τα αέρια και οι φιάλες αυτές

θα χρησιμοποιούνται μόνο για το σκοπό που έχουν παραχθεί. Ο υπόλοιπος εξοπλισμός (εύκαμπτοι αγωγοί, ρυθμιστές πίεσης κλπ) πρέπει να βρίσκεται σε καλή κατάσταση και να ελέγχεται τακτικά. Όπου χρειάζεται πρέπει να χρησιμοποιούνται αντεπίστροφες βαλβίδες οι οποίες να ελέγχονται τακτικά και να αποφεύγονται οι πολύπλοκες συνδέσεις. Τέλος κατά τη χρήση τους θα πρέπει να ελέγχεται η κατεύθυνση του ρεύματος του αερίου ειδικά αν αυτό έχει μεγάλη ταχύτητα (πράγμα που στις συγκολλήσεις μπορεί να συμβεί μόνο μετά από αστοχία τις φιάλης ή του ρυθμιστή πίεσης). Σωματίδια που έχουν παρασυρθεί από το ρεύμα μπορεί να γίνουν επικίνδυνα, ενώ αν αέριο μεγάλης ταχύτητας πέσει πάνω σε ανοιχτή πληγή από την οποία μπορεί να εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος ή στους ιστούς έχει μεγάλη πιθανότητα να αποβεί μοιραίο.

Η σήμανση των φιαλών πρέπει να ακολουθεί τους κανόνες τις ισχύουσας πρακτικής και νομοθεσίας σε κάθε χώρα, ούτως ώστε να είναι γνωστό στο χρήστη ακριβώς ποιο αέριο περιέχει η κάθε φιάλη αλλά και διάφορα άλλα στοιχεία. Η χρήση ενός αερίου στη θέση κάποιου άλλου κατά λάθος μπορεί να προκαλέσει πολύ σοβαρά ατυχήματα. Το ίδιο μπορεί να συμβεί και στην περίπτωση που σε μία φιάλη που περιείχε μια ουσία εισαχθεί μια άλλη χωρίς προηγουμένως να γίνουν οι απαραίτητες εργασίες καθαρισμού και επανακαθορισμού της σήμανσής της.

Η ουσία που περιέχεται σε μία φιάλη είναι συνήθως γνωστή από το χρώμα της φιάλης, το οποίο ακολουθεί συγκεκριμένη κωδικοποίηση. Όμως επειδή αυτό μπορεί να μην ισχύει παγκοσμίως ο ασφαλέστερος τρόπος να γνωρίζει το άτομο που πρόκειται να χρησιμοποιήσει τη φιάλη είναι τα έγγραφα που τη συνοδεύουν. Το ίδιο συμβαίνει και με τους εύκαμπτους αγωγούς, δηλαδή κατά τη συνήθη πρακτική είναι χρωματισμένοι ανάλογα με το αέριο που μεταφέρουν.

Βάσει νομοθεσίας καθορίζεται επίσης και η υπόλοιπη σήμανση της φιάλης. Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία με την οποία εναρμονίζεται και η ελληνική σε κάθε φιάλη πρέπει να αναγράφονται τα εξής: η χώρα στην οποία κατασκευάστηκε, το σήμα του κατασκευαστή, ο αριθμός παρτίδας, ένας κωδικός που δείχνει το ότι πέρασε από τους απαιτούμενους ελέγχους μηχανικής αντοχής και αντοχής σε διάβρωση, η αντοχή του υλικού της φιάλης σε εφελκυσμό σε N/mm, η πίεση δοκιμής σε bar, το βάρος της σε kg και η ελάχιστη εγγυημένη χωρητικότητα σε lt.

Οι φιάλες μπορεί κατά τη διάρκεια της χρήσης τους να εκτεθούν σε δυσχερείς συνθήκες όπως η διάβρωση, η μηχανική καταπόνηση, πυρκαγιές κλπ. Είναι επομένως απαραίτητοι οι συχνοί περιοδικοί έλεγχοι που θα διασφαλίζουν τη δυνατότητά τους

να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις χρήσης τους. Οι φιάλες ελέγχονται σε μηνιαία και ετήσια βάση και η ημερομηνία του κάθε ελέγχου αναγράφεται πάνω σε αυτές. Προσοχή επίσης πρέπει να δίνεται και κατά την απόρριψή τους ούτως ώστε να μη συμβούν ατυχήματα από τυχόν υπολείμματα αερίων.

Τα παρελκόμενα της φιάλης θα πρέπει επίσης να βρίσκονται σε καλή κατάσταση. Οι ρυθμιστές πίεσης και οι βαλβίδες εκτόνωσης είναι προφανές ότι πρέπει ανά πάσα στιγμή να μπορούν να αποτρέψουν τυχόν βίαιη εκτόνωση του αερίου που περιέχεται στη φιάλη. Θα πρέπει επιπροσθέτως να είναι καθαρά από λάδια ή βρωμιές, καθώς οξειδωτικά αέρια όπως το οξυγόνο μπορούν να αντιδράσουν με τις οργανικές ενώσεις και να προκαλέσουν φθορές και ατυχήματα.

Οι κίνδυνοι που προκύπτουν κατά τη χρήση και το χειρισμό φιαλών που περιέχουν αέρια υπό πίεση χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες (Turkdogan A., Mathisen K. R., 1998):

- Κίνδυνοι που προκύπτουν γενικά από το χειρισμό και τη μεταφορά βαριών αντικειμένων
- Κίνδυνοι που προκύπτουν από την υψηλή πίεση στην οποία είναι αποθηκευμένα τα αέρια
- Κίνδυνοι που προκύπτουν από τις ιδιότητες του κάθε αερίου (τοξικότητα, ευφλεκτότητα, χαμηλή θερμοκρασία, οξειδωτικές ιδιότητες κ.α.)

Οι τελευταίοι θα εξεταστούν για το κάθε αέριο προστασίας ξεχωριστά.

Οι φιάλες αερίων είναι βαριά αντικείμενα τα οποία χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή κατά το χειρισμό τους. Η μεταφορά τους γίνεται όλο και περισσότερο με μηχανικά μέσα και οχήματα (περονοφόρα οχήματα, φορτηγά κ.α.) γεγονός που δημιουργεί πρόσθετους κινδύνους. Θα πρέπει οι φιάλες που μεταφέρονται να ασφαρίζονται από πτώση και να φέρουν προστατευτικά καλύμματα για τις βαλβίδες κατά τη μεταφορά τους. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλα φορτοεκφορτωτικά μέσα τα οποία θα βρίσκονται σε καλή κατάσταση (ιμάντες κ.α.). Κατά τη φορτοεκφόρτωση των φιαλών θα πρέπει επίσης να χρησιμοποιούνται κατάλληλα μεταλλικά πλαίσια, ενώ δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται μαγνητικά μέσα φορτοεκφόρτωσης. Τα συνηθέστερα ατυχήματα που συμβαίνουν κατά τη μεταφορά των φιαλών είναι τραυματισμοί λόγω βάρους και δυσκολίας χειρισμού τους. Οι εργαζόμενοι θα πρέπει να φέρουν παπούτσια ασφαλείας και να χρησιμοποιούν αμαξίδια για τη μεταφορά μεμονωμένων φιαλών.

Όσο υψηλότερη είναι η συμπίεση ενός αερίου τόσο μεγαλύτερη είναι η αποθηκευμένη ενέργειά του. Κατά τη βίαιη εκτόνωση ή έκρηξη ενός αερίου (π.χ. λόγω αστοχίας της φιάλης) μπορούν να προκληθούν τραυματισμοί από αντικείμενα και σωματίδια που παρασύρονται από αυτό. Τραυματισμοί μπορούν επίσης να προκληθούν και από το ίδιο το αέριο. Ο κίνδυνος αυτός δεν εξαλείφεται όσο υπάρχουν αέρια υπό πίεση και αυξάνεται όταν αυξάνεται και η θερμοκρασία του συμπιεσμένου αερίου.

Προτείνονται οι παρακάτω κανόνες ασφαλείας (ILO):

- Οι φιάλες θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον σκοπό για τον οποίο προορίζονται και όχι ως στοιχεία στήριξης.
- Θα πρέπει να αποθηκεύονται και να χρησιμοποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην επηρεάζεται αρνητικά η μηχανική τους αντοχή (λόγω ρωγμών, διάβρωσης κ.λ.π.).
- Πρέπει να απομακρύνονται από εστίες θερμότητας και πυρκαγιές.
- Μόνο ο απαραίτητος αριθμός φιαλών θα πρέπει να βρίσκεται στο χώρο εργασίας. Ενδείκνυται να τοποθετούνται κοντά σε εξόδους ούτως ώστε να είναι ευκολότερη η απομάκρυνσή τους, αλλά μακριά από οδούς διαφυγής και δυσπρόσιτα σημεία.
- Οι φιάλες που έχουν εκτεθεί σε πυρκαγιά πρέπει να επιστρέφονται στον κατασκευαστή για να ελέγχεται εκ νέου η αντοχή τους.
- Θα πρέπει να αποθηκεύονται σε καλά αεριζόμενους χώρους μακριά από εύφλεκτα υλικά και να προστατεύονται από τα καιρικά φαινόμενα.
- Οι φιάλες πρέπει να ασφαλίζονται έναντι πτώσης.
- Πριν από τη χρήση θα πρέπει να βεβαιώνεται το περιεχόμενο της φιάλης.
- Ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι ο κατάλληλος για τη συγκεκριμένη χρήση.
- Οι συνδέσεις πρέπει να βρίσκονται σε καλή κατάσταση και να ελέγχονται τακτικά.
- Οι βαλβίδες των φιαλών πρέπει να είναι κλειστές όταν δε χρησιμοποιούνται.
- Οι φιάλες πρέπει να απομακρύνονται από κλειστούς χώρους όταν δεν εκτελούνται εργασίες ακόμα και κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων.
- Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να ελέγχεται η ατμόσφαιρα του χώρου εργασίας για την πρόληψη διαρροών και για την επάρκειά της σε οξυγόνο.

- Οι άδειες φιάλες θα πρέπει να επιστρέφονται με κλειστές τις βαλβίδες και με προστατευτικά καλύμματα και με μια μικρή ποσότητα αερίου ούτως ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να εισέλθει σε αυτές ατμοσφαιρικός αέρας ή υγρασία.
- Ο κατασκευαστής θα πρέπει να ενημερώνεται για τυχόν ελαττωματικές φιάλες.
- Οι φιάλες θα πρέπει να είναι εφοδιασμένες με αντεπίστροφες βαλβίδες.

6. ΠΗΓΕΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

6.1 ΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Οι χημικοί παράγοντες επαγγελματικών κινδύνων κατά τις συγκολλήσεις MIG/MAG προκύπτουν από τα αέρια προστασίας, τα προϊόντα των αντιδράσεων μεταξύ τους και με τον ατμοσφαιρικό αέρα κατά τη συγκόλληση και από ατμούς των συγκολλούμενων μετάλλων και του υλικού του ηλεκτροδίου. Συναντώνται σε διάφορες μορφές, δηλαδή ως αέρια, ατμοί μετάλλων και καπνοί.

Τα αέρια που συναντώνται είναι τα αέρια προστασίας (μίγματα αργού, ηλίου, αζώτου, οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το όζον (O₃), το μονοξείδιο του αζώτου (NO) και το διοξείδιο του αζώτου (NO₂), οι ατμοί μετάλλων συγκόλλησης προκύπτουν κατά τη διαδικασία ενώ τα οξείδια των μετάλλων αυτών δημιουργούν καπνούς κατά τη συγκόλληση.

6.1.1 Ταξινόμηση επικινδύνων χημικών ουσιών

Οι επικίνδυνες χημικές ουσίες χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες από την ελληνική νομοθεσία (Υ.Α. 265/2002):

1. **εκρηκτικές:** οι ουσίες που αντιδρούν εξώθερμα και με ταχεία έκλυση αερίων ακόμα και χωρίς την παρουσία ατμοσφαιρικού οξυγόνου και υπό καθορισμένες συνθήκες δοκιμής εκτυρσοκροτούν, αναφλέγονται έντονα και γρήγορα ή εκρήγνυνται υπό την επίδραση θερμότητας και περιορισμού.
2. **οξειδωτικές:** οι ουσίες που σε επαφή με άλλες και ιδίως εύφλεκτες ουσίες προκαλούν ισχυρή εξώθερμη αντίδραση.
3. **εξαιρετικά εύφλεκτες:** ουσίες με εξαιρετικά χαμηλό σημείο ανάφλεξης και χαμηλό σημείο ζέσεως, καθώς και αέριες ουσίες που υπό κανονική θερμοκρασία και πίεση αναφλέγονται στον αέρα.
4. **πολύ εύφλεκτες:** ουσίες
 - a. που μπορεί να θερμανθούν και τελικά να αναφλεγούν στον αέρα σε κανονική θερμοκρασία χωρίς έξωθεν παροχή ενέργειας, ή
 - b. που σε στερεά κατάσταση μπορούν να αναφλεγούν εύκολα μετά από σύντομη επίδραση πηγής ανάφλεξης και εξακολουθούν να φλέγονται ή να καίονται μετά την απόσυρση της πηγής ανάφλεξης, ή
 - c. που σε υγρή κατάσταση έχουν πολύ χαμηλό σημείο ανάφλεξης, ή

- d. που σε επαφή με το νερό ή με υγρό αέρα εκλύουν εξαιρετικά εύφλεκτα αέρια σε επικίνδυνες ποσότητες.
5. **εύφλεκτες:** υγρές ουσίες με πολύ χαμηλό σημείο ανάφλεξης.
 6. **πολύ τοξικές:** ουσίες που εισπνεόμενες, καταπινόμενες ή απορροφούμενες μέσω του δέρματος ακόμα και σε ελάχιστη ποσότητα προκαλούν το θάνατο ή οξείες ή χρόνιες βλάβες της υγείας.
 7. **τοξικές:** ουσίες που εισπνεόμενες, καταπινόμενες ή απορροφούμενες μέσω του δέρματος ακόμα και σε μικρές ποσότητες προκαλούν το θάνατο ή οξείες ή χρόνιες βλάβες της υγείας.
 8. **επιβλαβείς:** ουσίες που εισπνεόμενες, καταπινόμενες ή απορροφούμενες μέσω του δέρματος μπορούν να προκαλέσουν το θάνατο ή οξείες ή χρόνιες βλάβες της υγείας.
 9. **διαβρωτικές:** ουσίες που σε επαφή με ζώντες ιστούς μπορούν να τους καταστρέψουν.
 10. **ερεθιστικές:** μη διαβρωτικές ουσίες που με άμεση, παρατεταμένη ή επαναλαμβανόμενη επαφή με το δέρμα ή τους βλεννογόνους μπορούν να προκαλέσουν φλεγμονές.
 11. **ευαισθητοποιητικές:** ουσίες που εισπνεόμενες ή απορροφούμενες μέσω του δέρματος μπορούν να προκαλέσουν αντίδραση του οργανισμού (υπερευαισθητοποίηση) τέτοια ώστε, με περαιτέρω έκθεση σε αυτήν να προκαλούνται χαρακτηριστικές επιβλαβείς αντιδράσεις.
 12. **καρκινογόνες:** ουσίες που εισπνεόμενες, καταπινόμενες ή απορροφούμενες μέσω του δέρματος μπορούν να προκαλέσουν καρκίνο ή να αυξήσουν τη συχνότητά του.
 13. **μεταλλαξογόνες:** ουσίες που εισπνεόμενες, καταπινόμενες ή απορροφούμενες μέσω του δέρματος μπορούν να προκαλέσουν κληρονομικά γενετικά ελαττώματα ή να αυξήσουν τη συχνότητά τους.
 14. **τοξικές στην αναπαραγωγή:** ουσίες που εισπνεόμενες, καταπινόμενες ή απορροφούμενες μέσω του δέρματος μπορούν να προκαλέσουν ή να αυξήσουν τη συχνότητα μη κληρονομικών επιβλαβών φαινομένων στους απογόνους ή να επιδράσουν δυσμενώς στις αναπαραγωγικές ικανότητες ή λειτουργίες των δύο φύλων.

15. **επικίνδυνες για το περιβάλλον:** ουσίες που αν εισαχθούν στο περιβάλλον παρουσιάζουν ή μπορεί να παρουσιάσουν άμεσο ή μελλοντικό κίνδυνο για έναν ή περισσότερους τομείς του περιβάλλοντος.

6.1.2 Ορισμοί και έννοιες

Όσον αφορά στις επιτρεπόμενες δόσεις κάθε χημικού παράγοντα αυτές καθορίζονται από την εκάστοτε νομοθεσία. Στην ελληνική νομοθεσία (ΠΔ 307/86), η οποία συμμορφώνεται με την αντίστοιχη ευρωπαϊκή, χρησιμοποιούνται οι παρακάτω όροι:

- **Οριακή τιμή έκθεσης:** Η μέση 8ωρη χρονικά σταθμισμένη έκθεση σε ένα χημικό παράγοντα πάνω από την οποία δεν επιτρέπεται να εκτίθενται οι εργαζόμενοι σε οποιαδήποτε 8ωρη ημερήσια εργασία 40ωρης εβδομάδας.
- **Ανώτατη οριακή τιμή έκθεσης:** Η τιμή την οποία δεν επιτρέπεται να ξεπερνά η μέση χρονικά σταθμισμένη έκθεση του εργαζομένου στον χημικό παράγοντα κατά τη διάρκεια μιας οποιασδήποτε 15λεπτης περιόδου μέσα στο χρόνο εργασίας του, έστω και αν τηρείται η οριακή τιμή έκθεσης.

Έκθεση σε χημικό παράγοντα είναι η συγκέντρωση του χημικού παράγοντα στον οποίο εκτίθεται ο εργαζόμενος σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Οι παραπάνω τιμές για τα αέρια και τους ατμούς λαμβάνονται σε θερμοκρασία 25 °C και πίεση 760 mmHg και εκφράζονται σε mg/m³ ή σε ppm (η έκθεση εκφρασμένη σε ppm δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την πίεση), για αιωρούμενες ύλες εκφράζονται σε mg/m³ για τις συνθήκες παραγωγής στο χώρο εργασίας.

Οι χημικοί παράγοντες μπορεί να είναι αέρια, ατμοί ή αιωρούμενα σωματίδια (αιωρούμενες ύλες), τα οποία μπορεί να είναι κονιορτός, καπνός ή ομίχλη. Σαν **κονιορτός** (σκόνη) θεωρούνται σωματίδια αιωρούμενα που παράγονται με μηχανικές μεθόδους ή με στροβιλισμό. Σαν **καπνός** θεωρούνται στερεά σωματίδια αιωρούμενα στον αέρα που παράγονται με χημικές ή θερμικές μεθόδους ή και τα δύο. Σαν **ομίχλη ή νέφος** θεωρούνται σταγονίδια υγρού σε λεπτό διαμερισμό διασκορπισμένα στον αέρα που παράγονται με συμπύκνωση αερίων ή με διασκόρπιση υγρών.

Το σύνολο των στερεών σωματιδίων το οποίο μπορεί να προσληφθεί από τον εργαζόμενο με εισπνοή από τη μύτη ή το στόμα ονομάζεται **εισπνεύσιμο κλάσμα**. Το σύνολο των σωματιδίων από το εισπνεύσιμο κλάσμα που φτάνει στις κυψελίδες των πνευμόνων ονομάζεται **αναπνεύσιμο κλάσμα**.

Από την Αμερικανική Εταιρία Κυβερνητικών Υγιεινολόγων Βιομηχανίας (American Conference of Government Industrial Hygienists: **ACGIH**) χρησιμοποιούνται οι παρακάτω έννοιες:

- **Οριακή τιμή έκθεσης (Threshold Limit Value: TLV):** Η δόση ενός χημικού παράγοντα που δεν προκαλεί επιβλαβές ή προκαλεί αποδεκτό αποτέλεσμα στην υγεία αυτού ή αυτών που εκτίθενται σε αυτόν.
- **Οριακή τιμή έκθεσης – Χρονικά σταθμισμένη μέση τιμή (Time Weighted Average: TLV-TWA):** η χρονικά σταθμισμένη μέση τιμή έκθεσης για μια ημέρα εργασίας 8 ωρών και εβδομάδα εργασίας 40 ωρών στην οποία σχεδόν όλοι οι εργαζόμενοι μπορούν να εκτεθούν καθημερινά για όλη την εργασιακή τους ζωή χωρίς να έχουν δυσμενές αποτέλεσμα.
- **Οριακή τιμή έκθεσης – Όριο έκθεσης μικρής διάρκειας (Short Term Exposure Limit: TLV-STEL):** Η χρονικά σταθμισμένη για ένα 15λεπτο οριακή τιμή έκθεσης η οποία δεν πρέπει να υπερβαίνεται ποτέ κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας 8 ωρών έστω και αν η TLV-TWA τηρείται. Πρόκειται για την ανώτερη δόση για την οποία ο εκτιθέμενος σε αυτή για ένα μικρό χρονικό διάστημα δεν υποφέρει από: α) ερεθισμό, β) χρόνια ή αμετάκλητη καταστροφή ιστών και γ) νάρκωση σε τέτοιο βαθμό που να αυξάνει την πιθανότητα τραυματισμού από ατύχημα, να εμποδίζει την αυτοπροστασία ή να μειώνει ουσιαστικά την απόδοση για έργο. Η τήρηση της τιμής αυτής δε θα προστατέψει τον εργαζόμενο από τις παραπάνω επιπτώσεις αν δεν τηρείται και η TLV-TWA κατά τη διάρκεια ενός 8ώρου. Δεν πρόκειται για κάποια ξεχωριστή απαίτηση, αλλά σαν συμπληρωματική της τήρησης της TLV-TWA για ένα 8ωρο όταν υπάρχουν ενδείξεις για μεγαλύτερη σοβαρότητα των άμεσων επιπτώσεων μιας ουσίας από των χρόνιων. Η εκθέσεις πάνω από την TLV-TWA μέχρι την TLV-STEL πρέπει να διαρκούν μέχρι 15 λεπτά να συμβαίνουν το πολύ τέσσερις φορές ανά εργάσιμη ημέρα και πρέπει να μεσολαβεί τουλάχιστον μία ώρα μεταξύ τους. Η περίοδος για την οποία λαμβάνεται η μέση τιμή αυτή μπορεί να είναι διαφορετική από τα 15 λεπτά όταν επιτρέπεται από τα παρατηρούμενα βιολογικά αποτελέσματα.
- **Οριακή τιμή έκθεσης – Οροφή (Ceiling: TLV-C):** Η δόση που σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να ξεπερνιέται κατά τη διάρκεια της εργασίας. Αν δεν

Πολλές ουσίες δεν έχουν καθορισμένη TLV-STEL, έχουν όμως TLV-TWA. Σε αυτές τις περιπτώσεις η TLV-TWA κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας δεν μπορεί να υπερβαίνεται κατά το τριπλάσιό της παραπάνω από 30 λεπτά αθροιστικά. Η υπερβάσεις τις TLV-TWA δεν μπορεί να είναι παραπάνω από 5 κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας. Σε κάθε περίπτωση όταν τα τοξικολογικά στοιχεία μιας ουσίας καταστήσουν δυνατό τον καθορισμό της TLV-STEL και της TLV-C για την ουσία αυτή, τότε αυτή η τιμή υπερಿಸχύει του παραπάνω κριτηρίου.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, όταν οι οριακές τιμές έκθεσης εκφράζονται σε μονάδες μάζας ανά όγκο αέρα αυτές εξαρτώνται από τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Επομένως όταν δεν αναφέρονται σε θερμοκρασία 25 °C και πίεση 760 mmHg θα πρέπει να γίνει προσαρμογή τους για αυτές τις συνθήκες ή να εκφραστούν σε ppm.

Επίσης από την τοξικολογία έχουμε τους παρακάτω ορισμούς:

- **Μέση θανατηφόρος δόση (LD₅₀):** Η στατιστικά υπολογισμένη μία και μοναδική δόση μιας ουσίας η οποία αναμένεται να προκαλέσει το θάνατο στο 50% των εκτεθειμένων πειραματόζων. Εκφράζεται με το βάρος της εξεταζόμενης ουσίας προς το βάρος του πειραματόζου (mg/kg).
- **Μέση θανατηφόρος συγκέντρωση (LC₅₀):** Η στατιστικά υπολογισμένη συγκέντρωση μιας ουσίας η οποία αναμένεται να προκαλέσει το θάνατο στο 50% των εκτεθειμένων για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα πειραματόζων κατά την έκθεση ή σε καθορισμένο χρονικό διάστημα μετά από αυτήν. Εκφράζεται με το βάρος της εξεταζόμενης ουσίας ανά όγκο αέρα (mg/l).

6.1.3 Δελτία δεδομένων ασφαλείας προϊόντων

Βάσει της ελληνικής νομοθεσίας ο εργοδότης οφείλει να γνωρίζει τους κινδύνους για την υγεία των εργαζομένων που προκύπτουν από παράγοντες που χρησιμοποιούνται ή δημιουργούνται στο χώρο εργασίας. Προκειμένου να συμμορφωθεί στην υποχρέωσή του αυτή δικαιούται να ζητά από τον παρασκευαστή, τον εισαγωγέα ή τον προμηθευτή των παραγόντων αυτών πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους που προκύπτουν για την υγεία των εργαζομένων και με τις μεθόδους ασφαλούς χρήσης.

Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία αντίστοιχα ο παρασκευαστής, ο εισαγωγέας ή ο προμηθευτής υποχρεούται να παρέχει δωρεάν αυτές τις πληροφορίες με τη μορφή ενός δελτίου δεδομένων ασφαλείας προϊόντος, το οποίο πρέπει να περιλαμβάνει υποχρεωτικά τα παρακάτω:

- Στοιχεία της ουσίας ή του παρασκευάσματος και της επιχείρησης που το παράγει ή το διαθέτει
- Σύσταση και στοιχεία για τα συστατικά του παρασκευάσματος, προσδιορισμός των κινδύνων και πρώτες βοήθειες σε περίπτωση ατυχήματος ανάλογα με τον τρόπο έκθεσης
- Μέτρα σε περίπτωση πυρκαγιάς (μέσα πυρόσβεσης κατάλληλα και μη)
- Μέτρα για την αντιμετώπιση τυχαίας έκλυσης, προσωπικές και περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις και μέτρα καθαρισμού
- Χειρισμός και αποθήκευση, έλεγχος της έκθεσης στο προϊόν και ατομική προστασία
- Φυσικές και χημικές ιδιότητες (οσμή, σημείο ζέσης, σημείο τήξης, σημείο ανάφλεξης, τάση ατμών, pH κ.λ.π.)
- Σταθερότητα και δραστητικότητα, χημική συμπεριφορά γενικά (συνθήκες που πρέπει να αποφεύγονται, προϊόντα αποσύνθεσης κ.λ.π.)
- Τοξικολογικά στοιχεία
- Οικολογικά στοιχεία (ικανότητα αποικοδόμησης, βιοσυσσωρευσης κ.λ.π.)
- Μέθοδοι εξάλειψης του παρασκευάσματος
- Στοιχεία σχετικά με τη μεταφορά
- Στοιχεία σχετικά με τις ρυθμιστικές διατάξεις
- Άλλα στοιχεία τα οποία πρέπει να γνωρίζει ο χρήστης

6.1.4 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Φυσική κατάσταση	Αέριο
Σημείο βρασμού	-191,5 °C
Σημείο τήξης	-205,1 °C
Οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	50 ppm, 55 mg/m ³
Ανώτατη οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	300 ppm, 330 mg/m ³
TLV-TWA (ACGIH)	25 ppm
LC ₅₀	3760 ppm (1 ώρα σε ποντίκια)
Οσμή, χρώμα	Άοσμο, άχρωμο

Πίνακας 6.1

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) δημιουργείται κατά τη διάσπαση του διοξειδίου του άνθρακα που βρίσκεται φυσικά στην ατμόσφαιρα ή χρησιμοποιείται σαν αέριο προστασίας μόνο του ή σε μείγματα.

Είναι αέριο, άχρωμο, άοσμο, λίαν εύφλεκτο και επιβλαβές. Προκαλεί σημαντικές παρενέργειες στον ανθρώπινο οργανισμό που σχετίζονται κατά κύριο λόγο με το αναπνευστικό σύστημα. Το CO εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό από το αναπνευστικό σύστημα με εισπνοή. Είναι τερατογόνο, μεταλλαξιογόνο και γενικά επενεργεί επιβλαβώς στο αναπαραγωγικό σύστημα, ενώ η εισπνοή του από εγκύους μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη του εμβρύου.

Με την είσοδό του στους πνεύμονες αντιδρά με την αιμοσφαιρίνη του αίματος και δημιουργεί καρβοξυ-αιμοσφαιρίνη η οποία δυσχεραίνει τη μεταφορά οξυγόνου στον οργανισμό. Λόγω του γεγονότος αυτού και ανάλογα με τα επίπεδα και τη διάρκεια έκθεσης προκαλούνται συμπτώματα που σχετίζονται με την υποξεία, όπως: ναυτία, πονοκέφαλος, αδυναμία συγκέντρωσης, σωματική αδυναμία, μυϊκοί σπασμοί και τελικά απώλεια αισθήσεων και θάνατος. Η επικινδυνότητά του γίνεται πιο σοβαρή αν ληφθεί υπ' όψιν το γεγονός ότι ο εργαζόμενος που εισπνέει CO λόγω των ιδιοτήτων του (άχρωμο, άοσμο) δεν το αντιλαμβάνεται παρά μόνο όταν εμφανιστούν τα παραπάνω συμπτώματα.

Κατά την επαφή με τα μάτια και το δέρμα προκαλεί κρυοπαγήματα μόνο όμως κατά την ταχεία εκτόνωσή του (όταν για παράδειγμα βρίσκεται αποθηκευμένο σε φιάλη υπό υψηλή πίεση και έρθει σε επαφή στο σημείο εξόδου του). Ειδικά κατά την επαφή του με το δέρμα σε αυτές τις συνθήκες μπορεί να προκαλέσει φλύκταινες. Επίσης το χρώμα του δέρματος γίνεται λευκό ή γκρίζο. Κατά τις εργασίες συγκόλλησης όμως δε χρησιμοποιείται επομένως δε συναντάται αποθηκευμένο σε φιάλες, άρα και δεν έχουμε τέτοιας φύσης κινδύνους.

Άτομα με καρδιοεγκεφαλικές ασθένειες, αναιμία, παθήσεις του αναπνευστικού, καρδιακές παθήσεις, καπνιστές και παιδιά είναι περισσότερο ευαίσθητα στις επιδράσεις του CO.

Γενικά είναι εύφλεκτο σε μεγάλο εύρος συγκεντρώσεων στον ατμοσφαιρικό αέρα και κατά την καύση του παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, ένα αέριο που έχει και αυτό βλαβερές επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Αντιδρά βίαια με το υπεροξείδιο το βαρίου και το διφθοριούχο οξυγόνο. Έχει περίπου την ίδια πυκνότητα με αυτή του ατμοσφαιρικού αέρα και επομένως δε διαχέεται σε αυτόν. Κατάλληλα μέσα για την πυρόσβεσή του είναι το νερό, το διοξείδιο του άνθρακα και ξηρές σκόνες.

Θα πρέπει να χρησιμοποιείται τοπικός και γενικότερος εξαερισμός του χώρου που πραγματοποιείται η συγκόλληση, ούτως ώστε να τηρούνται τα επίπεδα συγκέντρωσης στα αποδεκτά και να αποτρέπεται η δημιουργία εκρηκτικής ή εύφλεκτης ατμόσφαιρας. Επίσης ο ηλεκτρικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι αναγκαίο να έχει σχεδιαστεί για χρήση σε ενδεχόμενα εύφλεκτες ατμόσφαιρες. Σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αναπνευστικές συσκευές.

Σε περίπτωση υπερβολικής εισπνοής CO η πλέον σημαντική ενέργεια είναι η απομάκρυνση του ατόμου που προσβλήθηκε από το χώρο που συνέβη το ατύχημα το συντομότερο. Εάν υπάρχει δυσκολία αναπνοής πρέπει να χορηγηθεί οξυγόνο, το οποίο αν χορηγηθεί σε υψηλότερη πίεση (2-2,5 ατμόσφαιρες) φαίνεται να είναι αρκετά ωφέλιμο. Το προσωπικό διάσωσης πρέπει να είναι ενημερωμένο για τον κίνδυνο έκρηξης ή πυρκαγιάς και να φέρει αναπνευστικές συσκευές.

6.1.5 Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Φυσική κατάσταση	Αέριο
Σημείο βρασμού	-78 °C (εξάχνωση)
Σημείο τήξης	-56,6 °C
Οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	5000 ppm, 9000 mg/m ³
Ανώτατη οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	50000 ppm, 54000 mg/m ³
TLV-TWA (ACGIH)	5000 ppm (9000 mg/m ³)
TLV-STEL (ACGIH)	30000 ppm (54000 mg/m ³)
LC ₅₀	Δε διατίθεται
Οσμή, χρώμα	Αοσμο, άχρωμο

Πίνακας 6.2

Το διοξείδιο το άνθρακα (CO₂) χρησιμοποιείται μόνο του ή σαν συστατικό μίγματος αερίων σαν αέριο προστασίας. Υπάρχει φυσικά στην ατμόσφαιρα και

παράγεται από την καύση ουσιών που περιέχουν άνθρακα και την αναπνοή των ζώωντων οργανισμών.

Είναι αέριο άχρωμο και άοσμο. Δε φλέγεται και για αυτό χρησιμοποιείται ευρέως σαν μέσο κατάσβεσης. Σε πιέσεις κάτω από 5,1 bar δε συναντάται σε υγρή μορφή, αλλά εξαχνώνεται. Το στερεό CO₂ είναι γνωστό σαν ξηρός πάγος.

Αρνητικά συμπτώματα στα μάτια και το δέρμα παρουσιάζονται όταν αυτά έρθουν σε επαφή με αυτή τη μορφή του CO₂. Σε αυτήν την περίπτωση παρουσιάζονται ενοχλήσεις όπως ρίγος ή κρυοπαγήματα σε παρατεταμένη έκθεση. Όταν εισπνέεται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερης της φυσιολογικής μπορεί να προκαλέσει ενοχλήσεις, τσουξίμο και ξινή αίσθηση στο στόμα, το λαιμό και τους βλεννογόνους, λόγω του σχηματισμού διαλύματος ανθρακικού οξέος. Το CO₂ είναι βαρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα και προκαλεί ασφυξία μειώνοντας το διαθέσιμο οξυγόνο για την αναπνοή. Υπερβολική έκθεση μπορεί να προκαλέσει τρεμούλιασμα, ζαλάδες, ιλίγγους, δυσχέρεια στην αναπνοή, κόπωση, ακροκυάνωση και τελικά απώλεια των αισθήσεων και θάνατο.

Γενικά για την αποθήκευση και τη χρήση του θα πρέπει να ακολουθούνται όλα τα μέτρα για τα βιομηχανικά αέρια σε φιάλες υπό πίεση (παρουσιάζονται παρακάτω).

Σε περίπτωση επαφής ξηρού πάγου με τα μάτια θα πρέπει να γίνει πλύση με νερό για τουλάχιστον 15'. Αν τα συμπτώματα επιμένουν θα πρέπει να ζητηθεί ιατρική βοήθεια. Σε επαφή με το δέρμα θα πρέπει να ζητηθεί ιατρική βοήθεια αν τα συμπτώματα επιμένουν και να αντιμετωπιστούν τυχόν κρυοπαγήματα σε κάθε περίπτωση. Αν έχουμε υπερβολική εισπνοή CO₂ το θύμα πρέπει να μεταφερθεί σε ανοιχτό χώρο και αν ο βήχας και άλλα αναπνευστικά προβλήματα επιμένουν να ζητηθεί ιατρική συμβουλή. Αν το θύμα δεν αναπνέει θα πρέπει να του γίνει τεχνητή αναπνοή και να του χορηγηθεί οξυγόνο αν δυσκολεύεται να αναπνεύσει.

Όπως προαναφέρθηκε το αέριο αυτό είναι μέσο κατάσβεσης και επομένως το μόνο που χρειάζεται να γίνει σε περίπτωση πυρκαγιάς είναι να απομακρυνθούν οι φιάλες που το περιέχουν υπό πίεση για να αποφευχθεί τυχούσα αστοχία τους. Δε χρειάζεται κάποιος ιδιαίτερος προστατευτικός εξοπλισμός από το προσωπικό διάσωσης.

Σε περίπτωση διαρροής θα πρέπει να αποφεύγεται η επαφή με το δέρμα και τα μάτια.

6.1.6 Μονοξείδιο του αζώτου (NO)

Φυσική κατάσταση	Αέριο
------------------	-------

Σημείο βρασμού	-151,9 °C
Σημείο τήξης	-163,6 °C
Οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	25 ppm, 30 mg/m ³
Ανώτατη οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	Δε διατίθεται
TLV-TWA (ACGIH)	25 ppm
LC ₅₀	115 ppm (1 ώρα σε ποντίκια σαν NO ₂)
Οσμή, χρώμα	Αποπνικτική οσμή, άχρωμο προς κοκκινωπό φαιό

Πίνακας 6.3

Τα μονοξείδιο του αζώτου (NO) σχηματίζεται κατά την διαδικασία της συγκόλλησης. Με τη θερμότητα που παράγεται από το ηλεκτρικό τόξο το άζωτο του ατμοσφαιρικού αέρα αντιδρά με το οξυγόνο και σχηματίζει μονοξείδιο του αζώτου. Λόγω της θερμότητας στα όρια του ηλεκτρικού τόξου το άζωτο και το οξυγόνο του αέρα διασπώνται στην ατομική τους μορφή (πράγμα που συμβαίνει συνήθως για θερμοκρασίες πάνω από 1600 °C) και συμμετέχουν στις παρακάτω αντιστρέψιμες αντιδράσεις:

- $N_2 + O \rightarrow NO + N$
- $N + O_2 \rightarrow NO + O$
- $N + OH \rightarrow NO + H$

Επίσης το NO χρησιμοποιείται σαν συστατικό του αερίου προστασίας για τη μείωση της συγκέντρωσης του όζοντος στο περιβάλλον εργασίας. Το όζον παρουσία NO αντιδρά και σχηματίζει NO₂ και O₂.

Το NO είναι αέριο άχρωμο προς κοκκινωπό φαιό με χαρακτηριστική αποπνικτική οσμή. Είναι δηλητηριώδες, διαβρωτικό, οξειδωτικό και σημαντικά ερεθιστικό για τα μάτια και το αναπνευστικό σύστημα. Τα συμπτώματά του μπορεί να εμφανιστούν αρκετές ώρες μετά την έκθεση κατά συνέπεια αν εμφανιστούν ενοχλήσεις κατά την εργασία με το αέριο αυτό η έκθεση κατά πάσα πιθανότητα έχει ήδη συντελεστεί. Η άμεση ιατρική βοήθεια είναι κρίσιμη σε κάθε περίπτωση υπερβολικής έκθεσης. Όταν εισπνέεται μπορεί να προκαλέσει κατακράτηση υγρών, φλεγμονή των πνευμόνων, πνευμονικό οίδημα και κυάνωση. Δεν είναι εύφλεκτο άλλα μπορεί να επιταχύνει την καύση και να αυξήσει τον κίνδυνο πυρκαγιάς όταν βρίσκεται κοντά σε εύφλεκτες ή οξειδωτικές ουσίες.

Είναι σοβαρά ερεθιστικό για τα μάτια και το δέρμα και μπορεί να προκαλέσει χημικά εγκαύματα. Άτομα που ενδέχεται να εκτεθούν στο αέριο αυτό δεν πρέπει να

φορούν φακούς επαφής. Όσον αφορά τα συμπτώματα που προκαλεί όταν εισπνέεται, αυτά κατά τη στιγμή της έκθεσης συνήθως είναι ελαφρύς βήχας, κόπωση και ναυτία. Σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει έντονο βήχα, πνιγμό, ναυτία, πονοκέφαλο, πόνο και σφίξιμο στην κοιλιακή χώρα και αίσθηση καψίματος στο στήθος. Σοβαρότερα συμπτώματα εμφανίζονται μετά από αρκετές ώρες και περιλαμβάνουν κυάνωση, σημαντική δυσχέρεια στην αναπνοή εξαιτίας της υποξείας, ακανόνιστη αναπνοή, ατονία και τελικά θάνατο αν δεν αντιμετωπιστεί το κρούσμα ιατρικά. Η επαναλαμβανόμενη έκθεση στο NO προκαλεί μόνιμα μειωμένη λειτουργία των πνευμόνων ή χρόνιο ερεθισμό του αναπνευστικού συστήματος, διάβρωση των οδόντων και σταδιακή απώλεια της μυικής ικανότητας.

Η υγεία ατόμων με προϋπάρχουσες παθήσεις στο δέρμα, τα μάτια και το αναπνευστικό μπορεί να επιδεινωθεί μετά από έκθεση.

Επίσης αντιδρά με το νερό και σχηματίζει νιτρικό και νιτρώδες οξύ, δημιουργώντας διαβρωτικό περιβάλλον.

Απαραίτητος είναι ο επαρκής τοπικός εξαερισμός του χώρου για τη διατήρηση της έκθεσης σε αποδεκτά επίπεδα και η αποφυγή άμεσης επαφής.

Σε περίπτωση επαφής με τα μάτια θα πρέπει να ξεπλυθούν με ζεστό νερό για τουλάχιστον 30' και να ζητηθεί άμεσα ιατρική βοήθεια. Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα πρέπει να γίνει πλύση με άφθονο ζεστό νερό και να ζητηθεί ιατρική βοήθεια. Αν εισπνευστεί υπερβολική ποσότητα NO το θύμα θα πρέπει άμεσα να μεταφερθεί από τρίτους, και όχι απλά να βοηθηθεί, σε χώρο που δεν έχει προσβληθεί. Πρέπει να αναπνεύσει καθαρό αέρα και παράλληλα να του χορηγηθεί οξυγόνο. Το θύμα είναι αναγκαίο να παραμείνει ήρεμο, ζεστό και να είναι υπό διαρκή ιατρική επίβλεψη για τουλάχιστον 72 ώρες μέχρι να παρέλθει ο κίνδυνος πνευμονικού οιδήματος. Συνίσταται η αποφυγή κάθε σωματικής δραστηριότητας και ανάπαυση καθώς μπορεί να επιδεινωθεί το πνευμονικό οίδημα. Άτομα που έχουν χάσει τις αισθήσεις τους πρέπει να μεταφέρονται σε χώρους που δεν έχουν προσβληθεί και να τους δοθεί τεχνητή αναπνοή και να τους χορηγηθεί οξυγόνο. Αφού αποκατασταθεί η αναπνοή τους αντιμετωπίζονται όπως παραπάνω.

Το NO δεν είναι εύφλεκτο άλλα επιταχύνει σημαντικά την καύση άλλων εύφλεκτων και αναγωγικών υλικών. Σε περίπτωση πυρκαγιάς θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μέσα κατάλληλα για την κατάσβεση των υλικών του υπόλοιπου χώρου και να διακόπτεται άμεσα η παροχή του. Το NO αντιδρά με το νερό και σχηματίζει νιτρικό

οξύ, γεγονός που πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν κατά την κατάσβεση. Το προσωπικό διάσωσης θα πρέπει να φέρει αντιασφυξιογόνες μάσκες.

6.1.7 Διοξείδιο του αζώτου (NO₂)

Φυσική κατάσταση	Αέριο
Σημείο βρασμού	21,1 °C
Σημείο τήξης	-11,2 °C
Οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	5 ppm, 9 mg/m ³
Ανώτατη οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	5 ppm, 9 mg/m ³
TLV-TWA (ACGIH)	3 ppm
TLV- STEL (ACGIH)	5 ppm
LC ₅₀	115 ppm (1 ώρα σε ποντίκια)
Οσμή, χρώμα	Αποπνικτική οσμή, κοκκινωπό φαιό

Πίνακας 6.4

Το διοξείδιο του αζώτου προκύπτει από την αντίδραση του οξυγόνου και του αζώτου του ατμοσφαιρικού αέρα ή του αερίου προστασίας κάτω από τις υψηλές θερμοκρασίες που παρουσιάζονται κατά τη συγκόλληση. Το μονοξείδιο του αζώτου που δημιουργείται από την παραπάνω αντίδραση αντιδρά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με το οξυγόνο και σχηματίζει διοξείδιο του αζώτου. Επίσης δημιουργείται κατά την αντίδραση του μονοξειδίου του αζώτου με το όζον, τα οποία εκλύονται κατά τη συγκόλληση, οπότε παράγεται NO₂ και O₂.

Είναι αέριο κοκκινωπό φαιό με οξεία αποπνικτική οσμή. Είναι δηλητηριώδες, οξειδωτικό και διαβρωτικό. Μπορεί να προκαλέσει σοβαρό ερεθισμό στα μάτια, το δέρμα και τους βλεννογόνους, ενώ με την εισπνοή μπορεί να προκαλέσει κατακράτηση υγρών, σοβαρό ερεθισμό (φλεγμονή) στους πνεύμονες μέχρι και πνευμονικό οίδημα. Επιταχύνει την καύση και αυξάνει τον κίνδυνο έκρηξης και πυρκαγιάς αν έρθει σε επαφή με εύφλεκτα υλικά.

Όταν υγρό NO₂ έρθει σε επαφή με τα μάτια και το δέρμα μπορεί να προξενήσει ερεθισμό ακόμα και χημικά εγκαύματα, διότι όταν έρθει σε επαφή με νερό δημιουργεί οξύ το οποίο έχει έντονη διαβρωτική δράση. Τα άτομα που ενδέχεται να εκτεθούν στο NO₂ δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να φορούν φακούς επαφής. Το αέριο NO₂ είναι ερεθιστικό για το αναπνευστικό σύστημα. Τα αρχικά συμπτώματα υπερβολικής έκθεσης μπορεί να είναι σχετικά ήπια όπως ενοχλήσεις στο λαιμό και τα μάτια, σφίξιμο στο στήθος, ναυτία και σταδιακή πτώση της σωματικής ικανότητας. Σημαντικότερα συμπτώματα μπορεί να εμφανιστούν αρκετές ώρες μετά τη έκθεση

και περιλαμβάνουν κυάνωση, δυσχέρεια, ατονία και ακανόνιστη αναπνοή και τελικά θάνατο σε περιπτώσεις που δε χορηγηθεί άμεσα ιατρική βοήθεια.

Η κατάσταση ατόμων με προϋπάρχουσες παθήσεις των ματιών, του δέρματος και των πνευμόνων επιδεινώνεται από την έκθεση στην ουσία αυτή.

Οι ενδεικνύμενες ενέργειες σε περίπτωση υπερβολικής έκθεσης στο NO₂ είναι οι ίδιες με αυτές για το NO.

Θα πρέπει να πραγματοποιείται καλός τοπικός εξαερισμός για τη διατήρηση των τιμών έκθεσης σε επιτρεπτά όρια.

Σε περίπτωση πυρκαγιάς το καταλληλότερο μέσο είναι το νερό, αλλά θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι αντιδρά και σχηματίζει νιτρικά και νιτρώδη οξέα. Η ρίψη μεγάλων ποσοτήτων νερού τελικά θα μειώσει τη συγκέντρωση των οξειδωτικών ουσιών ούτως ώστε να μην μπορεί να συντηρηθεί η καύση. Όταν έρθει σε επαφή με αλκοόλες, υδρογονάνθρακες και άλλα καύσιμα εκρήγνυται και δρα καταλυτικά στην αντίδραση του οξυγόνου με το υδρογόνο.

6.1.8 Ευγενή αέρια και άζωτο (He, Ar, N₂)

Τα προστατευτικά αέρια αποτελούνται, όπως προαναφέρθηκε από αέρια ή μείγματά τους, τα οποία μπορεί να είναι είτε αδρανή (ευγενή αέρια), είτε δραστικά. Τα ευγενή αέρια δεν έχουν τοξικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό και είναι απλά ασφυξιογόνα σε υπερβολικές συγκεντρώσεις. Για αυτό το λόγο άλλωστε και δεν έχει νόημα η αναφορά οριακής τιμής έκθεσης σε αυτά. Οι επιδράσεις τους έχουν να κάνουν επομένως με τη μείωση του διαθέσιμου οξυγόνου για αναπνοή στην ατμόσφαιρα του χώρου εργασίας, η συγκέντρωση του οποίου δεν πρέπει να πέφτει κάτω από 18% κ.ο. υπό κανονική ατμοσφαιρική πίεση. Τα συμπτώματα που μπορεί να εμφανιστούν είναι ναυτία, κόπωση, αδυναμία συγκέντρωσης, κεφαλαλγία, γενική κατάπτωση, απώλεια αισθήσεων και τελικά θάνατο. Σε περίπτωση ατυχήματος το θύμα θα πρέπει να μεταφερθεί άμεσα σε χώρο με επάρκεια οξυγόνου και να του χορηγηθεί οξυγόνο αν έχει δυσκολία στην αναπνοή μέχρι να του δοθεί ιατρική βοήθεια.

Σε περίπτωση διαρροής ο χώρος στον οποίο έγινε θα πρέπει να εκκενώνεται και να ελέγχεται ως προς την επάρκεια οξυγόνου προτού επιτραπεί η επανείσοδος σε αυτόν, ενώ ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε περιορισμένους χώρους όπου το πρόβλημα μπορεί να γίνει αρκετά πιο έντονο.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι ιδιότητες του ηλίου (He) και του αργού (Ar), των δύο ευγενών αερίων που χρησιμοποιούνται στις συγκολλήσεις MIG/MAG.

He

Φυσική κατάσταση	Αέριο
Σημείο βρασμού	-268,93 °C
Σημείο τήξης	< -272,3 °C
Οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	-
Ανώτατη οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	-
TLV-TWA (ACGIH)	-
LC ₅₀	-
Οσμή, χρώμα	Άοσμο, άχρωμο

Πίνακας 6.5

Το ήλιο παράγεται με κλασματική απόσταξη του φυσικού αερίου στο οποίο βρίσκεται σε περιεκτικότητα 7% κ.ο.

Ar

Φυσική κατάσταση	Αέριο
Σημείο βρασμού	-185,85 °C
Σημείο τήξης	-189,35 °C
Οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	-
Ανώτατη οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	-
TLV-TWA (ACGIH)	-
LC ₅₀	-
Οσμή, χρώμα	Άοσμο, άχρωμο

Πίνακας 6.6

Το αργό παράγεται με κλασματική απόσταξη του υγροποιημένου ατμοσφαιρικού αέρα στον οποίο βρίσκεται σε περιεκτικότητα 0,934% κ.ο.

N₂

Φυσική κατάσταση	Αέριο
Σημείο βρασμού	-195,8 °C (εξάχνωση)
Σημείο τήξης	-209,9 °C
Οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	-
Ανώτατη οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	-
TLV-TWA (ACGIH)	-
TLV-STEL (ACGIH)	-
LC ₅₀	-
Οσμή, χρώμα	Άοσμο, άχρωμο

Πίνακας 6.7

Το άζωτο παράγεται με κλασματική απόσταξη υγροποιημένου ατμοσφαιρικού αέρα, όπου και βρίσκεται σε περιεκτικότητα 78% κ.ο. Δεν είναι τοξικό ή καρκινογόνο και οι επιπτώσεις του στον ανθρώπινο οργανισμό έχουν να κάνουν με την έλλειψη

οξυγόνου σε χώρους με μεγαλύτερη του φυσιολογικού συγκέντρωση αζώτου. Επίσης μετριάζει την οξειδωτική ικανότητα του οξυγόνου, δυσχεραίνει την καύση και επομένως σε περίπτωση πυρκαγιάς ο μόνος κίνδυνος που υπάρχει προκύπτει από το γεγονός ότι το αέριο μεταφέρεται συμπιεσμένο σε φιάλες , οπότε και ισχύουν οι γενικοί κανόνες που αναφέρονται παρακάτω.

6.1.9 Όζον (O₃)

Φυσική κατάσταση	Αέριο
Σημείο βρασμού	-111,67 °C
Σημείο τήξης	-192,78 °C
Οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	0,1 ppm, 0,2 mg/m ³
Ανώτατη οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	0,3 ppm, 0,6 mg/m ³
TLV-TWA (ACGIH)	0,05 ppm (βαριά εργασία), 0,08 ppm (μέτρια εργασία), 0,10 ppm (ελαφριά εργασία), 0,2 ppm (κάθε είδους εργασίας μέχρι 2 ώρες)
LC ₅₀	9 ppm (1 ώρα σε ποντίκια)
Οσμή, χρώμα	Αοσμο, άχρωμο

Πίνακας 6.8

Το όζον δημιουργείται κατά τη φωτόλυση του οξυγόνου του ατμοσφαιρικού αέρα ή του αερίου προστασίας από την υπεριώδη ακτινοβολία που παράγεται από το ηλεκτρικό τόξο.

Η ποσότητα όζοντος που δημιουργείται έχει άμεση σχέση με την ακτινοβολία με μήκη κύματος στην περιοχή 130-242 nm. Για μήκη κύματος από 130 μέχρι 175 nm η ακτινοβολία απορροφάται από το στρώμα του ατμοσφαιρικού αέρα που βρίσκεται πιο κοντά στο τόξο. Σχεδόν το μισό από το όζον που παράγεται κατά τη διαδικασία της συγκόλλησης παράγεται σε ακτίνα 100-150 mm από το τόξο, εκτός της ατμόσφαιρας του προστατευτικού αερίου. Η συγκέντρωση του όζοντος που παράγεται με αυτόν τον τρόπο παίρνει τις μεγαλύτερες τιμές τις σε μια περιοχή γύρω από τον καυστήρα συγκόλλησης. Αυτή η περιοχή έχει διάμετρο 300-600 mm για συγκολλήσεις MIG. Ο προσανατολισμός της περιοχής αυτής μπορεί να αλλάξει υπό την επίδραση ρευμάτων αέρα.

Ακτινοβολία με μήκος κύματος από 175 μέχρι 242 nm είναι περισσότερο διεισδυτική αλλά συνεισφέρει λιγότερο στη δημιουργία όζοντος. Επομένως σε περιοχές πιο μακριά από το τόξο, όπου συναντάται ακτινοβολία με τέτοια μήκη κύματος έχουμε χαμηλότερες συγκεντρώσεις όζοντος.

Τα επίπεδα όζοντος στο περιβάλλον εργασίας εξαρτώνται επίσης και από το ρυθμό διάσπασής του. Αυτή η διεργασία εξαρτάται από παράγοντες όπως η αλληλεπίδραση με διάφορα σωματίδια καταλυτών, όπως σωματίδια καπνού, η θερμότητα που προσδίδεται, και η παρουσία χημικών ουσιών που αντιδρούν με το όζον, όπως το μονοξειδίο του αζώτου και το υδρογόνο. Παρουσία μονοξειδίου του αζώτου αντιδρά και σχηματίζει διοξειδίο του αζώτου και οξυγόνο. Το μονοξειδίο του αζώτου σχηματίζεται όταν ατμοσφαιρικός αέρας έρχεται σε επαφή με τα θερμά αέρια που αναδύονται από το τόξο και το λουτρό συγκόλλησης και με τη θερμή επιφάνεια του τεμαχίου προς συγκόλληση.

Το όζον είναι ένα δηλητηριώδες και οξειδωτικό αέριο, άχρωμο προς κυανό με χαρακτηριστική οξεία θειώδη οσμή. Είναι θανατηφόρο για μικρές συγκεντρώσεις και περιόδους έκθεσης. Το κύριο τοξικό σύμπτωμα είναι προσβολή των πνευμόνων που εκδηλώνεται με πνευμονική υπεραιμία, οίδημα και αιμορραγία. Μπορεί να προκαλέσει ενοχλήσεις στα μάτια, τη μύτη, το λαιμό και την αναπνοή. Μακροπρόθεσμη έκθεση μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες αναπνευστικές παθήσεις. Επιταχύνει την καύση και αυξάνει τον κίνδυνο πυρκαγιάς και έκρηξης εύφλεκτων, εκρηκτικών και άλλων αναγωγικών υλών.

Εισέρχεται στο ανθρώπινο σώμα μέσω της αναπνοής και της επαφής με τα μάτια και το δέρμα. Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό κατά την επαφή με τα μάτια και το δέρμα. Κατά την εισπνοή του, πέρα από τα συμπτώματα που αναφέρονται παραπάνω, μετά από οξεία έκθεση παρατηρείται πονοκέφαλος, κόπωση, πτώση των σφυγμών και της αρτηριακής πίεσης, βήχας, αναπνευστικά προβλήματα, ενοχλήσεις στο στήθος και ερεθισμός του δέρματος, των ματιών, της μύτης και του λαιμού. Τα πρώτα συμπτώματα οξείας έκθεσης είναι ενοχλήσεις στα μάτια, τη μύτη, το λαιμό και το στήθος και κόπωση. Μικρής διάρκειας εκθέσεις μπορούν να προκαλέσουν ξηρότητα του λαιμού και των βλεννογόνων.

Με τη έκθεση στο όζον έχει παρατηρηθεί επιδείνωση της υγείας ατόμων με προϋπάρχοντα αναπνευστικά προβλήματα. Η φλεγμονή στους πνεύμονες που προκαλεί η έκθεση στο αέριο μπορεί να αυξήσει την επιρρέπεια σε λοιμώξεις των πνευμόνων. Επίσης μπορεί να επιδεινώσει προϋπάρχουσες παθήσεις των ματιών.

Σε περίπτωση προσβολής των ματιών ή του δέρματος θα πρέπει να ξεπλυθεί το σημείο προσβολής με χλιαρό νερό για 15 λεπτά. Αν ο ερεθισμός, ο πόνος, το πρήξιμο και η δακρύρροια επιμένουν τότε πρέπει να αναζητηθεί ιατρική συμβουλή. Σε περίπτωση εισπνοής σε επικίνδυνη ποσότητα, το άτομο που προσβλήθηκε θα πρέπει

άμεσα να μεταφερθεί σε ασφαλή χώρο, γεγονός που είναι κρίσιμο σε τέτοια περίπτωση. Ο προσβεβλημένος θα πρέπει να παρακολουθηθεί για τυχόν δυσφορία στην αναπνοή και αναλόγως να του χορηγηθεί οξυγόνο ή να του παρασχεθεί τεχνητή αναπνοή. Σε κάθε περίπτωση υπερβολικής έκθεσης η άμεση ιατρική βοήθεια είναι κρίσιμη. Το προσωπικό διάσωσης θα πρέπει να φέρει αντιασφυξιογόνες μάσκες.

Ο χώρος που πραγματοποιούνται συγκολλήσεις θα πρέπει να εξαιρίζεται επαρκώς, ενώ ο ηλεκτρικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται (μηχανές συγκόλλησης κ.α.) να έχει κατάλληλες προδιαγραφές για χρήση σε δυνητικά εύφλεκτες ατμόσφαιρες. Όπως προαναφέρθηκε το όζον είναι οξειδωτικό, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να προκαλέσει ή να επιταχύνει πυρκαγιά ή έκρηξη και να αντιδράσει βίαια με αναγωγικές ουσίες, όπως τα αλκένια, οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες, ο διεθυλαιθέρας και γενικά εύφλεκτα αέρια. Για την κατάσβεσή του είναι κατάλληλο κάθε μέσο.

6.1.10 Φωσγένιο (COCl₂)

Φυσική κατάσταση	Αέριο
Σημείο βρασμού	7,55 °C
Σημείο τήξης	-127 °C
Οριακή τιμή έκθεσης (Π.Δ. 90/1999)	0,1 ppm, 0,4 mg/m ³
TLV-TWA (ACGIH)	0,1 ppm (0,4 mg/m ³)
LC ₅₀	5 ppm
Οσμή, χρώμα	ελαφρά ευχάριστη οσμή σε μικρές συγκεντρώσεις, δυσάρεστη και αποπνικτική σε μεγαλύτερες, άχρωμο

Πίνακας 6.9

Το φωσγένιο ανακαλύφθηκε το 1812 από τον άγγλο γιατρό και ερασιτέχνη χημικό Τζον Ντέιβυ (1790–1868), ο οποίος συνέθεσε την ουσία εκθέτοντας στο ηλιακό φως ένα μείγμα μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και χλωρίου (Cl₂). Ο ίδιος ονόμασε την ανακάλυψή του *φωσγένιο* από τις ελληνικές λέξεις *φως* και *γενώ*. Κατά τη συγκόλληση προκύπτει από τη διάσπαση χλωριωμένων υδρογονανθράκων υπό την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας που παράγεται. Οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες αποτελούν συστατικά των απολιπαντικών που χρησιμοποιούνται στα ελάσματα.

Το φωσγένιο είναι αέριο άχρωμο, διαβρωτικό, με ελαφρά ευχάριστη οσμή σε μικρές συγκεντρώσεις η οποία γίνεται δυσάρεστη και αποπνικτική σε μεγαλύτερες. Εν τούτοις η οσμή και η όποια ενόχληση δεν αποτελούν επαρκής ενδείξεις για την

υπερβολική έκθεση, καθώς το φωσγένιο προξενεί βλάβες πριν γίνει αντιληπτό και η εισπνοή του ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει το θάνατο. Τα συμπτώματα από την υπερβολική έκθεση μπορεί να μην είναι άμεσα, ενώ προκαλεί σοβαρούς ερεθισμούς και εγκαύματα στα μάτια, το δέρμα, τους βλεννογόνους και τις αναπνευστικές οδούς. Επίσης με την εισπνοή μπορεί να προκαλέσει πνευμονικό οίδημα και χημική πνευμονίτιδα και σε υγρό περιβάλλον διασπάται σε τοξικά παράγωγα όπως το υδροχλωρικό οξύ.

Κατά την επαφή με τα μάτια και το δέρμα προκαλεί σοβαρό ερεθισμό και χημικά εγκαύματα με μόνιμα αποτελέσματα.

Όσον αφορά το αναπνευστικό σύστημα, το αέριο αυτό είναι τοξικό σε χαμηλές συγκεντρώσεις στις οποίες το άτομο μπορεί να εκτεθεί χωρίς κανένα προειδοποιητικό σύμπτωμα. Τα συμπτώματα μπορεί να είναι άμεσα ή να καθυστερήσουν. Στα άμεσα συμπτώματα λόγω εισπνοής συμπεριλαμβάνονται βήχας, σφίξιμο στο στήθος, δακρύρροια, δυσκολία και πόνο στην αναπνοή και τελικά κυάνωση. Σοβαρά συμπτώματα είναι επίσης το πνευμονικό οίδημα, η πνευμονική συμφόρηση και ασφυξία τα οποία είναι πιθανό να μην εκδηλωθούν παρά μόνο μετά από 2 έως 24 ώρες μετά την υπερβολική έκθεση. Για αρκετούς μήνες είναι πιθανόν το άτομο να εμφανίζει βήχα, αιμόπτυση και γενική αδιαθεσία, ενώ μπορούν να εμφανιστούν χρόνιες παθήσεις όπως χρόνια πνευμονική νόσος και εμφύσημα.

Προϋπάρχουσες πνευμονικές παθήσεις επιδεινώνονται με την έκθεση σε φωσγένιο.

Σε περίπτωση επαφής με τα μάτια θα πρέπει να ξεπλυθούν με άφθονο νερό για τουλάχιστον 30 λεπτά και να αναζητηθεί άμεσα ιατρική βοήθεια. Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα θα πρέπει να αφαιρεθούν αμέσως τα ρούχα που έχουν μολυνθεί, να ξεπλυθεί το σημείο που προσβλήθηκε με άφθονο νερό και να αναζητηθεί άμεσα ιατρική βοήθεια.

Σε κάθε περίπτωση η άμεση ιατρική βοήθεια είναι κρίσιμης σημασίας. Ακόμα και αν δεν υπάρχουν συμπτώματα μετά την έκθεση θα πρέπει τα άτομα που έχουν εκτεθεί να εξεταστούν από γιατρό και να θεωρηθεί ότι όλοι έχουν εκτεθεί σε δυνητικά τοξική συγκέντρωση. Τα θύματα που έχουν τις αισθήσεις τους πρέπει να μεταφέρονται σε μη μολυσμένο χώρο με καθαρό αέρα και να τους χορηγείται οξυγόνο αν παρουσιάζουν δυσκολία στην αναπνοή. Τα θύματα που έχουν χάσει τις αισθήσεις τους πρέπει να μεταφέρονται σε μη μολυσμένο χώρο, να τους χορηγείται τεχνητή αναπνοή και οξυγόνο. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να διατηρούνται ζεστά και ήρεμα, να διασφαλίζεται ότι οι αναπνευστικές οδοί δεν αποφράσσονται (π.χ. από βλέννα) και να

έχουν ιατρική παρακολούθηση για τις επόμενες 48 ώρες. Η θεραπεία είναι συμπτωματική.

Το φωσγένιο δεν αναφλέγεται, αλλά αντιδρά βίαια με το νερό και σχηματίζει υδροχλωρικό οξύ και μονοξείδιο του άνθρακα. Σε περίπτωση πυρκαγιάς τα συνεργεία κατάσβεσης πρέπει να είναι εξοπλισμένα με αναπνευστικές συσκευές θετικής πίεσης και προστατευτικό ρουχισμό για χημικές ουσίες, ενώ δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί νερό σε χώρους όπου υπάρχει το αέριο.

Για την προστασία από το αέριο ο καλύτερος τρόπος είναι η πλήρης απομάκρυνση των απολιπαντικών από τα προς συγκόλληση τεμάχια ούτως ώστε να εξαλειφθούν πλήρως οι διάφοροι κίνδυνοι που προκύπτουν, ενώ συμπληρωματικά πρέπει να παρέχεται επαρκής εξαερισμός του χώρου εργασίας.

6.1.11 Καπνός- ατμοί μετάλλων

Κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης εκτός των αερίων εκλύονται και καπνοί με σχετικά πολύπλοκη σύνθεση η οποία εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Κατά κύριο λόγο σχηματίζεται από το μέταλλο του σύρματος τροφοδοσίας. Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται, οι οποίες φτάνουν τους 6000-8000 °C ενώ το σημείο βρασμού του χάλυβα είναι περίπου 2400 °C, ένα μέρος του μετάλλου συγκόλλησης εξατμίζεται και διαχέεται στον ατμοσφαιρικό αέρα. Έπειτα ψύχεται και συμπυκνώνεται σχηματίζοντας στερεά σωματίδια σφαιρικού κυρίως σχήματος, τα οποία συμμετέχουν γενικά σε αντιδράσεις μεταξύ τους και με τον ατμοσφαιρικό αέρα και μπορούν να εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της αναπνευστικής οδού.

Τα σωματίδια αυτά έχουν διάμετρο μικρότερη από 1μm (0,001-1μm) κατά το σχηματισμό τους, ο οποίος λαμβάνει χώρα στην περιοχή του ηλεκτρικού τόξου. Όμως με την πάροδο του χρόνου διαχέονται στο χώρο και, λόγω των συγκρούσεων μεταξύ τους, συσσωματώνονται και δημιουργούν συσσωματώματα διαμέτρου 0,5-2 μm. Σωματίδια τέτοιας διαμέτρου αποτελούν σημαντικό κίνδυνο επειδή μπορούν να εισπνευσθούν και να εισέλθουν στις κυψελίδες των πνευμόνων (NOHSC, 1990).

Επιπλέον μεγαλύτερα σε διάμετρο σωματίδια δημιουργούνται όταν τα σταγονίδια τήγματος από το ηλεκτρόδιο αποσπώνται από αυτό. Έτσι σε συνδυασμό με τις μεγαλύτερες σταγόνες που εκτοξεύονται (πιτσιλιές) αυξάνεται η συνολική επιφάνεια από την οποία εξατμίζεται το μέταλλο και γενικά συντελούν και αυτά στη δημιουργία καπνού. Κατά κύριο λόγο πρόκειται για οξείδια μετάλλων επειδή όταν βρεθούν εκτός

της προστατευόμενης περιοχής από το αέριο προστασίας αντιδρούν με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας.

Στην περιοχή αναπνοής του χειριστή έχουν διάμετρο συνήθως λιγότερη από 2μm και σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι ορατά με τη μορφή καπνού, ενώ λόγω του μικρού τους βάρους και μεγέθους παραμένουν στην ατμόσφαιρα για αρκετές ώρες αν δεν υπάρχει εξαερισμός. Τα σωματίδια που είναι ορατά συνήθως είναι και βαρύτερα και επικάθονται στις επιφάνειες του χώρου εργασίας με τη μορφή σκόνης.

Η σύνθεση του καπνού εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως (D. E. Hilton et al, 1992):

- οι παράμετροι της συγκόλλησης (ρεύμα και τάση),
- πολύ μικρό ρόλο παίζει το υλικό και η σύσταση του βασικού μετάλλου ενώ,
- κυρίαρχη επίδραση έχει το υλικό του αναλυσκόμενου ηλεκτροδίου (η σύσταση του οποίου είναι σχεδόν η ίδια με αυτή του βασικού μετάλλου), από το οποίο προέρχεται το 90% του καπνού που παράγεται κατά τη συγκόλληση.

Ο ρυθμός σχηματισμού του καπνού, αλλά και η χημική σύνθεση σχετίζονται με τις παραμέτρους της συγκόλλησης και γενικά τη φύση της διαδικασίας. Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τα παραπάνω είναι:

- η πτώση τάσης κατά μήκος του τόξου, πράγμα που σχετίζεται και με το μήκος του,
- το ρεύμα και η πολικότητα κατά τη συγκόλληση (εναλλασσόμενο ή συνεχές, ευθεία ή ανάστροφη πολικότητα),
- η μέθοδος της συγκόλλησης: η μέθοδος SAW (Submerged Arc Welding) παρουσιάζει το μικρότερο ρυθμό σχηματισμού καπνού και ακολουθούν με αύξουσα σειρά οι μέθοδοι: GTAW/TIG (Gas Tungsten Arc Welding/ Tungsten Inert Gas), GMAW/MIG/MAG (Gas Metal Arc Welding/ Metal Inert Gas/ Metal Active Gas), SMAW (Shielded Metal Arc Welding) και FCAW (Flux Cored Arc Welding),
- η ένταση του ρεύματος,
- η γωνία μεταξύ ηλεκτροδίου και τεμαχίου συγκόλλησης,
- η θέση της συγκόλλησης,
- ο ρυθμός πρόσδοσης θερμότητας που είναι ανάλογος με την ισχύ του τόξου και αντιστρόφως ανάλογος με την ταχύτητα της συγκόλλησης.

Η ταχύτητα σχηματισμού του καπνού μπορεί να διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το μήκος του τόξου, το οποίο με τη σειρά του εξαρτάται από τη δεξιότητα του χειριστή. Γενικά η ποσότητα του παραγόμενου καπνού αυξάνεται για μεγαλύτερη τάση και ένταση ρεύματος και μήκος τόξου.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, ουσίες που δεν περιέχονται απαραίτητα στο ηλεκτρόδιο μπορεί να βρεθούν στον καπνό που παράγεται κατά τη συγκόλληση. Για παράδειγμα:

- όταν συγκολλούνται μέταλλα που έχουν βαφή στην επιφάνειά τους, τότε ο καπνός που παράγεται μπορεί να περιέχει μεταλλικά στοιχεία από τη χρωστική ύλη, ενώ μπορεί να δημιουργηθούν άλλοι ρυπαντές, οργανικής φύσης, από το συνδετικό μέσο,
- όταν το ίδιο το βασικό μέταλλο περιέχει πτητικά συστατικά, όπως το βηρύλλιο στα κράματα του χαλκού
- όταν στην επιφάνεια του μετάλλου υπάρχουν απολιπαντικά λόγω προηγούμενων εργασιών διαμόρφωσης του ελάσματος προς συγκόλληση.

Σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να ταυτοποιείται η σύσταση του επιστρώματος και να αφαιρείται από την περιοχή της συγκόλλησης. Παρ' όλο που έχουν αναπτυχθεί επιστρώματα τα οποία μπορούν να δεχτούν συγκόλληση χωρίς να αφαιρεθούν, εντούτοις θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι αυτά απλά περιορίζουν το σχηματισμό καπνού και δεν εξαλείφουν εντελώς το πρόβλημα. Ακόμα θα πρέπει τα προς συγκόλληση ελάσματα να είναι τελείως απαλλαγμένα από απολιπαντικές ουσίες.

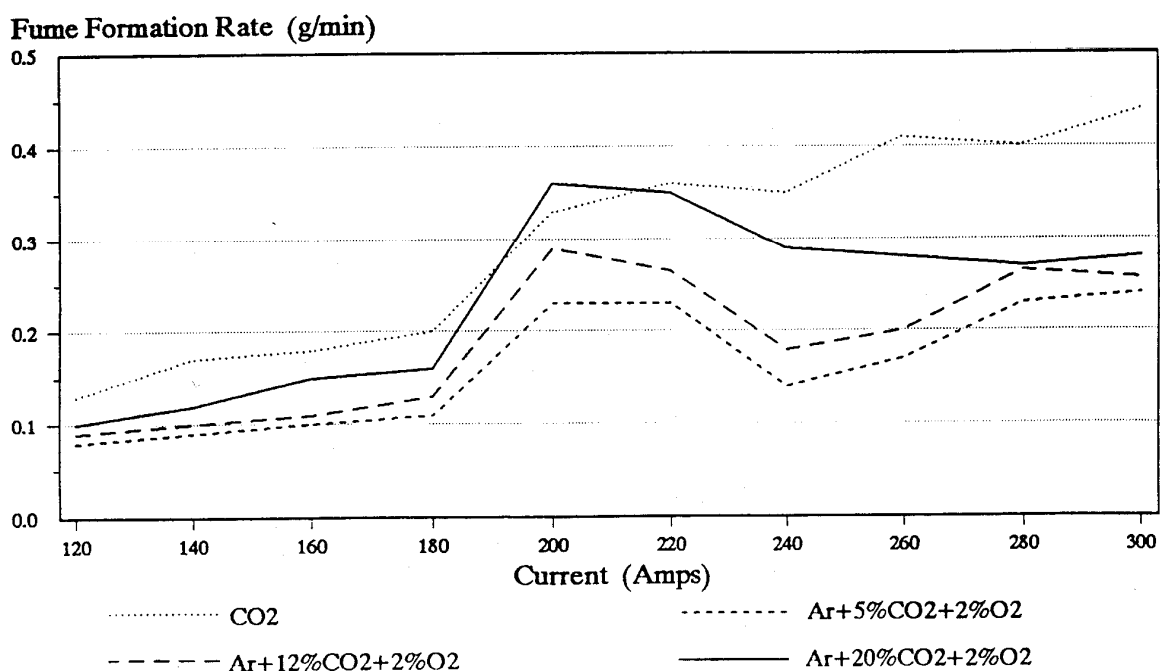
Γενικά ο τρόπος μεταφοράς του τηγμένου μετάλλου από το ηλεκτρόδιο στο βασικό μέταλλο επηρεάζει σημαντικά το ρυθμό σχηματισμού καπνού. Κατά συνέπεια η τάση και η ένταση του ρεύματος συγκόλλησης και το αέριο προστασίας παίζουν με τη σειρά τους σημαντικό ρόλο σε αυτή τη διαδικασία.

Η μεταφορά με βραχυκύκλωση η οποία πραγματοποιείται για μικρές σχετικά εντάσεις ρεύματος (100-180 A κατά προσέγγιση σε μετωπικές συγκολλήσεις μαλακών χαλύβων) και τάσεις αντίστοιχες παρουσιάζει το μικρότερο ρυθμό σχηματισμού καπνού.

Όσο αυξάνονται η τάση και η ένταση αυξάνεται και ο ρυθμός σχηματισμού καπνού σχεδόν γραμμικά. Πάνω από τα 180 A έχουμε μετάβαση σε μεταφορά με σταγόνες και το μέγιστο ρυθμό σχηματισμού. Αυτό συμβαίνει γιατί έχουμε εξάτμιση στο άκρο του ηλεκτροδίου και μεγαλύτερο διασκορπισμό. Έτσι σχηματίζονται τα οξείδια μετάλλων που αναφέρθηκαν παραπάνω.

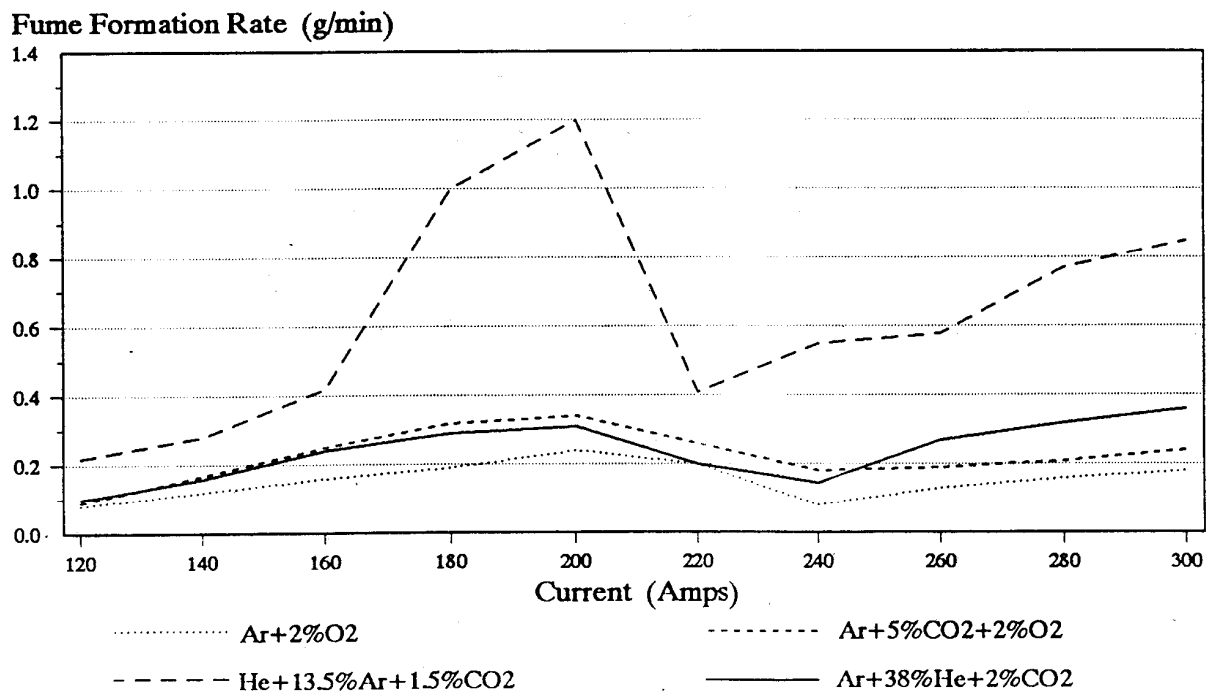
Πάνω από τα 200A έχουμε μετάβαση σε μεταφορά με ψεκασμό. Λόγω του περιορισμένου διασκορπισμού που ελλοτώνεται όσο αυξάνουν η τάση και η ένταση, έχουμε και μικρό ρυθμό σχηματισμού καπνού ο οποίος φτάνει στο ελάχιστο στα 280A για μαλακούς χάλυβες. Από αυτές τις τιμές και πάνω ο ρυθμός σχηματισμού αυξάνει πάλι.

Στα σχήματα 6.1-6.3 παρουσιάζεται ο ρυθμός σχηματισμού καπνού (FFR) σε συνάρτηση της έντασης του ρεύματος συγκόλλησης κατά τη συγκόλληση κοινού χάλυβα, ανοξείδωτου χάλυβα και αλουμινίου (D. E. Hilton et al, 1992).



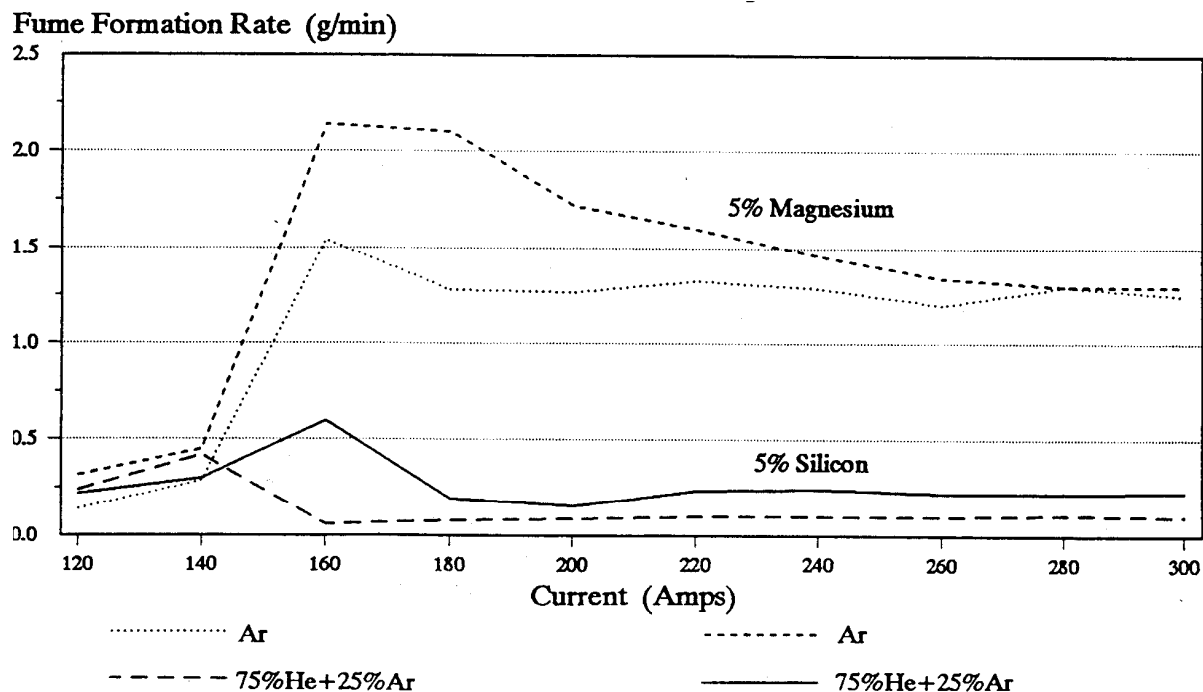
Σχήμα 6.1

Ρυθμός σχηματισμού καπνού για ηλεκτρόδιο κοινού χάλυβα για διάφορα αέρια προστασίας



Σχήμα 6.2

Ρυθμός σχηματισμού καπνού για ηλεκτρόδιο ανοξειδωτού χάλυβα για διάφορα αέρια προστασίας

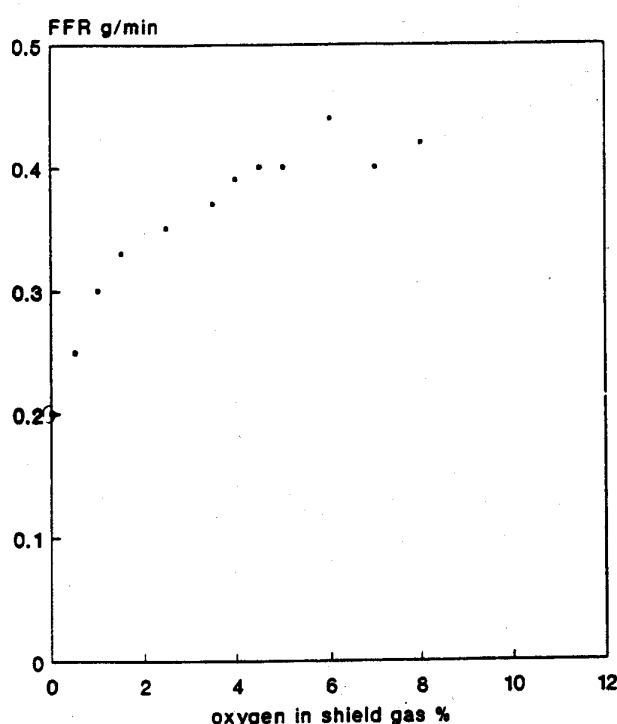


Σχήμα 6.3

Ρυθμός σχηματισμού καπνού για ηλεκτρόδιο αλουμινίου για διάφορα αέρια προστασίας

Σημαντικό ρόλο παίζει όπως είναι φανερό και η σύσταση του αερίου προστασίας. Το αργό και το ήλιο έχουν καλή συμπεριφορά όσον αφορά το σχηματισμό καπνού και ένας λόγος είναι το ότι ευνοούν τη μεταφορά με ψεκασμό.

Όμως οι φιάλες με αυτά τα αέρια μπορεί να περιέχουν ίχνη οξυγόνου ως κατάλοιπο της παρασκευής τους, γεγονός που επιτείνει το σχηματισμό οξειδίων. Για να κατανοηθεί το πόσο σημαντική επίδραση είναι αυτή αξίζει να αναφερθεί ότι σε πειράματα που έγιναν η ύπαρξη οξυγόνου σε ποσοστό μόλις 8% κατά βάρος στο αέριο προστασίας οδήγησε σε διπλασιασμό του παραγόμενου καπνού. Είναι εύκολα αντιληπτό ότι αυτό μπορεί να γενικευτεί και σε υπόλοιπα μίγματα αερίων προστασίας που περιέχουν οξυγόνο.



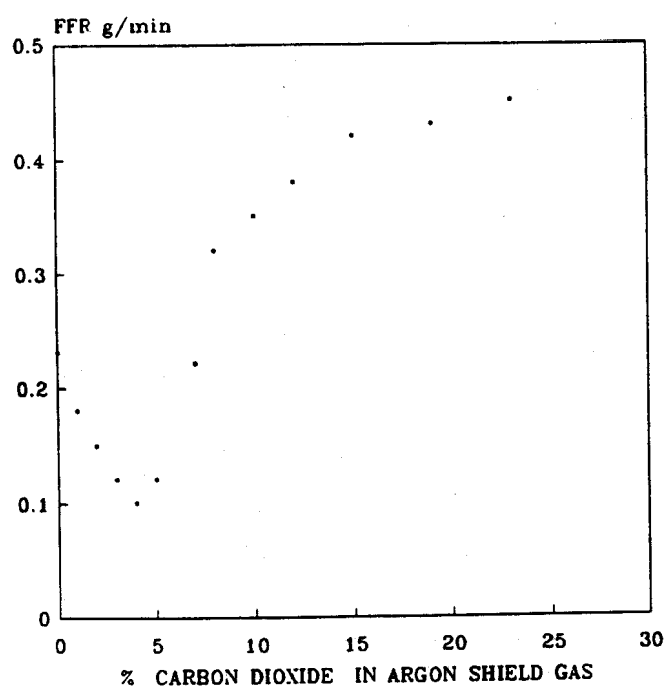
Σχήμα 6.4

Ρυθμός σχηματισμού καπνού συναρτίζεται του ποσοτού οξυγόνου στο αέριο προστασίας κατά τη συγκόλληση κοινού χάλυβα.

(Reducing Fume Emissions Through Process Parameter Selections, P. Hewitt, International Institute of Welding/Committee VIII, VIII-F100-95)

Η παρουσία διοξειδίου του άνθρακα επηρεάζει επίσης το σχηματισμό καπνού. Είναι διαδεδομένη πρακτική να προστίθεται μέχρι και 5% στο αέριο προστασίας ούτως ώστε να διασφαλίζεται η σταθερότητα του τόξου. Αυτό έχει πέρα από την καλύτερη

ποιότητα συγκόλλησης και τη μειωμένη παραγωγή καπνού. Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε CO₂ παρατηρείται και διαφορετική συμπεριφορά. Όσο η περιεκτικότητα αυξάνεται μέχρι το 5% κατά βάρος ο ρυθμός σχηματισμού καπνού μειώνεται. Αν η περιεκτικότητα αυξηθεί κι άλλο πάνω από την τιμή αυτή τότε ο ρυθμός αυξάνεται σχετικά απότομα λόγω του ότι το CO₂ δρα σαν οξειδωτικό μέσο ευνοώντας το σχηματισμό οξειδίων.



Σχήμα 6.5

Ρυθμός σχηματισμού καπνού συναρτήσει του ποσοστού διοξειδίου του άνθρακα στο αέριο προστασίας κατά τη συγκόλληση κοινού χάλυβα.

(Reducing Fume Emissions Through Process Parameter Selections, P. Hewitt, International Institute of Welding/Committee VIII, VIII-F100-95)

Ο ρυθμός σχηματισμού καπνού επηρεάζεται επίσης από την παροχή του αερίου προστασίας, η οποία δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ μικρή ούτε πολύ μεγάλη. Αν η παροχή είναι πολύ μικρή τότε δεν επαρκεί για την προστασία της συγκόλλησης από το οξυγόνο της ατμόσφαιρας και επομένως την αποφυγή της οξείδωσης. Αν η παροχή είναι πολύ μεγάλη τότε λόγω φαινομένων ροής του αερίου (υποπίεση, τύρβη) το οξυγόνο της ατμόσφαιρας εισέρχεται στην περιοχή της συγκόλλησης. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται για παροχές από 5-15 l/min. Το βέλτιστο σημείο είναι κοντά στα 10 l/min.

Όπως προαναφέρθηκε η σύσταση του καπνού εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη σύσταση του ηλεκτροδίου. Ο πίνακας 6.10 παρουσιάζει χονδρικά τη σύσταση των αιωρούμενων σωματιδίων για δύο διαφορετικές συστάσεις ηλεκτροδίων χάλυβα και διάφορα αέρια προστασίας. Τα μέταλλα που αποτελούν τον καπνό έχουν τη μορφή οξειδίων.

Υλικό ηλεκτροδίου	Αέρια προστασίας	Συστατικά ηλεκτροδίου	Συστατικά καπνού (% κ.β.)					
			Fe	Mn	Si	Ni	Cr (VI)	Cr (συνολικό)
Μαλακός χάλυβας	CO ₂ 98Ar/2O ₂ 90Ar/10CO ₂ 75Ar/25CO ₂	Fe, Mn, Si, Cu	52-63	4-12	1-6	-	-	-
Ανοξείδωτος χάλυβας	98Ar/2O ₂	Fe, Mn, Si, Ni, Cr	29-38	7-12	-	5-6	0,8-2	11-13

Πίνακας 6.10

(Fume Composition Chart, K. Brown, International Institute of Welding/Committee VIII, VIII-1876-99)

Γενικά τα αιωρούμενα σωματίδια που παράγονται κατά τη συγκόλληση GMAW επικάθονται αρκετά εύκολα στους πνεύμονες (μέχρι και 60% περισσότερο από ότι κατά τη συγκόλληση με επενδυμένο ηλεκτρόδιο). Στον πίνακα 6.11 παρουσιάζεται το εισπνεύσιμο και το αναπνεύσιμο κλάσμα και το ποσοστό επικάθισης στους πνεύμονες καπνών που δημιουργούνται κατά τη συγκόλληση GMAW ανοξείδωτου και κοινού χάλυβα.

Υλικό	Ποσοστό επικάθισης	Εισπνεύσιμο κλάσμα	Αναπνεύσιμο κλάσμα
Κοινός χάλυβας	0,41	0,99	1,00
Ανοξείδωτος χάλυβας	0,40	0,99	1,00

Πίνακας 6.11

(Estimation of Regional Pulmonary Deposition and Exposure for Fumes from 'SMAW' and 'GMAW' Mild and Stainless Steel Consumables, P. Hewett, International Institute of Welding/Committee VIII, VIII-1867-93)

6.1.11.1 Επιπτώσεις στην υγεία

Οι επιδράσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στον ανθρώπινο οργανισμό αφορούν όπως είναι αναμενόμενο το αναπνευστικό σύστημα. Έχουν επίσης παρατηρηθεί επιδράσεις στο αναπαραγωγικό σύστημα και τα νεφρά. Οι ασθένειες που παρουσιάζονται λόγω υπερβολικής εισπνοής καπνών πέρα από τη γενικότερα προβληματική λειτουργία των πνευμόνων είναι οι παρακάτω:

Η συνηθέστερη ασθένεια (οι περισσότεροι ηλεκτροσυγκολλητές παθαίνουν τουλάχιστον ένα επεισόδιο) που παρατηρείται λόγω εισπνοής ατμών μετάλλων είναι **πυρετός από ατμούς μετάλλων (metal fume fever)**. Παρουσιάζεται έπειτα από την εισπνοή αρκετής ποσότητας ατμών ψευδαργύρου (συχνότερα), χαλκού και μαγνησίου στις περισσότερες περιπτώσεις. Τυπικά τα συμπτώματα της ασθένειας αυτής εμφανίζονται 4 με 8 ώρες μετά την εργασία και περιλαμβάνουν πυρετό, μυαλγίες, μη παραγωγικό βήχα, ρίγη, δυσφορία, έντονη εφίδρωση, μεταλλική γεύση, σιελόρροια και λευκοκυττάρωση (μεγάλη ποσότητα λευκών αιμοσφαιρίων). Οι περισσότεροι ηλεκτροσυγκολλητές είναι εξοικειωμένοι με τα συμπτώματα και δεν αναζητούν ιατρική φροντίδα, γνωρίζοντας ότι η νόσος διαρκεί λίγες ώρες. Η νόσος υποχωρεί μέσα σε 24 ώρες.

Ρινίτιδα: Είναι η χρόνια φλεγμονή του ρινικού βλεννογόνου και συσχετίζεται με τη συγκόλληση κράματος χάλυβα με μαγγάνιο.

Φλεγμονές των πνευμόνων: Με μικρότερη συχνότητα παρατηρούνται ερεθιστική (εξ υπερευαισθησίας) και χημική πνευμονίτιδα, δηλαδή φλεγμονή των πνευμόνων η οποία είτε έχει αλλεργικά αίτια είτε όχι (Αλεξόπουλος, 2007).

Στην πρώτη περίπτωση έχουμε επαναλαμβανόμενα και περιστατικά με αυξανόμενη σοβαρότητα, δηλαδή δεν εμφανίζεται σε όλους τους εργαζόμενους ενός χώρου που εκτίθενται στην ίδια ποσότητα του χημικού παράγοντα. Εμφανίζεται ως α) οξεία με βήχα, δύσπνοια, πυρετό, κακουχία, ρίγη 6–8 ώρες μετά την έκθεση στο αντιγόνο (ουσία που την προκαλεί) και υποχωρεί σε λίγες μέρες αν δεν επαναληφθεί η έκθεση β) υποξεία, η οποία εξελίσσεται ύπουλα σε περίοδο εβδομάδων με βήχα και δύσπνοια και μπορεί να καταλήξει σε κυάνωση και βαριά δύσπνοια, οπότε απαιτεί νοσηλεία. Μπορεί η υποξεία να ακολουθήσει την οξεία μορφή αν συνεχιστεί η έκθεση στον αιτιολογικό παράγοντα, ενώ σπανιότερα μεταπίπτουν σε χρόνια και γ) χρόνια σαν προοδευτικά εξελισσόμενη διάμεση πνευμονίτιδα με βήχα και δύσπνοια. Συνήθως εμφανίζεται όταν είναι μικρή η συγκέντρωση του αντιγόνου.

Στη δεύτερη περίπτωση έχουμε φλεγμονή στους πνεύμονες που παρατηρείται σε κάθε εργαζόμενο που εκτίθεται σε μεγάλες ποσότητες ερεθιστικής ουσίας (αέριο, καπνός ή αερόλυμα). Πυρετός και ρίγη εμφανίζονται σπανιότερα, ενώ τα συμπτώματα της ασθένειας εμφανίζονται μετά από 4 έως 6 ώρες από την εισπνοή.

Μεγάλη ποικιλία υλικών που παράγονται κατά την ηλεκτροσυγκόλληση μπορεί να προκαλέσουν πνευμονίτιδα χημική ή εξ' υπερευαισθησίας. Μερικά από τα υλικά που ενοχοποιούνται για πρόκληση των πνευμονιτιδών κατά την ηλεκτροσυγκόλληση MIG/MAG περιλαμβάνουν το μαγγάνιο, το διοξείδιο του αζώτου, το όζον, το φωσγένιο και τη φωσφίνη (Newman-Taylor A., 1996). Άλλοι χημικοί παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν χημική πνευμονίτιδα είναι οι ατμοί οξέων (H_2SO_4 , HNO_3), η αμμωνία, τα κυανιούχα άλατα, η φορμαλδεΐδη, το υδρόθειο και τα ισοκυανιούχα. Οι σύγχρονες πρακτικές εργασίας κατά την ηλεκτροσυγκόλληση έχουν μειώσει τον κίνδυνο οξείας τοξικής βλάβης που όμως είναι υπαρκτός. Σημειώνεται ότι ο κίνδυνος αυξάνει πολύ όταν παραβλέπεται η αφαίρεση χρωμάτων και επικαλύψεων από την επιφάνεια των μετάλλων πριν την ηλεκτροσυγκόλληση.

Επαγγελματικό άσθμα: Το επαγγελματικό άσθμα εμφανίζεται στο 5-15% των περιπτώσεων άσθματος στους ενήλικες. Πρόκειται για τη στένωση των αεροφόρων οδών του αναπνευστικού συστήματος λόγω εισπνοής καπνού. Οι καπνοί από τις συγκολλήσεις αποτελούν σοβαρό παράγοντα για την εμφάνιση επαγγελματικού άσθματος τα συμπτώματα του οποίου μπορεί να εμφανιστούν είτε άμεσα είτε μετά από λίγες ώρες. Γενικά το επαγγελματικό άσθμα εμφανίζεται σχετικά συχνά σε σχέση με τις υπόλοιπες παθήσεις. Από άσθμα γενικά πάσχει 4 – 5 % του πληθυσμού, το 50% κάτω των 10 ετών και ένα επιπλέον 25% κάτω των 40 ετών. Σε νεότερες ηλικίες, έχει διπλάσια επίπτωση στους άρρενες. Το άσθμα ταξινομείται για πρακτικούς μόνο λόγους σε:

1. αλλεργικό (οικογενειακό ιστορικό με σύννοδες εκδηλώσεις ρινίτιδα, έκζεμα, κνίδωση, εκλύεται μετά εισπνοή ορισμένων αντιγόνων) και
2. ιδιοσυγκρασιακό (χωρίς οικογενειακό ιστορικό, δερματικά τεστ αρνητικά, χωρίς σύννοδες εκδηλώσεις).

Γενικά όταν η έναρξη είναι σε νεαρή ή παιδική ηλικία συνήθως υπάρχει αλλεργικό υπόβαθρο, ενώ όταν αναπτύσσεται αργά έχουμε μη αλλεργικό ή μικτό άσθμα. Οι ασθενείς καλά όταν φθάνουν στην εργασία, τα συμπτώματα αναπτύσσονται προς το τέλος της βάρδιας, επιδεινώνονται στη συνέχεια και μετά την αποχώρηση από την εργασία και τελικά υποχωρούν. Αποχή από την εργασία επιφέρει μείωσή τους.

Με την εμφάνιση άσθματος έχει συσχετιστεί έκθεση σε εξασθενές χρώμιο και όζον (Sobaszek A, Edme JL, Boulenguez C, Shirali P, Mereau M, Robin H, Haguenoer JM.,1998). Θεωρείται ότι και μία υπερβολική έκθεση σε ερεθιστικούς παράγοντες μπορεί να προκαλέσει βρογχική υπεραντιδραστικότητα που επιμένει για μεγάλο διάστημα (Nielsen J, Dahlqvist M, Welinder H et al, 1993). Έχει περιγραφεί περίπτωση όπου 4 χρόνια μετά από μία μόνη έκθεση ηλεκτροσυγκολλητή διαπιστώθηκε υπεραντιδραστικότητα και βρογχική απόφραξη (Khoo GT, 1996). Η σημασία της έγκαιρης διάγνωσης και της απομάκρυνσης από τον υπεύθυνο παράγοντα είναι κριτικής σημασίας, καθώς μια καθυστερημένη διάγνωση μπορεί να οδηγήσει σε επιμονή των συμπτωμάτων. Η ανάπτυξη βρογχικού άσθματος βρέθηκε επίσης να σχετίζεται με τη μη ειδική περιβαλλοντική ρύπανση. Εργασία σε περιβάλλον με μη ειδικούς αέριους ρύπους τριπλασιάζει τον κίνδυνο για άσθμα ανεξάρτητα από το ιατρικό ιστορικό, της έκθεσης σε κάπνισμα, σε ισοκυανιούχα, και το υλικό συγκόλλησης, πράγμα που καταδεικνύει την ανάγκη για σωστές συνθήκες αερισμού (Flodin U, Ziegler J, Jonnson P, Axelson O., 1996).

Πνευμονοκονίαση: Ο όρος χρησιμοποιείται για μια ομάδα χρόνιων ασθενειών που σχετίζονται με την εισπνοή κόνεων, η οποία έχει αθροιστική δράση. Είναι η συσσώρευση σωματιδίων στους πνεύμονες και η αντίδραση των ιστών σε αυτή. Χαρακτηρίζεται από τη μόνιμη βλάβη των πνευμόνων λόγω του εκφυλισμού των κυψελίδων, η οποία προξενεί σημαντική δυσχέρεια στην αναπνοή. Κατά τις συγκολλήσεις εμφανίζεται σιδήρωση λόγω εισπνοής ατμών σιδήρου, κασσιτέρωση λόγω εισπνοής κασσιτέρου και αλουμίνωση λόγω εισπνοής αλουμινίου.

Σε μελέτη η σύνθεση των σωματιδίων εξηγείται πλήρως από το επαγγελματικό ιστορικό, αλλά η μεγάλη ποικιλία τους καταδεικνύει την πολυπλοκότητα στον καθορισμό συγκεκριμένης επαγγελματικής έκθεσης ως αιτίας νόσου. Η συγκέντρωση ρυπαντών στον πνεύμονα ηλεκτροσυγκολλητών μετρήθηκε από 0,03 έως 1,5 gr. Είχαν εναποτεθεί κυρίως στις κεντρικές περιοχές των πνευμόνων αν και υπήρχε μεγάλη ποικιλομορφία στην κατανομή και τη συγκέντρωση, παρά τις όμοιες συνθήκες έκθεσης. Στους ηλεκτροσυγκολλητές με περισσότερα από 5 χρόνια έκθεσης, η ποσότητα της σκόνης ήταν ανεξάρτητη του χρόνου έκθεσης γεγονός που δείχνει ότι η ποσότητα σωματιδίων στους πνεύμονες σταθεροποιείται μετά τα πέντε χρόνια (Kalliomaki K, Kalliomaki PL, Kelha V, Sortti V, Vaaranen V.,1982).

Ειδικότερα για τη σιδήρωση, πρέπει να αναφερθεί ότι αυτή είναι αναστρέψιμη με τη διακοπή της έκθεσης και μπορεί αρχικά να μη συνοδεύεται από εμφάνιση συμπτωμάτων.

Χρόνια βρογχίτιδα: Η χρόνια βρογχίτιδα είναι η εμφάνιση βήχα και η παραγωγή πτυέλων για τουλάχιστον 3 μήνες ανά έτος για 2 συνεχόμενα χρόνια. Εμφανίζεται με την έκθεση σε ερεθιστικά αέρια, καπνούς και σκόνες στο εργασιακό περιβάλλον. Διακρίνεται σε:

- 1) απλή, με βλεννώδη απόχρεμψη,
- 2) αποφρακτική, με απόφραξη (με μεταβολές στη σπιρομέτρηση), και
- 3) χρόνια ασθματική βρογχίτιδα, με επεισόδια λοιμώδους έξαρσης με συρρίκτοντες, δύσπνοια και υπεραντιδραστικότητα.

Πέρα από την επαγγελματική έκθεση επιβαρυντικοί παράγοντες για τη χρόνια βρογχίτιδα είναι: το κάπνισμα, η ατμοσφαιρική ρύπανση και συγκεκριμένα το διοξείδιο του θείου, και διάφορες λοιμώξεις κυρίως από ρινοϊούς. Σε αρκετές μελέτες η ηλεκτροσυγκόλληση βρέθηκε να συσχετίζεται με αύξηση της εμφάνισης χρόνιας βρογχίτιδας, κυρίως σε ηλεκτροσυγκολλητές που εργάζονται με κράματα χάλυβα και αλουμίνιο (Wolf C, Pirich C, Valic E, Waldhoer T., 1997, Bradshaw LM, Fishwick D, Slater T, Pearce N., 1998, Hessel PA, Melenka LS, Michaelchuk D, Herbert FA, Cowie RL., 1998, Ozdemir O, Numanoglu N, Gonullu U, et al., 1995, McMillan GHG, Heath J., 1979, Lyngenbo O, Groth S, Groth M, Olsen O, Rossing M., 1989).

Μελέτες έχουν δείξει αυξημένη θνησιμότητα των ηλεκτροσυγκολλητών από χρόνια βρογχίτιδα ή πνευμονικό εμφύσημα και από μη κακοήθεις αναπνευστικές παθήσεις γενικότερα (Speizer FE., 1989, Moulin JJ, Wild P, Haguenoer JM, Faucon D, De Gaudemaris, Mur JM., 1993). Μία πρόσφατη προοπτική μελέτη σε ηλεκτροσυγκολλητές ναυπηγείου έδειξε αυξημένη συχνότητα εμφάνισης παραγωγικού βήχα, συριγμού και συσφικτικού θωρακικού άλγους που υποχωρούσαν τα Σαββατοκύριακα και τις διακοπές. Στην ίδια ομάδα δεν υπήρχε σημαντική αύξηση χρόνιας βρογχίτιδας. Μετά από τρία έτη παρακολούθησης, στους ίδιους ηλεκτροσυγκολλητές διαπιστώθηκε μείωση των συμπτωμάτων ανάλογη με τη μείωση της έκθεσης (Αλεξόπουλος, 2007).

Καρκίνος του πνεύμονα: Το εξασθενές χρώμιο και το νικέλιο που εκλύονται κυρίως κατά τη συγκόλληση ανοξείδωτων χαλύβων προκαλούν καρκίνο των πνευμόνων. Τα στοιχεία αυτά προκαλούν μεταλλάξεις στο γενετικό υλικό των κυττάρων των πνευμόνων με συνέπεια την εμφάνιση όγκων.

Ο καρκίνος του πνεύμονα αποτελεί τη συχνότερη αιτία θανάτου από καρκίνο. Κυρίως εμφανίζεται μεταξύ 55-65 ετών. Τη στιγμή της διάγνωσης 20% των πασχόντων έχει τοπική νόσο, στο 25% η νόσος έχει επεκταθεί στους λεμφαδένες και στο 55% διαπιστώνονται απομακρυσμένες μεταστάσεις. Οι καπνιστές διατρέχουν 13–15 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο ανάλογα με τη δόση. Η περιβαλλοντική ρύπανση αποτελεί παράγοντα εμφάνισης και το παθητικό κάπνισμα φαίνεται να αυξάνει τον κίνδυνο κατά 50%. Οι περιπτώσεις που αποδίδονται σε επαγγελματική έκθεση κυμαίνονται μεταξύ 9.2 και 15% ενώ το κάπνισμα μπορεί να ευθύνεται μέχρι και για 85% των κακοηθειών του πνεύμονα (Doll R, Peto R., 1981, Morabia A, Markowitz S, Garibaldi K, Wynder EL., 1992, Higginson J, Muir CS., 1980, Simonato L, Vineis P, Fletcher AC., 1988).

Ο κίνδυνος καρκίνου του πνεύμονα στους ηλεκτροσυγκολλητές είναι πολύ σοβαρός διότι είναι επιβεβαιωμένο ότι οι ηλεκτροσυγκολλητές εκτίθενται σε καρκινογόνα, όπως το εξασθενές χρώμιο και το νικέλιο που αναφέρθηκαν και πιο πάνω, ενώ κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες φαίνεται να επιδρούν ανεξάρτητα από την επαγγελματική έκθεση, το κάπνισμα και άλλους παράγοντες.

Επιπροσθέτως οι ηλεκτροσυγκολλητές μπορεί να εκτίθενται σε αμίαντο σε χώρους όπως τα ναυπηγεία και άλλες βιομηχανίες, ο οποίος είναι και αυτός καρκινογόνος. Οι ατμοί της ηλεκτροσυγκόλλησης έχουν ταξινομηθεί ως πιθανά καρκινογόνα στους ανθρώπους (possibly carcinogenic to humans – International Agency for Research on Cancer, IARC) από την ειδική επιτροπή της IARC. Το συμπέρασμα βασίστηκε σε περιορισμένες ενδείξεις για καρκινογένεση των ατμών της ηλεκτροσυγκόλλησης στους ανθρώπους και ανεπαρκείς στα πειραματόζωα και προσδιορίστηκε μία αυξημένη επίπτωση καρκίνου του πνεύμονα σε ηλεκτροσυγκολλητές της τάξεως του 40-50% (Αλεξόπουλος, 2007).

Το Εθνικό Ίδρυμα για την Επαγγελματική Υγεία και Ασφάλεια των ΗΠΑ (NIOSH) συνιστά την αντιμετώπιση της ηλεκτροσυγκόλλησης σε ανοξείδωτο χάλυβα με έκθεση σε νικέλιο και εξασθενές χρώμιο σαν έκθεση σε επαγγελματικά καρκινογόνα.

Επίσης η έκθεση σε ατμούς μετάλλων οδηγεί σε **βλαβερές συνέπειες για το αναπαραγωγικό σύστημα** και αυξάνει τη συχνότητα εμφάνισης **καρκίνου των νεφρών**.

6.1.11.2 Τρόποι μείωσης

(Hewitt, 1995)

Υπάρχουν αρκετού τρόποι μείωσης το ρυθμού σχηματισμού καπνού μερικοί από τους οποίους είναι οι παρακάτω:

1. επιλογή έντασης και τάσης τέτοιων ώστε να γίνεται μεταφορά τήγματος με βραχυκύκλωση ή με ψεκασμό. Κατά τη μεταφορά με σταγόνες έχουμε το μεγαλύτερο διασκορπισμό.
2. επιλογή προστατευτικών αερίων που διευκολύνουν τη μεταφορά με ψεκασμό, για παράδειγμα την προσθήκη μέχρι 5% διοξειδίου του άνθρακα στο προστατευτικό αέριο.
3. χρήση ηλεκτροδίων υψηλής καθαρότητας τα οποία ελαχιστοποιούν το διασκορπισμό. Στο ηλεκτρόδιο μπορεί να υπάρχουν για παράδειγμα ίχνη νατρίου ως συστατικό των λιπαντικών που χρησιμοποιούνται και τα οποία ενισχύουν το σχηματισμό καπνού.
4. μείωση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο του προστατευτικού αερίου στο ελάχιστο δυνατό πρακτικά, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι μικρή περιεκτικότητα σε οξυγόνο μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα λόγω της σταθερότητας του τόξου και της μείωσης του διασκορπισμού.
5. παροχή αερίου προστασίας της τάξης των 10 l/min.
6. χρήση κατά το δυνατόν ηλεκτροδίων που δεν περιέχουν πτητικά και τοξικά μέταλλα όπως το μαγγάνιο.

Από την ACGIH προτείνεται σαν γενική οριακή τιμή έκθεσης TLV-TWA 5 mg/m^3 . Μιας και η σύσταση των αναθυμιάσεων εξαρτάται από το κράμα που συγκολλείται, τη μέθοδο και τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούνται. Παρά τη σύσταση αυτή είναι γενικά απαραίτητο τα συστατικά των αναθυμιάσεων να εξετάζονται ξεχωριστά, ούτως ώστε να ελέγχεται αν υπερβαίνονται οι επιμέρους οριακές τιμές έκθεσης.

6.1.12 Προστασία από χημικούς παράγοντες

Πρωταρχικό μέλημα για την προστασία από χημικούς παράγοντες είναι η απομάκρυνση ή η μείωση της ποσότητας των ίδιων των παραγόντων με τρόπους που αναφέρονται παραπάνω σε κάθε έναν ξεχωριστά (π.χ. χρήση αερίων που μειώνουν το ρυθμό σχηματισμού όζοντος, καλός καθαρισμός της επιφάνειας των ελασμάτων κ.λ.π.). Όλα τα μέτρα προστασίας πρέπει να ξεκινούν από εκεί και να στοχεύουν στην πλήρη εξάλειψη των επικίνδυνων παραγόντων όπου αυτό είναι δυνατό και εφικτό. Ήδη αναπτύσσονται νέα ηλεκτρόδια που προσφέρουν χαμηλές εκπομπές αναθυμιάσεων προσφέροντας την ίδια ποιότητα συγκόλλησης. Τα ηλεκτρόδια αυτά περιέχουν λιγότερα επικίνδυνα στοιχεία στη σύστασή τους διατηρώντας, όμως τα μεταλλουργικά τους χαρακτηριστικά.

Εφόσον εξαντληθούν οι τρόποι μείωσης ή εξάλειψης των κινδύνων, τότε θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα απομάκρυνσης των επικίνδυνων ουσιών (αέρια, καπνός) με διάφορα συστήματα εξαερισμού και τέλος σε έκτακτες περιπτώσεις και σαν προσωρινό μέτρο η χρήση αναπνευστικών συσκευών, φίλτρων, μασκών κ.λ.π.

6.1.12.1 Γενικός εξαερισμός

(ACGIH, 2004)

Ο γενικός εξαερισμός αποτελεί την παροχή φρέσκου αέρα και την απομάκρυνση του ήδη υπάρχοντος αέρα σε ένα χώρο. Η προστασία από τους αέριους ή αερομεταφερόμενους χημικούς παράγοντες πραγματοποιείται με τη μείωση της συγκέντρωσής τους στο χώρο.

Αυτή η μέθοδος δεν είναι γενικά εξίσου αποτελεσματική όσο άλλες, όπως ο τοπικός εξαερισμός, αλλά είναι περισσότερο απλή και σε αρκετές περιπτώσεις η μόνη εφαρμόσιμη, όπως κατά την εργασία σε χώρους που δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση συστημάτων τοπικού εξαερισμού.

Κατά την τοποθέτηση συστήματος γενικού εξαερισμού πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν τα παρακάτω:

- Τα ανοίγματα των αγωγών εξαερισμού να βρίσκονται κατά το δυνατόν κοντά στις θέσεις συγκόλλησης
- Τα σημεία προσαγωγής και απομάκρυνσης του αέρα πρέπει να βρίσκονται σε τέτοια θέση ούτως ώστε ο αέρας να περνά μέσα από την περιοχή όπου υπάρχει η μεγαλύτερη συγκέντρωση ρύπων.

- Ο εργαζόμενος πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα στο σημείο παροχής και την πηγή των ρύπων. Επίσης η στάση του πρέπει να είναι τέτοια ούτως ώστε να μην εκτίθεται σε ρύπους λόγω ρευμάτων που δημιουργούνται από την αποκόλληση της ροής του αέρα. Αυτό συμβαίνει συχνά όταν ο εργαζόμενος βρίσκεται με την πλάτη στο ρεύμα του αέρα, οπότε και ρύποι εισέρχονται στην περιοχή αναπνοής του. Όπου είναι εφικτό, επομένως, θα πρέπει να τοποθετείται με το πλάι στη ροή του αέρα.
- Να παρέχεται επαρκής ποσότητα αέρα αποκατάστασης για να λειτουργεί ικανοποιητικά το σύστημα
- Να διασφαλίζεται ότι ο αέρας που απομακρύνεται από το χώρο δεν επανέρχεται σε αυτόν. Οι αγωγοί θα πρέπει να καταλήγουν αρκετά πάνω από την οροφή και να βρίσκονται αρκετά μακριά από παράθυρα και άλλα ανοίγματα.
- Να χρησιμοποιούνται παραπετάσματα για την αποφυγή ανεπιθύμητων ρευμάτων αέρα, τα οποία μπορεί να μεταφέρουν τους ρύπους σε άλλους χώρους και να λαμβάνεται αυτό υπ' όψιν κατά την εγκατάσταση των αγωγών και τη διαμόρφωση των χώρων.

Από την ACGIH συστήνεται η παροχή αέρα σε συστήματα γενικού εξαερισμού να είναι:

- 53 m³/min ανά kg/h αναλίσκόμενου ηλεκτροδίου για ανοιχτούς χώρους, όταν οι αναθυμιάσεις απομακρύνονται από την περιοχή αναπνοής του εργαζομένου
- 106 m³/min ανά kg/h αναλίσκόμενου ηλεκτροδίου για κλειστούς χώρους, όταν οι αναθυμιάσεις δεν απομακρύνονται άμεσα από την περιοχή αναπνοής του εργαζομένου

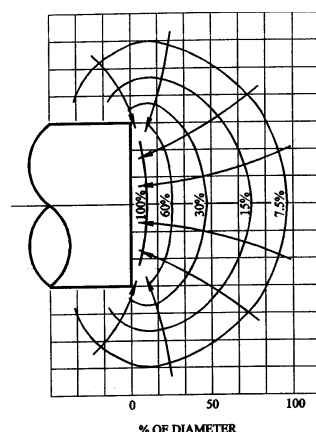
Σε κάθε περίπτωση όμως θα πρέπει να ελέγχεται ότι οι συγκεντρώσεις των επικίνδυνων παραγόντων δεν υπερβαίνουν τις οριακές τιμές έκθεσης που προτείνονται και που ορίζονται από τη νομοθεσία.

6.1.12.2 Τοπικός εξαερισμός

Τα συστήματα τοπικού εξαερισμού συλλαμβάνουν και απομακρύνουν τους ρύπους κοντά στο σημείο που δημιουργούνται και πριν διαρρέυσουν στο περιβάλλον εργασίας. Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιούνται χοάνες που τοποθετούνται κοντά στη θέση εργασίας με σχήμα και προσανατολισμό που εξαρτάται από το χώρο εργασίας, τις συνθήκες που επικρατούν και τις απαιτήσεις υγιεινής. Η χρήση τοπικού εξαερισμού παρέχει αποτελεσματική απομάκρυνση των αναθυμιάσεων που δημιουργούνται κατά τη συγκόλληση και γενικά προτιμάται μιας και οι εργασίες συγκόλλησης παράγουν υψηλές συγκεντρώσεις σε τοπικά σημεία.

Η ελάχιστη ταχύτητα αέρα που πρέπει να υπάρχει ούτως ώστε οι ρύποι να δεσμεύονται και να οδηγούνται στον αεραγωγό αναφέρεται σαν ταχύτητα δέσμευσης. Ανάλογα με την απαιτούμενη ταχύτητα δέσμευσης και τη διαμόρφωση της χοάνης απαιτείται και συγκεκριμένη παροχή αέρα στον αεραγωγό. Η ταχύτητα δέσμευσης για διαδικασίες συγκόλλησης κυμαίνεται από 30 – 60 m/min.

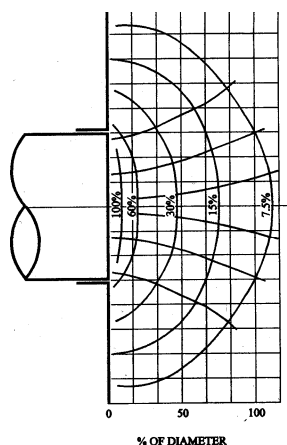
Η απόσταση της χοάνης από την πηγή του ρύπου παίζει αρκετά σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματική απομάκρυνσή του από το χώρο εργασίας. Η παροχή του αέρα είναι, θεωρητικά, αντιστρόφως ανάλογη με την απόσταση της πηγής από τη χοάνη, επομένως είναι αρκετά σημαντικό αυτή να τοποθετείται όσο κοντά είναι εφικτό. Η κατανομή της ταχύτητας στην περιοχή κοντά στην είσοδο ενός αγωγού στην πράξη φαίνεται στο σχήμα 6.6, ως ποσοστό της ταχύτητας στην είσοδο.



Σχήμα 6.6

[ACGIH, 2004]

Αυτή μπορεί να βελτιωθεί κατά 25% περίπου με την τοποθέτηση φλάντζας που εμποδίζει την ανεπιθύμητη ροή από το πίσω μέρος της χοάνης, οπότε και έχουμε την κατανομή του σχήματος 6.7.



Σχήμα 6.7

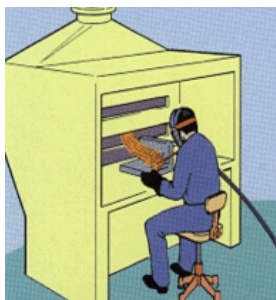
[ACGIH, 2004]

Για να αποφεύγεται η κατακάθιση ρύπων όπως σκόνες, σταγονίδια κ.λ.π. στον αεραγωγό και η γενική φθορά του συστήματος θα πρέπει να διατηρείται μια ελάχιστη ταχύτητα σε αυτόν. Η ελάχιστη ταχύτητα είναι διαφορετική σε κάθε περίπτωση και εξαρτάται από τους ρύπους που δημιουργούνται από κάθε εργασία. Για εργασίες συγκόλλησης η ταχύτητα αυτή προτείνεται από την ACGIH γενικά να είναι κατά προσέγγιση 600 – 750 m/min.

Οι συνηθισμένοι τύποι συστημάτων τοπικού εξαερισμού είναι οι παρακάτω:

1. Χοάνη ενσωματωμένη στον πάγκο εργασίας

Σε αυτήν την περίπτωση η χοάνη βρίσκεται στο πίσω μέρος του πάγκου, μπροστά από τον εργαζόμενο ή κάτω από τον πάγκο. Ο τύπος αυτός είναι αρκετά αποτελεσματικός όταν πρόκειται για συγκόλληση κομματιών περιορισμένων διαστάσεων. Η χοάνη δε θα πρέπει να τοποθετείται πάνω από τον πάγκο γιατί έτσι οι ρύποι διέρχονται από το πρόσωπο του εργαζομένου. Από την ACGIH προτείνεται παροχή αέρα στην είσοδο της χοάνης 32 m³/min ανά μέτρο πλάτους του πάγκου και ταχύτητα αέρα στον αεραγωγό 600 m/min.



Εικόνα 6.1

2. Μετακινούμενες χοάνες

Πρόκειται για χοάνες συνδεδεμένες με εύκαμπτους αγωγούς που επιτρέπουν τη μετακίνησή τους. Συνήθως συνδέονται με τροχήλατα συστήματα αναρρόφησης. Επιτρέπουν την απαγωγή ρύπων κατά τη συγκόλληση κομματιών μεγάλου εύρους διαστάσεων λόγω της δυνατότητας μετακίνησης, ειδικά αν μετακινείται και το υπόλοιπο σύστημα αναρρόφησης. Ένα μειονέκτημά τους είναι ότι η απόδοσή τους πέφτει σημαντικά όταν βρίσκονται σε απόσταση από την πηγή των ρύπων. Επίσης κατά τη συγκόλληση μεγάλων κομματιών όπου απαιτείται η μετακίνησή τους, χρειάζεται να φροντίζει για αυτό ο ηλεκτροσυγκολλητής, γεγονός που δεν είναι πάντα πρακτικό.

Από την ACGIH προτείνεται ελάχιστη ταχύτητα αέρα στην είσοδο της χοάνης 450 m/min και ελάχιστη ταχύτητα αέρα στον αεραγωγό 900 m/min. Για να αποδίδουν ικανοποιητικά τα συστήματα αυτού του τύπου η χοάνη πρέπει να τοποθετείται όσον το δυνατό πιο κοντά στο κομμάτι που συγκολλείται, και κατά προτίμηση στο πλάι.

Η ταχύτητα του αέρα επίσης δεν μπορεί να είναι υπερβολικά μεγάλη. Αν η ταχύτητα του αέρα στο σημείο που γίνεται η ηλεκτροσυγκόλληση ξεπεράσει τα 30 – 60 m/min μπορεί να επηρεαστεί το προστατευτικό αέριο και κατά συνέπεια η ποιότητα της συγκόλλησης και η παραγωγή καπνού.



Εικόνα 6.2

3. Καυστήρας συγκόλλησης με ενσωματωμένο στόμιο αναρρόφησης

Πρόκειται για καυστήρες συγκόλλησης με στόμιο αναρρόφησης περιμετρικά από το ακροφύσιο. Με τη χρήση αυτών των καυστήρων οι αναθυμιάσεις απομακρύνονται στην πηγή τους, αμέσως μόλις παραχθούν. Η ογκομετρική παροχή του αέρα αναρρόφησης δίνεται ανάλογα με την περίπτωση από τον κατασκευαστή και συνήθως κυμαίνεται από 0,84 – 1.4 m³.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει αυτός ο τρόπος είναι ότι μπορεί πρακτικά να εφαρμοστεί σε όλες τις περιπτώσεις, ανεξάρτητα από το μέγεθος του κομματιού που

συγκολλείται και τη θέση της συγκόλλησης και να προσφέρει αποτελεσματική προστασία. Βασικά μειονεκτήματα είναι ότι το σύστημα είναι θορυβώδες και ότι ο καυστήρας είναι αρκετά πιο βαρύς από έναν απλό.



Εικόνα 6.3

6.1.12.3 Προστατευτικός εξοπλισμός

Η χρήση προστατευτικού εξοπλισμού, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω πρέπει να αποτελεί έκτακτο και προσωρινό μέτρο για την προστασία από επικίνδυνους παράγοντες. Ανάλογα με την περίπτωση θα πρέπει να επιλέγεται και ο κατάλληλος εξοπλισμός, ο οποίος πρέπει να διατηρείται σε καλή κατάσταση. Τα περισσότερα διαδεδομένα μέσα προστασίας της αναπνοής είναι:

1. Προστατευτική μάσκα μιας χρήσης

Προστατεύει από καπνούς, σκόνη, νέφη και άλλα λεπτά σωματίδια. Δεν παρέχει προστασία από επικίνδυνα αέρια ή έλλειψη οξυγόνου, αλλά κάποιοι τύποι προστατεύουν από το όζον.



Εικόνα 6.4

2. Σύστημα προστασίας με μηχανική παροχή αέρα από το περιβάλλον

Το σύστημα αυτό παρέχει αέρα από το περιβάλλον με τη βοήθεια ανεμιστήρα, που βρίσκεται στη ζώνη του ηλεκτροσυγκολλητή. Ο αέρας φιλτράρεται από σωματίδια και από κάποια επικίνδυνα αέρια και οδηγείται στη μάσκα. Δεν παρέχει προστασία από έλλειψη οξυγόνου.



Εικόνα 6.5

3. Σύστημα προστασίας με παροχή πεπιεσμένου αέρα

Το σύστημα αυτό παρέχει αέρα στη μάσκα του ηλεκτροσυγκολλητή από εξωτερική πηγή. Με τη χρήση του παρέχεται προστασία από επικίνδυνα αέρια, σκόνη, ατμούς μετάλλων, αλλά δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε χώρους με έλλειψη οξυγόνου. Θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που απαιτείται υψηλή προστασία (π.χ. σε περιορισμένους χώρους με ελάχιστο ή καθόλου εξαερισμό).



Εικόνα 6.6

6.2 ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

6.2.1 Υπέρυθρη ακτινοβολία (IR)

6.2.1.1 Φύση της υπέρυθρης ακτινοβολίας

Η υπέρυθρη ακτινοβολία (IR) αποτελεί το τμήμα του φάσματος της μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας μεταξύ των μικροκυμάτων και του ορατού φωτός και εκπέμπεται από κάθε θερμό σώμα σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία του (ακτινοβολία μέλανος σώματος). Σε μικρές ποσότητες οι άνθρωποι εκτίθενται καθημερινά στην ακτινοβολία αυτή, κυρίως μέσω του ηλιακού φωτός. Κατά τη συγκόλληση εκπέμπονται σημαντικά ποσά μιας και αναπτύσσονται θερμοκρασίες χιλιάδων °C συνιστώντας έτσι έναν επικίνδυνο παράγοντα.

Η υπέρυθρη ακτινοβολία έχει μήκη κύματος από 780nm έως και 1mm. Το φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας χωρίζεται περαιτέρω σε: IRA με μήκη κύματος από 780nm έως 1,4μm, IRB με μήκη κύματος από 1,4μm έως 3μm και IRC με μήκη κύματος από 3μm έως 1mm. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται λόγω της διαφορετικής απορρόφησης της υπέρυθρης ακτινοβολίας από τους οργανικούς ιστούς και κατά συνέπεια των διαφορετικών βιολογικών επιπτώσεων.

Η σημαντικότερη πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας για έναν ηλεκτροσυγκολλητή είναι τα θερμά ελάσματα και το τηγμένο μέταλλο που δημιουργείται κατά τη συγκόλληση.

Γενικά δε διεισδύει βαθιά στους ιστούς, επομένως τα μέρη που χρήζουν προσοχής είναι τα μάτια και τα ανώτερα στρώματα του δέρματος, όπου επιδρά με θερμικό τρόπο.

6.2.1.2 Επιδράσεις της υπέρυθρης ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό

Η IRA ακτινοβολία επιδρά κυρίως στον αμφιβληστροειδή θερμικά λόγω της διαφάνειας των υπόλοιπων τμημάτων του ματιού σε αυτό το εύρος των συχνοτήτων. Για μεγαλύτερα μήκη κύματος, πάνω από 1μm αυξάνεται η απορροφητικότητα του φακού και της ίριδας, συνεισφέροντας στο σχηματισμό αλλοιώσεων και καταρράκτη. Ο κίνδυνος για σχηματισμό καταρράκτη υφίσταται για εκθέσεις σε ακτινοβολία στο φάσμα των IRA και IRB.

Οι ακτινοβολίες IRB και IRC απορροφούνται σημαντικά από το υδατοειδές υγρό και τον κερατοειδή, και σε μήκη κύματος μεγαλύτερα των 1,9 μm μόνο από τον κερατοειδή. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της θερμοκρασίας στο μάτι γενικότερα λόγω συναγωγής και να προκαλέσει εγκαύματα. Λόγω, όμως του υψηλού ρυθμού ανανέωσης των εξωτερικών κυττάρων του κερατοειδούς, η πιθανή βλάβη αναμένεται προσωρινή γενικά. Στην περίπτωση υπερβολικής έκθεσης σε ακτινοβολία στην περιοχή της IRC ο κερατοειδής υφίσταται εγκαύματα παρόμοια με αυτά του δέρματος. Λόγω του πόνου που προκαλείται, αυτά περιορίζονται λόγω της ακούσιας αντίδρασης του ατόμου.

Η υπέρυθρη ακτινοβολία δε διεισδύει βαθιά στο δέρμα και έτσι η υπερβολική έκθεση οδηγεί σε τοπικά μόνο συμπτώματα διαφορετικής σοβαρότητας. Τα συμπτώματα αυτά μπορεί να είναι από μια απλή αύξηση της θερμοκρασίας του δέρματος, κοκκίνισμα μέχρι και σοβαρά εγκαύματα. Το είδος των επιπτώσεων αυτών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στην οποία εκτίθεται το δέρμα και από το χρόνο έκθεσης. Οι μέγιστες τιμές πάνω από τις οποίες εμφανίζονται τα συμπτώματα αυτά εξαρτώνται και αυτές από το χρόνο έκθεσης. Για παράδειγμα έκθεση σε πηγή ακτινοβολίας 10kW/m^2 μπορεί να προκαλέσει πόνο μέσα σε 5 sec, ενώ έκθεση σε 2 kW/m^2 σε χρόνο 50 sec (Matthes, 1998).

Ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν είναι το θερμικό φορτίο που επιβαρύνει το σώμα του εργαζομένου. Αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία όταν η έκθεση διαρκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, αφορά όλο το σώμα και δεν είναι αρκετά μεγάλη ούτως ώστε να γίνει αντιληπτή από τον εργαζόμενο (π.χ. μέσω του πόνου λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του δέρματος). Σε αυτήν την περίπτωση το θερμορυθμιστικό σύστημα του οργανισμού απορυθμίζεται, προκαλώντας δυσμενείς αντιδράσεις του σώματος (εφίδρωση, κράμπες, θερμοπληξία σε σοβαρές περιπτώσεις κ.λ.π.) και γενικά κάνοντας την εργασία αφόρητη. Η οριακή τιμή για αυτόν τον επαγγελματικό κίνδυνο εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος (υγρασία, θερμοκρασία, άνεμος), τις ιδιαιτερότητες του κάθε ατόμου και το είδος της εργασίας (χειρωνακτική ή όχι). Μια έκθεση 300 W/m^2 μπορεί να είναι ανεκτή για εργασία χωρίς σημαντικό σωματικό έργο, ενώ για εργασία με βαρύ σωματικό έργο η αντίστοιχη τιμή είναι 140 W/m^2 .

6.2.1.3 Προστασία από την υπέρυθη ακτινοβολία

Για την προστασία από την υπέρυθη ακτινοβολία ο πιο αποτελεσματικός τρόπος είναι η γενική απομόνωση της πηγής, ούτως ώστε να μην εκτίθενται στον παράγοντα αυτόν οι εργαζόμενοι και οι υπόλοιποι παρευρισκόμενοι. Αυτό δεν είναι εφικτό όμως για τους εργαζόμενους όσον αφορά τη συγκεκριμένη μέθοδο. Η χρήση κατάλληλου προστατευτικού εξοπλισμού είναι αναγκαία για την προστασία των ματιών και του δέρματος του εργαζομένου, όπως επίσης και ο έλεγχος των συνθηκών του περιβάλλοντος για την αποφυγή της θερμικής καταπόνησης. Σε αυτήν την περίπτωση πρέπει να λαμβάνονται μέτρα όπως συχνά διαλείμματα και κλιματισμός. Για την προστασία των παρευρισκόμενων πρέπει να τοποθετούνται ειδικά παραπετάσματα που εμποδίζουν την ακτινοβολία να διαφεύγει στους γύρω χώρους. Αναλυτικότερα τα μέτρα προστασίας αναλύονται παρακάτω (βλ. υπεριώδης ακτινοβολία) και είναι παρόμοια για το σύνολο της οπτικής ακτινοβολίας (υπέρυθη, υπεριώδης, ορατό φως).

6.2.2 Ορατό φως

Το ορατό φως είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκη κύματος από 400 έως 780 nm και είναι το μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που γίνεται αντιληπτό από το ανθρώπινο μάτι. Ανάλογα με το μήκος κύματος του φωτός χωρίζεται σε διάφορα χρώματα από βαθύ μπλε (μικρά μήκη κύματος) μέχρι κόκκινο (μεγάλα μήκη κύματος).

Το φως αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της καθημερινότητας και της ασφάλειας του εργαζομένου. Ο επαρκής φωτισμός είναι απαραίτητος για την ασφαλή εκτέλεση κάθε εργασίας ιδιαίτερα αν αυτή απαιτεί μεγάλη ακρίβεια και συγκέντρωση. Από την καταλληλότητα του φωτισμού στο χώρο εργασίας εξαρτώνται η ικανότητα των εργαζομένων να αντιλαμβάνονται το γύρω χώρο και τους ενδεχόμενους κινδύνους που υπάρχουν σε αυτόν, να παρατηρούν με ακρίβεια και άνεση τα διάφορα ερεθίσματα. Σημαντική επίδραση έχει επίσης στην ψυχική διάθεση, την απόδοση και γενικά την ανθρώπινη συμπεριφορά.

Πέρα όμως από τα επιθυμητά αποτελέσματα του φωτισμού, προκύπτουν και διάφορες αρνητικές επιπτώσεις αν η ένταση του φωτός είναι υπερβολικά μεγάλη. Αυτές οι αρνητικές επιπτώσεις μπορεί να είναι θάμβωση, η οποία μπορεί να έχει και ψυχολογικά αίτια ή οπτική κόπωση γενικά. Κατά την ηλεκτροσυγκόλληση φως αρκετά μεγάλης έντασης εκπέμπεται από το τόξο αποτελώντας έναν αρκετά σημαντικό επικίνδυνο παράγοντα.

6.2.2.1 Επιπτώσεις στην υγεία

Οι επιπτώσεις της ορατής ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό αφορούν τα μάτια και γενικά περιορίζονται λόγω της ακούσιας αντίδρασης του ανθρώπινου ματιού απέναντι σε έντονα οπτικά ερεθίσματα (συστολή κόρης). Υπό φυσιολογικές συνθήκες αυτή η αντίδραση προστατεύει τα μάτια από βλάβες που προκύπτουν από την έκθεση σε πηγές έντονου φωτός, περιορίζοντας το χρόνο έκθεσης σε κλάσματα του δευτερολέπτου (περίπου 2/10). Σημαντικός παράγοντας είναι ότι η έντονη έκθεση στην ορατή ακτινοβολία προκαλεί δυσφορία στον εργαζόμενο, επομένως γενικά ο εργαζόμενος την αποφεύγει.

Πέρα όμως από κινδύνους που προκύπτουν για τα μάτια λόγω της υψηλής ενέργειας της ορατής ακτινοβολίας, υφίστανται και κίνδυνοι λόγω ακατάλληλου φωτισμού γενικά, οι οποίοι δεν προκαλούν βλάβες και τραυματισμούς μόνο στα

μάτια, αλλά έχουν γενικότερες επιπτώσεις στον εργαζόμενο, συμπεριλαμβανομένων και των ψυχολογικών.

Φωτοαμφιβληστροειδίτιδα: Πρόκειται για βλάβη φωτοχημικής φύσης (φλεγμονή) στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Προκαλείται από το *μπλε φως*, δηλαδή το τμήμα του φάσματος του ορατού φωτός με μήκη κύματος από 400 nm έως 490 nm περίπου (κατά άλλους 550 nm) και από το ηλιακό φως κατά τη διάρκεια έκλειψης (Slaney, 1998).

Θάμβωση: Η θάμβωση δημιουργείται όταν στο οπτικό πεδίο του εργαζομένου υπάρχουν περιοχές με υψηλή λαμπρότητα (όπως π.χ. το τόξο της ηλεκτροσυγκόλλησης). Σε αυτές τις περιπτώσεις ο αμφιβληστροειδής δυσκολεύεται να προσαρμοστεί στις συνθήκες φωτισμού και με αυτόν τον τρόπο προκαλείται μείωση της οπτικής ικανότητας του εργαζομένου με αρνητικές επιπτώσεις στην ικανότητά του για εργασία, αλλά και στην ίδια την ασφάλειά του. Το φαινόμενο αυτό εντοπίζεται και διορθώνεται αρκετά εύκολα.

Ψυχολογική θάμβωση: Πρόκειται για τη μείωση της οπτικής αντίληψης του εργαζομένου, λόγω μεγάλων αντιθέσεων λαμπρότητας ανάμεσα σε περιοχές του οπτικού πεδίου. Προκαλείται από την απευθείας ακτινοβολία φωτός στα μάτια από δευτερεύουσες διευθύνσεις σε σχέση με την κύρια διεύθυνση οράσεως. Η οπτική δυσφορία που δημιουργείται οφείλεται κυρίως σε ψυχολογικά αίτια.

Οπτική κόπωση: η οπτική κόπωση παρουσιάζεται κατά τη διάρκεια επίμονης εργασίας με μεγάλες απαιτήσεις ακριβείας σε ακατάλληλο φωτισμό και πρόκειται για την κόπωση των μυών των βλεφάρων και των μυών που ρυθμίζουν τη σύγκλιση του φακού. Επίσης αφορά δευτερευόντως την κόπωση λόγω της προσπάθειας διατήρησης σωστής στάσης του κεφαλιού και γενικά την ψυχολογική εξάντληση του εργαζομένου. Τα συμπτώματά της μπορεί να είναι: ερεθισμός ματιών, δακρύρροια, επιπεφυκίτιδα, διπλωπία, πονοκέφαλος, υπνηλία, εκνευρισμός, μειωμένη οπτική οξύτητα, μειωμένη ικανότητα σύγκλισης.

6.2.2.2 Προστασία από την ορατή ακτινοβολία

Όπως προαναφέρθηκε το ανθρώπινο μάτι έχει μια φυσιολογική ακούσια αντίδραση στο έντονο φως, η οποία το προφυλάσσει από την υπερβολική έκθεση σε αυτό μέσα σε κάποια όρια. Όταν πρόκειται για έντονες τεχνητές πηγές φωτός, όπως είναι το τόξο της συγκόλλησης η αντίδραση αυτή δεν επαρκεί. Είναι αναγκαίος ο περιορισμός των πηγών έντονου φωτός κατά το δυνατό, ούτως ώστε να εκτίθεται σε

αυτό το ελάχιστο δυνατό προσωπικό. Επίσης είναι απαραίτητη η χρήση προστατευτικών μέσων για την προστασία των ματιών, όπως οι μάσκες ηλεκτροσυγκολλητή.

Μεγάλη σημασία έχει η επιλογή του φίλτρου της μάσκας αν αυτό είναι σταθερής σκίασης. Η επιλογή φίλτρου μικρότερου αριθμού σκίασης από τον απαιτούμενο έχει ως αποτέλεσμα μικρή προστασία από τη θάμβωση και τις επιπτώσεις του μπλε φωτός, ενώ η επιλογή μεγαλύτερου αριθμού σκίασης έχει τις επιπτώσεις του ανεπαρκούς φωτισμού (οπτική κόπωση). Η ένταση της οπτικής ακτινοβολίας εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος συγκόλλησης και επομένως όσο μεγαλύτερη είναι απαιτείται φίλτρο μεγαλύτερου αριθμού σκίασης. Στον πίνακα 6.12 παρουσιάζονται οι κατάλληλοι αριθμοί σκίασης ανάλογα με την ένταση του ρεύματος.

Ένταση ρεύματος	Αριθμός σκίασης
15-75 A	No 9
75-100 A	No 10
100-200 A	No 11
200-250 A	No 12
250-300 A	No 13
300-400 A	No 14
400-500 A	No 15-16

Πίνακας 6.12

[ΕΛΙΝΥΑΕ, 2007]

Η απαίτηση για την ένταση φωτισμού όσον αφορά εργασίες μέτριας ακρίβειας, όπως καθορίζεται από τη Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού είναι 250 έως 500 lux. Σε αρκετές περιπτώσεις η ένταση φωτισμού πίσω από τη μάσκα του ηλεκτροσυγκολλητή μπορεί να είναι και 10 lux. Αναλυτικότερα για τις μάσκες ηλεκτροσυγκολλητή παρουσιάζονται παρακάτω (βλ. υπερίωδη ακτινοβολία).

6.2.3 Υπεριώδης ακτινοβολία

6.2.3.1 Φύση και είδη της υπεριώδους ακτινοβολίας



Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι μια μορφή οπτικής ακτινοβολίας με μικρότερο μήκος κύματος και μεγαλύτερη συχνότητα από το ορατό φως. Συγκεκριμένα η υπεριώδης ακτινοβολία είναι μη ιοντίζουσα ακτινοβολία με μήκη κύματος από 100 έως 400 nm. Η υπεριώδης ακτινοβολία υπάρχει και στο ηλιακό φως και παράγεται από αρκετές συσκευές είτε εκούσια (για χρήση της ακτινοβολίας στην ιατρική και τη βιομηχανία) είτε ακούσια (επαγγελματικός κίνδυνος π.χ. κατά τις ηλεκτροσυγκολλήσεις). Αρκετές πηγές φωτός παράγουν και υπεριώδη ακτινοβολία μαζί με το ορατό φως.

Όπως το φως αναλύεται σε χρώματα με διαφορετικά μήκη κύματος, έτσι και η υπεριώδης ακτινοβολία υποδιαιρείται σε UVA (συχνότητες από 315 έως 400 nm), UVB (συχνότητες από 280 έως 315 nm) και UVC (συχνότητες από 280 έως 100 nm). Η UVC του ηλιακού φωτός απορροφάται από την ατμόσφαιρα και δε φτάνει στην επιφάνεια της γης. Παράγεται από τεχνητές πηγές (συνήθως με μήκος κύματος 254 nm) και χρησιμοποιείται για την αποστείρωση επιφανειών ή χώρων. Η πλέον επικίνδυνη υπεριώδης ακτινοβολία για τον άνθρωπο και για τους ζωντανούς ιστούς γενικά είναι η UVB. Παρ' όλο που ένα μεγάλο κομμάτι της από το ηλιακό φως απορροφάται από την ατμόσφαιρα, προκαλεί εγκαύματα και διάφορες άλλες επιπτώσεις. Η UVA έχει το μεγαλύτερο μήκος κύματος και εκτός από το ηλιακό φως εκπέμπεται από τις περισσότερες πηγές τεχνητού φωτός. Η UVA φτάνει σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό από τον ήλιο στην επιφάνεια της γης και παρ' όλο που έχει μεγάλη διεισδυτικότητα σε ζωντανούς ιστούς δεν έχει τόσες αρνητικές επιπτώσεις. Λόγω της μικρότερής της ενέργειας από τις άλλες δύο τα βιολογικά της αποτελέσματα είναι λιγότερο σοβαρά.

Η υπεριώδης ακτινοβολία κατά τη συγκόλληση παράγεται από το τόξο της συγκόλλησης και αποτελεί τη μεγαλύτερη πηγή υπεριώδους ακτινοβολίας κατά την εργασία μαζί με το ηλιακό φως. Μικρότερη έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία προέρχεται από λάμπες UV που χρησιμοποιούνται κατά το μη καταστρεπτικό έλεγχο των συγκολλήσεων σε συνδυασμό με φθορίζουσες ουσίες. Σε αυτήν την περίπτωση δεν έχουμε σημαντικό κίνδυνο για τον εργαζόμενο, εκτός ίσως από κάποιες

περιπτώσεις που προϋπάρχει φωτοευαισθησία στο δέρμα ή τα μάτια. Τέλος υπεριώδης ακτινοβολία εκπέμπεται και από τους λαμπτήρες αλογόνου, οι οποίοι αν δεν καλύπτονται με φίλτρα μπορεί να προκαλέσουν βλάβες. Οι λαμπτήρες φθορισμού που έχουν διαδοθεί σε μεγάλη κλίμακα εκπέμπουν αμελητέες ποσότητες UV.

6.2.3.2 Επιπτώσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό

(Slaney, 1998)

Οι επιπτώσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό αφορούν στα μάτια και το δέρμα και παρουσιάζονται παρακάτω.

Επιπτώσεις στο δέρμα

Ερύθημα, έγκαυμα: το ερύθημα («κάψιμο») είναι κοκκίνισμα του δέρματος και εμφανίζεται τέσσερις με οχτώ ώρες μετά την έκθεση σε UV και σταδιακά υποχωρεί μέχρι να εξαφανιστεί τελείως σε μερικές μέρες. Σε σοβαρά εγκαύματα παρουσιάζονται φλύκταινες και ξεφλούδισμα του δέρματος. Οι ακτινοβολίες UVB και UVC είναι 1000 φορές περισσότερο αποτελεσματικές στην πρόκληση εγκαυμάτων από τη UVA, ενώ τα εγκαύματα που προκαλούνται από UVB με μεγάλα σχετικά μήκη κύματος (295-315 nm) είναι πιο σοβαρά και επιμένουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Αυτή η σοβαρότητα (πιο έντονα συμπτώματα και μεγαλύτερη διάρκεια) οφείλεται στο γεγονός ότι με αυτό το μήκος κύματος η ακτινοβολία είναι περισσότερο διεισδυτική στην επιδερμίδα. Το ανθρώπινο δέρμα είναι περισσότερο ευαίσθητο σε μήκη κύματος 295 nm, ενώ είναι αρκετά λιγότερο ευαίσθητο σε μήκη κύματος 395 nm και μεγαλύτερα.

Οι επιπτώσεις της UV όσον αφορά τα εγκαύματα εξαρτάται από τον τύπο του δέρματος, το μαύρισμα και το πάχος της επιδερμίδας.

Φωτοευαισθησία: η χρήση ορισμένων φαρμάκων μπορεί να προκαλέσει φωτοευαισθησία όπως επίσης και η τοπική χρήση προϊόντων όπως καλλυντικά κ.α. Η αντίδραση σε φωτοευαισθητοποιητικούς παράγοντες μετά από έκθεση στο ηλιακό φως ή σε βιομηχανικές πηγές UV μπορεί να είναι φωτοαλλεργική ή φωτοτοξική. Τέτοιες αντιδράσεις μπορεί να προκύψουν μετά από τη χρήση αλοιφών ή φαρμάκων λαμβανομένων με την εισπνοή, ενδοφλέβια ή με κατάποση. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι ο γιατρός οφείλει να προειδοποιήσει τον ασθενή για τη λήψη μέτρων ενάντια στις παρενέργειες της αγωγής που του συστήνει λαμβανομένων υπ' όψιν και των

τεχνητών πηγών UV στις οποίες μπορεί να εκτίθεται ο ασθενής. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία διότι επειδή η κύρια πηγή UV για το γενικό πληθυσμό είναι το ηλιακό φως μπορεί απλά να γίνει σύσταση για τον περιορισμό της ηλιακής έκθεσης χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψιν το επάγγελμα του ασθενή και οι πιθανές πηγές UV στις οποίες μπορεί να εκτίθεται.

Χρόνιες επιπτώσεις: η χρόνια έκθεση στο ηλιακό φως και κυρίως στη UVB ακτινοβολία επιταχύνει τη γήρανση του δέρματος και αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του δέρματος. Βάσει μελετών έχει αποδειχθεί ότι η συχνότητα εμφάνισης καρκίνου του δέρματος συσχετίζονται έντονα με το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο και την ηλιοφάνεια παράγοντες που είναι προφανές ότι έχουν να κάνουν με την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία του ηλιακού φωτός. Όσον αφορά στη χρόνια έκθεση σε τεχνητές πηγές, είναι φανερό ότι αυτή θα έχει ακόμα πιο έντονα αποτελέσματα δεδομένου ότι η ακτινοβολία είναι ισχυρότερη. Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι η δόση που μπορεί να προκαλέσει καρκινώματα στο δέρμα μπορεί να μην προκαλέσει κάποιο έγκαυμα ή ερύθημα ανάλογα με την ισχύ της πηγής. Τέλος σημαντικό είναι το ότι το δέρμα κατά την επαναλαμβανόμενη έκθεσή του σε ακτινοβολία UV εκκρίνει μελανίνη (μαύρισμα) και αυξάνει το πάχος της επιδερμίδας με συνέπεια την καλύτερη προστασία του.

Επιπτώσεις στα μάτια

Φωτοκερατίτιδα και επιπεφυκίτιδα (welder's flash, arc-eye): πρόκειται για οξείες φλεγμονώδεις αντιδράσεις του κερατοειδή χιτώνα και του επιπεφυκότος υμένα του ματιού αντίστοιχα που προκαλούνται από υπερβολική έκθεση σε ακτινοβολίες UVB και UVC με μήκη κύματος από 210 έως 230 nm. Η υπεριώδης ακτινοβολία απορροφάται σε μεγάλο βαθμό από τον κερατοειδή χιτώνα και τον επιπεφυκότα υμένα. Υπερβολική έκθεση των ιστών αυτών προκαλεί κερατίτιδα. Προηγείται μια χρονική περίοδος στην οποία τα συμπτώματα λανθάνουν, η οποία εξαρτάται από το μέγεθος της έκθεσης και μπορεί να είναι από 1,5 μέχρι 24 ώρες, αλλά συνήθως τα συμπτώματα εμφανίζονται μέσα σε 6 με 12 ώρες και εξαφανίζονται σε 48 ώρες συνήθως. Η επιπεφυκίτιδα ακολουθεί και μπορεί να συνοδεύεται από εγκαύματα του δέρματος γύρω από τα βλέφαρα. Σπάνια η υπερβολική έκθεση σε ακτινοβολία UV οδηγεί σε μόνιμη βλάβη των ματιών. Βάσει μελετών η μέγιστη ευαισθησία του κερατοειδούς χιτώνα παρουσιάζεται σε μήκη κύματος 270 nm, τιμή που διαφέρει σημαντικά από την αντίστοιχη για το δέρμα. Θα μπορούσε να σημειωθεί ότι η ακτινοβολία με τέτοιο μήκος κύματος έχει μεγαλύτερες επιπτώσεις λόγω του ότι δεν

υπάρχει επιδερμίδα όπως στο δέρμα και έτσι δε μετριάζεται η δόση στον κερατοειδή για μικρότερα μήκη κύματος. Τα κύρια συμπτώματα είναι πόνος, δακρύρροια, δυσανεξία στο φως, θάμβωση και αίσθημα άμμου στα μάτια.

Η επαναλαμβανόμενη έκθεση στην ακτινοβολία UV δε βοηθά στη μείωση των επιπτώσεων όπως συμβαίνει κατά την έκθεση του δέρματος, όμως έχει παρατηρηθεί ότι ο κερατοειδής χιτώνας έχει αξιοσημείωτες δυνατότητες ανάπλασης μετά από καταστροφή.

Βλάβες στον αμφιβληστροειδή: Αν και βλάβες θερμικής φύσης στον αμφιβληστροειδή είναι γενικά σπάνιες, βλάβες φωτοχημικής φύσης μπορεί να παρουσιαστούν λόγω υπερβολικής έκθεσης σε πηγές υπεριώδους ακτινοβολίας. Μια τέτοια έκθεση μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα προσωρινή ή και μόνιμη μείωση της όρασης του ατόμου. Γενικά δεν παρουσιάζονται συχνά βλάβες στον αμφιβληστροειδή λόγω υπεριώδους ακτινοβολίας διότι σημαντικό μέρος της απορροφάται από το φακό του ματιού. Επίσης σε περιπτώσεις όπως κατά τη συγκόλληση όπου η εκπομπή υπεριώδους ακτινοβολίας συνοδεύεται από ισχυρή έκλυση φωτός η έκθεση του αμφιβληστροειδή περιορίζεται από την ακούσια αντίδραση των ματιών στο έντονο φως. Τα παραπάνω όμως δεν ισχύουν για εργαζόμενους οι οποίοι έχουν υποβληθεί σε επέμβαση αφαίρεσης του φακού, λόγω καταρράκτη.

Χρόνιες επιπτώσεις: η μακροχρόνια επαγγελματική έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία μπορεί να συμβάλλει στην εμφάνιση καταρράκτη. Ακτινοβολία με μήκος κύματος από 295 έως 310 nm διαπερνά τον κερατοειδή χιτώνα και απορροφάται σχεδόν εξ' ολοκλήρου από το φακό, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο σε τέτοιες παθήσεις του φακού.

6.2.3.3 Προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία

Η επαγγελματική έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν ελάχιστη με κύριο μέλημα την απομόνωση των πηγών της και τον περιορισμό της πρόσβασης σε αντίστοιχους χώρους. Αρκετές από τις εργασίες συγκόλλησης γίνονται σε ανοιχτούς χώρους πράγμα που σημαίνει ότι θα πρέπει να περιορίζεται και η έκθεση στο ηλιακό φως. Οι εργαζόμενοι σε ανοιχτούς χώρους πρέπει να φέρουν ρουχισμό πυκνής ύφανσης για την προστασία του σώματος και καλύμματα κεφαλής για τον προστασία του προσώπου, των ματιών και του λαιμού από την ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης θα πρέπει να διαθέτουν πρόσβαση σε σκιασμένους χώρους.

Για την προστασία από τεχνητές πηγές (τόξο συγκόλλησης, λάμπες μη καταστρεπτικού ελέγχου) θα πρέπει πέρα από τρόπους περιορισμού της ακτινοβολίας στην πηγή να χρησιμοποιούνται και μέσα ατομικής προστασίας όπως μάσκες και ειδικός ρουχισμός. Πιο αναλυτικά:

Μάσκα ηλεκτροσυγκολλητή χειρός ή κεφαλής



Μάσκα
κεφαλής

Η μάσκα ηλεκτροσυγκολλητή προορίζεται για την προστασία του προσώπου και των ματιών του εργαζομένου από την υπεριώδη ακτινοβολία. Πρέπει να καλύπτουν την περιοχή του προσώπου και του λαιμού και να έχουν άνοιγμα μπροστά, στο ύψος των ματιών για να δέχονται το φίλτρο προστασίας και το πρόθεμα που είναι συνήθως από γυαλί ή θερμοπλαστικό υλικό. Το πρόθεμα τοποθετείται μπροστά από το φίλτρο για να το προστατεύει από αμυχές, εκτοξευόμενα σωματίδια κ.α. Το φίλτρο γενικά πρέπει να μπορεί να αντικαθίσταται, ιδιαίτερα όταν αυτό είναι σταθερής σκίασης. Το υλικό κατασκευής πρέπει να είναι από υδρόφοβο, βραδύκαυστο υλικό, το οποίο να μην προκαλεί εφίδρωση.



Μάσκα
χειρός

Οι μάσκες μπορεί να είναι χειρός ή κεφαλής. Οι μάσκες χειρός φέρουν πλαστική χειρολαβή στο εσωτερικό τους, η οποία πρέπει να προσθαφαιρείται. Οι μάσκες κεφαλής στηρίζονται στο κεφάλι του εργαζομένου με πλαστικό κεφαλόδεσμο που ρυθμίζεται καθ' ύψος και κατά τη διάμετρό του, ούτως ώστε να εφαρμόζει καλά. Ο κεφαλόδεσμος πρέπει να δίνει τη δυνατότητα ανεβοκατεβάσματος της μάσκας και στο επάνω μέρος της πρέπει να είναι επενδεδυμένη με μαλακό υλικό για να μην ενοχλεί ή τραυματίζει τον εργαζόμενο. Επίσης πρέπει να ρυθμίζεται η απόστασή της από το πρόσωπό του. Κάποια μοντέλα μασκών κεφαλής μπορούν επίσης να προσαρμοστούν σε κράνος ασφαλείας.

Τα φίλτρα που φέρουν μπορεί να είναι σταθερής ή αυτόματης σκίασης. Τα φίλτρα αυτόματης σκίασης σκουραίνουν αυτόματα κατά την έναυση του τόξου και ανάλογα με την ένταση της υπεριώδους ακτινοβολίας. Όταν δεν υπάρχει τόξο προσφέρουν μόνιμη προστασία από την υπεριώδη, την υπέρυθρη και τη μπλε ακτινοβολία του ηλιακού φωτός. Ο χρόνος απόκρισής τους από διαυγές σε σκούρο είναι της τάξης των 0,4 msec και από σκούρο σε διαυγές της τάξης των 100 msec, με δυνατότητα ρύθμισης του τελευταίου σε ορισμένες περιπτώσεις. Παίρνουν τυποποιημένες τιμές

επιπέδου σκίασης από ένα εύρος που διαφέρει ανάλογα με το φίλτρο. Λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα και τροφοδοτούνται από μπαταρίες.

Ποδιά ηλεκτροσυγκολλητή

Οι ποδιές ηλεκτροσυγκολλητών έχουν σκοπό την προστασία εκείνων που εργάζονται σε εργασίες ηλεκτροσυγκόλλησης από την απορρόφηση των υπερυψωμένων ακτίνων που είναι επιβλαβείς, και πρέπει να καλύπτουν το εμπρός μέρος και τα πλάγια του σώματος περίπου μέχρι το ύψος των γονάτων. Οι ποδιές πρέπει να είναι κατασκευασμένες από δέρμα μόσχου σχιστό, πυρίμαχο, πάχους τουλάχιστον 1,00 mm.



Μανίκια ηλεκτροσυγκολλητή



Τα μανίκια αυτά έχουν σκοπό την προστασία από εγκαύματα και ακτινοβολίες των χεριών, εκείνων που εργάζονται σε εργασίες ηλεκτροσυγκόλλησης. Η κατασκευή των μανικιών γίνεται από δέρμα μόσχου σχιστό, πυρίμαχο, πάχους $1,5 \pm 0,1$ mm. Τα μανίκια πρέπει να φέρουν στο κάτω μέρος μανσέτα η οποία να κλείνει με κουμπιά πίεσεως ώστε να εμποδίζεται η είσοδος σπινθήρων στο εσωτερικό του μανικιού.

Περικνημίδες ηλεκτροσυγκολλητών

Οι περικνημίδες αυτές έχουν σκοπό την προστασία από εγκαύματα και ακτινοβολίες των κάτω άκρων, εκείνων που εργάζονται σε εργασίες ηλεκτροσυγκόλλησης. Οι περικνημίδες πρέπει να είναι κατασκευασμένες από δέρμα μόσχου, πυρίμαχο, πάχους τουλάχιστον 1,00 mm. Πρέπει να έχουν ύψος 30 cm περίπου και θα φτάνουν μέχρι το μέσο της κνήμης ώστε να καλύπτουν την περιοχή του πάνω μέρους των παπουτσιών για να τα προστατεύουν από τους σπινθήρες.



Προστασία παρευρισκομένων

Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αδιαφανή παραπετάσματα από βραδύκαυστο υλικό γύρω από το χώρο των εργασιών για την προστασία των επισκεπτών, των εργαζομένων και των υπόλοιπων παρευρισκομένων.



6.2.4 Ιοντίζουσες ακτινοβολίες

Ιοντίζουσα ακτινοβολία είναι κάθε ακτινοβολία η οποία, όταν αλληλεπιδρά με την ύλη δημιουργεί ζεύγη ιόντων.

Ένας ηλεκτροσυγκολλητής εκτίθεται σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες κατά τη διάρκεια του ποιοτικού ελέγχου των συγκολλήσεων. Αυτός ο επικίνδυνος παράγοντας δεν προκύπτει, λοιπόν, κατά τη διάρκεια της εργασίας του αυτής καθ' αυτής, αλλά κατά το Μη Καταστρεπτικό Έλεγχο των συγκολλήσεων, ο οποίος αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της παραγωγικής διαδικασίας στην οποία είναι ενταγμένος.

Η ραδιογραφία είναι μια πολύ σημαντική μέθοδος μη καταστρεπτικού ελέγχου συγκολλήσεων. Προσφέρει πάρα πολύ καλή απεικόνιση της συγκόλλησης και των σφαλμάτων που ενδεχόμενα να έχει, όμως το κύριο μειονέκτημά της είναι οι κίνδυνοι που προκύπτουν από αυτή για την υγεία των ελεγκτών, αλλά και των υπόλοιπων εργαζομένων που παρευρίσκονται στο χώρο που διενεργείται. Οι επιπτώσεις των ιοντίζουσων ακτινοβολιών στον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να είναι είτε άμεσες, λόγω υψηλής έκθεσης σε μικρό χρονικό διάστημα, είτε χρόνιες, λόγω μικρότερης έκθεσης (και πάλι όμως υπερβολικής) για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα της έκθεσης σε ακτινοβολία δε γίνονται άμεσα αντιληπτά από τον εργαζόμενο, γεγονός που δημιουργεί επιπλέον προβλήματα κατά την προστασία από τους κινδύνους αυτούς. Παρ' όλα αυτά οι κίνδυνοι μπορούν να ελαχιστοποιηθούν όταν οι ιοντίζουσες ακτινοβολίες χειρίζονται σωστά και λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας.

Κατά τον ποιοτικό έλεγχο των συγκολλήσεων χρησιμοποιούνται δύο τύποι ιοντίζουσων ακτινοβολιών: Οι ακτίνες X, οι οποίες παράγονται από ηλεκτρικές συσκευές και οι ακτίνες γ, οι οποίες παράγονται από ραδιενεργά υλικά.

Σε αυτό το σημείο είναι αναγκαίο να οριστούν κάποια μεγέθη σχετικά με τη φύση, την ισχύ των ιοντιζουσών ακτινοβολιών και τις επιπτώσεις τους στον άνθρωπο.

Απορροφούμενη δόση (D): Το πηλίκο του de διά dm όπου de είναι η μέση ενέργεια που μεταδίδεται από τις ιοντίζουσες ακτινοβολίες στην ύλη μέσα σε ένα στοιχείο όγκου και dm η μάζα της ύλης που περιέχεται μέσα σ' αυτό το στοιχείο όγκου.

$$D = de / dm$$

Η μονάδα μέτρησης της απορροφούμενης δόσης είναι το Gray (**Gy**).

$$1\text{Gy}=1\text{J/kg}$$

Ισοδύναμο δόσης ή ισοδύναμη δόση (H): Η απορροφούμενη δόση ενός ιστού ή οργάνου σταθμισμένη ανάλογα με την ακτινοβολία που εξετάζεται.

$$H=Dw_R$$

Η μονάδα μέτρησης του ισοδύναμου δόσης είναι το Sievert (**Sv**).

$$1\text{Sv}=1\text{J/kg}$$

Συντελεστής στάθμισης ακτινοβολίας (w_R): Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από τη φύση της ακτινοβολίας, μιας και ακτινοβολίες ίδιας ισχύος, αλλά διαφορετικής φύσης έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στους βιολογικούς ιστούς. Ενδεικτικά στον πίνακα 6.13 αναφέρονται οι συντελεστές ορισμένων ακτινοβολιών:

Είδος ακτινοβολίας	w_R
Ακτίνες X	1
Ακτίνες γ	1
Σωματίδια α	20
Νετρόνια (<10keV)	5
Νετρόνια (10 keV-100 keV)	10
Νετρόνια (100keV-2MeV)	20
Νετρόνια (2-20MeV)	10
Νετρόνια (>20MeV)	5

Πίνακας 6.13

Ενεργός δόση (E): Το ισοδύναμο δόσης σταθμισμένο με ένα συντελεστή ανάλογα με τον ιστό που εκτίθεται.

$$E=Hw_T$$

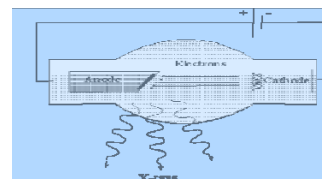
Συντελεστής στάθμισης ιστού (w_T): Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το είδος του ιστού που εξετάζεται, λόγω του ότι οι διάφοροι ιστοί του ανθρώπινου σώματος έχουν διαφορετική ευαισθησία στις ιοντίζουσες ακτινοβολίες. Ενδεικτικά στον πίνακα 6.14 αναφέρονται οι συντελεστές ορισμένων οργάνων:

Όργανο	w_T
Γεννητικοί αδένες	0,20
Μυελός των οστών	0,12
Πνεύμονας	0,12
Στομάχι	0,12
Στήθος	0,05
Ήπαρ	0,05
Οισοφάγος	0,05
Θυρεοειδής αδένας	0,05
Δέρμα	0,01

Πίνακας 6.14

6.2.4.1 Φύση και παραγωγή των ακτίνων X

Οι ακτίνες X είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία της οποίας το μήκος κύματος κυμαίνεται από 1nm έως 0,01nm. Ανακαλύφθηκαν από τον Γερμανό καθηγητή W. Roentgen το 1895, ο οποίος πειραματιζόταν με έναν καθοδικό σωλήνα. Οι ακτίνες X



παράγονται όταν ένα ηλεκτρόνιο που κινείται με μεγάλη ταχύτητα επιβραδύνεται συνήθως λόγω της αλληλεπίδρασης με άλλα ατομικά σωματίδια.

Παραγωγή ακτίνων X

Σε μια συσκευή παραγωγής ακτίνων X ένα νήμα βολφραμίου θερμαίνεται σε θερμοκρασία αρκετών χιλιάδων °C, ούτως ώστε να παράγονται ελεύθερα ηλεκτρόνια.



Μεταξύ του νήματος, που αποτελεί την κάθοδο, και ενός στόχου, που αποτελεί την άνοδο εφαρμόζεται υψηλή τάση και έτσι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται με μεγάλη ταχύτητα προς τον στόχο. Εκεί επιβραδύνονται καθώς αλληλεπιδρούν με τα ηλεκτρόνια και τους πυρήνες των ατόμων του στόχου και εκπέμπουν ακτίνες X.

Συσκευή παραγωγής ακτίνων X Όταν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια αλληλεπιδρούν με τους πυρήνες της ανόδου, κατά την επιβράδυνσή τους εκπέμπεται ακτινοβολία συνεχούς φάσματος με καθορισμένη ανώτατη τιμή ενέργειας. Η ακτινοβολία αυτή λέγεται ακτινοβολία πέδησης. Όταν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια αλληλεπιδρούν με τα ηλεκτρόνια των ατόμων της ανόδου τότε τα δεύτερα διεγείρονται και εκπέμπουν ακτινοβολία γραμμικού φάσματος. Η ακτινοβολία αυτή λέγεται χαρακτηριστική ακτινοβολία. Εμφανίζεται με τη μορφή κορυφών πάνω στο συνεχές φάσμα των οποίων οι ενέργειες είναι χαρακτηριστικές του υλικού της ανόδου.

Η άνοδος και η κάθοδος είναι τοποθετημένες σε σωλήνα κενού για να εμποδίζεται η ηλεκτρική εκκένωση μεταξύ της ανόδου και της καθόδου και η εξάχνωση του νήματος βολφραμίου.

6.2.4.2 Φύση και παραγωγή των ακτίνων γ

Οι ακτίνες γ είναι ιοντίζουσα ακτινοβολία με μήκος κύματος μικρότερο από 10pm, το μικρότερο στο φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και την υψηλότερη συχνότητα και ενέργεια. Ανακαλύφθηκαν το 1900 από τον Paul Villard, ένα Γάλλο φυσικό και χημικό, ο οποίος μελετούσε το στοιχείο ουράνιο. Νωρίτερα το 1896 ο, επίσης Γάλλος, Henri Becquerel ανακάλυψε την αυθόρμητη ραδιενέργεια μελετώντας φθορίζοντα υλικά.

Οι ακτίνες γ παράγονται από ραδιενεργά υλικά (ισότοπα) λόγω των ραδιενεργών



συσκευή ακτίνων γ

διασπάσεων που πραγματοποιούνται στα άτομά τους. Ένα ισότοπο κάποιου στοιχείου μπορεί, ανάλογα με το λόγο του αριθμού των νετρονίων προς τον ατομικό του αριθμό, να είναι είτε ευσταθές είτε ασταθές. Οι πυρήνες ασταθών ισωτόπων διασπώνται για να περιέλθουν σε μια πιο σταθερή κατάσταση, δίνοντας πυρήνες με

διαφορετικούς ατομικούς αριθμούς (παράγονται δηλαδή διαφορετικά στοιχεία από το αρχικό) και εκπέμποντας διάφορα είδη ακτινοβολίας, ανάμεσα στα οποία και ακτίνες γ. Αυτή η διαδικασία λέγεται ραδιενεργός διάσπαση.

Στη φύση υπάρχουν αρκετά ραδιενεργά υλικά, όμως για βιομηχανικές ραδιογραφίες χρησιμοποιούνται τεχνητά ραδιενεργά ισότοπα, όπως το Co-60 και το Ir-192. Το ισότοπο Co-60 παράγεται κατά το βομβαρδισμό πυρήνων Co-59 με νετρόνια. Με αυτόν τον τρόπο τα νετρόνια απορροφώνται από τον αρχικό σταθερό πυρήνα δίνοντας το ραδιενεργό ισότοπο. Αντίστοιχα παράγεται και το Ir-192. Η διαδικασία αυτή λέγεται



διατάξεις σκόπευσης

ενεργοποίηση.

Σε αντίθεση με την περίπτωση των ακτίνων X, δεν υπάρχει τρόπος να σταματήσει η παραγωγή των ακτίνων γ. Όταν ξεκινήσουν οι ραδιενεργές διασπάσεις σε ένα υλικό σταματούν μόνο όταν όλο το υλικό μεταπέσει σε σταθερή κατάσταση. Ο χρόνος που απαιτείται ούτως ώστε το μισό από το αρχικό υλικό να μετατραπεί σε σταθερό λέγεται χρόνος ημιζωής και για το Co-60 είναι 5,3 έτη.



μονάδα ελέγχου

Ο περιορισμός της ακτινοβολίας σε αυτήν την περίπτωση γίνεται με τον εγκλεισμό του ραδιενεργού υλικού σε κάνιστρα ούτως ώστε να μην υπάρχει έκλυση. Όταν πρόκειται να πραγματοποιηθεί η ραδιογραφία τότε το υλικό εξάγεται από το κάνιστρο για το χρόνο που απαιτείται και έπειτα επανεισάγεται. Σε μια συσκευή ακτίνων γ το ραδιενεργό υλικό, που έχει τη μορφή μικρών δισκίων ή σφαιριδίων αρχικά βρίσκεται σε έναν περιέκτη ούτως ώστε να μην υπάρχει διαρροή ακτινοβολίας στο περιβάλλον. Όταν πρόκειται να πραγματοποιηθεί η ραδιογραφία, τότε μέσω ενός εύκαμπτου σωλήνα το υλικό οδηγείται από τη μονάδα ελέγχου (χειροκίνητα ή μηχανικά με τη βοήθεια στροφάλου) σε μια διάταξη σκόπευσης όπου οι ακτίνες γ κατευθύνονται στο σημείο που ζητείται να ελεγχθεί.

6.2.4.3 Επιπτώσεις τις ιοντίζουσας ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό

Οι επιπτώσεις της ιοντίζουσας ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό σχετίζονται με αρκετούς παράγοντες. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι οι εξής (www.ndt-ed.org):

Ισχύς της ακτινοβολίας: ανάλογα με την ισχύ της ακτινοβολίας οι επιπτώσεις είναι λιγότερο ή περισσότερο σοβαρές. Ακτινοβολίες με μεγάλη ισχύ διεισδύουν πιο βαθιά στο ανθρώπινο σώμα και προξενούν σημαντικότερες βλάβες.

Είδος της ακτινοβολίας: οι ακτινοβολίες X και γ προκαλούν διαφορετικά αποτελέσματα στους ανθρώπινους ιστούς από άλλες ιοντίζουσες ακτινοβολίες ίδιας ισχύος.

Δόση που λήφθηκε: όσο μεγαλύτερη είναι η δόση στην οποία εκτέθηκε ο εργαζόμενος τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος για την υγεία του.

Χρόνος έκθεσης: για την ίδια δόση αν ο χρόνος έκθεσης είναι μικρότερος τα αποτελέσματα είναι πιο σοβαρά. Αν μια δόση ληφθεί σε διάστημα κάποιων εβδομάδων για παράδειγμα, οι επιπτώσεις είναι λιγότερο σοβαρές από το να ληφθεί σε διάστημα κάποιων λεπτών.

Μέρος του σώματος που εκτίθεται: η σοβαρότητα των επιπτώσεων είναι διαφορετική για κάθε μέρος του σώματος. Το αίμα, οι λεμφαδένες, ο μυελός των οστών είναι γενικά περισσότερο ευαίσθητα όργανα στην ακτινοβολία από ότι ο

εγκέφαλος, οι μύες και ο νωτιαίος μυελός. Γενικά τα κύτταρα που διαιρούνται συχνά είναι περισσότερο ευπαθή.

Ηλικία του εκτιθέμενου ατόμου: όσο μεγαλύτερης ηλικίας είναι ο εργαζόμενος που εκτίθεται τόσο λιγότερο επηρεάζεται από την ακτινοβολία. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι ο ρυθμός διαίρεσης των κυττάρων του μειώνεται και έτσι είναι λιγότερο ευπαθή.

Οξεία έκθεση

(Cherry R. N., 1998)

Οι επιπτώσεις στην υγεία ενός εργαζομένου μετά από οξεία έκθεση σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες χαρακτηρίζονται από μια συγκεκριμένη δόση κάτω από την οποία δεν υφίστανται και είναι ευθέως ανάλογες με το μέγεθος της δόσης. Αυτά τα φαινόμενα, για το λόγο αυτό, χαρακτηρίζονται ως μη στοχαστικά σε αντίθεση με μεταλλάξεις ή καρκινογενέσεις, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως στοχαστικά φαινόμενα. Οι σωματικές βλάβες ή ασθένειες παρατηρούνται μετά από κάποιο ατύχημα κατά το οποίο το συγκεκριμένο άτομο εκτέθηκε σε υπερβολικά υψηλά επίπεδα ακτινοβολίας σε διάστημα ωρών ή ημερών. Σε αυτά περιλαμβάνονται ερύθημα, εγκαύματα, σχηματισμός καταρράκτη, στειρότητα, σύνδρομο ασθένειας ακτινοβολιών και θάνατος ανάλογα με τη δόση σε κάθε περίπτωση.

Το σύνδρομο ασθένειας ακτινοβολιών που εμφανίζεται, περιλαμβάνει ναυτία, εμετό και υψηλό πυρετό, συμπτώματα δηλαδή, κοινά με πολλές συχνά εμφανιζόμενες ασθένειες. Αυτά εμφανίζονται αμέσως μετά την έκθεση, εξαφανίζονται για κάποιες μέρες και επανεμφανίζονται πιο έντονα συνήθως μετά από μια εβδομάδα. Το σύνδρομο εξελίσσεται σε τέσσερα στάδια.

Πρόδρομο στάδιο: σε αυτό το στάδιο εμφανίζονται ναυτία, εμετός, πυρετός και ανάλογα με τη δόση διάρροια αμέσως μετά ή μερικές μέρες μετά την έκθεση. Διαρκούν αρκετές μέρες ανάλογα με την περίπτωση.

Λανθάνον στάδιο: κατά το στάδιο αυτό τα συμπτώματα υποχωρούν και ο ασθενής αισθάνεται και φαίνεται γενικά υγιής για μερικές ώρες μέχρι και εβδομάδες.

Στάδιο ασθένειας: κατά το στάδιο αυτό εμφανίζονται σοβαρά συμπτώματα που διαρκούν, ανάλογα με την περίπτωση, κάποιες ώρες έως και μήνες.

Αποκατάσταση ή θάνατος: οι ασθενείς που δεν θα ανακάμψουν θα πεθάνουν μέσα σε κάποιους μήνες μετά την έκθεση. Η περίοδος ανάρρωσης διαρκεί από κάποιες εβδομάδες μέχρι μερικούς μήνες.

Οι τρεις σημαντικότερες μορφές του συνδρόμου ασθένειας ακτινοβολιών είναι:

Αιμοποιητικό σύνδρομο, σύνδρομο μυελού των οστών: το αιμοποιητικό σύνδρομο περιλαμβάνει όλα τα συμπτώματα που αφορούν το αίμα και το μυελό των οστών. Εμφανίζεται με δόσεις μεταξύ 0,7 και 10 Gy. Πρόκειται για την αποκόλληση και την καταστροφή του μυελού των οστών με τις διάφορες συνέπειες της κατάστασης αυτής. Σχεδόν πάντα παρατηρείται απώλεια μαλλιών μεταξύ της δεύτερης και της τρίτης εβδομάδας μετά την έκθεση. Ο θάνατος προκαλείται λόγω αιμορραγίας και μόλυνσης που προέρχονται από την καταστροφή του μυελού των οστών.

Γαστρεντερικό σύνδρομο: εμφανίζεται συνήθως με δόσεις μεταξύ 10 και 100 Gy. Παρατηρείται εκκένωση του εντερικού επιθηλίου και τα ίδια συμπτώματα με το αιμοποιητικό σύνδρομο μαζί με ναυτία, εμετό και διάρροια που εμφανίζονται αρκετά σύντομα μετά την έκθεση. Ο θάνατος είναι η συνηθέστερη κατάληξη σε αυτές τις περιπτώσεις και επέρχεται μετά από μία ή δύο εβδομάδες, λόγω της μόλυνσης, της αφυδάτωσης και της δυσαναλογίας ηλεκτρολυτών.

Καρδιαγγειακό σύνδρομο, σύνδρομο κεντρικού νευρικού συστήματος: εμφανίζεται συνήθως με δόσεις μεγαλύτερες των 50 Gy, αλλά μερικά συμπτώματα μπορούν να εμφανιστούν με δόσεις χαμηλότερες, της τάξης των 20 Gy. Σε αυτήν την περίπτωση έχουμε κατάρρευση του κυκλοφορικού συστήματος, μηνιγγίτιδα και αύξηση της πίεσης στον κρανιακό θάλαμο και θάνατο σε διάστημα τριών ημερών. Σε αρκετές περιπτώσεις το θύμα χάνει τις αισθήσεις του μετά από μερικά λεπτά και πεθαίνει μετά από μερικές ώρες ή μέρες. Έχει παρατηρηθεί περίπτωση όπου το θύμα χάνει τον προσανατολισμό του μέσα σε 30 δευτερόλεπτα, τις αισθήσεις του σε 10 λεπτά και πεθαίνει μετά από 34 ώρες μετά από έντονη συμπτωματική θεραπεία.

Δέρμα

Το δέρμα λόγω της φυσικής του θέσης είναι περισσότερο εκτεθειμένο στη ραδιενέργεια. Ανάλογα με τη δόση μπορεί να παρατηρηθεί ερύθημα, αλλαγή στη χρωμάτωση, απώλεια τριχοφυΐας, φλύκταινες και έλκη. Το ερύθημα παρατηρείται μετά από δόσεις των 6 Sv και μεγαλύτερες. Εμφανίζεται μέσα σε μία μέρα ή περισσότερο και διαρκεί για κάποιες ώρες. Μετά από δύο με τέσσερις εβδομάδες επανεμφανίζεται πιο έντονο και με μεγαλύτερη διάρκεια σε συνδυασμό με τριχόπτωση στην εκτεθειμένη περιοχή. Για δόσεις μεγαλύτερες των 10 με 20 Sv εμφανίζονται φλύκταινες και έλκη μέσα σε δύο με τέσσερις εβδομάδες. Ακολουθεί εκφυλισμός του χορίου και των αιμοφόρων αγγείων και μετά από κάποιους μήνες ή και χρόνια επανεμφανίζονται έλκη.

Αναπαραγωγικά κύτταρα

Τα ώριμα σπερματοζωάρια είναι ανθεκτικά (μπορούν να επιβιώσουν δόσεις 100 Sv), αλλά τα σπερματογόνια είναι αρκετά ευαίσθητα. Μια δόση 0,15 Sv μπορεί να προκαλέσει олиγοσπερμία, ενώ δόσεις 2 με 4 Sv μπορεί να προκαλέσει μόνιμη στειρότητα. τα ωοκύτταρα είναι επίσης ευαίσθητα, σε τέτοιο βαθμό που μία δόση 1,5 με 2 Sv στις ωοθήκες προκαλεί προσωρινή στειρότητα. Μεγαλύτερες δόσεις προκαλούν μόνιμη στειρότητα ανάλογα με τη διάρκεια της δόσης και την ηλικία της γυναίκας.

Μυελός των οστών και λεμφοειδής ιστός

Δόση 2 με 3 Sv σε όλο το σώμα μπορεί να θανατώσει αρκετά από τα λεμφοκύτταρα με αρνητικά αποτελέσματα για το ανοσοποιητικό σύστημα μέσα σε λίγες ώρες. Τα αιμοποιητικά κύτταρα στο μυελό των οστών μπορούν να περιοριστούν σε βαθμό που να προκληθεί ακοκκιοκυτταραιμία και θρομβοκυτοπενία μέσα σε τρεις με πέντε εβδομάδες. Αυτή η απώλεια αιμοπεταλίων ή κοκκιοκυττάρων μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή αιμορραγία ή μόλυνση.

Φακός του ματιού

Η έκθεση του φακού σε δόση μεγαλύτερη του 1 Sv μπορεί, μέσα σε μήνες, να προκαλέσει βλάβες. Δόσεις 2 με 3 Sv σε μία έκθεση ή 5,5 με 14 Sv σωρευμένης σε μια διάρκεια μηνών μπορεί να προκαλέσει καταρράκτη.

Χρόνια έκθεση

Τα αποτελέσματα της χρόνιας έκθεσης στην ιοντίζουσα ακτινοβολία δε σχετίζονται άμεσα με τη δόση στην οποία εκτίθεται ο εργαζόμενος. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη δόση πάνω από την οποία εμφανίζονται σίγουρα επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Ουσιαστικά σε αυτήν την περίπτωση εξετάζεται η αυξημένη πιθανότητα εμφάνισής τους σε εργαζόμενους που εκτίθενται για μεγάλα χρονικά διαστήματα σε αυτή. Ακόμα, λόγω του ότι οι ίδιες επιπτώσεις μπορούν να εμφανιστούν και σε άτομα που εκτίθενται στην ακτινοβολία που υπάρχει στο περιβάλλον δεν είναι εύκολο να καθοριστεί μια συγκεκριμένη έκθεση ως η γενεσιουργός αιτία για την εμφάνιση κάποιας σωματικής βλάβης ή ασθένειας.

Τα φαινόμενα αυτά λέγονται στοχαστικά, λόγω του ότι οφείλονται σε τυχαίες αλλαγές στο γενετικό υλικό μεμονωμένων κυττάρων και αφορούν καρκινογενέσεις και μεταλλάξεις γενικά. Η συχνότητα εμφάνισής τους σχετίζεται γραμμικά με την απορροφούμενη δόση χωρίς να υπάρχει κάποια τιμή πάνω από την οποία

εμφανίζονται, όπως προαναφέρθηκε. Οι όγκοι που προκύπτουν λόγω έκθεσης σε ακτινοβολία χρειάζονται χρόνια ή και δεκαετίες για να εμφανιστούν και να ανιχνευθούν και δεν εμφανίζουν ξεχωριστά χαρακτηριστικά από όγκους που προκύπτουν από άλλους παράγοντες.

Τα υπάρχοντα στοιχεία δεν επαρκούν για να περιγράψουν επακριβώς τη σχέση δόσης – καρκινογένεσης. Κατά συνέπεια οι εκτιμήσεις του κινδύνου που διατρέχει κάποιος λόγω χρόνιας έκθεσης στην ακτινοβολία μπορούν να γίνουν μόνο κατά προσέγγιση. Οι μηχανισμοί, επίσης, με τους οποίους δημιουργούνται καρκινικά κύτταρα δεν έχουν καθοριστεί επακριβώς. Σε πειραματόζωα και καλλιέργειες κυττάρων έχουν παρατηρηθεί η ενεργοποίηση ογκογονιδίων και η καταστολή ογκοκατασταλτικών γονιδίων ύστερα από ακτινοβολήση.

Πειράματα σε ζώα έχουν δείξει, επίσης, ότι η δυνατότητα των ακτίνων X και γ μειώνεται αρκετά όταν η έκθεση επιμηκύνεται χρονικά σε μεγάλο βαθμό και αφορά μικρή δόση. Υπάρχει πιθανότητα να υπάρχει ένα όριο της τάξης των mSv κάτω από το οποίο η ακτινοβολία να μην προκαλεί καρκινογενέσεις. Γενικά μελέτες δείχνουν ότι η λήψη δόσης 0,1Sv οδηγεί κατ' εκτίμηση σε αύξηση κατά 1% των περιπτώσεων εμφάνισης καρκίνου σε διάφορα όργανα, όπως φαίνεται από τον πίνακα 6.15.

Τύπος καρκίνου	Αύξηση θανάτων ανά 100.000 σε σχέση με τον υπόλοιπο πληθυσμό	
	Απόλυτος αριθμός	%
Στομάχι	110	18
Πνεύμονας	85	3
Κόλον	85	5
Λευχαιμία	50	10
Ουροδόχος κύστη	30	5
Οισοφάγος	30	10
Στήθος	20	1
Ήπαρ	15	8
Γεννητικοί αδένες	10	2
Θυρεοειδής	8	8
Οστεοσάρκωμα	5	5
Δέρμα	2	2
Λοιπά	50	1
Σύνολο	500	2

Πίνακας 6.15

[Πηγή: ICRP 1991]

Κληρονομικές επιπτώσεις

Τα κληρονομικά φαινόμενα που προκύπτουν μετά από την έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία δεν έχουν παρατηρηθεί σε ανθρώπους σε βαθμό τέτοιο που να είναι δυνατό να τεκμηριωθούν, σε αντίθεση με άλλους οργανισμούς που έχουν παρατηρηθεί και εργαστηριακά. Κατά συνέπεια οι αποτιμήσεις των κινδύνων τέτοιας φύσης βασίζονται σε εκτιμήσεις των αποτελεσμάτων από εργαστηριακά πειράματα σε ποντίκια και άλλα πειραματόζωα.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι οι αρνητικές επιπτώσεις της ιοντίζουσας ακτινοβολίας είναι αρκετά ευρείες και ποικίλες. Μπορεί να είναι από άμεσες θανατηφόρες βλάβες, μέχρι καρκινογενέσεις και κληρονομικές ανωμαλίες που μπορεί να εμφανιστούν από μήνες μέχρι και δεκαετίες αργότερα. Το είδος, η συχνότητα εμφάνισης και η σοβαρότητα των επιπτώσεων αυτών εξαρτώνται από τη δόση και τις γενικότερες συνθήκες της έκθεσης (διάρκεια, επαναληπτικότητα). Οι περισσότερες από τις παραπάνω επιπτώσεις απαιτούν αρκετά υψηλά επίπεδα έκθεσης και κατά συνέπεια εμφανίζονται σε περιπτώσεις ατυχημάτων. Οι καρκινογενέσεις, αντίθετα, θεωρείται ότι αυξάνουν γραμμικά με τη δόση χωρίς να υπάρχει κάποια ελάχιστη τιμή πάνω από την οποία εμφανίζονται. Για αυτόν το λόγο, παρ' όλο που δεν μπορεί να αποκλειστεί η ύπαρξη ελαχίστων τιμών, η συχνότητα εμφάνισής τους θεωρείται ότι αυξάνεται με οποιαδήποτε τιμή έκθεσης.

6.2.4.4 Προστασία από ιοντίζουσες ακτινοβολίες

Εδώ θα εξεταστούν τρόποι προστασίας των ηλεκτροσυγκολλητών από ιοντίζουσες ακτινοβολίες. Η εργασία των ηλεκτροσυγκολλητών αυτή καθ' αυτή δε συμπεριλαμβάνει τη χρήση ιοντίζουσών ακτινοβολιών, επομένως τα διάφορα μέτρα προστασίας που αφορούν τους εργαζόμενους που χειρίζονται συσκευές μη καταστρεπτικού ελέγχου συγκολλήσεων δε θα εξεταστούν εδώ. Η προστασία των εργαζομένων ηλεκτροσυγκολλητών έχει να κάνει με οργανωτικά μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν για οποιονδήποτε παρευρισκόμενο δεν έχει σχέση με τη διαδικασία της ραδιογράφισης.

Σε κάθε περίπτωση η δόση που λαμβάνει ένα άτομο πρέπει να είναι όσο χαμηλή είναι πρακτικά δυνατό. Δεν αρκεί δηλαδή απλά να τηρούνται τα υποχρεωτικά ανώτερα όρια έκθεσης, αλλά να γίνεται κάθε δυνατή προσπάθεια ούτως ώστε η έκθεση να είναι η χαμηλότερη δυνατή με στόχο τη μηδενική έκθεση μιας και όπως

προαναφέρθηκε ακόμα και ελάχιστη δόση μπορεί ενδεχόμενα να οδηγήσει σε αρνητικές επιπτώσεις.

Γενικά οι προστασία από την ακτινοβολία έχει να κάνει με τρεις παράγοντες (www.ndt-ed.org):

- Το χρόνο έκθεσης: τρόποι μείωσης της δόσης μέσω της μείωσης του χρόνου έκθεσης στην ακτινοβολία.
- Την απόσταση από την πηγή: τρόποι μείωσης της δόσης μέσω της αύξησης της απόστασης του εργαζομένου από την πηγή της ακτινοβολίας
- Τη μειωμένη διεισδυτικότητα της ακτινοβολίας σε κάποια υλικά: τρόποι μείωσης της δόσης με τη χρήση προστατευτικών μέσων (παραπετάσματα, ποδιές κ.λ.π.) ανάμεσα στην πηγή και τον εργαζόμενο.

Ο πλέον εφαρμόσιμος τρόπος προστασίας από την έκθεση στην ακτινοβολία για τις περιπτώσεις που εξετάζουμε είναι η **αύξηση της απόστασης** των εργαζομένων από την πηγή με τη λήψη μέτρων όπως η οριοθέτηση περιοχών και η ελεγχόμενη πρόσβαση σε αυτές. Οι περιοχές αυτές θα πρέπει να επιβλέπονται όσον αφορά την ένταση της ακτινοβολίας εντός αυτών για την προστασία από τους κινδύνους που προκύπτουν.

Η ένταση της ακτινοβολίας (η δόση στη μονάδα του χρόνου) είναι αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της απόστασης από την πηγή. Αυτό σημαίνει ότι αν διπλασιαστεί η απόσταση η ένταση υποτετραπλασιάζεται.

Από την ελληνική νομοθεσία (Υ.Α. Α2 στ/1539/1985) ορίζονται συγκεκριμένα όρια έκθεσης στις ιοντίζουσες ακτινοβολίες τόσο για την ολόσωμη έκθεση, όσο και για τη μερική έκθεση του σώματος.

Το όριο δόσεως για ολόσωμη έκθεση των εκτιθέμενων εργαζομένων είναι 50 mSv ανά έτος, ενώ για τις ικανές προς τεκνοποίηση γυναίκες η δόση δεν πρέπει να ξεπερνά τα 13 mSv ανά τρίμηνο. Επίσης μετά τη δήλωση της εγκυμοσύνης πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ούτως ώστε να περιορίζεται όσο το δυνατό περισσότερο η δόση στο έμβρυο και σε καμία περίπτωση να μην ξεπερνά τα 10 mSv μέχρι τον τοκετό.

Η μέση δόση σε κάποιο όργανο δεν πρέπει να ξεπερνά τα 500 mSv ανά έτος, ενώ ειδικότερα για το φακό των ματιών το όριο αυτό είναι 150 mSv ανά έτος. Όταν πρόκειται για ραδιενεργό μόλυνση του δέρματος η τιμή των 500 mSv ανά έτος αφορά 100 cm² δέρματος.

Τα αντίστοιχα όρια για το κοινό είναι το 1/10 των παραπάνω ορίων.

Ως εκτιθέμενοι εργαζόμενοι θεωρούνται αυτοί οι οποίοι λόγω της εργασίας τους εκτίθενται σε δόση μεγαλύτερη του 1/10 της ανώτατης επιτρεπόμενης που αναφέρθηκε παραπάνω, ενώ ως κοινό τα υπόλοιπα άτομα.

Για την τήρηση των παραπάνω ορίων οριοθετούνται ελεγχόμενες και επιβλεπόμενες περιοχές, όπως προβλέπεται από τη νομοθεσία. Ελεγχόμενες περιοχές ορίζονται αυτές οι οποίες διέπονται από κανονισμούς για την προστασία από τις ιοντίζουσες ακτινοβολίες και υπόκεινται σε ελεγχόμενη πρόσβαση, ενώ επιβλεπόμενες περιοχές ορίζονται αυτές που υπόκεινται στην κατάλληλη επίβλεψη για την προστασία από ιοντίζουσες ακτινοβολίες.

Οι περιοχές στις οποίες ενδέχεται να γίνει υπέρβαση του 1/10 των ορίων που έχουν θεσπιστεί για τους εκτιθέμενους εργαζόμενους κατατάσσονται στις επιβλεπόμενες περιοχές και θεωρούνται ελεγχόμενες περιοχές.

Στις ελεγχόμενες περιοχές κατατάσσονται (όχι αποκλειστικά) περιοχές στις οποίες ενδέχεται να γίνει υπέρβαση των 3/10 των ορίων που έχουν θεσπιστεί για τους εκτεθειμένους εργαζομένους. Εντός των περιοχών αυτών πρέπει:

1. να επιβλέπονται οι κίνδυνοι που προκύπτουν από τις ακτινοβολίες και να γίνονται μετρήσεις των δόσεων και των ρυθμών δόσης και να καταγράφονται τα αποτελέσματα
2. να υπάρχουν οδηγίες εργασίας προσαρμοσμένες στους κινδύνους που προκύπτουν
3. να επισημαίνονται οι κίνδυνοι
4. να σηματοδοτούνται οι πηγές ακτινοβολίας

Σε όλες τις ελεγχόμενες περιοχές η πρόσβαση πρέπει να ελέγχεται με ειδική σήμανση.

Ειδικότερα για την περίπτωση ραδιογραφίας για βιομηχανικές εφαρμογές το προσωπικό που πραγματοποιεί τη ραδιογραφία έχει την ευθύνη της σήμανσης των παραπάνω περιοχών (σχοινιά, ταινίες, σήματα κ.λ.π.) και της προειδοποίησης των παρευρισκομένων με κατάλληλα μέσα (φανοί, ηχητικά σήματα).

6.2.5 Θόρυβος

Ο θόρυβος είναι ο πλέον διαδεδομένος από τους επαγγελματικούς κινδύνους. Οι περισσότεροι εργαζόμενοι στη βιομηχανία τουλάχιστον εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα θορύβου τα οποία είναι δυνητικά επικίνδυνα για την ακοή και μπορούν να προκαλέσουν και διάφορα άλλα προβλήματα υγείας.

Στις Η.Π.Α πάνω από 9 εκατομμύρια εργαζόμενοι εκτίθενται σε θόρυβο άνω των 85 dB. Από στοιχεία που προκύπτουν από το αμερικάνικο υπουργείο εργασίας εκτιμάται ότι το 19,3% των εργαζομένων στη βιομηχανία (τομέας όπου και πραγματοποιείται το σύνολο σχεδόν των συγκολλήσεων) εκτίθενται κατά μέσο όρο ημερησίως σε επίπεδα θορύβου 90 dB και πάνω, το 34,4% σε επίπεδα 85 dB και πάνω και το 53,1% σε επίπεδα 80 dB και πάνω. Αυτές οι τιμές είναι τυπικές για τα επίπεδα έκθεσης εργαζομένων σε άλλα κράτη. Σε χώρες με περιορισμένη πρόληψη και προστασία από αυτόν τον επαγγελματικό κίνδυνο αναμένονται υψηλότερες, ενώ σε χώρες όπως η Γερμανία και οι σκανδιναβικές χώρες, με ανεπτυγμένη τακτική ελέγχου του θορύβου, αναμένονται χαμηλότερες. Αρκετοί εργάτες σε όλον τον κόσμο εκτίθενται επίσης σε πολύ επικίνδυνες τιμές θορύβου, αρκετά υψηλότερες από 90 dB. Για παράδειγμα στις Η.Π.Α. εκτιμάται ότι σχεδόν 500.000 εργαζόμενοι εκτίθενται κατά μέσο όρο σε επίπεδα θορύβου πάνω από 100 dB ημερησίως και πάνω από 800.000 σε επίπεδα μεταξύ 95 και 100 dB μόνο στο βιομηχανικό τομέα. Είναι λοιπόν φανερό ότι ο θόρυβος αποτελεί έναν πολύ σοβαρό και διαδεδομένο επαγγελματικό κίνδυνο (Suter, 1998).

Ειδικότερα κατά τη διαδικασία της συγκόλλησης είναι συνηθέστατο ο εργαζόμενος εκτίθεται σε υψηλό θόρυβο άνω των 80 dB, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις τα επίπεδα θορύβου ξεπερνούν τα 90 dB. Πολλές εργασίες δημιουργούν θόρυβο που υπερβαίνει κατά πολύ τα ασφαλή όρια. Το θρυμμάτισμα της σκουριάς με αεροπίστολα, η κοπή με πλάσμα (υψίσυχνος θόρυβος), οι σφύρες των σιδηρουργών, οι κρούσεις σε λαμαρίνες και οι αντανakλάσεις, δημιουργούν θορύβους εντάσεως 90 ως και 120 dB(A). Η σοβαρή επαγγελματική βαρηκοΐα δεν είναι το μόνο πρόβλημα. Η δυσκολία επικοινωνίας με συναδέλφους, ο κίνδυνος ακουστικού τραύματος και ατυχήματος και ψυχολογικές επιπτώσεις αποτελούν σημαντικά προβλήματα. Οι ηλεκτροσυγκολλητές που εργάζονται σε ύπτια θέση έχουν περιστασιακά εκτεθεί σε καυτά σωματίδια που διαπέρασαν το τύμπανο και έβλαψαν το λαβύρινθο,

προκαλώντας σοβαρό πόνο και οξύ ίλιγγο. Την οξεία αυτή φάση μπορεί να διαδεχθεί μείωση της ακοής και χρόνια λοίμωξη. Κατά συνέπεια τα αποτελέσματα της έκθεσης σε θόρυβο στον ανθρώπινο οργανισμό είναι πολυσύνθετα και πρέπει να μελετηθούν διεξοδικά.

Η σημασία της σωστής προστασίας των εργαζομένων από το θόρυβο συχνότατα παραγνωρίζεται, παρά τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω. Η αντίληψη ότι ο θόρυβος συνηθίζεται καθώς και το ότι τα αποτελέσματα της έκθεσης σε υψηλές στάθμες θορύβου δεν είναι άμεσα ορατά οδηγούν στην ελλιπή πρόληψη και προστασία από αυτόν τον επαγγελματικό κίνδυνο, στη μεγάλη πλειοψηφία των περιπτώσεων. Το γεγονός ότι η αρχική ενόχληση κατά την εργασία σε ένα θορυβώδες περιβάλλον υποχωρεί φαινομενικά παρερμηνεύεται ως προσαρμογή στο περιβάλλον αυτό. Αυτό που συμβαίνει όμως είναι ότι έχουμε προσωρινή απώλεια ακοής η οποία αμβλύνει την ακουστική αντίληψη του εργαζόμενου κατά τη διάρκεια της εργάσιμης ημέρας και η οποία υποχωρεί μετά την εργασία. Με αυτόν τον τρόπο η εξέλιξη της επαγγελματικής βαρηκοΐας είναι αρκετά ύπουλη, καθώς εξελίσσεται με τους μήνες και τα χρόνια, ενώ όταν πλέον γίνει αντιληπτή έχει πάρει σοβαρή και μη αναστρέψιμη έκταση.

6.2.5.1 Φύση του θορύβου

Στη Φυσική θόρυβος είναι κάθε ακανόνιστος σύνθετος ήχος του οποίου τα διάφορα χαρακτηριστικά (ένταση, συχνότητα κ.λ.π.) μεταβάλλονται συνεχώς και με τυχαίο τρόπο. Θόρυβος, στην εργονομία, είναι το σύνολο των δυσάρεστων ή ανεπιθύμητων ήχων. Είναι προφανές λοιπόν ότι ο θόρυβος έχει μια υποκειμενική έννοια όπως γίνεται αντιληπτός καθημερινά. Κάποιοι ήχοι μπορεί σε κάποιους να φαίνονται σα θόρυβος, ενώ να είναι ευχάριστοι σε κάποιους άλλους με χαρακτηριστικό παράδειγμα ένα είδος μουσικής που μπορεί να αρέσει σε κάποιον αλλά να ενοχλεί κάποιον άλλο. Επίσης ένας ήχος για να γίνει ενοχλητικός δεν είναι απαραίτητο να είναι δυνατός, όπως για παράδειγμα ο ήχος μιας βρύσης που στάζει. Όσον αφορά τις επιπτώσεις του θορύβου στον ανθρώπινο οργανισμό, αυτές έχουν αντικειμενικό χαρακτήρα και επομένως από αυτήν την άποψη ο θόρυβος μπορεί να εξετασθεί επιστημονικά και να μετρηθεί.

Ήχος είναι κάθε μηχανική διαταραχή (μεταβολή πίεσης) που διαδίδεται με κύματα σε ελαστικό μέσο και προκαλεί ακουστικό ερέθισμα. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του ήχου είναι η συχνότητά του και ορίζεται ως ο αριθμός των

επαναλήψεων των μεταβολών της πίεσης που πραγματοποιούνται στη μονάδα του χρόνου. Μετράται σε Χερτζ (Hz: επαναλήψεις ανά δευτερόλεπτο). Ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται τη συχνότητα ενός ήχου ως το ύψος του, το πόσο οξύς ή βαθύς είναι ένας ήχος. Ένα φυσιολογικό άτομο μπορεί να ακούσει ήχους από 20 έως 20.000 Hz. Οι ήχοι που περιλαμβάνουν μόνο μία συχνότητα λέγονται απλοί ήχοι ή τόνοι. Σπάνια όμως τέτοιοι ήχοι συναντώνται στην καθημερινή ζωή. Οι περισσότεροι ήχοι είναι σύνθετοι, δηλαδή μπορούν να αναλυθούν σε περισσότερες από μία συχνότητες, δίνοντας ένα φάσμα συχνοτήτων και η διαδικασία αυτή λέγεται φασματική ανάλυση. Ο θόρυβος σε ένα χώρο εργασίας είναι στις περισσότερες περιπτώσεις ιδιαίτερα σύνθετος και μπορεί να αναλυθεί σε μια ευρεία περιοχή συχνοτήτων. Αυτός ο θόρυβος ονομάζεται ευρυζωνικός θόρυβος.

Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου σε κάποιο μέσο εξαρτάται μόνο από τη φύση του μέσου και τις συνθήκες που επικρατούν και για τον αέρα σε θερμοκρασία 20 °C στην επιφάνεια της θάλασσας η ταχύτητα του ήχου είναι 344 m/s. Στο νερό είναι μεγαλύτερη (1482 m/s) και ακόμα μεγαλύτερη σε στερεά μέσα (5960 m/s στο χάλυβα).

Ένα άλλο μέγεθος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον ήχο είναι το εύρος μεταβολών της πίεσης. Ένα φυσιολογικό άτομο μπορεί να αντιληφθεί ήχους με εύρος το ελάχιστο 20 μPa και μπορεί να αντέξει ήχους με εύρος πάνω από 1.000.000 φορές μεγαλύτερο. Επειδή λοιπόν μια κλίμακα μέτρησης του εύρους του ήχου που θα βασιζόταν σε μPa θα ήταν πολύ δύσχρηστη χρησιμοποιείται η κλίμακα των ντεσιμπέλ (dB).

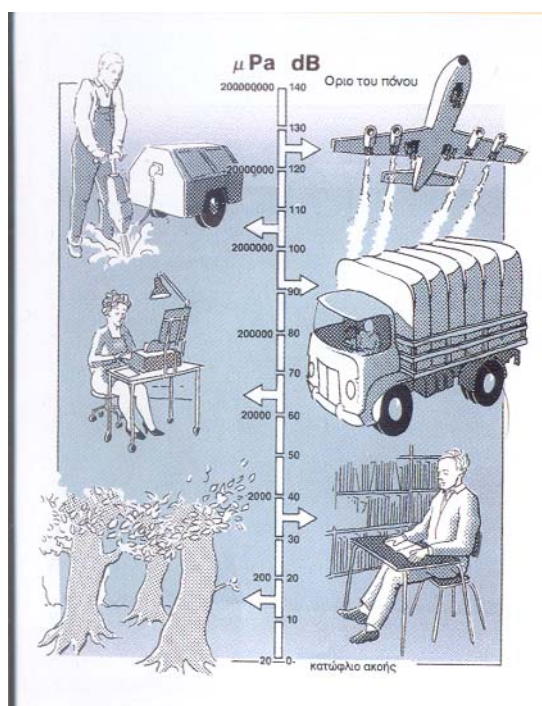
Η κλίμακα των ντεσιμπέλ είναι λογαριθμική κλίμακα και εκφράζει την αναλογία του μετρούμενου μεγέθους ως προς μια τιμή αναφοράς. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι μια περιοχή της τάξης του 1.000.000 εκφράζεται από 120 dB. Ως πίεση αναφοράς θεωρούνται τα 20 μPa στα οποία αντιστοιχούν τα 0 dB (κατώφλι ακοής). Η στάθμη ηχητικής πίεσης (ηχοστάθμη) σε dB δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$L_p = 20 \log \frac{P}{P_0} [dB]$$

Από τον παραπάνω τύπο προκύπτει ότι δεκαπλασιασμός της ηχητικής πίεσης αντιστοιχεί σε αύξηση της ηχοστάθμης κατά 20 dB και διπλασιασμός της ηχητικής ενέργειας αντιστοιχεί σε αύξηση της ηχοστάθμης κατά 3 dB. Με αυτόν τον τρόπο συμπίεζεται ένα εύρος τιμών πάνω από 1.000.000 σε δεδομένο μήκος άξονα, όπου οι διαδοχικές δυνάμεις του 10 βρίσκονται σε ίσες μεταξύ τους αποστάσεις και έτσι είναι

δυνατό να περιληφθεί η περιοχή των εντάσεων μεταξύ ελάχιστα ακουστών και πολύ ισχυρών ήχων στον άξονα την σταθμών ηχητικής πίεσης. Επίσης προσεγγίζεται πολύ καλύτερα ο τρόπος με τον οποίο το ανθρώπινο αυτί αντιλαμβάνεται την ένταση του ήχου, διότι αντιδρά σε λογαριθμική μεταβολή της ηχητικής πίεσης. Αυτό απεικονίζεται στην κλίμακα των dB, όπου μεταβολή 1dB αντιστοιχεί στην ίδια σχετική μεταβολή σε οποιαδήποτε περιοχή της κλίμακας.

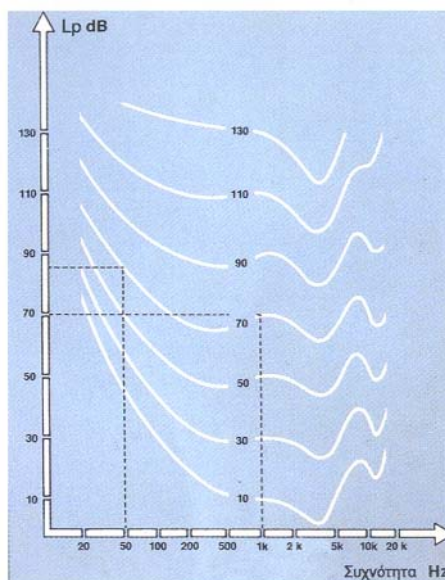
Παρακάτω, στο σχήμα, φαίνονται οι στάθμες ηχητικής πίεσης διαφόρων γνωστών ήχων σε μPa και dB. Τα 20.000.000 μPa αντιστοιχούν στα 120 dB και το κατώφλι του πόνου είναι περίπου στα 140 dB.



Εικόνα 6.7

Ένα υποκειμενικό χαρακτηριστικό του ήχου είναι η ακουστότητά του. Η ακουστότητα ενός ήχου εκφράζει την υποκειμενική αίσθηση της έντασης του ήχου ενός ανθρώπου. Οι ήχοι που μπορεί να αντιληφθεί το ανθρώπινο αυτί, όσον αφορά τη στάθμη ηχητικής πίεσης, ξεκινούν από τα 0 dB και φτάνουν μέχρι το κατώφλι του πόνου στα 140 dB, όπως προαναφέρθηκε. Όμως δεν είναι εξίσου ευαίσθητο σε όλες τις συχνότητες. Είναι περισσότερο ευαίσθητο σε ήχους με συχνότητα 2 έως 5 kHz και λιγότερο ευαίσθητο σε υψηλότερες και χαμηλότερες συχνότητες, παρουσιάζοντας σχετικά μεγαλύτερη διαφοροποίηση στις χαμηλές συχνότητες. Αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά στις ισοακουστοτικές καμπύλες, οι οποίες είναι καμπύλες που συνδέουν σημεία καθαρών τόνων με ίσες στάθμες ακουστότητας στο επίπεδο των αξόνων της συχνότητας και της στάθμης ηχητικής πίεσης. Στο παρακάτω σχήμα

παρουσιάζεται μια οικογένεια ισοακουστοτικών καμπυλών. Σε αυτές τις καμπύλες η ακουστότητα κάθε συχνότητας καθαρού τόνου είναι ίση με αυτήν ενός καθαρού τόνου 1 kHz. Όπως φαίνεται και στο σχήμα ένας ήχος συχνότητας 50 Hz πρέπει να είναι κατά 15 dB ισχυρότερος από έναν ήχο 70 dB συχνότητας 1kHz για να έχουν και οι δύο την ίδια ακουστότητα.



Εικόνα 6.8

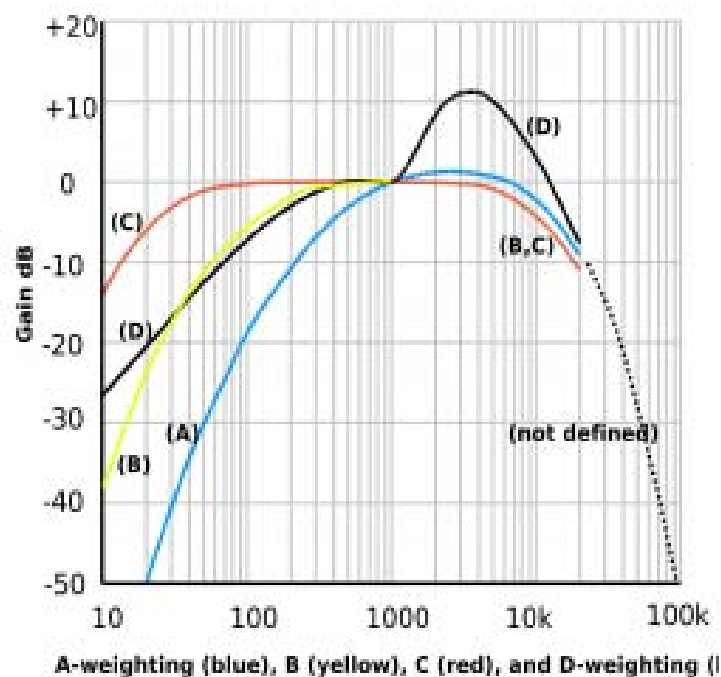
6.2.5.2 Μέτρηση του θορύβου

Για τον καθορισμό της επικινδυνότητας του θορύβου είναι απαραίτητη η μέτρηση τριών παραγόντων (Βαφείδου, 2005):

1. **της στάθμης ηχητικής πίεσης**, η οποία συνδέεται άμεσα με την ένταση του ήχου,
2. **της συχνότητας**, δηλαδή του ύψους του ήχου και
3. **της διάρκειας της έκθεσης**, δηλαδή του χρονικού διαστήματος κατά το οποίο ο εργαζόμενος εκτίθεται στο θόρυβο.

Ο θόρυβος στο εργασιακό περιβάλλον μετράται με ειδικά όργανα, τα **ηχόμετρα**. Ένα ηχόμετρο αποτελείται από τα εξής τμήματα: το μικρόφωνο, τη μονάδα επεξεργασίας και τη μονάδα απεικόνισης των αποτελεσμάτων. Το μικρόφωνο μετατρέπει το ηχητικό σήμα σε ηλεκτρικό, η μονάδα επεξεργασίας επεξεργάζεται το σήμα (ενίσχυση, φασματική ανάλυση, στάθμιση κ.λ.π.), το οποίο απεικονίζεται από τη μονάδα απεικόνισης σε ψηφιακή ή αναλογική μορφή.

Το σήμα υπόκειται σε διαφόρων μορφών επεξεργασία ούτως ώστε τα αποτελέσματα να ανταποκρίνονται καλύτερα στον τρόπο με τον οποίο το ανθρώπινο αυτί αντιλαμβάνεται το θόρυβο. Αυτή η επεξεργασία η οποία ενισχύει ή περιορίζει διάφορες συχνότητες ενός ηχητικού σήματος ονομάζεται στάθμιση και το κύκλωμα από το οποίο διέρχεται το σήμα κατά τη διαδικασία αυτή σταθμιστικό κύκλωμα. Το σταθμιστικό κύκλωμα είναι ένα κύκλωμα το οποίο παρουσιάζει διαφορετική ευαισθησία ανάλογα με τις διάφορες συνιστώσες του ηχητικού φάσματος, αντίστοιχη με αυτήν του ανθρώπινου αυτιού. Με αυτόν τον τρόπο προσομοιάζονται οι διάφορες ισοακουστικές καμπύλες δίνοντας έτσι καλύτερα αποτελέσματα. Τα σταθμιστικά κυκλώματα που χρησιμοποιούνται κατά τις μετρήσεις της έντασης του ήχου είναι διεθνώς προτυποποιημένα και είναι τα κυκλώματα A, B, C, και D, τα οποία είναι κατάλληλα για χρήση σε διαφορετικές συνθήκες το καθένα και παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα. Επίσης υπάρχει και το γραμμικό σταθμιστικό κύκλωμα (Lin), το οποίο δεν πραγματοποιεί κανενός είδους επεξεργασία στο ηχητικό σήμα.



Εικόνα 6.9

Το κύκλωμα B χρησιμοποιείται σπάνια, το κύκλωμα C δίνει μια σχεδόν σταθερή απόκριση και χρησιμοποιείται για να δώσει μια εικόνα της συνολικής ηχητικής πίεσης και το κύκλωμα D έχει χαρακτηριστικά που προορίζονται για τη μέτρηση θορύβου αεροπλάνων. Το κύκλωμα A χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις θορύβου σε βιομηχανικούς χώρους και τα αποτελέσματα παρέχονται ως A- ηχοστάθμη. Το

σταθμιστικό κύκλωμα A καθιστά το ηχόμετρο λιγότερο ευαίσθητο στις υψηλές και χαμηλές συχνότητες του ακουστού ηχητικού φάσματος και περισσότερο ευαίσθητο στις συχνότητες που βρίσκονται στη μεσαία περιοχή του. Έτσι πλησιάζει περισσότερο στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο αυτί το θόρυβο και δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα όσον αφορά την εκτίμηση του επιπέδου ενόχλησης και των επιπτώσεων του θορύβου στην ακοή.

Συχνότητα, Hz	Σχετική απόκριση, dB(A)
25	-44,7
31,5	-39,4
40	-34,6
50	-30,2
63	-26,2
80	-22,5
100	-19,1
125	-16,1
160	-13,4
200	-10,9
250	-8,6
315	-6,6
400	-4,8
500	-3,2
630	-1,9
800	-0,8
1000	0
1250	+0,6
1600	+1,0
2000	+1,2
2500	+1,3
3150	+1,2
4000	+1,0
5000	+0,5
6300	-0,1
8000	-1,1
10.000	-2,5

Πίνακας 6.16

Ο θόρυβος υποδιαιρείται σε διάφορες ζώνες συχνοτήτων λόγω της ευρύτητας του ηχητικού φάσματος και του ότι όπως προαναφέρθηκε το ανθρώπινο αυτί ανταποκρίνεται διαφορετικά σε κάθε συχνότητα. Έτσι μελετάται ο τρόπος με τον οποίο κατανέμεται η ηχητική ενέργεια στο ηχητικό φάσμα και οι ζώνες στις οποίες υποδιαιρείται ο θόρυβος ονομάζονται οκτάβες. Οκτάβα είναι κάθε ζώνη συχνοτήτων της οποίας η τελική συχνότητα είναι διπλάσια της αρχικής. Κάθε οκτάβα

προσδιορίζεται από την κεντρική της συχνότητα η οποία είναι ο γεωμετρικός μέσος των δύο ακραίων συχνοτήτων.

$$f_o = \sqrt{f_1 f_2}$$

Πρακτικά απαιτείται ακόμα μεγαλύτερη υποδιαίρεση του ηχητικού φάσματος, για αυτό και χρησιμοποιούνται οι κλασματοοκτάβες με συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη την τριτοοκτάβα, δηλαδή μια ζώνη συχνοτήτων όπου η αρχική και η τελική συχνότητα ικανοποιούν την παρακάτω σχέση:

$$f_1 / f_2 = 2^{1/3}$$

Τελικά αφού το σήμα σταθμιστεί και υποδιαιρεθεί σε ζώνες συχνοτήτων ενδεχομένως, ενισχύεται και υπολογίζεται η ενεργός τιμή του (RMS), βάσει ενός χαρακτηριστικού χρονικής στάθμισης, δηλαδή ενός χαρακτηριστικού απόκρισης του ηχομέτρου. Στα σύγχρονα ηχόμετρα απεικονίζεται η μέγιστη ενεργός τιμή που μετρήθηκε το προηγούμενο δευτερόλεπτο βάσει του κατάλληλου χαρακτηριστικού που υποδεικνύεται από το πρότυπο σύμφωνα με το οποίο γίνεται η μέτρηση. Έχουν τυποποιηθεί δύο χαρακτηριστικά τα «F» (Fast) και «S» (Slow) με τα οποία οι διακυμάνσεις της στάθμης του ήχου μετρούνται όσον το δυνατόν ακριβέστερα.

Αν όμως ένας θόρυβος είναι παλμικός τότε τα δύο αυτά χαρακτηριστικά δεν επαρκούν για να μπορέσουν να δώσουν ικανοποιητικό αποτέλεσμα το οποίο να ανταποκρίνεται στην απόκριση του ανθρώπινου αυτιού. Παλμικός είναι ο θόρυβος ο οποίος εμφανίζει μία ή περισσότερες εξάρσεις της ηχητικής ενέργειας (ηχητικοί παλμοί) καθεμία από τις οποίες έχει διάρκεια μικρότερη από ένα δευτερόλεπτο. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται το τυποποιημένο «I» (Impulse) χαρακτηριστικό. Αυτό έχει σταθερά χρόνου ίση με 35 msec η οποία επιτρέπει τη μέτρηση παλμικού θορύβου με τρόπο που να ανταποκρίνεται στην αντίληψη του ανθρώπινου αυτιού σε αυτόν. Λόγω της μικρής διάρκειας των παλμών αυτοί έχουν μειωμένη συγκριτικά ακουστότητα, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι ο κίνδυνος για την υγεία του εργαζομένου είναι μικρότερος.

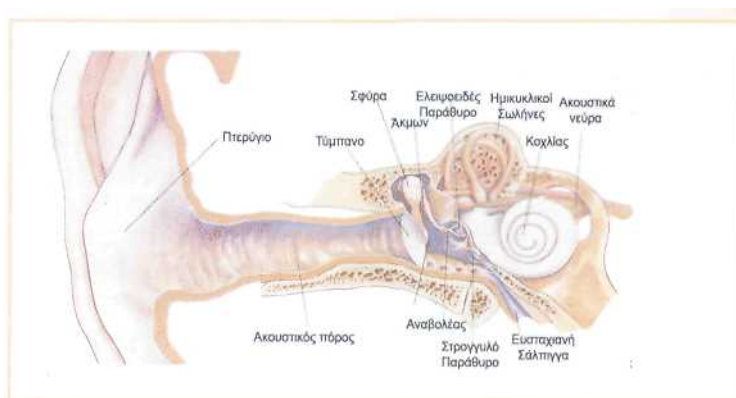
6.2.5.3 Το ανθρώπινο αυτί

Το αισθητήριο όργανο της ακοής, το αυτί, διαιρείται σε τρία μέρη: **το εξωτερικό αυτί**, το οποίο αποτελείται από το ακουστικό πτερύγιο και τον έξω ακουστικό πόρο, **το μέσον αυτί**, που περιλαμβάνει το τυμπανοσταριώδες σύστημα και την

ευσταχιανή σάλπιγγα και το **εσωτερικό αυτί**, που αποτελείται από τον κοχλία και τους ημικύκλιους σωλήνες.

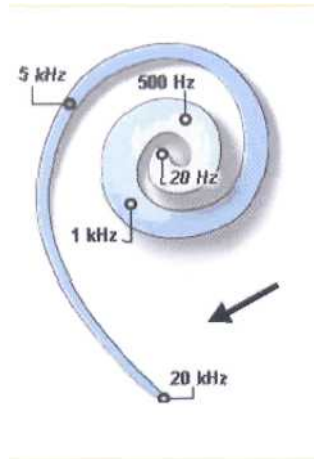
Τα ηχητικά κύματα συγκεντρώνονται από το ακουστικό πτερύγιο, όπου ενισχύονται ορισμένες συχνότητες (κυρίως η συχνότητα των 4.000 Hz), διέρχονται τον έξω ακουστικό πόρο και προσπίπτουν στην τυμπανική μεμβράνη, την οποία θέτουν σε παλμική κίνηση. Η αλυσίδα των ακουστικών οσταρίων (σφύρα, άκμονας, αναβολέας), έχει σα βασική αποστολή τη μετάδοση των παλμικών κινήσεων στην έξω λέμφο, στη συνέχεια η δόνηση μεταδίδεται στην έσω λέμφο και στο βασικό υμένα, στον οποίο στηρίζεται το όργανο του Corti.

Το τυμπανοσταριώδες σύστημα, εκτός από τη μετάδοση των παλμικών κινήσεων στο εσωτερικό αυτί, συμβάλλει μαζί με τους μύες του μέσου αυτιού και στη μερική απόσβεση των βίαιων ήχων που προσβάλλουν το ακουστικό πτερύγιο.



Εικόνα 6.10

Ο κοχλίας αποτελεί **το όργανο αντίληψης της ακοής** και μέσω του οργάνου του Corti, μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια των παλμικών κινήσεων σε ηλεκτρικό δυναμικό και έτσι τα ηχητικά ερεθίσματα μεταβιβάζονται μέσω των ινών του κοχλιακού νεύρου στον εγκέφαλο, όπου φθάνοντας στον ακουστικό φλοιό γίνονται αντιληπτά. Το όργανο του Corti αποτελείται από περίπου 30.000 τριχωτά κύτταρα κατανεμημένα σε περιοχές ευαίσθητες σε διαφορετική η καθεμία ζώνη συχνοτήτων του ηχητικού φάσματος.



Εικόνα 6.11

Οι διάφορες βλάβες που προκαλούνται από την υπερβολική έκθεση σε θόρυβο αφορούν κυρίως τα έξω ακουστικά κύτταρα και η βαρύτητά τους είναι ανάλογη της ηχητικής ενέργειας που απορροφήθηκε. Επίσης εξαρτώνται από το είδος του θορύβου που τις προκάλεσε με τους παλμικούς θορύβους να προκαλούν μεγαλύτερης έκτασης βλάβες από τους θορύβους συνεχής στάθμης.

Ο ακριβής τρόπος με τον οποίο προκαλούνται οι βλάβες αυτές δεν είναι ακόμα γνωστός. Όσον αφορά τους σταθερούς θορύβους, παρατηρείται ανεπαρκής παροχή αίματος στα τριχωτά κύτταρα (πιθανόν λόγω αγγειοσύσπασης), ενώ για τους παλμικούς εκτιμάται ότι προκαλείται βλάβη «μηχανικού τύπου» με καταστροφή του νευρικού επιθηλίου.

6.2.5.4 Επιπτώσεις του θορύβου στην υγεία

Το ανθρώπινο αντί παραμένει διαρκώς εκτεθειμένο στο θόρυβο και σε αντίθεση με άλλα όργανα του ανθρώπινου οργανισμού δεν ξεκουράζεται ποτέ. Ο θόρυβος σε χαμηλά επίπεδα μπορεί να μην προκαλεί κανένα πρόβλημα, αλλά όταν ξεπεράσει κάποιο επίπεδο επηρεάζει την ακουστική οξύτητα του εργαζομένου μόνιμα σε αρκετές περιπτώσεις, αλλά και το σύνολο του ανθρώπινου οργανισμού. Η αντίληψη ότι ο θόρυβος συνηθίζεται είναι απολύτως λανθασμένη.

Οι επιπτώσεις του θορύβου στον ανθρώπινο οργανισμό ταξινομούνται σε:

- επιδράσεις στο όργανο της ακοής
- μη ακουστικές επιδράσεις

Επιδράσεις στο όργανο της ακοής

(Δρίβας, 2005)

Θορυβογενής βαρηκοΐα / επαγγελματική βαρηκοΐα από χρόνιο ακουστικό τραύμα

Οφείλεται στη συνεχή έκθεση στο θόρυβο, η οποία προκαλεί μόνιμες λειτουργικές αλλοιώσεις στο αυτί. Πρόκειται για αμφοτερόπλευρη (εμφανίζεται και στα δύο αυτιά) βαρηκοΐα αντιλήψεως που προκαλείται από αλλοιώσεις στο όργανο του Corti και το ακουστικό νεύρο. Αναπτύσσεται αργά και με ύπουλο τρόπο, λόγω του ότι αρχικά αφορά συχνότητες από 3 έως 6 kHz με χαρακτηριστική πτώση της αντίληψης για τη συχνότητα των 4 kHz, ενώ οι περισσότεροι ήχοι στην καθημερινότητα έχουν συχνότητες από 500 έως 2000 Hz. Επομένως δε γίνεται εύκολα αντιληπτή ιδιαίτερα στα αρχικά στάδια.

Η εξέλιξη της επαγγελματικής βαρηκοΐας χωρίζεται σε τέσσερα στάδια:

1. αρχική περίοδος: είναι οι πρώτες 10 – 20 ημέρες της έκθεσης. Από τον εργαζόμενο αναφέρεται συχνά εμβοή, ίλιγγο και σωματική κόπωση. Εμφανίζεται μικρή αμφοτερόπλευρη πτώση της ακουστικής οξύτητας στα 4 kHz, η οποία είναι αναστρέψιμη με τη διακοπή της έκθεσης στο θόρυβο.
2. ακοομετρική περίοδος: εμφανίζεται μετά από 30 – 40 ημέρες έκθεσης και η μειωμένη ακουστική ικανότητα γίνεται αντιληπτή μόνο με ακοομετρική εξέταση, όπου εμφανίζεται πτώση 20 – 30 dB στα 4 kHz.
3. περίοδος της εμφάνισης: ο εργαζόμενος αντιλαμβάνεται μείωση της ακουστικής του ικανότητας και στο ακοογράφημα εμφανίζεται πτώση 35 – 40 dB στις συχνότητες 1 – 4 kHz.
4. περίοδος της αναπηρίας ή του μόνιμου ακουστικού τραύματος: στο ακοογράφημα εμφανίζεται πτώση πάνω από 30 dB στις συχνότητες 500 – 1000 Hz και 70 – 80 dB στις συχνότητες 2000 – 4000 Hz. Σε αυτό το σημείο πλέον οι επιπτώσεις στον εργαζόμενο αφορούν και την κοινωνική του ζωή.

Επαγγελματική βαρηκοΐα από οξύ ακουστικό τραύμα

Προκαλείται από έναν πολύ ισχυρό θόρυβο και οι βλάβες αφορούν μόνο το ένα αυτί, μιας και το άλλο προστατεύεται από το κρανίο από τέτοιου είδους ακουστικά ερεθίσματα. Συνοδεύεται από πόνο στο αυτί, βαρηκοΐα ή και πλήρη κώφωση, εμβοή και ίλιγγο. Ωτοσκοπικά εμφανίζεται πλήρης ρήξη της τυμπανικής μεμβράνης και κατά το ακοογράφημα παρατηρείται μονόπλευρη βαρηκοΐα. Οι βλάβες σε κάποιες

περιπτώσεις είναι αναστρέψιμες, συχνά όμως δεν αποκαθίστανται πλήρως ή δεν αποκαθίστανται καθόλου. Σε αυτές τις περιπτώσεις η εμβοή και η βαρηκοΐα παραμένουν λόγω μόνιμων βλαβών στο όργανο του Corti.

Ακουστική κόπωση

Οφείλεται στη συνεχή έκθεση στο θόρυβο, η οποία προκαλεί προσωρινές λειτουργικές αλλοιώσεις στο αυτί. Πρόκειται για τη μείωση της ακουστικής οξύτητας, ιδιαίτερα σε συχνότητες 3 – 4 kHz, η οποία έχει προσωρινό χαρακτήρα και εξαρτάται από την ένταση του θορύβου και προκαλείται από συμπτωματική ή κατά την αρχική έκθεση στο θόρυβο. Ουσιαστικά είναι μια προσωρινή μετατόπιση του κατωφλίου της ακοής, η οποία οφείλεται στην εξάντληση των περιφερειακών ακουστικών κυττάρων. Ανάλογα με το χρόνο στον οποίο αποκαθίσταται χωρίζεται σε:

- φυσιολογική ακουστική κόπωση, η οποία υποχωρεί μέσα σε 16 ώρες από την απομάκρυνση από το θορυβώδες περιβάλλον
- παθολογική ακουστική κόπωση, η οποία υποχωρεί σε χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 16 ωρών από την απομάκρυνση από το θορυβώδες περιβάλλον.

Επιπτώσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα

Ο θόρυβος προκαλεί περιφερειακή αγγειοσύσπαση, σύσπαση δηλαδή των μικρών αγγείων, με αποτέλεσμα την ελάττωση της ροής του αίματος σε ορισμένα όργανα και ιστούς. Προκαλεί επίσης μεταβολές στην αρτηριακή πίεση και στις καρδιακές σφύξεις. Έχει διαπιστωθεί αύξηση της διαστολικής πίεσης και του αριθμού των καρδιακών σφύξεων σε εργαζομένους εκτιθέμενους σε θόρυβο.

Ο θόρυβος ενοχοποιείται επίσης, για την αύξηση των αιματικών συγκεντρώσεων της χοληστερίνης και τη δημιουργία αθηρωματικών πλακών στις αρτηρίες, αλλοιώσεις οι οποίες δεν υποχωρούν με την παύση της εργασιακής έκθεσης σε θόρυβο.

Επιπτώσεις στο νευρικό σύστημα

Υψηλά επίπεδα θορύβου δρουν στο κεντρικό νευρικό σύστημα προκαλώντας αλλοιώσεις στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα με τη μορφή κυμάτων πεπλατυσμένου ρυθμού, ενώ ο μη συνεχής θόρυβος έντασης υψηλότερης των 75 dB(A) προκαλεί αλλαγή του ρυθμού και της συχνότητας του ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος. Επίσης η έκθεση σε θόρυβο επηρεάζει αρνητικά τα διάφορα στάδια του ύπνου, προκαλώντας διαταραχές στη σωματική και

νοητική ανάπαυση του ατόμου. Επίσης επιδρά στην ψυχική διάθεση και επηρεάζει την κοινωνικότητα και την ευαισθησία και προκαλεί ψυχοκινητικές διαταραχές, όπως η αύξηση του χρόνου αντίδρασης. Με αυτόν τον τρόπο περιορίζεται σημαντικά η ικανότητα του εργαζόμενου να αντιδρά σωστά στα εξωτερικά ερεθίσματα ή να παρακολουθεί σύνθετες διαδικασίες, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προϋποθέσεις για την πρόκληση εργατικών ατυχημάτων.

Επιπτώσεις στο σύστημα αναπαραγωγής και τους ενδοκρινείς αδένες

Ο θόρυβος προκαλεί ελάττωση της ροής του αίματος στον πλακούντα και κατά συνέπεια αποτελεί παράγοντα πρόκλησης πρόωρων τοκετών και αποβολών εμβρύων που παρατηρούνται σε εργαζόμενες που εκτίθενται σε θόρυβο. Η παρατεταμένη έκθεση σε θόρυβο προκαλεί διέγερση των ενδοκρινών αδένων, αύξηση του βασικού μεταβολισμού, υπερλειτουργία της υπόφυσης, των επινεφριδίων, σιελόρροια, αύξηση της ενδοκρανιακής πίεσης και αλλαγή του ρυθμού των κινήσεων του εντέρου. Επίσης έχουν παρατηρηθεί διαταραχές της εμμηνορρυσίας, της γαλουχίας, και της γονιμότητας.

Επίσης η έκθεση στο θόρυβο προκαλεί διαταραχές στην πέψη, δυσκολία στη συγκέντρωση, πονοκεφάλους, σωματική κόπωση, εκνευρισμό, υπερένταση, άγχος καθώς και διαταραχές στη συμπεριφορά, διαστολή της κόρης του ματιού, αύξηση στη ροή της αδρεναλίνης, αύξηση της μυϊκής έντασης, χημικές αλλαγές στο αίμα και τα ούρα και αύξηση του ρυθμού της αναπνοής. Γενικά μειώνει την αποδοτικότητα των εργαζομένων λόγω της αδυναμίας συγκέντρωσης και της κόπωσης που προκαλεί.

Επιπτώσεις στην επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων και την ασφάλεια στην εργασία

Εμπειρικά προκύπτει ότι για να επικοινωνήσουν δύο εργαζόμενοι μεταξύ τους όταν τα επίπεδα θορύβου είναι πάνω από 80 dB(A) πρέπει να ανεβάσουν αρκετά την ένταση της φωνής τους, όταν είναι πάνω από 85 dB(A) πρέπει να φωνάζουν και όταν αυτά ξεπεράσουν τα 95 dB(A) πρέπει να μετακινηθούν κοντά ο ένας στον άλλο για να έχουν κάποια στοιχειώδη επικοινωνία. Προκύπτει ότι για επίπεδα θορύβου πάνω από 50 dB(A) ένα άτομο πρέπει να αυξήσει την ένταση της φωνής του κατά 3 με 6 dB για κάθε αύξηση του επιπέδου θορύβου 10 dB. Ο θόρυβος επίσης μπορεί να μειώσει την ασφάλεια των εργαζομένων καθώς αυτοί λόγω του θορυβώδους περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκονται μπορεί να μην ακούσουν ηχητικά σήματα ή προειδοποιήσεις για την ασφάλειά τους είτε αυτές προέρχονται από κάποιο σύστημα προειδοποιήσεων είτε από τους συναδέλφους τους. Επίσης έχουν συμβεί περιστατικά

κατά τα οποία εργαζόμενοι να έχουν εμπλακεί ή να κινδυνεύουν να εμπλακούν σε κάποιο ατύχημα και οι εκκλήσεις τους για βοήθεια να μη γίνονται αντιληπτές από τους συναδέλφους τους λόγω του θορύβου.

Επιπτώσεις στην κοινωνική ζωή του εργαζομένου

Η λειτουργία της ακοής είναι αυτή που κατά κύριο λόγο επιτρέπει τις κοινωνικές σχέσεις, μιας και αυτές βασίζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό στην κατανόηση της ομιλίας. Η επαγγελματική βαρηκοΐα χαρακτηρίζεται ότι πλήττει την ικανότητα συναναστροφής σε πολύ σημαντικό βαθμό, για τους παραπάνω λόγους.

Οι επιπτώσεις φαίνονται ακόμα πιο σημαντικές να εξεταστούν τα φωνητικά χαρακτηριστικά της ελληνικής γλώσσας. Η μέση συχνότητα της καθομιλουμένης καλύπτουν τη ζώνη από 400 έως 6000 Hz και ιδιαίτερα η ζώνη από 1000 έως 5000 Hz (τα φωνήεντα βρίσκονται στη ζώνη 130 – 800 Hz και τα σύμφωνα στη ζώνη 800 – 3700 Hz) αποτελεί το 69% του ακουστικά εύληπτου. Λαμβάνοντας υπ' όψιν το εύρος συχνοτήτων που επηρεάζει η επαγγελματική βαρηκοΐα γίνεται φανερό ότι η ικανότητα επικοινωνίας και κοινωνικής συναναστροφής πλήττεται σοβαρά. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ελληνικής γλώσσας πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν και κατά τη μέτρηση της ακουστικής ικανότητας του εργαζομένου.

6.2.5.5 Επιτρεπόμενη έκθεση στο θόρυβο

Αρχικά είναι χρήσιμο να αναφερθούν οι παρακάτω ορισμοί από την ελληνική νομοθεσία (Π.Δ. 149/06 σε εναρμόνιση με την οδηγία 2003/10/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου):

Ημερήσια ατομική ηχοέκθεση ενός εργαζομένου ($L_{Ep,d}$)

(Θεωρείται εργάσιμη ημέρα 8 ωρών)

$$L_{Ep,d} = L_{Aeq,Te} + 10 \log \frac{T_e}{T_0}$$

Όπου

$$L_{Aeq,Te} = \log \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{PA(t)}{P_0} \right]^2 dt \right\} \text{ η 8-h μέση ισοδύναμη στάθμη ήχου}$$

T_e : η ημερήσια διάρκεια της έκθεσης

T_0 : 8 h

P_0 : το κατώφλι ακοής, 20 μ Pa

PA: η A- σταθμισμένη ηχητική πίεση στην οποία εκτίθεται ο εργαζομενος κατά την εργασίας του, μετρούμενη στη θέση που βρίσκονται τα αυτιά του κατά προτίμηση χωρίς αυτός να είναι παρών.

Εβδομαδιαίος μέσος όρος των τιμών $L_{Ep,d}$. ($L_{Ep,w}$)

$$L_{ep,w} = 10 \log \left[\frac{1}{5} \sum_{k=2}^m 10^{0.1 L_{ep,d^k}} \right]$$

όπου m: οι ημέρες της εβδομάδας που εξετάζεται και $L_{Ep,d}^k$: οι τιμές της $L_{Ep,d}$ για κάθε μέρα της εβδομάδας

Κορυφοτιμή ηχητικής πίεσης P_{peak}

Η μέγιστη τιμή της ηχητικής πίεσης ανεξαρτήτως της διάρκειας του ήχου

Από τη νομοθεσία προβλέπονται τα εξής:

1. κατώτερα όρια ανάληψης δράσης $L_{Ep,d} = 80$ dB(A) και $P_{peak} = 112$ Pa, τα οποία αντιστοιχούν σε $L_{peak} = 135$ dB(C)
2. ανώτερα όρια ανάληψης δράσης $L_{Ep,d} = 85$ dB(A) και $P_{peak} = 140$ Pa, τα οποία αντιστοιχούν σε $L_{peak} = 137$ dB(C)
3. οριακή τιμή έκθεσης $L_{Ep,d} = 87$ dB(A) και $P_{peak} = 200$ Pa, τα οποία αντιστοιχούν σε $L_{peak} = 140$ dB(C)

α) όταν η ημερήσια ατομική ηχοέκθεση υπερβαίνει τα 80 dB(A) (κατώτερο όριο ανάληψης δράσης)

- διατίθενται στους εργαζομένους ατομικά μέσα προστασίας της ακοής
- παρέχεται κατάλληλη ενημέρωση και εκπαίδευση στους εργαζομένους ή στους εκπροσώπους τους
- παρέχεται πρόσβαση και ενημέρωση για τα αποτελέσματα της μέτρησης και εκτίμησης του θορύβου
- παρακολουθείται η λειτουργία της ακοής των εργαζομένων από ειδικευμένο γιατρό

β) όταν η ημερήσια ατομική ηχοέκθεση υπερβαίνει τα 85 dB(A) (ανώτερο όριο ανάληψης δράσης) επιπλέον των παραπάνω

- καταρτίζεται και εφαρμόζεται πρόγραμμα τεχνικών μέτρων ή/ και μέτρων οργάνωσης της εργασίας για να μειωθεί εφόσον αυτό είναι εύλογα εφικτό, η ηχοέκθεση των εργαζομένων

- οι θέσεις εργασίας πρέπει να έχουν κατάλληλη σήμανση, να οριοθετούνται και, αν είναι εύλογα εφικτό, η προσπέλαση σε αυτές να υπόκειται σε περιορισμούς
- είναι υποχρεωτική η χρήση ατομικών μέσων προστασίας της ακοής

Η οριακή τιμή έκθεσης δεν επιτρέπεται να υπερβαίνεται σε καμία περίπτωση, συνυπολογίζοντας τα μέσα ατομικής προστασίας που φέρει ο εργαζόμενος.

Από την Αμερικανική Εταιρία Κυβερνητικών Υγιεινολόγων Βιομηχανίας (American Conference of Government Industrial Hygienists: **ACGIH**) προτείνονται οι παρακάτω οριακές τιμές έκθεσης σε θόρυβο οι οποίες αναφέρονται σε επίπεδα ηχητικής πίεσης και διάρκειες έκθεσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι αποτελούν μια εκτίμηση ότι αν οι εργαζόμενοι εκτεθούν σε κατώτερες τιμές από αυτές επανειλημμένα δε θα αντιμετωπίσουν επιπτώσεις στην ακουστική τους ικανότητα και την ικανότητα αντίληψης και επικοινωνίας και το ότι έχουν καθιερωθεί για να προστατεύουν από την απώλεια ακοής σε συχνότητες 3 – 4 kHz. Δεν αποτελούν αυστηρό διαχωριστικό όριο μεταξύ ασφαλών και επικίνδυνων επιπέδων και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο ενός ολοκληρωμένου προγράμματος προστασίας της ακοής (ακοομετρικές εξετάσεις, μέτρα μείωσης του θορύβου κ.λ.π.)

Διάρκεια ανά ημέρα	Επίπεδο ήχου, dB(A)
24 h	80
16 h	82
8 h	85
4 h	88
2 h	91
1 h	94
30'	97
15'	100
7,5'	103
3,75'	106
1,88'	109
0,94'	112
28,12''	115
14,06''	118
7,03''	121
3,52''	124
1,76''	127
0,88''	130
0,44''	133
0,22''	136
0,11''	139

Πίνακας 6.17

6.2.5.6 Μέτρα προστασίας από το θόρυβο

(Γκινάλας, 2005)

Περιορισμός του θορύβου στην πηγή του

Το καλύτερο μέτρο μείωσης είναι να αντικατασταθεί μια παλαιά, θορυβώδης μηχανή με νέα που παράγει σαφώς λιγότερο θόρυβο. Όταν αυτό δεν είναι δυνατόν, τότε θα πρέπει να εντοπιστούν και να αλλαχθούν ή να βελτιωθούν εκείνα τα εξαρτήματα που προκαλούν υψηλές στάθμες θορύβου. Η χρήση σιλανσιέ σε κινητήρες που κινούνται με αέρα ή η χρήση εργαλείων με ενσωματωμένο το σιλανσιέ στην έξοδο του αέρα είναι επίσης ενδεδειγμένη. Μεγάλη σημασία πρέπει να δίνεται και στην τακτική προληπτική συντήρηση μιας μηχανής γιατί μπορεί να βοηθήσει στον περιορισμό θορύβου υψηλής στάθμης. Επίσης θα πρέπει να γίνονται διάφορες επεμβάσεις στο χρησιμοποιούμενο βοηθητικό εξοπλισμό (σωληνώσεις, επίπεδες επιφάνειες κατασκευών, καλύμματα ασφαλείας, δοχεία μεταφοράς υλικών κ.λ.π.) για τη μείωση του παραγόμενου θορύβου.

Επέμβαση στη διαδρομή του θορύβου από την πηγή στο αυτί του εργαζομένου

Γίνεται με την τοποθέτηση κατάλληλων πετασμάτων κατά τη διαδρομή του ήχου από το θορυβώδη εξοπλισμό μέχρι τον εργαζόμενο. Στα ίδια πλαίσια εντάσσεται και ο εγκλεισμός των μηχανών σε πλήρως αεριζόμενο ή κλιματιζόμενο χώρο που κατασκευάζεται από ηχοαπορροφητικά και ηχομονωτικά υλικά.

Διαφορικό ωράριο

Η εναλλαγή των εργαζομένων περιορίζει τη συνολική δόση θορύβου. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή του μέτρου αυτού είναι η άριστη γνώση της εργασίας και των συνθηκών της προκειμένου να αποφευχθεί ενδεχόμενο ατύχημα.

Ατομικά μέσα προστασίας της ακοής

Όταν όλα τα προηγούμενα μέτρα έχουν εξαντληθεί ή δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν, ή προσωρινά μέχρι να εφαρμοστούν τότε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μέσα ατομικής προστασίας. Αυτά χορηγούνται στους εργαζόμενους από τον εργοδότη στις περιπτώσεις που προβλέπονται από τη νομοθεσία και αναφέρθηκαν παραπάνω. Τα μέσα προστασίας της ακοής είναι τριών ειδών και είναι τα εξής:

1. **ωτοασπίδες:** καλύπτουν πλήρως τα αυτιά του εργαζομένου και συνδέονται μεταξύ τους με πλαστική ή μεταλλική στέκα, παρέχοντας την καλύτερη προστασία. Ορισμένοι τύποι περιλαμβάνουν ηλεκτρονικά βοηθήματα ούτως ώστε να ρυθμίζεται η προστασία από το θόρυβο, ανάλογα με την έντασή του κάθε χρονική στιγμή και να διευκολύνεται η επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων. Επίσης τοποθετούνται και αφαιρούνται εύκολα. Τα μειονεκτήματά τους είναι ότι είναι ογκώδεις και έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις συντήρησης σε σχέση με τα υπόλοιπα μέσα, ενώ ζεσταίνουν το αυτί και έχουν μεγαλύτερο βάρος προκαλώντας δυσφορία στους εργαζόμενους που δεν έχουν συνηθίσει να τις φορούν.



Εικόνα 6.12
Ωτοασπίδες

2. **ωτοβύσματα:** τοποθετούνται στον ακουστικό πόρο του εργαζομένου. Τα ωτοβύσματα μιας χρήσης είναι κατασκευασμένα από εύπλαστο αφρώδες υλικό το οποίο παίρνει το σχήμα του ακουστικού πόρου. Τοποθετούνται αφού πρώτα διαμορφωθούν με τα χέρια. Παρέχουν ικανοποιητική προστασία με χαμηλό κόστος, αλλά η τοποθέτησή τους έχει πρακτικές δυσκολίες, μιας και πρέπει τα χέρια του εργαζομένου που τα τοποθετεί πρέπει να είναι καθαρά, πράγμα όχι και τόσο εύκολο σε ένα χώρο εργασίας. Τα προδιαμορφωμένα ωτοβύσματα διατίθενται σε μεγέθη και είναι πλενόμενα και επαναχρησιμοποιούμενα. Είναι κατασκευασμένα από σιλικόνη, πλαστικό ή λάστιχο και δε χρειάζεται να διαμορφωθούν πριν την τοποθέτησή του, η οποία είναι πιο εύκολη και πρακτική στο εργασιακό περιβάλλον.



Εικόνα 6.13
Ωτοβύσματα

3. **ωτοπώματα:** πρόκειται ουσιαστικά για συνδεδεμένα μεταξύ τους ωτοβύσματα με μεταλλική ή πλαστική στέκα. Η στέκα μπορεί να φορεθεί



Εικόνα 6.14
Ωτοπώματα

είτε πάνω από το κεφάλι, είτε πίσω από τον αυχένα, είτε κάτω από το πηγούνι. Είναι πιο ελαφριά από τις ωτοασπίδες και δε ζεσταίνουν το αυτί, γεγονός που βοηθά σε θερμό περιβάλλον και μπορούν να τοποθετηθούν και να αφαιρεθούν το

ίδιο εύκολα με τις ωτοασπίδες. Ορισμένες φορές όμως η πίεση από τη στέκα γίνεται ενοχλητική για κάποιους εργαζόμενους.

7. ΕΡΓΟΝΟΜΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Αν και η ηλεκτροσυγκόλληση γενικά και η συγκεκριμένη μέθοδος ειδικότερα είναι αρκετά διαδεδομένες, η εφαρμογή μέτρων υγιεινής και ασφάλειας επικεντρώνεται σε ορισμένους μόνο επαγγελματικούς κινδύνους που προκύπτουν κατά τη διαδικασία αυτή. Συγκεκριμένα η προστασία από εργονομικούς κινδύνους υπολείπεται σε σχέση με άλλους αν και λόγω αυτών προκύπτουν αρκετοί τραυματισμοί και ατυχήματα. Τέτοιοι τραυματισμοί μυοσκελετικής φύσης εμφανίζονται αρκετά συχνά, παρουσιάζουν αρκετές φορές μεγάλη σοβαρότητα και χρειάζονται αρκετό χρόνο για να αποκατασταθούν, ενώ αρκετές φορές δεν αποκαθίστανται πλήρως.

Ως εργονομικοί κίνδυνοι θεωρούνται οι παράγοντες που προκαλούν σωματική καταπόνηση καθώς και οι συνθήκες του χώρου εργασίας που θέτουν σε κίνδυνο το μυοσκελετικό σύστημα του εργαζομένου μέσω τραυματισμού ή πάθησης. Συγκεκριμένα, εργονομικοί κίνδυνοι μπορεί να είναι μονότονα επαναλαμβανόμενες και βίαιες κινήσεις, ο αμετάβλητος φόρτος εργασίας και η καταπόνηση των μυών, οι κραδασμοί και οι ακραίες θερμοκρασίες, οι άβολες ή επίπονες και αφύσικες στάσεις εργασίας λόγω λανθασμένου σχεδιασμού του εξοπλισμού εργασίας και του εργασιακού χώρου.

Οι συγκολλητές κατά τη διάρκεια της εργασίας τους εκτελούν επαναλαμβανόμενες κινήσεις, σηκώνουν και μετακινούν μεγάλα φορτία, εργάζονται σε επίπονες, κοπιαστικές στάσεις και θέσεις και γενικά εκτίθενται σε μεγάλο αριθμό εργονομικών κινδύνων. Η διαδικασία της συγκόλλησης περιλαμβάνει υψηλό φόρτο στους μύες κυρίως των χεριών, απαιτήσεις υψηλής ακρίβειας και μεγάλα στατικά φορτία σε αρκετές περιοχές του σώματος. Κατά συνέπεια θα πρέπει γενικά να δίνεται ιδιαίτερο βάρος στη σχεδίαση των διαφόρων σταθμών εργασίας, την εκπαίδευση των εργαζομένων για ορθές πρακτικές εργασίας (στάσεις, τεχνικές κ.α.), τη χρήση διατάξεων που διευκολύνουν την εργασία (πάγκοι εργασίας, ανυψωτικές διατάξεις, μηχανές συγκόλλησης ειδικά σχεδιασμένες) και γενικότερα τη μελέτη των εργονομικών κινδύνων.

7.1 Μυοσκελετικές παθήσεις/ εργονομικοί παράγοντες

Οι μυοσκελετικές παθήσεις είναι κακώσεις και παθήσεις των μαλακών ιστών(μύες, τένοντες, σύνδεσμοι και χόνδρος) και του νευρικού συστήματος. Αυτές οφείλονται κυρίως στους παρακάτω επικίνδυνους παράγοντες που εμφανίζονται κατά τη συγκόλληση:

- **Υψηλές απαιτήσεις κατά την εργασία, λόγω αυστηρών προδιαγραφών κατά την παραγωγή**

Ο χειρισμός πολύ μικρών υλικών ή εκτέλεση εργασιακών καθηκόντων εξαιρετικής ακρίβειας μπορεί να προκαλέσουν κόπωση σωματική ή οπτική. Επίσης η τήρηση αυστηρών προδιαγραφών στην παραγωγή επιμηκύνει το χρόνο κατά τον οποίο το σώμα του εργαζομένου ενδεχόμενα να βρίσκεται σε επίπονη στάση.

- **Αβολες και επίπονες στάσεις σώματος, συνήθως λόγω δυσχερούς θέσης εργασίας**

Η στάση του σώματος καθορίζει το ποιες μυϊκές ομάδες θα δραστηριοποιηθούν κατά τη φυσική δραστηριότητα. Οι επίπονες στάσεις εργασίας μπορεί να αυξήσουν τη σωματική προσπάθεια για την εκτέλεση των εργασιακών καθηκόντων καθόσον αναγκάζουν μικρές μυϊκές ομάδες να καταπονούνται περισσότερο και δεν επιτρέπουν σε μεγάλες μυϊκές ομάδες να δραστηριοποιηθούν στο μέγιστο της απόδοσης τους. Η εντονότερη προσπάθεια των αδύναμων μικρών μυϊκών ομάδων αυξάνει τη κόπωση.

Στις επίπονες στάσεις εργασίας περιλαμβάνονται και το κράτημα πχ εργαλείων σε μια ορισμένη θέση καθώς και λαβές μικρών αντικειμένων. Οι στάσεις αυτές μπορεί να επηρεάσουν διάφορες περιοχές του σώματος όπως τα χέρια, τους καρπούς, τους ώμους, τον αυχένα, τη μέση και τα γόνατα. Οι συνέπειες τους είναι ακόμα μεγαλύτερες αν συνδυάζονται με επαναλαμβανόμενες κινήσεις ή κινήσεις που απαιτούν δύναμη. Οι επίπονες στάσεις εργασίας μπορεί να προκληθούν από μη σωστό σχεδιασμό της θέσης εργασίας, των εργαλείων, του εξοπλισμού καθώς και από ακατάλληλο τρόπο εργασίας.

Οι επίπονες στάσεις εργασίας περιλαμβάνουν επαναλαμβανόμενο ή παρατεταμένο τέντωμα, στροφές, κάμψη του κορμού εμπρός, εργασία πάνω από το επίπεδο της κεφαλής, γονάτισμα ή σκυφτή εργασία με μαζεμένα τα πόδια

- **Χειρισμός βαρέων φορτίων και εξοπλισμού, δύσκολος στο χειρισμό και τη μετακίνηση εξοπλισμός συγκόλλησης, φιάλες αερίων, βαριά τεμάχια κ.α.**

Δύναμη είναι το ποσό της μυϊκής προσπάθειας που καταβάλλεται για την εκτέλεση μιας εργασίας. Η άσκηση μεγάλης δύναμης μπορεί να οδηγήσει σε κόπωση και φυσική φθορά του σώματος. Το μέγεθος της δύναμης που εξασκείται κατά το χειρισμό ή τη διακίνηση υλικών, εργαλείων ή αντικειμένων εξαρτάται από μια σειρά παράγοντες όπως (Λώμη Κ., 2007):

- ✓ η μορφή του φορτίου, το βάρος, ο όγκος του
- ✓ ο τύπος της λαβής, η θέση και τα χαρακτηριστικά λαβής
- ✓ το μέγεθος της δύναμης/προσπάθειας που απαιτείται για το ξεκίνημα ή το σταμάτημα του φορτίου κατά τη μετακίνηση του (πόση φυσική προσπάθεια για παράδειγμα, απαιτείται για την επιτάχυνση ή την επιβράδυνση του φορτίου)
- ✓ η χρονική διάρκεια της συνεχούς εξάσκησης δύναμης από τους μύες (για πόση ώρα για παράδειγμα, ένα φορτίο ή ένα αντικείμενο κρατιέται, μεταφέρεται ή το χειρίζεται ο εργαζόμενος χωρίς διάλειμμα για μυϊκή χαλάρωση)
- ✓ η συχνότητα χειρισμού του φορτίου ανά ώρα ή ανά βάρδια
- ✓ ο βαθμός της δόνησης του εργαλείου/φορτίου που μεταφέρεται στο σώμα
- ✓ η στάση του σώματος
- ✓ η αντίσταση που στη μετακίνηση του φορτίου (όταν για παράδειγμα γίνεται πάνω σε ανώμαλο έδαφος ή με εξοπλισμό που δεν έχει συντηρηθεί κατάλληλα)
- ✓ η διάρκεια του εργασιακού καθήκοντος καθ' όλη τη βάρδια
- ✓ η θερμοκρασία του περιβάλλοντος
- ✓ ο βαθμός στροφικής δύναμης (για παράδειγμα από εργαλεία ή εξοπλισμό).

- **Διαρκώς επαναλαμβανόμενη εργασία, υψηλή εντατικοποίηση της εργασίας, μονότονα επαναλαμβανόμενες κινήσεις**

Κατά την επαναλαμβανόμενη εργασία ο ίδιος τύπος κίνησης εκτελείται ξανά και ξανά χρησιμοποιώντας τους ίδιους μύες, τένοντες ή αρθρώσεις. Ο βαθμός επαναληπτικότητας μπορεί να επηρεασθεί από τον ρυθμό της εργασίας, τον παρεχόμενο χρόνο ανάπαυσης (τον αριθμό και τη διάρκεια δηλ. των διαλειμμάτων μυϊκής χαλάρωσης) καθώς και τον βαθμό ποικιλίας στα εργασιακά καθήκοντα. Ο ρυθμός εργασίας μπορεί να ελέγχεται από τον εργαζόμενο που εκτελεί το εργασιακό καθήκον, από τις μηχανές, από άλλους εργαζόμενους ή από διοικητικές διαδικασίες.

Παραδείγματα εργασιών όπου ο ρυθμός ελέγχεται από τις μηχανές είναι οι εργασίες σε γραμμή παραγωγής.

Ο κίνδυνος για κάκωση είναι μεγαλύτερος όταν η επαναλαμβανόμενη εργασία συνδυάζεται με επίπονες στάσεις εργασίας ή με κινήσεις που απαιτούν υπερβολική δύναμη. Ακόμα όμως και κινήσεις που δεν απαιτούν δύναμη όταν συνδυάζονται με υψηλή επαναληπτικότητα μπορεί να προκαλέσουν κάκωση, όπως για παράδειγμα ελαφριά καθήκοντα σε γραμμή παραγωγής.

- **Ψυχολογικοί παράγοντες**

Ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας που δεν πρέπει να παραγνωρίζεται είναι ο ψυχολογικός, ο οποίος σχετίζεται άμεσα με τους εργονομικούς κινδύνους και την ασφάλεια στο χώρο εργασίας γενικά. Η κακή ψυχολογική κατάσταση του εργαζομένου μπορεί να οδηγήσει σε επιτόλαιες συμπεριφορές και τελικά την πρόκληση ατυχημάτων. Ειδικά για τις μυοσκελετικές παθήσεις μια διαρκώς επαναλαμβανόμενη διαδικασία εκτός από την κόπωση συγκεκριμένων μυών και μυϊκών ομάδων μπορεί να οδηγήσει στον εφησυχασμό και στην παραγνώριση των κινδύνων που προκύπτουν από τη διαδικασία. Απότομες και απρόσεκτες κινήσεις και ενέργειες μπορούν εύκολα να οδηγήσουν σε τραυματισμούς και επομένως θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη βάση σε τέτοιες περιπτώσεις. Αυτές μπορεί να οφείλονται στην αμέλεια που προκύπτει όταν ένας εργαζόμενος εκτελεί μια επιμέρους διαδικασία συνεχώς χωρίς εναλλαγή και χωρίς συνολικότερη αντίληψη της παραγωγής.

Για να προκληθούν, όμως, μυοσκελετικές παθήσεις πρέπει οι παράγοντες αυτοί να έχουν επαρκή διάρκεια, συχνότητα και εύρος, παράμετροι για τις οποίες όμως δεν είναι γνωστά αρκετά. Δεν είναι γνωστά για παράδειγμα πόσες επαναλήψεις ή ποιος βαθμός επίπονης στάσης εργασίας είναι επιβλαβής, πόση πρέπει να είναι η διάρκεια ενός εργασιακού καθήκοντος για να θεωρηθεί επιβλαβής ή πόσο μεγάλη πρέπει να είναι η δύναμη που θα εξασκηθεί για να είναι βλαπτική. Δε γνωρίζουμε τέλος, ποιες είναι οι συνέπειες από τη συνδυασμένη επίδραση αυτών των παραγόντων. Για αυτόν το λόγο και πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα ούτως ώστε να μειώνονται όσο το δυνατόν περισσότερο για να αποφευχθεί η μυοσκελετική καταπόνηση, η κόπωση, ο πόνο και, μακροπρόθεσμα, η ανικανότητα.

7.2 Μυοσκελετικές παθήσεις κατά τη συγκόλληση MIG/ MAG.

Επιπλέον όλων των παραπάνω ένας ηλεκτροσυγκολλητής εκτίθεται ειδικότερα σε εργονομικούς κινδύνους που σχετίζονται άμεσα με την εργασία του. Οι κίνδυνοι που αναφέρθηκαν πιο πάνω εκφράζονται με ιδιαίτερο τρόπο στο περιβάλλον εργασίας ενός ηλεκτροσυγκολλητή και αλληλεπιδρούν διαφορετικά και με τους υπόλοιπους επικίνδυνους παράγοντες στους οποίους εκτίθεται.

Σημαντικός παράγοντας εργονομικών κινδύνων είναι τα στατικά φορτία που δέχεται ο ηλεκτροσυγκολλητής κατά τη διάρκεια της εργασίας του. Αυτά μπορεί να



οφείλονται στον εξοπλισμό του, αλλά και στη στάση του σώματός του. Ο καυστήρας συγκόλλησης και η μάσκα προστασίας συνεισφέρουν σημαντικά στην καταπόνηση των μυών του ώμου, του χεριού και του αυχένα αντίστοιχα, ενώ οι μύες καταπονούνται σε μεγάλο βαθμό όταν η στάση του σώματος είναι ανορθόδοξη και

επίπονη. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι ακόμα και μια φυσιολογική στάση του σώματος μπορεί να προκαλέσει καταπόνηση σε διάφορους μύες όταν αυτή διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η φύση της εργασίας του αναγκάζει τον ηλεκτροσυγκολλητή να κρατά το σώμα του ακίνητο για μεγάλο χρονικό διάστημα, γεγονός που αυξάνει το στατικό φορτίο των μυών σε ολόκληρο το σώμα.

Γενικά κατά τη διαδικασία της συγκόλλησης αυτή καθ' αυτή, όταν εκτελείται σε φυσιολογική στάση, δεν απαιτείται μεγάλη μυϊκή δύναμη. Όμως ένας ηλεκτροσυγκολλητής κατά τη διάρκεια της εργασίας του εκτελεί και διάφορες άλλες εργασίες βοηθητικές ως προς αυτήν, όπως τη μεταφορά βαρέων φορτίων (μηχανές συγκόλλησης, φιάλες αερίων, έτοιμα τεμάχια κ.α.), ματσακόνισμα, πλανάρισμα, τρόχισμα και διάφορες άλλες. Σε αυτές τις περιπτώσεις δέχεται αρκετά επίπονα και κοπιαστικά φορτία τα οποία οδηγούν σε τραυματισμούς αντίστοιχης φύσεως όπως διαστρέμματα, χτυπήματα από μετακινούμενα φορτία, κακώσεις των μυών κ.α.

Άνω άκρα

Ενοχλήσεις στους ηλεκτροσυγκολλητές εμφανίζονται κατά κύριο λόγο στην περιοχή του ώμου και των άνω άκρων γενικά και ακολουθεί η περιοχή της μέσης, του αυχένα και τέλος των γονάτων (Gonnet, 1995). Οι ενοχλήσεις αυτές έχουν να κάνουν

με κακώσεις και φλεγμονές των μυών και των μαλακών μορίων της κάθε περιοχής (τενοντίτιδες, κακώσεις των μεσοσπονδύλιων δίσκων κ.λ.π.).

Μια πολύ διαδεδομένη μυοσκελετική πάθηση που παρουσιάζεται είναι η τενοντίτιδα των μυών του ώμου (υπερακανθώδης, υπακανθώδης) (Kadefors, 1994). Πρόκειται για φλεγμονή των τενόντων στην περιοχή αυτή και προκαλείται κυρίως από την έντονη κόπωσή τους, είτε λόγω παρατεταμένης εργασίας, είτε λόγω κοπιαστικής θέσης του χεριού (στο ύψος του ώμου και πάνω από αυτόν), είτε και από τους δύο παράγοντες. Σε κάθε περίπτωση σημαντικότερος είναι ο ρόλος του βάρους και του σχεδιασμού γενικά του καυστήρα συγκόλλησης, ο οποίος μαζί με τα καλώδια και τους εύκαμπτους αγωγούς που τον συνδέουν με τη μηχανή συγκόλλησης καταπονεί σε σημαντικό βαθμό τα χέρια και τους ώμους του εργαζομένου. Όπως και σε κάθε μυοσκελετική πάθηση και εδώ η επαναληψιμότητα της κάθε κίνησης σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την εμφάνιση και τη σοβαρότητα της πάθησης.

Αντίστοιχα για την περιοχή του χεριού και του καρπού παρουσιάζεται το σύνδρομο του καρπιαίου σωλήνα, το οποίο αποτελεί φλεγμονώδη αντίδραση των μυών και των τενόντων του καρπού και οφείλεται σε αντίστοιχους παράγοντες, ένας από τους οποίους είναι η χρήση μεγάλης, σχετικά, δύναμης για την ενεργοποίηση της σκανδάλης του καυστήρα συγκόλλησης. Συγκριτικά με τις υπόλοιπες παθήσεις εμφανίζεται σπανιότερα στους ηλεκτροσυγκολλητές ενώ οφείλεται και σε δευτερεύουσες εργασίες που εκτελούνται, όπως το ματσακόνισμα και το τρόχισμα (κραδασμοί από εργαλεία χειρός κ.α.).

Αυχένας

Συχνά οι εργαζόμενοι ηλεκτροσυγκολλητές παραπονούνται για ενοχλήσεις στην περιοχή του αυχένα. Συγκριτικά με τους υπόλοιπους εργαζόμενους γενικά, οι ηλεκτροσυγκολλητές έχουν δύο φορές μεγαλύτερο κίνδυνο να εμφανίσουν κακώσεις ή παθήσεις στον αυχένα, όπως δείχνουν έρευνες στη Σουηδία.

Η αιτία για αυτό είναι το φορτίο που θέτει η μάσκα λόγω του βάρους της στον αυχένα του ηλεκτροσυγκολλητή. Βάσει ερευνών, το φορτίο αυτό αυξάνεται κατά 15% περίπου όταν το κεφάλι βρίσκεται σε κάμψη 30°. Η γωνία κλίσης του κεφαλιού ενός ηλεκτροσυγκολλητή κατά τη συγκόλληση μπορεί να κυμανθεί από 10 έως 50° με μέσο όρο τις 30° (Eklund J. et al, 1993).

Σημαντικός επίσης παράγοντας πρόκλησης κακώσεων στον αυχένα, ο οποίος δρα συσσωρευτικά, είναι οι απότομη κινήσεις που κάνουν συχνά οι ηλεκτροσυγκολλητές

με το κεφάλι τους, Ιδιαίτερα αυτοί που εργάζονται σε βιομηχανίες με υψηλές απαιτήσεις ακριβείας και αυστηρές προδιαγραφές, κάνουν μια χαρακτηριστική κίνηση για να κατεβάσουν τη μάσκα (όταν αυτή είναι σταθερής σκίασης) προτού ξεκινήσουν τη συγκόλληση. Σε περιπτώσεις που οι απαιτήσεις είναι αρκετά μεγάλες ο ηλεκτροσυγκολλητής αναγκάζεται να χρησιμοποιεί και τα δύο του χέρια κατά την εργασία του και για αυτόν το λόγο ακολουθεί αυτήν την πρακτική που του το επιτρέπει αυτό. Σε άλλες περιπτώσεις η εξοικονόμηση χρόνου και η ανάγκη να προσαρμοστούν στους ρυθμούς της γραμμής παραγωγής οδηγεί σε τέτοιες λανθασμένες πρακτικές.

Περιορισμένοι χώροι

Κατά την εργασία του ένας ηλεκτροσυγκολλητής μπορεί να βρεθεί σε διάφορες ανορθόδοξες και κοπιαστικές στάσεις. Ιδιαίτερα σε ναυπηγεία, όπου τα προς συγκόλληση τεμάχια είναι ογκώδη και γενικά η εργασία σε ειδικά διαμορφωμένους για αυτό χώρους είναι περιορισμένη η συγκόλληση μπορεί να γίνει σε ποικίλες στάσεις και θέσεις. Μόνο όταν η ανέγερση βρίσκεται σε αρχικό στάδιο ή όταν πρόκειται για μικρά σχετικά τεμάχια οι εργασίες γίνονται σε ειδικά διαμορφωμένους σταθμούς όπου και είναι πιο εύκολο να υιοθετούνται ασφαλέστερες και ορθότερες πρακτικές εργασίας. Μεγάλο μέρος των συγκολλήσεων γίνεται πάνω στο πλοίο (ειδικά όταν δεν πρόκειται για νέα κατασκευή) με άμεση συνέπεια στον εργονομικό σχεδιασμό των διαδικασιών.

Σε πάρα πολλές περιπτώσεις η διαδικασία της συγκόλλησης επιβάλλεται να γίνεται σε δυσπρόσιτες θέσεις (π.χ. μεγάλο ύψος, περιορισμένοι χώροι, δυσπρόσιτα σημεία) οι οποίες απαιτούν από τον εργαζόμενο να παίρνει ανορθόδοξες και επίπονες στάσεις. Πέρα από τη γενική καταπόνηση του σώματός του η εργασία σε τέτοιες στάσεις και θέσεις μπορεί να είναι επικίνδυνη για την ασφάλεια του και των παρευρισκομένων (κίνδυνος πτώσης από μεγάλο ύψος, πτώσεις λόγω εμπλοκής με τον εξοπλισμό κ.α.).

7.3 Προστασία από εργονομικούς κινδύνους

Συμμετοχή των εργαζομένων

Κρίσιμο στοιχείο κατά την προστασία από εργονομικούς κινδύνους είναι ο ίδιος ο ρόλος των εργαζομένων. Οι παρατηρήσεις των εργαζομένων βοηθούν σε κάθε περίπτωση τον εργονομικό σχεδιασμό μιας θέσης εργασίας και τις εργονομικές παρεμβάσεις στον εργασιακό χώρο γενικά. Αυτοί γνωρίζουν καλύτερα από οποιονδήποτε τις διαδικασίες που ακολουθούν και τα προβλήματα που συναντούν. Είναι οι περισσότερο αρμόδιοι στο να εντοπίσουν τι τους κουράζει, τι τους προκαλεί δυσκολίες κατά την εργασία και να προτείνουν συγκεκριμένες λύσεις, όπως επίσης και να επιβεβαιώσουν και να εγκρίνουν το σωστό σχεδιασμό μιας θέσης εργασίας. Σε κάθε περίπτωση ισχύει ότι αν ένας εργαζόμενος δεν αισθάνεται άνετα με τη θέση εργασίας του, τότε το πρόβλημα έγκειται στο σχεδιασμό της και όχι στον εργαζόμενο.

Φυσιολογικοί ρυθμοί εργασίας, μειωμένη επαναληπτικότητα

Ένα άλλο κρίσιμο στοιχείο είναι η μη εντατικοποίηση της εργασίας. Ακόμα και η πιο ξεκούραστη στάση εργασίας, όταν αυτή υιοθετείται για μεγάλο χρονικό διάστημα, κουράζει και μπορεί να προκληθούν τραυματισμοί εξαιτίας της. Οι μύες του ανθρώπινου σώματος φέρουν φορτίο σε όποια στάση και αν βρίσκεται το σώμα, αρά και κουράζονται. Επίσης οι μονότονες κινήσεις προκαλούν καταπόνηση σε συγκεκριμένους μύες με σημαντικά αποτελέσματα. Η επαναληπτικότητα της εργασίας που σχετίζεται άμεσα και με την εντατικοποίησή της αποτελεί σημαντικό παράγοντα εργονομικών κινδύνων. Μια μονότονη κίνηση που εκτελείται από έναν εργαζόμενο καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας, κάθε μέρα εργασίας, σε ρυθμό που δεν καθορίζει ο ίδιος και συνήθως είναι αρκετά υψηλός (ειδικά όταν μιλάμε για γραμμή παραγωγής), μπορεί να προκαλέσει σοβαρές παθήσεις με την πάροδο των χρόνων εργασίας, αλλά και ατυχήματα ή τραυματισμούς. Ο ψυχολογικός παράγοντας παίζει μεγάλο ρόλο εδώ, όσον αφορά τον εφησυχασμό των εργαζομένων, αλλά και την αδυναμία αντίληψης της παραγωγικής διαδικασίας στο σύνολό της μιας και συνήθως τέτοιου είδους εργασία αφορά στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων γραμμής παραγωγής.

Είναι σημαντική, επομένως, η τήρηση φυσιολογικών ρυθμών εργασίας, με ότι μπορεί να σημαίνει αυτό. Κατά τη διάρκεια της εργάσιμης ημέρας πρέπει να γίνονται

διαλείμματα, και να καθορίζονται οι ρυθμοί της εργασίας από τις σωματικές δυνατότητες των εργαζομένων. Επίσης τα συγκεκριμένα καθήκοντα ενός εργαζομένου πρέπει να εναλλάσσονται ούτως ώστε να προλαμβάνονται οι ψυχολογικές επιπτώσεις των παραγόντων αυτών και να αντιλαμβάνεται ο εργαζόμενος την παραγωγική διαδικασία στο σύνολό της. Αυτό δε σημαίνει απαραίτητα ότι ένας ηλεκτροσυγκολλητής, για παράδειγμα, θα πρέπει να εκτελεί καθήκοντα ελασματοουργού, αλλά ότι θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι θα αλλάζει θέση στην παραγωγή, όποτε αυτό είναι δυνατό.

Κατάλληλος χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται από τον εργαζόμενο πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένος ούτως ώστε να εξαλείφει ή να περιορίζει τους εργονομικούς κινδύνους που προκύπτουν από τη χρήση του. Ο εξοπλισμός πρέπει να απαιτεί την ελάχιστη δυνατή δύναμη για τη χρήση του και τη μεταφορά του. Επομένως πρέπει να είναι όσον το δυνατό ελαφρύτερος και να μην αναγκάζει τον εργαζόμενο να παίρνει άβολες στάσεις εργασίας ή θέσεις των άνω και κάτω άκρων.

Καυστήρας συγκόλλησης

Ο καυστήρας συγκόλλησης αποτελεί το εργαλείο που χρησιμοποιεί ο ηλεκτροσυγκολλητής κατά το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας του και είναι προφανές ότι τα όποια προβλήματα προκύπτουν στα χέρια του προκύπτουν κυρίως από αυτόν. Έτσι ένας καυστήρας συγκόλλησης πρέπει (Tregaskiss, 1995):

➤ Να είναι ελαφρύς.

Ένας ελαφρύς καυστήρας απαιτεί λιγότερη δύναμη από τον εργαζόμενο για να το χειριστεί και γενικά είναι το πρώτο βήμα για τον περιορισμό της κόπωσης των μυών των άνω άκρων και κατά συνέπεια των παθήσεων και των τραυματισμών στην περιοχή αυτή του σώματος.

➤ Να απαιτεί μικρή δύναμη για την ενεργοποίησή του.

Όσο μικρότερη δύναμη ασκείται στη σκανδάλη τόσο περισσότερο άνετα γίνεται ο χειρισμός του καυστήρα και προλαμβάνεται το σύνδρομο του καρπιαίου σωλήνα.

➤ Να απαιτεί μικρή ροπή για την περιστροφή του.

Το παραπάνω μέγεθος αποτελεί ένδειξη του πόσο εύκολα και ξεκούραστα μπορεί ένας εργαζόμενος να χειριστεί τον καυστήρα. Σε αυτό σημαντικό ρόλο παίζουν και οι σωληνώσεις που συνδέονται με τον καυστήρα. Η σύνδεση του καυστήρα με τους εύκαμπτους αγωγούς με τρόπο ώστε αυτοί να μη χρειάζεται να περιστρέφονται

μαζί του αποτελεί σημαντική βελτίωση, όπως επίσης και η χρήση αρκετά εύκαμπτων αγωγών.

➤ **Να διαθέτει εργονομικά σχεδιασμένη λαβή**

Τα χαρακτηριστικά της λαβής που επηρεάζουν το σχεδιασμό της είναι η διάμετρός της, το σχήμα της και το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένη. Η διάμετρός της πρέπει να είναι από 9 έως 16 εκατοστά και να είναι κατασκευασμένη από μαλακό υλικό με μεγάλο συντελεστή τριβής, ούτως ώστε να χρειάζεται όσο το δυνατό μικρότερη δύναμη για να κρατηθεί και να είναι άνετη. Το σχήμα της διατομής της επίσης πρέπει να ανταποκρίνεται στην ανατομία του ανθρώπινου χεριού. Αν η λαβή είναι ορθογωνικής διατομής, τότε στις γωνίες ασκείται μεγάλη πίεση στην παλάμη του εργαζομένου, ενώ αν είναι κυκλικής διατομής, τότε χρειάζεται μεγάλη δύναμη για να κρατηθεί.

Μάσκα

Ο ηλεκτροσυγκολλητής φορά τη μάσκα του σε όλη τη διάρκεια της εργασίας του και είναι το κομμάτι εκείνο του εξοπλισμού που επιδρά στο σώμα του το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Το βάρος της σχετίζεται άμεσα με το στατικό φορτίο που παραλαμβάνουν οι μύες του εργαζομένου είτε αυτή είναι χειρός είτε κεφαλής. Πρέπει, λοιπόν, να προτιμώνται μάσκες μικρού βάρους. Σε περιπτώσεις που η ηλεκτροσυγκόλληση είναι η κύρια εργασία πρέπει να χρησιμοποιούνται μάσκες κεφαλής μιας και η χρήση μάσκας χειρός επιβαρύνει σημαντικά τα άνω άκρα.

Όσον αφορά τις μάσκες κεφαλής, ένας καλός τρόπος για να αποφεύγεται η πρακτική κατεβάρματος που αναφέρθηκε παραπάνω είναι η χρήση φίλτρων αυτόματης σκίασης, που έχει και άλλα θετικά αποτελέσματα.

Λοιπά εργαλεία χειρός

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ένας ηλεκτροσυγκολλητής χρησιμοποιεί και μια σειρά από διάφορα άλλα εργαλεία χειρός για την εκτέλεση βοηθητικών εργασιών κατά τη διάρκεια της εργασίας του. Σύμφωνα με τον Αμερικάνικο Οργανισμό για την Επαγγελματική Ασφάλεια και Υγιεινή το καλύτερο από εργονομική άποψη εργαλείο είναι αυτό που:

- Ταιριάζει στη συγκεκριμένη εργασία
- Ταιριάζει στο διαθέσιμο εργασιακό χώρο
- Μειώνει τη δύναμη που χρειάζεται να ασκηθεί
- Ταιριάζει στο χέρι του εργαζομένου

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια άνετη στάση εργασίας (π.χ. να αναρτηθεί από το ταβάνι)

Ορισμένες αρχές που πρέπει να ισχύουν κατά την επιλογή εργαλείων χειρός είναι οι εξής (Λώμη Κ., 2007):

- Τα εργαλεία πρέπει να έχουν μεγάλες λαβές ώστε να ταιριάζουν σε ολόκληρο το χέρι και με αυτόν τον τρόπο να μειώνεται η πίεση στις αρθρώσεις και την παλάμη του χεριού.
- Οι λαβές των εργαλείων πρέπει να είναι επενδεδυμένες με μαλακό πλαστικό για να προφυλάσσουν από το ηλεκτρικό ρεύμα, να είναι άνετες και να μη γλιστρούν.
- Πρέπει να επιλέγονται εργαλεία μικρού και ομοιόμορφα κατανεμημένου βάρους.
- Τα εργαλεία δεν πρέπει να αναγκάζουν τον καρπό να είναι σε κάμψη και γενικά επίπονη στάση.
- Θα πρέπει να είναι κατάλληλα και για δεξιόχειρες και για αριστερόχειρες.

Θέση εργασίας

Σε αρκετές περιπτώσεις ένας ηλεκτροσυγκολλητής δεν έχει συγκεκριμένη θέση εργασίας, εκτός και αν πρόκειται για τη συγκόλληση μικρών κομματιών ή τη συμμετοχή σε γραμμή παραγωγής. Ειδικά κατά τις ναυπηγοεπισκευαστικές εργασίες η θέση εργασίας μπορεί να αλλάξει αρκετές φορές σε μια μέρα. Πρέπει όμως να ακολουθούνται κάποιοι βασικοί κανόνες κατά την εργασία και κατά το σχεδιασμό μιας θέσης εργασίας όπου αυτό είναι δυνατό, όπως (Λώμη Κ., 2007):

- Να υπάρχει επαρκής χώρος για τον πιο ψηλό εργαζόμενο.
- Τα αντικείμενα της εργασίας πρέπει να βρίσκονται κοντά στον εργαζόμενο, ώστε να αποφεύγετε το τέντωμα προς τα πάνω ή προς τα έξω και το σκύψιμο.
- Το ύψος της επιφάνειας εργασίας πρέπει να είναι τέτοιο έτσι ώστε η εκτέλεση των περισσότερων εργασιών να γίνεται στο ύψος του αγκώνα ή λίγο πιο κάτω απ' αυτό.
- Βεβαιωθείτε ότι αντικείμενα που πρέπει να σηκωθούν βρίσκονται στο ύψος μεταξύ χεριού και ώμου.
- Αν η εργασία μπορεί να εκτελεστεί σε περιορισμένο χώρο, τότε να εκτελείται σε καθιστή θέση.

- Το ύψος του καθίσματος πρέπει να είναι προσαρμοσμένο σύμφωνα με το ύψος των κάτω άκρων και το ύψος της επιφάνειας εργασίας.
- Να υπάρχει αρκετός χώρος ώστε τα κάτω άκρα να μπορούν να τεντώνονται εντελώς.
- Να υπάρχει προσαρμοζόμενο υποπόδιο έτσι ώστε τα κάτω άκρα να μην αιωρούνται και ο εργαζόμενος να μπορεί ν' αλλάζει στάση.
- Να μπορεί ο εργαζόμενος να έχει πρόσβαση σε όλη την επιφάνεια εργασίας χωρίς να τεντώνεται ή να στρίβει.
- Να διασφαλίζεται ότι ο εργαζόμενος δεν είναι καθιστός καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας με επαρκή διαλείμματα και ποικιλία καθηκόντων.
- Να αποφεύγεται η εργασία σε όρθια θέση
- Να μπορεί ο εργαζόμενος να καθίσει ανά τακτά χρονικά διαστήματα και να αλλάζει στάση.
- Ο εργαζόμενος να στέκεται σε καθαρό, επίπεδο πάτωμα και να μη γλιστρά.
- Να υπάρχει αρκετός χώρος για τα γόνατα.
- Γενικά ο εργαζόμενος να έχει τη δυνατότητα να αλλάζει στάση εργασίας τακτικά.

Ακόμα, λοιπόν, και αν η θέση εργασίας ενός εργαζομένου δεν είναι συγκεκριμένη οι παραπάνω κανόνες θα πρέπει να τηρούνται όπου αυτό είναι δυνατόν.

8. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως προκύπτει από το σύνολο της διπλωματικής εργασίας οι επαγγελματικοί κίνδυνοι κατά τις συγκολλήσεις MIG/MAG οφείλονται σε ένα πλήθος παραγόντων. Κατά συνέπεια και η προστασία από αυτούς δεν μπορεί παρά να εξετάζει ένα μεγάλο εύρος πηγών κινδύνου, οι οποίες προκύπτουν από την ίδια τη διαδικασία, το χώρο εργασίας του ηλεκτροσυγκολλητή, αλλά και από το σύνολο της παραγωγικής διαδικασίας στην οποία είναι ενταγμένος ο ηλεκτροσυγκολλητής.

Προφανώς και το σύνολο των επαγγελματικών κινδύνων στους οποίους ενδέχεται να εκτεθεί ένας εργαζόμενος, οποιασδήποτε ειδικότητας ή κλάδου, δεν μπορεί να αναλυθεί στα πλαίσια μιας διπλωματικής εργασίας, αλλά έγινε προσπάθεια να παρουσιαστούν οι κίνδυνοι που σχετίζονται άμεσα με τις συγκολλήσεις MIG/MAG καθώς και αυτοί που προκύπτουν στο σύνηθες περιβάλλον εργασίας.

Κατά την περιγραφή των μέτρων και τρόπων προστασίας για κάθε κίνδυνο, είναι φανερό ότι αυτοί εξαρτώνται άμεσα από το επίπεδο ανάπτυξης της τεχνολογίας κάθε χρονική στιγμή, το οποίο επιδρά και στις ίδιες τις παραμέτρους της μεθόδου, αλλά και στις δυνατότητες εφαρμογής και την ανάπτυξη μέτρων τεχνητής προστασίας.

Πέρα, όμως, από τα παραπάνω, κυρίαρχο ρόλο στην αποτελεσματική προστασία των εργαζομένων παίζει η διαπαιδαγώγησή τους στην υιοθέτηση των προτεινόμενων μέτρων προστασίας κάθε φορά, η απαίτησή τους για ασφαλείς συνθήκες εργασίας απέναντι στην ολοένα και αυξανόμενη εντατικοποίηση της εργασίας. Οι εργοδότες οφείλουν να προστατεύουν την ανθρώπινη ζωή και υγεία στην επιχείρησή τους και το κράτος να μεριμνά για την εκπαίδευση και την επιμόρφωση εργαζομένων και εργοδοτών και να επιβλέπει τους όρους με τους οποίους οι εργαζόμενοι της χώρας στο σύνολό τους συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία γενικά.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Industrial Ventilation: A manual of recommended practice, 25th edition, Signature Publications, Cincinnati, Ohio, USA, 2004
- Bradshaw LM, Fishwick D, Slater T, Pearce N. Chronic bronchitis, work related respiratory symptoms, and pulmonary function in welders in New Zealand. Occup Environ Med 1998;55:150-4
- Brown K., Fume Composition Chart, International Institute of Welding/Committee VIII, VIII-1876-99
- Carrescia V., Fondamenti di Sicurezza Elettrica, Hoepli, 1991
- Cherry R. N. Jr, Ionizing Radiation: Introduction, από την έκδοση του ILO: Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 4th edition, Geneva, 1998
- Cornu J., Ventilation: Technical and Administrative Solutions, International Institute of Welding/ Committee VIII, VIII – 1775 – 95
- Cornu Jean, Advanced Welding Systems Vol. 2: Consumable Electrode Processes, IFS Publications/Springer- Verlag, 1988
- Davies A. C., The Science and Practice of Welding Vol. 2, 8th edition, Cambridge University Press, 1984
- Doll R, Peto R. The causes of cancer. Oxford: Oxford University Press, 1981
- Eklund J. et al, Loading on the Neck when Welding with Visors, International Institute of Welding/ Committee VIII, VIII – 1674 – 93
- Flodin U, Ziegler J, Jonnson P, Axelson O. Bronchial asthma and air pollution at workplaces. Scand J Work Environ Health 1996;22:451-6
- Gonnet L., Towards an Ergonomic Design of Welding Stations, International Institute of Welding/ Committee VIII, VIII – K101 – 95
- Hessel PA, Melenka LS, Michaelchuk D, Herbert FA, Cowie RL. Lung health among boilermakers in Edmonton, Alberta. Am J Ind Med 1998;34:381-6
- Hewett P., Estimation of Regional Pulmonary Deposition and Exposure for Fumes from ‘SMAW’ and ‘GMAW’ Mild and Stainless Steel Consumables, International Institute of Welding/Committee VIII, VIII-1867-93
- Hewitt P., Reducing Fume Emissions Through Process Parameter Selections, International Institute of Welding/Committee VIII, VIII-F100-95

- Higginson J, Muir CS. Proportion of cancers due to occupation. *Prev Med* 1980;9:180-8
- Hilton D. E. et al, Particulate Fume Generation During Gas Metal Arc Welding and Gas Tungsten Arc Welding, International Institute of Welding/Committee VIII, VIII-1652-92
- ILO, Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 4th edition, Geneva, 1998
- Jeffus Larry, Welding: Principles and Applications, 3rd Edition, Delmar Publishers, Albany, USA, 1993
- Kadefors R., Welding and Musculoskeletal Disease: A Review, International Institute of Welding/ Committee VIII, VIII – 1724 – 94
- Kalliomaki K, Kalliomaki PL, Kelha V, Sortti V, Vaaranen V. Measurement of lung contamination among mild steel and stainless steel welders, International Institute of Welding/Committee VIII, VIII-788-78
- Khoo GT. Occupational asthma from welding: a case report. *Ann Acad Med Singapore* 1996;25:293-5
- Lyngenbo O, Groth S, Groth M, Olsen O, Rossing M. Occupational lung function impairment in never-smoking Danish welders. *Scand J Soc Med* 1989;17:157-64
- Matthes R., Infrared Radiation, από την έκδοση του ILO: Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 4th edition, Geneva, 1998
- McMillan GHG, Heath J. The health of welders in naval dockyards: acute changes in respiratory function during standardized welding. *Ann Occup Hyg* 1979;22:19-32
- Morabia A, Markowitz S, Garibaldi K, Wynder EL. Lung cancer and occupation: results of a multicentre case-control study. *Br J Ind Med* 1992;49:721-7
- Moulin JJ, Wild P, Haguenoer JM, Faucon D, De Gaudemaris, Mur JM. A mortality study among mild steel and stainless steel welders. *Br J Ind Med* 1993;50:234-243
- National Fire Protection Association (NFPA), Fire Extinguishers at Work, USA, 2005
- National Fire Protection Association (NFPA), Fire Protection Handbook, 18th edition, USA, 1997

- NDT Resource Center, Radiation Safety, www.ndt-ed.org
- National Institute of Occupational Safety and Health, Worker Deaths In Confined Spaces, A Summary of NIOSH Surveillance and Investigative Findings, Publication No 94-103, January 1994
- National Occupational Health and Safety Commission, Welding: Fumes and Gases, Australian Government Publishing Service, November 1990
- Newman-Taylor A. Respiratory irritants encountered at work. *Thorax* 1996;51:541-5
- Nielsen J, Dahlqvist M, Welinder H, et al. Small airway function in aluminum and stainless steel welders. *Int Arch Occup Environ Health* 1993;65:101-5
- Ozdemir O, Numanoglu N, Gonullu U, et al. Chronic effects of welding exposure on pulmonary function tests and respiratory symptoms. *Occup Environ Med* 1995;52:800-3
- Pettit T., Herb L., A Guide to Safety in Confined Spaces, NIOSH, Cincinnati, Ohio, USA, 1987
- Platcow P. A., Lyndon G. S., Welding and Thermal Cutting, από την έκδοση του ILO: Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 4th edition, Geneva, 1998
- Sferazza S. et al, The Respiratory Health of Welders, IIW/IIS, VIII-1715-94
- Simonato L, Vineis P, Fletcher AC. Estimates of the proportion of lung cancer attributable to occupational exposure. *Carcinogenesis* 1988;9:1159-65.
- Sliney D., Light and Infrared Radiation, από την έκδοση του ILO: Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 4th edition, Geneva, 1998
- Sliney D., Ultraviolet Radiation, από την έκδοση του ILO: Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 4th edition, Geneva, 1998
- Sobaszek A, Edme JL, Boulenguez C, Shirali P, Mereau M, Robin H, Haguenoer JM. Respiratory symptoms and pulmonary function among stainless steel welders. *J Occup Environ Med* 1998;40:223-9
- Speizer FE. The rise in chronic obstructive pulmonary disease mortality. *Am Rev Respir Dis* 1989;140:S1-107
- Sultan A. Meo, Thamir Al-Khlaiwi, Health Hazards of Welding Fumes, Saudi Medical Journal, Vol. 24, 2003

- Suter A. H., The Nature and Effects of Noise, από την έκδοση του ILO: Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 4th edition, Geneva, 1998
- The ESAB Group, Health and Safety – A Welding Review, International Institute of Welding/ Committee VIII, VIII – 1747 – 94
- Tregaskiss J. et al, Understanding the Ergonomics of Welding Gun Design, International Institute of Welding/ Committee VIII, VIII – K103 – 95
- Turkdogan A., Mathisen K. R., Compressed Gases: Handling, Storage and Transport, από την έκδοση του ILO: Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 4th edition, Geneva, 1998
- Upton A. C., Radiation Biology and Biological Effects, από την έκδοση του ILO: Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 4th edition, Geneva, 1998
- Wolf C, Pirich C, Valic E, Waldhoer T. Pulmonary function and symptoms of welders. Int Arch Occup Environ Health 1997;69:350-3
- Αδαμάκης Ι., Εργασίες Συγκόλλησης και Κοπής Μετάλλων, από την έκδοση του ΕΛΙΝΥΑΕ: Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007
- Αλεξόπουλος Ευάγγελος, Κίνδυνοι για την Υγεία από την Ηλεκτροσυγκόλληση, εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 2007
- Αμερικανική Εταιρία Κυβερνητικών Υγιεινολόγων Βιομηχανίας (ACGIH), Οριακές Τιμές Χημικών Ουσιών και Φυσικών Παραγόντων και Δείκτες Βιολογικής Έκθεσης (1996), εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 1997
- Βαγιόκας Ν., Σήμανση Ασφάλειας και Υγείας στους Χώρους Εργασίας, από την έκδοση του ΕΛΙΝΥΑΕ: Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007
- Βαφείδου Ε., Γκινάλας Τ., Δρίβας Σ., Ο Θόρυβος στην Εργασία, εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 2005
- Γεωργιάδου Ε., Κίνδυνοι Πυρκαγιάς και Πυροπροστασία, ΕΛΙΝΥΑΕ
- Γεωργιάδου Ε., Παπαδόπουλος Μ., Κίνδυνοι Πυρκαγιάς – Εκρήξεων/ Μέτρα Προστασίας, εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 2008
- Δαλαμάγκας Β., Θόρυβος Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων, Σεμινάρια ΕΜΠ, Αθήνα, 1996
- Διαμαντούδης Θεοδόσιος, Συγκολλήσεις Μετάλλων, Θεσσαλονίκη, 2000

- Δρίβας Σ., Ζορμπά Κ., Κουκουλάκη Θ., Μεθοδολογικός οδηγός για την εκτίμηση και πρόληψη του επαγγελματικού κινδύνου, Β' έκδοση, εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 2003
- ΕΛΙΝΥΑΕ, Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007
- Ζορμπά Κ., Μέσα Ατομικής Προστασίας, από την έκδοση του ΕΛΙΝΥΑΕ: Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007
- Λώμη Κ., Εργονομία - Γενικές Αρχές Εργονομικού Σχεδιασμού, από την έκδοση του ΕΛΙΝΥΑΕ: Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007
- Παπάζογλου Β. Ι., Τσαρακλής Ζ., Υγιεινή και Ασφάλεια στις Ναυπηγοεπισκευαστικές Εργασίες (Πανεπιστημιακές Σημειώσεις), εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα, 2001
- Ραντίν Λ., Πούλιος Κ., Ηλεκτρική Ασφάλεια, ΕΛΙΝΥΑΕ
- Σελλούντος Β., Χουσιανάκος Κ., Παπαϊωάννου Γ., Πέρδιος Σ., Πυρασφάλεια: Εφαρμοσμένη Πυροπροστασία και Στοιχεία Πυρόσβεσης, Φοίβος, Αθήνα, 1988
- Τσαρακλής Ζ., Κραψίτης Ι., Υγιεινή και Ασφάλεια των Εργαζομένων στη Ναυπηγοεπισκευαστική Βιομηχανία, Ε. Κ. Πειραιά, Πειραιάς, 1997
- Τσιρώνης Ι., Παπαδάκης Α., Γεωργιάδου Ε., Δουλεύοντας σε Περιορισμένους Χώρους/ Κίνδυνοι και Μέτρα Προστασίας, εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 2008
- Χατζιωάννου Χ., Κίνδυνοι από το Ηλεκτρικό Ρεύμα, από την έκδοση του ΕΛΙΝΥΑΕ: Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007