

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Α. ΚΑΡΙΝΙΩΤΑΚΗ
ΑΝΤΙΠΛΟΙΑΡΧΟΥ Π.Ν.

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΒΛΗΤΙΚΗ ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ & ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΑ



ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1985

Π Ρ Ο Λ Ο Γ Ο Σ

Το βιβλίο αυτό το οποίο φέρει τον τίτλο "ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΒΑΛΗΤΙΚΗ - ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ ΚΑΙ ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΑ" εκπονήθηκε με το σκοπό ν'αποτελέσει ένα βοήθημα για την κατανόηση και σπουδή των αντικειμένων τα οποία πραγματεύεται,σε κάθε ενδιαφερόμενο από το προσωπικό του Πολεμικού Ναυτικού.

Η ύλη του βιβλίου αυτού είναι κατανεμημένη σε πέντε κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο περιέχει μία σύντομη εισαγωγή στην εσωτερική βλητική. Στο δεύτερο κεφάλαιο μελετάται η κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου και προσδιορίζονται οι βασικές μαθηματικές σχέσεις της εσωτερικής βλητικής. Παρά την προσπάθεια η ύλη του βιβλίου αυτού να παρουσιασθεί απλά και περιγραφικά, η χρήση ορισμένων γνώσεων Μαθηματικών και Φυσικής ιδιαίτερα στο κεφάλαιο αυτό ήταν αναπόφευκτη. Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στις εκρηκτικές ύλες και παρουσιάζονται σ'αυτό στοιχεία, σχετικά με τη σύνθεση και τις ιδιότητες των εκρηκτικών υλών καθώς επίσης και των φαινομένων τα οποία παρατηρούνται κατά την αποσύνθεσή των. Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται τα διάφορα πυρομαχικά πυροβολικού και στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται στοιχεία με τους σωλήνες των πυροβόλων. Τέλος το παράρτημα του βιβλίου περιέχει μερικούς χρήσιμους πίνακες.

Το βιβλίο αυτό αποτελεί επίσης το πρώτο μιας σειράς από τρία βιβλία για τα οποία έγινε η αρχική σκέψη εκπόνησεως και με τα οποία αναμένεται να καλυφθεί ένα ευρύ φάσμα αντικειμένων σχετικών με τον Οπλισμό των Ναυτικών Μονάδων. Συγκεκριμένα το δεύτερο βιβλίο της σειράς αυτής θ'αναφέρεται στην "ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΒΑΛΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗ" και το τρίτο στα "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ ΒΟΛΗΣ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΩΝ ΒΛΗΜΑΤΩΝ".

ΑΝΤΙΠΛΟΙΑΡΧΟΣ Κ. ΚΑΡΙΝΙΩΤΑΚΗΣ Π.Ν.

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΒΛΗΤΙΚΗ

ΣΕΛΙΔΑ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.2. ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΥΡΟΒΟΛΟΥ	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΣΩΛΗΝΑ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ	12
2.2. ΚΑΜΠΥΛΗ ΠΙΕΣΕΩΣ	14
2.3. ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΠΙΕΣΗ	23
2.4. ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΥΝΕΧΩΣ ΕΛΑΤΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ	27
2.5. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ	32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	35
3.2. ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΚΡΗΞΗ	37
3.3. ΚΑΤΑΚΑΥΣΗ-ΕΚΡΗΞΗ	43
3.4. ΩΣΤΙΚΟ ΚΥΜΑ	45
3.5. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ	47
3.6. ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ	49
3.7. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΚΡΗΞΕΩΣ	51
3.8. ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ	53
3.9. ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΕΚΡΗΞΕΩΣ	55
3.10. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ	58
3.11. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΘΕΥΓΟΝΟΥ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΜΙΑ ΕΚΡΗΚΤΙΚΗ ΥΛΗ	63
3.12. ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ	64
3.13. ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΑ

	ΣΕΛΙΔΑ
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	111
4.2. ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΑ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ	110
4.3. ΕΚΚΑΥΜΑΤΑ	117
4.4. ΠΡΟΩΘΗΤΙΚΕΣ ΓΟΜΩΣΕΙΣ	121
4.5. ΒΛΗΜΑΤΑ	132
4.6. ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΕΣ	155
4.7. ΕΙΔΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΙ ΒΛΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΩΝ	176

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

Ο ΣΩΛΗΝΑΣ ΤΟΥ ΠΥΡΟΒΟΛΟΥ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	187
5.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ ΚΑΙ ΠΗΓΑΙΟΥ ΠΥΡΟΒΟΛΟΥ	188
5.3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΩΛΗΝΩΝ	197
5.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΥΡΟΒΟΛΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΔΙΑΜΕΤΡΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ	201
5.5. ΦΘΟΡΑ ΚΟΙΛΟΥ ΣΩΛΗΝΑ	202
5.6. ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΜΕ ΠΥΡΟΒΟΛΑ	213
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	216

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.-	ΣΥΝΤΗΜΗΣΕΙΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ ΣΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ ΚΑΙ ΤΑ ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΑ	218
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.-	ΣΥΝΤΗΜΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΓΓΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ ΣΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ ΚΑΙ ΤΑ ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΑ	226
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.-	ΧΡΩΜΑΤΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΩΣ ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΩΝ (ΤΥΠΟ-ΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΜΕΝΗ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΝΑΤΟ)	257

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΒΛΗΤΙΚΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εσωτερική βλητική "Interior Ballistics" είναι ο κλάδος της Βλητικής που μελετά την κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου καθώς και όλους τους παράγοντες που επιδρούν στην κίνηση αυτή. Οι παράγοντες αυτοί διακρίνονται σε σταθερούς και μεταβλητούς. Από αυτούς οι μεν σταθεροί αναφέρονται στα κατασκευαστικά στοιχεία του σωλήνα του πυροβόλου, όπως είναι το μήκος και η διάμετρός του, η διαμόρφωση της θαλάμης και ο όγκος της, τα χρησιμοποιηθέντα μέταλλα κλπ. ενώ οι μεταβλητοί παράγοντες αναφέρονται στην έναυση και καύση της προωθητικής πυρίτιδας, την ποσότητα και τη διαμόρφωση των κόκκων της, το βάρος του βλήματος, τη φθορά κοίλου και γενικώς όλους εκείνους τους παράγοντες που υπόκεινται σε μεταβολές.

Για ένα συγκεκριμένο σύστημα πυροβόλου και πυρομαχικών η εσωτερική βλητική απαιτεί γενικά τη δημιουργία συνθηκών που εξασφαλίζουν την ακριβή επανάληψη των φαινομένων που παρατηρούνται κατά την κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου, με το σκοπό να εξέρχεται τούτο από αυτόν με την ίδια πάντοτε ταχύτητα. Η ταχύτητα αυτή ονομάζεται Αρχική ταχύτητα "Initial Velocity" και αποτελεί το συνδετικό κρίκο μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής βλητικής.

Οι προωθητικές πυρίτιδες που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα στα πυροβόλα όπλα είναι σε στερεή κατάσταση. Παρά τις προσπάθειες που έχουν καταβληθεί από την εποχή του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και μετά, δεν έγινε ακόμα δυνατή η επιχειρησιακή χρησιμοποίηση προωθητικών πυρίτιδων που βρίσκονται

σε υγρή κατάσταση για τους λόγους που αναφέρονται σε ιδιαίτερο κεφάλαιο.

1.2. ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΥΡΟΒΟΛΟΥ

Από θεωρητική άποψη η απόδοση ενός συστήματος πυροβόλου μπορεί να προσδιορισθεί από το πηλίκο της ωφέλιμης λαμβανόμενης ενέργειας προς τη δαπανώμενη ενέργεια. Η λαμβανόμενη ωφέλιμη ενέργεια είναι μηχανική ή, περισσότερο συγκεκριμένα, κινητική ενέργεια την οποία αποκτά το βλήμα κατά την κίνησή του μέσα στον σωλήνα υπό την ώθηση των καυσαερίων, η δε δαπανώμενη ενέργεια είναι η χημική ενέργεια την οποία περιέχει η προωθητική πυρίτιδα. Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι για ένα συγκεκριμένο βλήμα, όσο μεγαλύτερη Αρχική Ταχύτητα επιτυγχάνεται με την ίδια δαπανώμενη ενέργεια, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση του αντίστοιχου συστήματος πυροβόλου. Η απόδοση ενός συστήματος πυροβόλου είναι της τάξεως του 0,30 έως 0,35 ή η επί τοις εκατό απόδοση ενός συστήματος πυροβόλου κυμαίνεται μεταξύ 30% και 35%. Είναι λοιπόν κάθε πυροβόλο μία σχετικά μικρής αποδόσεως μηχανή.

Από μία Επιχειρησιακή άποψη, αφ' ενός είναι επιθυμητό η αρχική ταχύτητα του βλήματος να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερη, γιατί έτσι επιτυγχάνεται η βολή του βλήματος σε μεγαλύτερες αποστάσεις, αφ' ετέρου είναι επιθυμητό η αρχική ταχύτητα να μην υπόκειται σε διακυμάνσεις από βολή σε βολή για να επιτυγχάνεται ταχύτερα, αποτελεσματικότερα και οικονομικότερα η εξουδετέρωση ενός στόχου.

Οι ανωτέρω επιχειρησιακές απαιτήσεις απαιτούν πολύ καλή ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών κατασκευής συστημάτων πυροβόλων και πυρομαχικών, και επίσης τήρηση αυστηροτάτων Τεχνικών προδιαγραφών κατασκευής.

Στην εποχή μας η οποία χαρακτηρίζεται από μία Τεχνολογική εξέλιξη ή ακριβέστερα μία Τεχνολογική Επανάσταση, έχει γίνει δυνατή η ικανοποίηση των παραπάνω απαιτήσεων με αποτέλεσμα να θεωρούνται σήμερα τα πυροβόλα σύγχρονες και

αξιόλογες "πολεμικές μηχανές".

Στα επόμενα κεφάλαια εξετάζονται και αναφέρονται κατά σειρά στοιχεία για την κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου, των εκρηκτικών υλών, των πυρομαχικών και τέλος στοιχεία για την κατασκευή των σωλήνων των πυροβόλων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΣΩΛΗΝΑ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Κάθε πυροβόλο αποτελείται βασικά από το σωλήνα του μέσα στον οποίο κινείται το βλήμα και από τη θαλάμη. Η κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας μέσα στη θαλάμη έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατροπή χημικής ενέργειας σε θερμική ενέργεια. Τα παραγόμενα με πολύ μεγάλη θερμοκρασία αέρια από την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας έχουν σαν επακόλουθο την ανάπτυξη μέσα στο σωλήνα πολύ μεγάλων πιέσεων, οι οποίες ωθούν το βλήμα στον πυθμένα του, αναγκάζοντάς το να κινείται προς το στόμιο του σωλήνα, με επιταχυνόμενη κίνηση και να εξέρχεται τελικά από αυτόν με μία πολύ μεγάλη ταχύτητα.

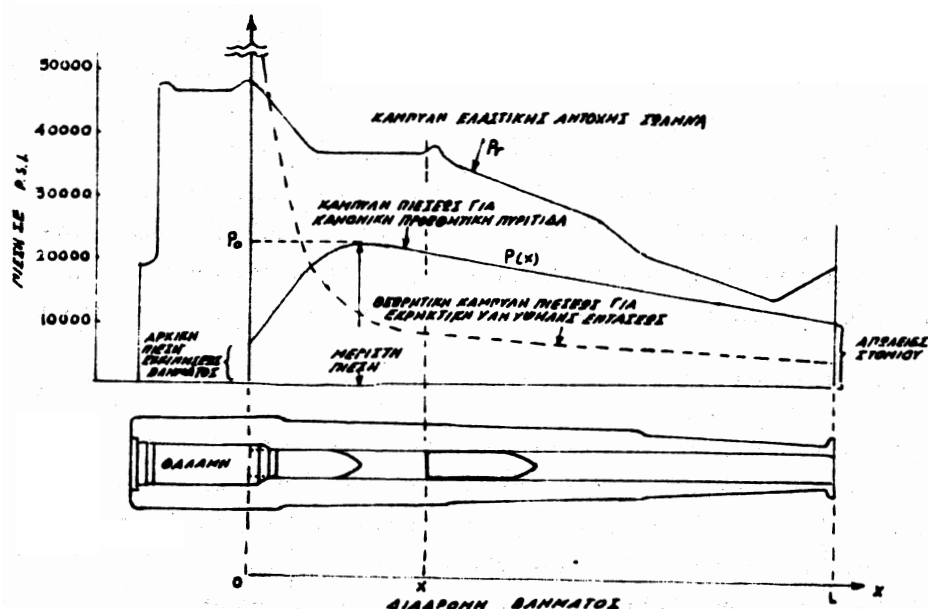
Κατά τον τρόπο λοιπόν αυτό η λαμβανόμενη ωφέλιμη ενέργεια από ένα πυροβόλο όπλο είναι μηχανική.

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω, μπορεί να διατυπωθεί ο ακόλουθος ορισμός: Πυροβόλο είναι ένα οπλικό σύστημα το οποίο μετατρέπει τη χημική ενέργεια της προωθητικής πυρίτιδας σε κινητική ενέργεια του βλήματος.

Η ανάπτυξη μεγάλων πιέσεων μέσα στη θαλάμη κατά την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας γίνεται πολύ γρήγορα. Λόγω δε της αρχικής αντιστάσεως του βλήματος για κίνηση μέσα στο σωλήνα, η οποία είναι συνήθως αρκετά μεγάλη λόγω κυρίως της αντιστάσεως που παρουσιάζει η ζώνη σσηνώσεως, αναπτύσσονται αρκετά μεγάλες πιέσεις πριν αυτό προχωρήσει σημαντικά μέσα στο σωλήνα. Στη συνέχεια όταν το βλήμα αρχίσει να κινείται, λόγω αυξήσεως του όγκου ο οποίος διατίθεται στα προερχόμενα από την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας αέρια η πίεση θα τείνει να ελαττωθεί. Παράλληλα όμως η πίεση

τείνει ν' αυξηθεί, λόγω των μεγάλων πιέσεων που αναπτύχθηκαν αρχικά και της επιδράσεως αυτών στην αύξηση της γραμμικής ταχύτητας κατακαύσεως της προωθητικής πυρίτιδας, και λόγω της αυξήσεως της καιόμενης επιφάνειας των κόκκων της προωθητικής πυρίτιδας (εφ' όσον αυτοί έχουν ανάλογη κατασκευή) με συνέπεια την αύξηση της παραγωγής καυσαερίων.

Με βάση τις παραπάνω επιδράσεις η πίεση θα συνεχίσει να αυξάνει μέχρι ένα σημείο, όπου θα λάβει την μεγαλύτερή της τιμή, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1-1. Αυτό συνήθως συμβαίνει όταν το βλήμα διανύσει μία σχετικά μικρή απόσταση μέσα στο σωλήνα (περίπου το 10-20% του όλου μήκους του L). Μετά από αυτό το σημείο η πίεση συνεχώς ελαττώνεται και ό-



Σχήμα 2.1-1

Καμπύλες πιέσεων και ελαστικής αντοχής σωλήνα βλήματος

ταν το βλήμα φθάσει πλέον στο στόμιο του σωλήνα, είναι της τάξεως του 10-30% της μεγίστης πιέσεως που αναπτύχθηκε. Το μέγεθος της πιέσεως αυτής είναι σημαντικό από την άποψη ότι με την επήρεια της πιέσεως αυτής το βλήμα συνεχίζει να επιταχύνεται για ένα μικρό διάστημα μετά την έξοδό του από το στόμιο του σωλήνα.

Ένα βασικό και πολύ δύσκολο πρόβλημα στην εσωτερική βλητική είναι ο έλεγχος της πιέσεως που αναπτύσσεται μέσα στο σωλήνα (ιδίως όταν πρόκειται για προωθητικές πυρίτιδες υγρής καταστάσεως όπως αυτές που χρησιμοποιούνται σε δοκιμές που γίνονται στο πεδίο δοκιμών της "China Lake" των ΗΠΑ). Στο σχήμα 2.1-1 φαίνεται επίσης η οριακή πίεση P_r η οποία αντιπροσωπεύει τα όρια της ελαστικής αντοχής του σωλήνα. Οι σωλήνες των πυροβόλων συνήθως, κατασκευάζονται κατά τρόπο ώστε σε κάθε σημείο τους να αντέχουν, περίπου σε διπλάσια πίεση από την αναπτυσσόμενη συνήθως μέγιστη πίεση στο σημείο αυτό, κατά τη βολή. Η μελέτη της κινήσεως του βλήματος με την επήρεια της πιέσεως αυτής είναι πολύ πολύπλοκη λόγω των παραγόντων οι οποίοι υπεισέρχονται και απαιτείται απαραίτητως γνώσεις "Δυναμικής των αερίων σε κίνηση".

Στις παραγράφους που ακολουθούν (όπου και γίνεται ανάλυση της κινήσεως του βλήματος μέσα στο σωλήνα) κρίθηκε σκόπιμη η απλοποίηση του προβλήματος με σειρά παραδοχών και η σταδιακή εξέτασή του αρχίζοντας από την απλούστερη περίπτωση.

2.2. ΚΑΜΠΥΛΗ ΠΙΕΣΕΩΣ

Κάθε πυροβόλο σχεδιάζεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε λειτουργικά να αντιστοιχεί σε μία συγκεκριμένη καμπύλη πιέσεως, με την οποία επιτυγχάνεται η επιθυμητή αρχική ταχύτητα, και αποφεύγεται η ανάπτυξη επικινδύνων για την αντοχή του πυροβόλου πιέσεων. Τελικά η μέγιστη πίεση της χαρακτηριστικής καμπύλης πιέσεως επηρεάζει την όλη απόδοση του πυροβόλου.

Στο σχήμα 2.2-1 φαίνονται οι καμπύλες πιέσεως, P_1, P_2, P_3 καθώς και η καμπύλη της ελαστικής αντοχής του σωλήνα P_r .

Καθορίζονται τ'ακόλουθα:

$P(x)$ = Η πίεση συναρτήσει του μήκους x το οποίο το βλήμα έχει διανύσει μέσα στο σωλήνα

W_n = Το έργο το οποίο παράγεται από τα καυσαέρια κατά τη μετακίνηση του βλήματος κατά μήκος του σωλήνα

K_x = Η κινητική ενέργεια του βλήματος στη θέση x

A = Η επιφάνεια του πυθμένα του βλήματος

m = Η μάζα του βλήματος

L = Το μήκος το οποίο διανύει το βλήμα μέσα στο σωλήνα

V_i = Η αρχική ταχύτητα του βλήματος

$$\text{τότε:} \quad W_n = \int_{x=0}^{x=L} AP(x) dx \quad (2.2-1)$$

$$\text{και} \quad K_L = \frac{1}{2} m V_i^2 \quad (2.2-2)$$

Σύμφωνα όμως με το θεώρημα έργο-ενέργειας κατά το οποίο "Το έργο που παράχτηκε από την ολική δύναμη που εφαρμόζεται σε ένα υλικό σώμα κατά τη μετακίνησή του από ένα σημείο σε ένα άλλο είναι ίσο με τη μεταβολή της κινητικής του ενέργειας" και με την παραδοχή ότι στο βλήμα εφαρμόζεται μόνο η δύναμη που προέρχεται από την πίεση που εξασκούν τα παραγόμενα από την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας αέρια, προκύπτει ότι:

$$W_n = K_L$$

$$\text{ή} \quad V_i^2 = \frac{2A}{m} \int_{x=0}^{x=L} P(x) dx \quad (2.2-3)$$

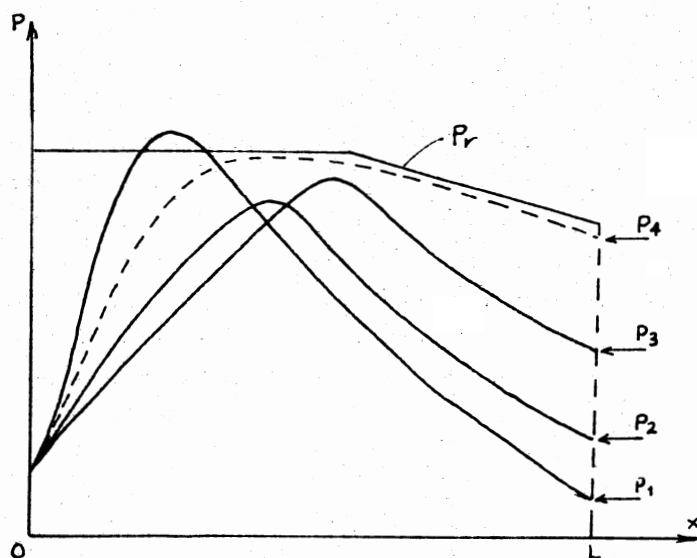
Από την παραπάνω σχέση προκύπτουν τα παρακάτω:

α. Καμπύλες πιέσεως οι οποίες παρέχουν το ίδιο εμβαδό επιφάνειας που περικλείεται μεταξύ αυτών και του άξονα των x παρέχουν επίσης στο βλήμα το ίδιο ποσό ενέργειας καθώς επίσης και την ίδια αρχική ταχύτητα. Για παράδειγμα, στο

σχήμα 2.2-1 οι καμπύλες P_1 και P_2 περικλείουν με τον άξονά των x το αυτό εμβαδό επιφάνειας και γι' αυτό θα προσδίδουν στο βλήμα την ίδια αρχική ταχύτητα, ενώ η καμπύλη P_3 επειδή περικλείει μεγαλύτερο εμβαδό επιφάνειας και επομένως θα προσδίδει μεγαλύτερη αρχική ταχύτητα.

β. Αν και θεωρητικά οι καμπύλες P_1 και P_2 παρέχουν την ίδια αρχική ταχύτητα η P_1 δεν είναι αποδεκτή γιατί σε μερικά σημεία υπερβαίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση P_r .

γ. Προκειμένου να αυξηθεί η αρχική ταχύτητα, θα πρέπει να αυξηθεί το εμβαδό της επιφάνειας που περικλείεται μεταξύ της καμπύλης πίεσεως και του άξονά των x . Από την άποψη λοιπόν αυτή η καλύτερη καμπύλη πίεσεως θα είναι περίπου όμοια με την P_4 . Εάν όμως ήταν δυνατό στην πράξη να έχουμε



Σχήμα 2.2-1

Καμπύλες πιέσεων

μία τέτοια καμπύλη πίεσεως τότε θα παρατηρούσαμε υπερβολική φθορά κοίλου και μεγάλη διακύμανση της αρχικής ταχύτητας από βολή σε βολή, καθώς επίσης και ισχυρή λάμψη. Εκτός όμως από αυτά θα υπήρχε ανάγκη και για μεγαλύτερη θαλάμη πυροβόλου με συνέπεια να αυξηθεί και το ολικό βάρος αυτού. Μετά λοι-

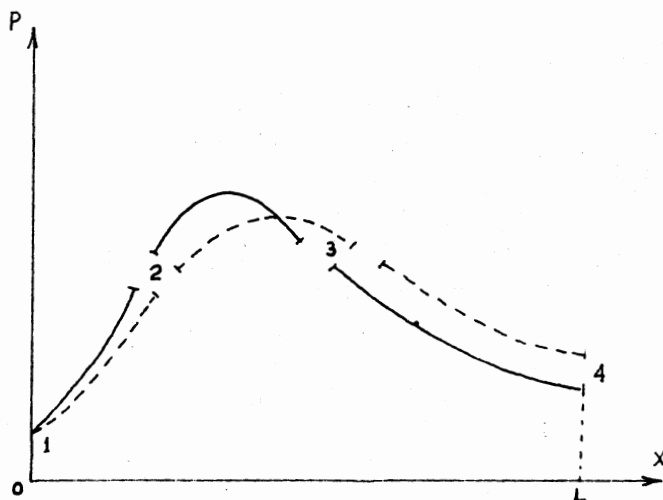
πόν από τα παραπάνω σχόλια σαν καταλληλότερη σχεδίαση συστημάτων πυροβόλων αναγνωρίζεται εκείνη με την οποία αποτρέπονται τα φαινόμενα που προαναφέρθηκαν.

δ. Από τη σχέση 2.2-1 προκύπτει:

$$\int_{x=0}^{x=L} P(x) dx = \frac{W_n}{\Lambda}$$

δηλαδή το εμβαδό της επιφάνειας που περικλείεται μεταξύ της καμπύλης πίεσεως και του άξονά των x παριστάνει επίσης το έργο ανά μονάδα επιφάνειας του πυθμένα του βλήματος, το οποίο παράγεται από τα καυσαέρια κατά τη μετακίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα.

Η χαρακτηριστική καμπύλη πίεσεως ενός πυροβόλου όπλου είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων μεταξύ των οποίων σημαντικότεροι είναι η χημική σύνθεση της προωθητικής πυρίτιδας, η ταχύτητα κατακαύσεώς της, τα χαρακτηριστικά αναφλέξεώς της, το σχήμα των κόκκων της, το βάρος της χρησιμοποιούμενης προωθητικής πυρίτιδας σε κάθε προωθητική γόμωση, το βάρος του βλήματος, το μήκος του σωλήνα του πυροβόλου και τέλος παράγοντες συνθηκών περιβάλλοντος, όπως η υγρασία και η θερμοκρασία.



Σχήμα 2.2-2

Εξέδραση παραγόντων στη διαμόρφωση της χαρακτηριστικής καμπύλης πίεσεως.

Στο σχήμα 2.2-2 φαίνεται η επίδραση των ανωτέρω παραγόντων στη διαμόρφωση δύο διαφορετικών καμπυλών πιέσεως ενός πυροβόλου.

Κατ'αρχή στο τμήμα 1-2 η διαφορά από την μία καμπύλη πιέσεως στην άλλη οφείλεται στα διαφορετικά χαρακτηριστικά αναφλέξεως ή και στη διαφορετική συνολική επιφάνεια των κόκκων της προωθητικής πυρίτιδας η οποία είναι αρχικά εκτεθειμένη για ανάφλεξη. Το επόμενο τμήμα 2-3 διαμορφώνεται κυρίως βάσει του σχήματος των κόκκων της προωθητικής πυρίτιδας. Τέλος το τμήμα 3-4 διαμορφώνεται κυρίως βάσει του βάρους του βλήματος και της αντιστάσεως των ραβδώσεων του σωλήνα στη μέσω αυτών διέλευση της ζώνης σφηνώσεως του βλήματος και γενικά βάσει της ταχύτητας μεταβολής του όγκου τον οποίο καταλαμβάνουν τα καυσαέρια.

Η συνολική ενέργεια της προωθητικής πυρίτιδας για ένα πυροβόλο μέσου διαμετρήματος κατανέμεται περίπου όπως φαίνεται στον πίνακα 2.2-1.

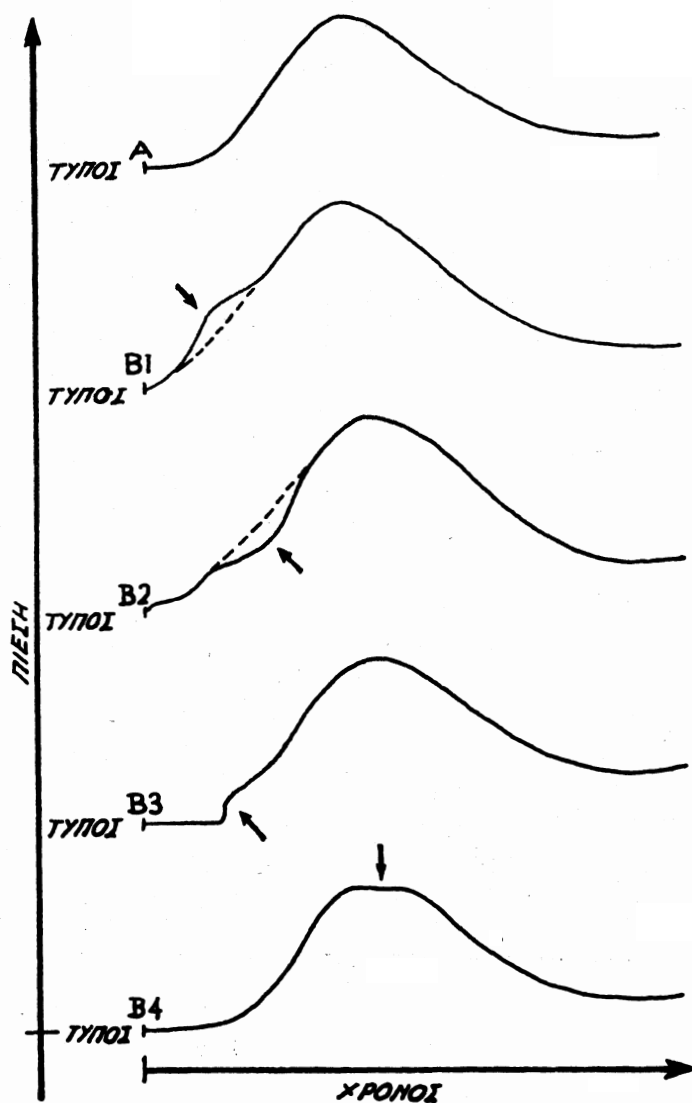
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2-1

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΡΟΩΗΤΙΚΗΣ ΠΥΡΙΤΙΔΑΣ ΣΕ ΠΥΡΟΒΟΛΟ ΜΕΣΟΥ ΔΙΑΜΕΤΡΗΜΑΤΟΣ

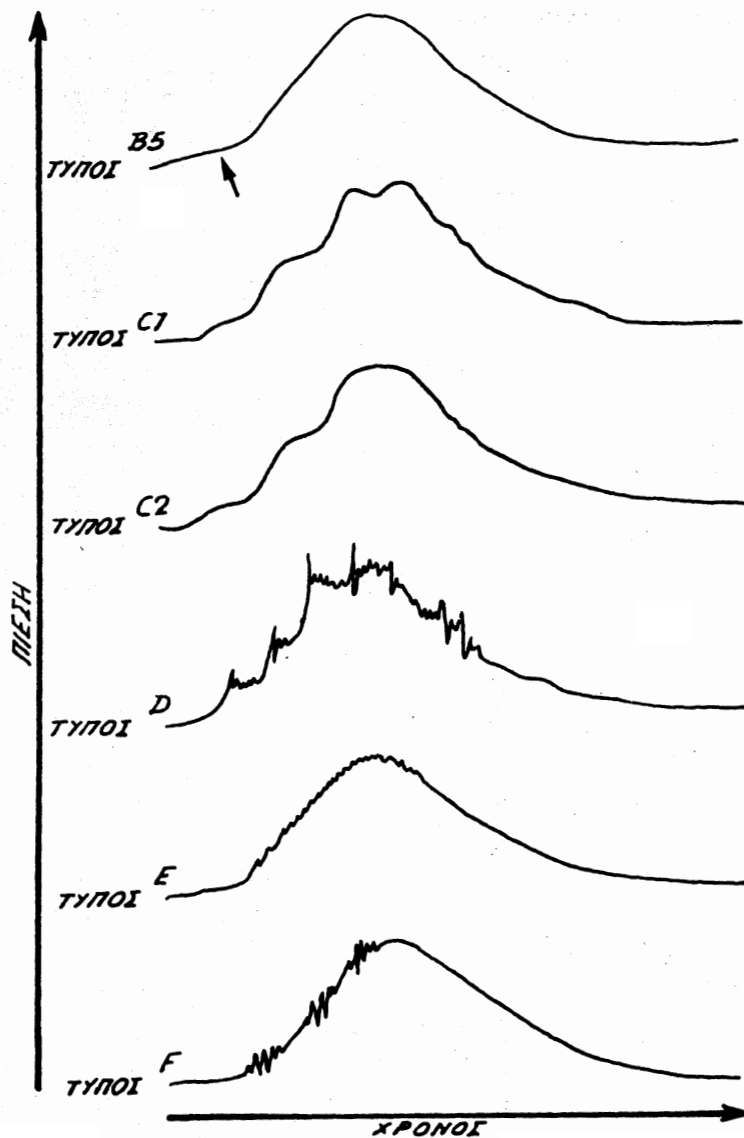
ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	%
1. Για μεταφορική κίνηση του βλήματος	32,0
2. Για περιστροφική κίνηση του βλήματος	0,14
3. Σε απώλειες λόγω τριβών	2,17
4. Για τη μετακίνηση των κινητών μερών του πυροβόλου κατά την ανάκρουση	0,12
5. Για την κίνηση των καυσαερίων	3,14
6. Σε απώλειες σε μορφή θερμότητας στο πυροβόλο και στο βλήμα	20,17
7. Για αισθητή και λανθάνουσα απώλεια θερμότητας στα καυσαέρια.	42,26
Συνολική ενέργεια	100%

Στα σχήματα 2.2-3, 2.2-4, 2.2-5 και 2.2-6 που ακολου-

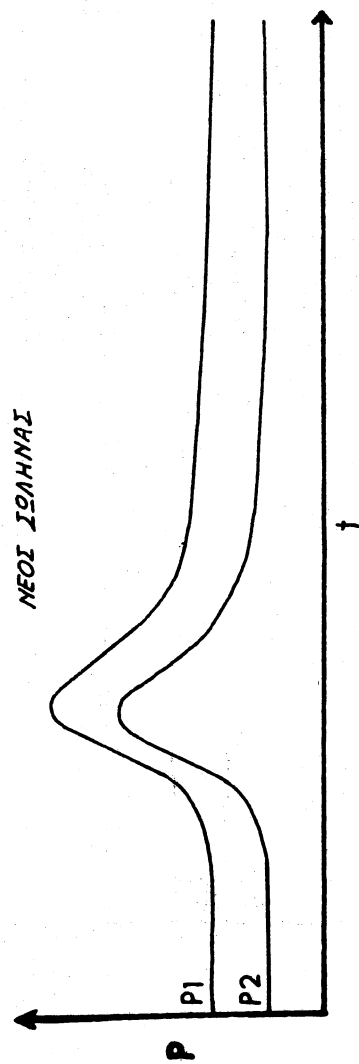
θούν φαίνεται η ταξινόμηση που κάνει έπειτα από μετρήσεις το "BALISTIC RESEARCH LABORATORIES" των ΗΠΑ στις πιέσεις που αναπτύσσονται μέσα στους σωλήνες των πυροβόλων κατατάσσοντας αυτές σε διάφορους τύπους.



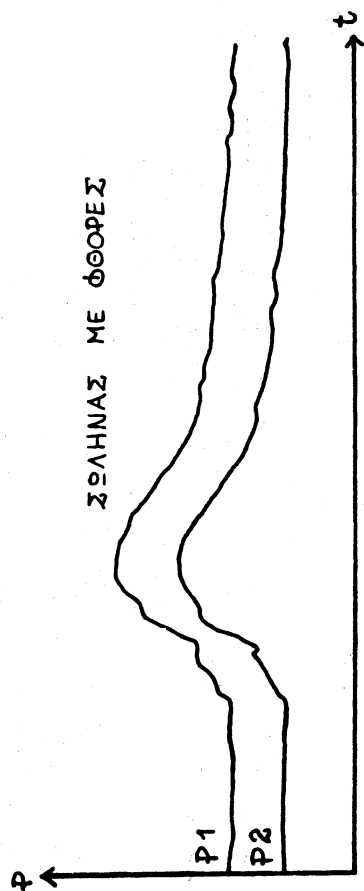
Σχήμα 2.2-3
Καμπύλες πιέσεως σε συνάρτηση με το χρόνο



Σχήμα 2.2-4
Καμπύλες Πιέσεως σε συνάρτηση με το χρόνο



Σχήμα 2.2-5
Εκπρόσωπος Πιέσεως σε συνάρτηση με το χρόνο



Σχήμα 2.2-6
Καμμάτις πίεσης σε συνάρτηση με το χρόνο

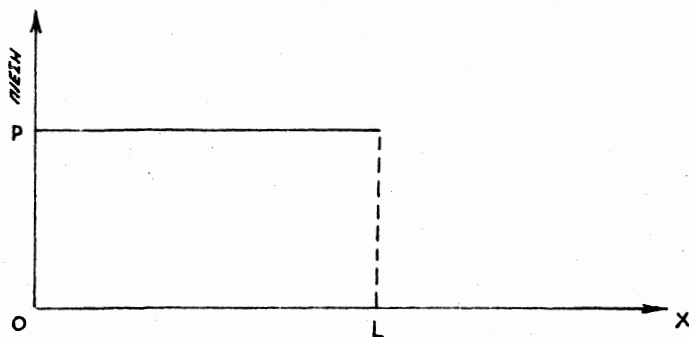
2.3. ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΠΙΕΣΗ

α. Χωρίς τριβές και χωρίς περιστροφική κίνηση

Η κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου εξετάζεται εδώ με τις ακόλουθες παραδοχές.

- (1) Η πίεση στον πυθμένα του βλήματος είναι σταθερή $P(x)=P$ (σταθερό), όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3-1.
- (2) Δεν αναπτύσσονται δυνάμεις τριβής μεταξύ της εσωτερικής επιφάνειας του βλήματος, δηλαδή $F_f=0$.
- (3) Το βλήμα δεν περιστρέφεται μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου, δηλαδή $\omega=0$.

Με τις παραδοχές αυτές η κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα θα είναι ευθύγραμμη σταθερή επιταχυνόμενη. Η ταχύτητα δε με την οποία το βλήμα θα εξέλθει στην ατμόσφαιρα από το σωλήνα του πυροβόλου συμβολίζεται με το γράμμα V_i .



Σχήμα 2.3-1

Κίνηση του βλήματος κάτω από σταθερή πίεση

Στην περίπτωση αυτή το έργο που παράγεται κατά την κίνηση του βλήματος κατά μήκος του σωλήνα, από $x=0$ έως $x=L$ είναι ίσο με το έργο που παράγεται από τη δύναμη που εξασκούν στον πυθμένα του βλήματος τα καυσαέρια που προέρχονται από την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας. Το έργο αυτό δίδεται από τη σχέση:

$$W_n = \int_0^L \vec{F}(x) \cdot d\vec{x} \quad (2.3-1)$$

Λόγω όμως της παραδοχής (1) έχουμε:

$$F(x) = P(x) \cdot A = PA$$

οπότε
$$W_n = \int_0^{l_1} \vec{F}(x) \cdot d\vec{x} = \int_0^{l_1} PA dx = PAL \quad (2.3-2)$$

Η κινητική επίσης ενέργεια του βλήματος κατά τη στιγμή που αυτό εξέρχεται από το στόμιο του σωλήνα πυροβόλου είναι:

$$K_L = \frac{1}{2} m V_i^2 \quad (2.3-3)$$

Σύμφωνα όμως με το θεώρημα του έργου-ενέργειας είναι $W_n = K_L$, και:

$$V_i = \sqrt{\frac{2PAL}{m}} \quad (2.3-4)$$

Από την ανωτέρω σχέση προκύπτει ότι για την αύξηση της αρχικής ταχύτητας του βλήματος απαιτείται αύξηση του μήκους του σωλήνα ή ελάττωση της μάζας του βλήματος.

β. Με τριβές και Περιστροφική Κίνηση

Η περίπτωση αυτή εξετάζεται με τις παρακάτω παραδοχές:

- (1) Η πίεση στον πυθμένα του βλήματος είναι και πάλι σταθερή $P(x)=P$ σταθερά.
- (2) Αναπτύσσεται δύναμη τριβής η οποία είναι σταθερή και η οποία αντιτίθεται στην κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα, και,
- (3) Κατά την κίνησή του μέσα στο σωλήνα, το βλήμα περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , αποκτώντας μ' αυτό τον τρόπο τις γυροσκοπικές ιδιότητες, που απαιτούνται από την εξωτερική βλητική για την ομαλή (ευσταθή) πτήση του στην ατμόσφαιρα.

Για την παραπάνω περίπτωση καθορίζονται και τα παρακάτω:

W_t = Το έργο που παράγεται από τη συνισταμένη των δυνάμεων που εξασκούνται στο βλήμα καθώς αυτό κινείται μέσα στο σωλήνα.

W_n = Το έργο που παράγεται από τη δύναμη που εξασκούν

τα καυσάεργια στον πυθμένα του βλήματος.

W_T = Το έργο που παράγεται από τη δύναμη τριβής.

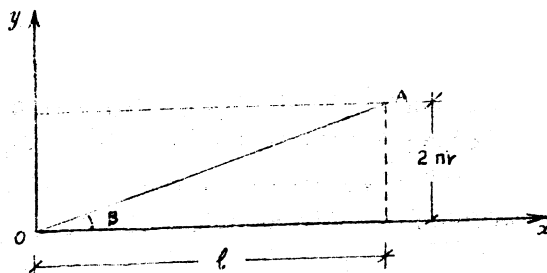
I = Η ροπή αδρανείας του βλήματος ως προς τον άξονα συμμετρίας του.

ω = Η γωνιακή ταχύτητα του βλήματος σε ακτίνια ανά δευτερόλεπτο (rads/sec).

β = Η γωνία βήματος έλικας.

r = Η ακτίνα του κυλινδρικού σώματος του βλήματος.

Η γωνία βήματος έλικας β ορίζεται στο σχήμα 2.3-2 όπου σε σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων υποτυπώνεται η περιωροφική κίνηση του βλήματος σε συνάρτηση με τη μεταφορική κίνηση αυτού η οποία γίνεται με ταχύτητα V_i .



Σχήμα 2.3-2

Ορισμός γωνίας βήματος έλικας σωλήνα

$$\text{Τότε: } \omega = \frac{2\pi}{t} \quad (2.3-5)$$

$$\text{και } V_i = \frac{l}{t} \Rightarrow t = \frac{l}{V_i} \quad (2.3-6)$$

Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει:

$$\omega = \frac{2\pi V_i}{l} = \frac{V_i}{r} \epsilon\phi\beta \quad (2.3-7)$$

Στην περίπτωση αυτή το ολικό έργο W_T που παράγεται κατά την κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου ισούται με το άθροισμα του έργου W_H που παράγεται από τη δύναμη που εξασκούν τα καυσάεργια στον πυθμένα του βλήματος

και του έργου W_F που παράγεται από τη δύναμη τριβής, δηλαδή:

$$W_t = W_n + W_F = PA\ell + \int_0^\ell \vec{F}_F \cdot d\vec{x} = PA\ell - F_F \ell \quad (2.3-8)$$

Το αρνητικό σημείο στην παραπάνω ισοτιμία προέκυψε από το γεγονός ότι τα διανύσματα $\vec{F}_F$ και $d\vec{x}$ σχηματίζουν γωνία 180° .

Η αλλαγή στην κινητική ενέργεια του βλήματος κατά την κίνησή του μέσα στο σωλήνα είναι ίση με την κινητική ενέργειά του κατά τη στιγμή που εξέρχεται από το στόμιο του σωλήνα. Είναι δε αυτή:

$$K_{x=\ell} = \frac{1}{2} m V_i^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

Σύμφωνα δε με το θεώρημα έργου-ενέργειας έχουμε:

$$W_t = K_{x=\ell}$$

$$\text{και} \quad V_i = \sqrt{\frac{2(PA\ell - F_F \ell)}{m r^2 + I \epsilon \phi^2 \beta}} \quad (2.3-9)$$

Ένα άλλο αξιοσημείωτο στοιχείο για την περίπτωση αυτή είναι ο προσδιορισμός του συντελεστή K που παριστάνει το ηπλικό της ενέργειας λόγω περιστροφικής κινήσεως προς την ενέργεια λόγω μεταφορικής κινήσεως. Και είναι:

$$K = \frac{\frac{1}{2} I \omega^2}{\frac{1}{2} m V_i^2} = \frac{I \omega^2}{m V_i^2} \quad (2.3-10)$$

Από τις σχέσεις 2.3-7 και 2.3-10 προκύπτει:

$$K = \frac{I}{m r^2} \epsilon \phi^2 \beta$$

Διερευνώντας την παραπάνω σχέση διαπιστώνουμε ότι όταν αυξάνεται η γωνία β , τότε αυξάνει και ο αριθμός των περιστροφών του βλήματος μέσα στο σωλήνα και αυξάνει και η τιμή του συντελεστή K . Δηλαδή αυξάνει το ποσοστό της ενέργειας που αποδίδεται από την προωθητική πυρίτιδα και δαπανάται για την περιστροφική κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα. Τούτο προφανώς σε βάρος και της αρχικής ταχύτητας V_i .

2.4. ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΥΝΕΧΩΣ ΕΛΑΤΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ

Κατά την περίπτωση αυτή εξετάζεται η κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα με την παραδοχή, ότι, με την έναρξη της προωθητικής πυρίτιδας ολοκληρώνεται στιγμιαία η κατάκαυσή της και στη συνέχεια αρχίζει να κινείται το βλήμα μέσα στο σωλήνα. Επίσης γίνεται η παραδοχή, ότι, μέσα στο χώρο των αερίων της κατακάυσεως δεν αναπτύσσονται ανακλόμενα κύματα.

Για την περίπτωση αυτή καθορίζονται τα παρακάτω:

$P(x)$ = Η πίεση που εξασκείται στον πυθμένα του βλήματος όταν τούτο βρίσκεται σε απόσταση x από το αρχικό σημείο εκκινήσεώς του.

P_0 = Η μέγιστη πίεση που αναπτύσσεται τη στιγμή που ολοκληρώνεται η κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας και αρχίζει το βλήμα να κινείται προς το στόμιο του σωλήνα.

γ = Σταθερά των αερίων. Ισούται με την ειδική θερμότητα με σταθερό όγκο διά της ειδικής θερμότητας με σταθερή πίεση.

$V(x)$ = Η ταχύτητα της μεταφορικής κινήσεως του βλήματος σε απόσταση x από το αρχικό σημείο εκκινήσεώς του.

m = Η μάζα του βλήματος.

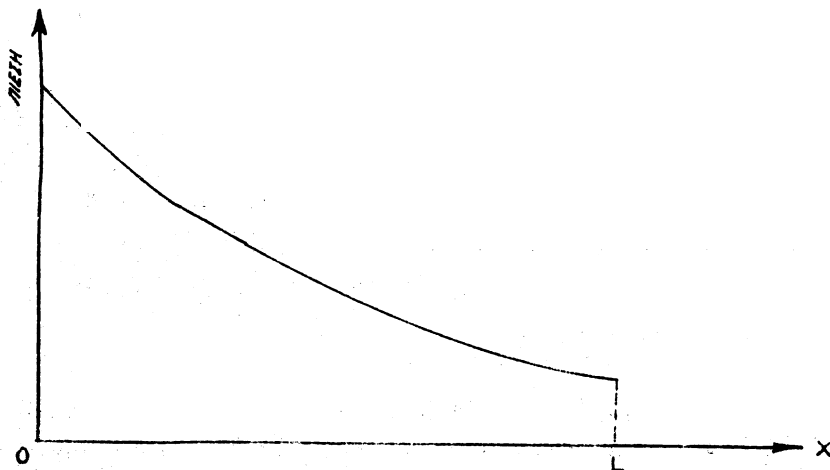
A = Το εμβαδό της επιφάνειας του πυθμένα του βλήματος.

a_0 = Η ταχύτητα του ήχου μέσα στο χώρο των καυσαερίων της προωθητικής πυρίτιδας.

Για την εξεταζόμενη περίπτωση η πίεση σε συνάρτηση με την απόσταση x παριστάνεται με την καμπύλη του σχήματος 2.4-1.

Για την εξεταζόμενη περίπτωση στο βιβλίο της βλητικής των Lieberman και Roshko αποδεικνύεται ότι:

$$\frac{P(x)}{P_0} = \left| 1 - \frac{\gamma-1}{2} \frac{V(x)}{a_0} \right|^{\frac{2\gamma}{\gamma-1}} \quad (2.4-1)$$



Σχήμα 2.4-1

Κίνηση του βλήματος κάτω από συνεχή ελαττούμενη πίεση

Από το θεώρημα έργου - ενέργειας επίσης για μετακίνηση του βλήματος κατά ένα διαφορικό διάστημα dx μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου έχουμε:

$$dw = dk$$

$$\text{αλλά} \quad dw = AP(x) dx \quad (2.4-2)$$

με την παραδοχή ότι η πίεση $P(x)$ παραμένει σταθερή στο διάστημα dx .

$$\text{Επίσης} \quad dk = \frac{1}{2} m (V(x) + dV)^2 - \frac{1}{2} m V^2(x) = \frac{1}{2} m dV^2 + mV(x) dV$$

επειδή όμως ο παραπάνω όρος που έχει σαν παράγοντα το τετράγωνο του διαφορικού της ταχύτητας είναι κατά προσέγγιση ίσος με μηδέν, έχουμε:

$$dk = mV(x) dV$$

Από την 2.4-2 τότε έχουμε:

$$mV(x) dV = AP(x) dx$$

$$\text{ή} \quad P_0 V(x) dV = \frac{A}{m} P_0 P(x) dx$$

$$\text{ή} \quad \frac{V(x) dV}{P(x)} = \frac{AP_0}{m} dx \quad (2.4-3)$$

Από τη σχέση 2.4-1 και 2.4-3 προκύπτει ότι:

$$\frac{V(x) dV}{\left(1 - \frac{\gamma-1}{2} \frac{V(x)}{\alpha_0}\right)^{\frac{2\gamma}{\gamma-1}}} = \frac{AP_0}{m} dx$$

Με ολοκλήρωση της προηγούμενης σχέσεως έχουμε:

$$\int_0^{V_i} \frac{V(x) dV}{\left(1 - \frac{\gamma-1}{2} \frac{V(x)}{\alpha_0}\right)^{\frac{2\gamma}{\gamma-1}}} = \int_0^{L} \frac{AP_0}{m} dx = \frac{AP_0 L}{m} \quad (2.4-4)$$

Με σύγκριση του δεύτερου μέλους της παραπάνω σχέσεως με τη σχέση 2.3-4 προκύπτει ότι τούτο ορίζει μία ταχύτητα την οποία ονομάζουμε "Χαρακτηριστική Ταχύτητα", την οποία συμβολίζουμε με U . Και είναι:

$$U = \sqrt{\frac{2P_0 AL}{m}}$$

Δηλαδή η χαρακτηριστική ταχύτητα U παριστάνει την αρχική ταχύτητα για την περίπτωση που $P_0 = P =$ Μέση αναπτυσσόμενη πίεση.

Καθορίζονται επίσης:

$u(x)$ = Αδιάστατη ταχύτητα του βλήματος

α = Αδιάστατη ταχύτητα του ήχου.

Και είναι:

$$u(x) = \frac{V(x)}{U}$$

και: $\alpha = \frac{\alpha_0}{U}$

Με βάση τα παραπάνω η σχέση 2.4-4 γίνεται:

$$\int_0^{u_L} \frac{u(x) du}{\left(1 - \frac{\gamma-1}{2} \frac{u(x)}{\alpha}\right)^{\frac{2\gamma}{\gamma-1}}} = \frac{1}{2} \quad (2.4-5)$$

Στον πίνακα 2.4-1 απεικονίζεται η λύση της ανωτέρω εξίσωσης 2.4-5, όπου η αδιάστατη ταχύτητα $u_L = V_i/U$ κατά την

έξοδο του βλήματος από το σωλήνα απεικονίζεται σε συνάρτηση με τη παράσταση $\frac{\alpha}{\gamma} = \frac{\alpha_0}{\gamma U}$. Σημειώνεται επίσης ότι η καμπύλη δεν είναι ευαίσθητη ως προς την τιμή του γ . Όλες οι τιμές του γ , για τις προωθητικές πυρίτιδες των πυροβόλων κυμαίνονται από $\gamma=1$ μέχρι $\gamma=\frac{5}{3}$.

Για τον υπολογισμό λοιπόν της αρχικής ταχύτητας V_i μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον πίνακα 2.4-1 αντί να την υπολογίσουμε από τη σχέση 2.4-4.

Ο υπολογισμός της αρχικής ταχύτητας V_i με αυτό τον τρόπο δίδει τιμές, με πολύ ικανοποιητική προσέγγιση σε σχέση με τις πραγματικές τιμές.

α. Παράδειγμα Υπολογισμού αρχικής ταχύτητας με χρησιμοποίηση του πίνακα 2.4-1.

Για ένα πυροβόλο δίνεται:

$$\alpha_0 = 1200 \text{ m/sec}$$

$$P_0 = 5 \times 10^8 \text{ Nt/m}^2$$

$$L = 4,4 \text{ m}$$

$$r = 0,0635 \text{ m}$$

$$M = 15,876 \text{ Kgr}$$

$$\gamma = 1,250$$

και ζητείται να υπολογισθεί η αρχική ταχύτητα V_i του πυροβόλου.

Ο υπολογισμός της V_i με τη χρησιμοποίηση του πίνακα 2.4-1 γίνεται σε 4 στάδια όπως φαίνεται παρακάτω:

(1) Υπολογισμός της χαρακτηριστικής ταχύτητας U .

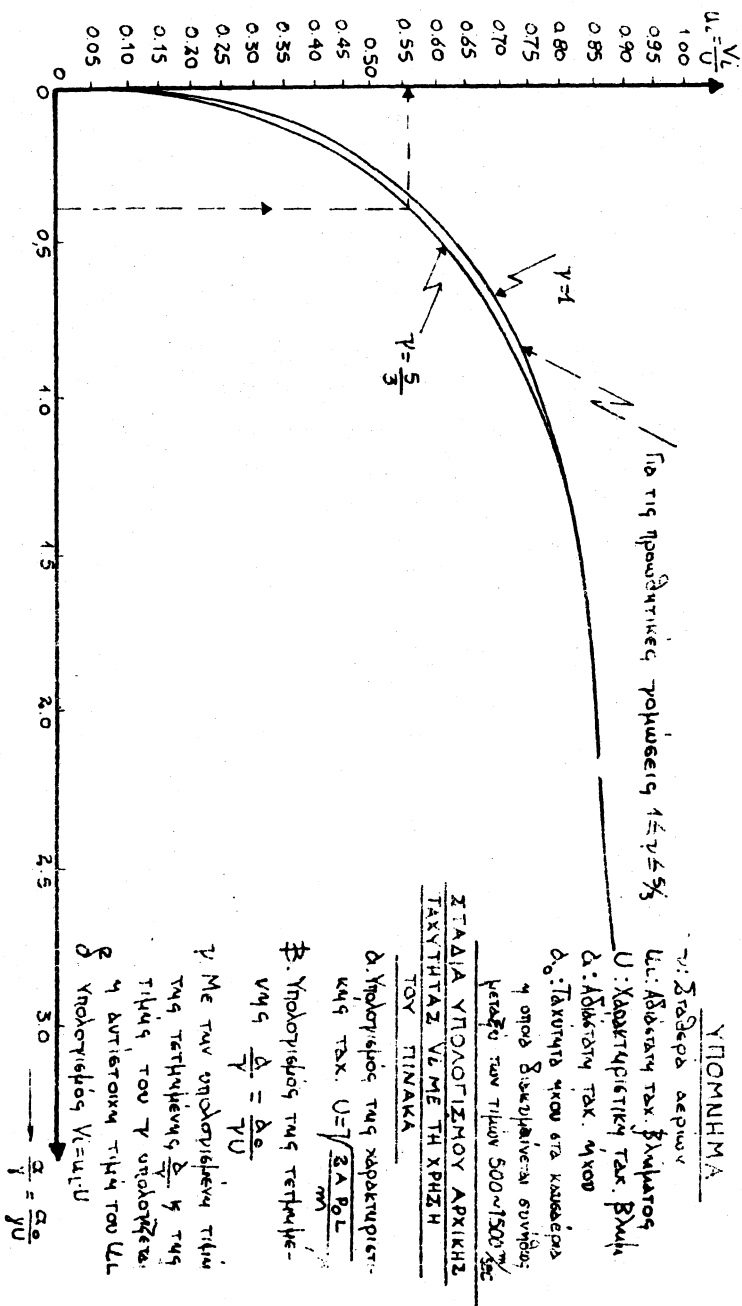
$$U = \sqrt{\frac{2A}{m} \frac{P_0}{L}} = \sqrt{\frac{2 \times \pi \times 0,0635^2 \times 5 \times 10^8 \times 4,4}{15,876}} \text{ m/sec}$$

$$\text{ή} \quad U = 2370 \text{ m/sec.}$$

(2) Υπολογισμός της τετμημένης α/γ

$$\frac{\alpha}{\gamma} = \frac{\alpha_0}{\gamma U} = \frac{1200}{1,250 \times 2370} = 0,405$$

(3) Υπολογισμός της αδιάστατης ταχύτητας u_L .



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4-1

Υπολογισμός αριθμικής ταχύτητας

Με στοιχεία εισόδου στον πίνακα 2.4-1 $\alpha/\gamma = 0,405$ και $\gamma = 1,250$ βρίσκουμε:

$$u_L = 0,58$$

(4) Υπολογισμός της αρχικής ταχύτητας V_i .

$$V_i = u_L U = 0,58 \times 2370 = 1374 \text{ m/sec.}$$

2.5. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

Με τις παραδοχές που έγιναν μέχρι τώρα έγινε δυνατό να υπολογιστεί η αρχική ταχύτητα σχετικά εύκολα και με μία καλή προσέγγιση, ανάλογα με την περίπτωση και την μέθοδο που θα χρησιμοποιήσουμε. Για τον ακριβέστερο υπολογισμό της αρχικής ταχύτητας απαιτείται η χρησιμοποίηση θεωρητικών γνώσεων τόσο της δυναμικής των αερίων που βρίσκονται σε κίνηση, όσο και γνώσεων σχετικών με τη λύση μερικών διαφορικών εξισώσεων.

Ακριβής υπολογισμός της αρχικής ταχύτητας κατ'εφαφή προϋποθέτει ακριβή γνώση της αναπτυσσόμενης στον πυθμένα του βλήματος πίεσεως. Η πίεση αυτή σε συνάρτηση με τον χρόνο δίνεται μετά από μία πλήρη θεωρητική ανάλυση του προβλήματος από την παρακάτω σχέση:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{RT}{M} \left\{ \frac{\rho \alpha S p^n}{(x+l)A} - \frac{mgV}{(x+l)2A} \right\} + \frac{pR}{M} \left\{ \frac{mg}{mg} (T_g - T) - \frac{\rho A V}{mg C_v} \right\} \quad (2.4-1)$$

όπου:

- P = Η πίεση στον πυθμένα του βλήματος.
- t = Ο χρόνος.
- R = Η Διεθνής σταθερά των αερίων.
- T = Θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- T_g = Θερμοκρασία καυσ aerίων.
- p = Πυκνότητα της πυρίτιδας.
- α = Σταθερός συντελεστής εξαρτώμενος από τις χημικές ιδιότητες της προωθητικής πυρίτιδας.
- S = Καϊόμενη επιφάνεια της πυρίτιδας.

- n = Σταθερός συντελεστής που εξαρτάται από το μέγεθος της αναπτυσσόμενης πιέσεως.
 V = Ο όγκος που καταλαμβάνουν τα καυσαέρια (συνάρτηση του x).
 M = Μοριακή μάζα των καυσαερίων.
 m_g = Η μάζα των καυσαερίων.
 $\dot{m}_g$ = Η ταχύτητα μεταβολής της μάζας των καυσαερίων.
 A = Η επιφάνεια του πυθμένα του βλήματος.
 C_v = Ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο.
 l = Μήκος θαλάμης.
 x = Η απόσταση την οποία έχει διανύσει το βλήμα μέσα στο σωλήνα.

Το δεύτερο μέλος της εξισώσεως 2.5-1 αποτελείται βασικά από τέσσερεις όρους. Ο πρώτος από αυτούς είναι θετικός και οφείλεται στην κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας. Ο έλεγχος του όρου αυτού γίνεται με κατάλληλη επιλογή και διαμόρφωση των κόκκων της προωθητικής πυρίτιδας. Ο δεύτερος όρος είναι αρνητικός και οφείλεται στην αύξηση του όγκου που καταλαμβάνουν τα καυσαέρια λόγω της κινήσεως του βλήματος προς το στόμιο του σωλήνα. Ο τρίτος όρος είναι θετικός και προκύπτει από τη διαφορά της θερμοκρασίας των καυσαερίων από τη χαμηλότερη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Τέλος ο τέταρτος όρος είναι αρνητικός και αφορά το έργο που έγινε στο βλήμα.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

- 2-1 Να υπολογιστεί η μέγιστη πίεση P_0 που αναπτύσσεται σε σωλήνα πυροβόλου ΟΤΟ MELARA 76/62. Δίνεται $L = 4280\text{mm}$, $m = 14,15\text{ lbs}$, $\alpha_0 = 1198\text{ m/sec}$, $\gamma = 1,249$, $V_i = 3100\text{ ft/sec}$. (Απάντηση $P_0 = 50.000\text{PSI}$).
- 2-2 Η γωνία βήματος έλικας πυροβόλου ΟΤΟ MELARA 76/62 είναι 6° . Να υπολογιστεί ο αριθμός των περιστροφών του βλήματος κατά την κίνησή του στο σωλήνα του πυροβόλου. (Απάντηση $1,88$ στροφές).
- 2-3 Πυροβόλο ΟΤΟ MELARA 76/62 έχει γωνία βήματος έλικας 6° . Να υπολογιστεί η τιμή του συντελεστή K (Πηλίκο δαπανώμενης ενέργειας για περιστροφική κίνηση προς τη δαπανώμενη ενέργεια για μεταφορική κίνηση του βλήματος). Δίνονται, $m = 14,15\text{ lbs}$, $I = 14,15\text{ lbs-in}^2$. (Απάντηση $K = 0,00499$).
- 2-4 Πυροβόλου 5"/38 δίνεται ότι η μέγιστη πίεση που αναπτύσσεται στο σωλήνα του είναι 32000 PSI . Να υπολογιστεί η αρχική ταχύτητα V_i εάν $m = 54\text{ lbs}$, $\gamma = 1,25$ και $\alpha_0 = 1200\text{ m/sec}$. (Απάντηση $V_i = 2550\text{ ft/sec}$).
- 2-5 Πυροβόλου 40mm/L60 δίνεται $V_i = 2890\text{ ft/sec}$, $m = 1,27\text{ lbs}$, $\alpha_0 = 1180\text{ m/sec}$ και $\gamma = 1,205$. Να υπολογιστεί η μέγιστη πίεση που αναπτύσσεται μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου. (Απάντηση $P_0 = 19,5\text{ tons/sq inc}$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εκρηκτική ύλη καλείται χημική ένωση ή μίγμα χημικών ενώσεων που μπορούν υπό την επίδραση θερμότητας ή ωστικού κύματος ν' αποσυντίθενται με μια ταχύτατη εξώθερμη χημική αντίδραση κατά την οποία παράγονται μεγάλες ποσότητες αερίων και δημιουργούνται πολύ υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις.

Μερικά από τα παράγωγα αυτής της χημικής αντιδράσεως μπορεί να είναι και στερεά.

Για την κατασκευή μιας εκρηκτικής ύλης χρησιμοποιούνται γενικά καύσιμες ύλες αναμεμειγμένες με άλλες ύλες που περιέχουν αρκετό οξυγόνο το οποίο είναι απαραίτητο για την ως επί το πλείστο σε κλειστό χώρο καύση των εκρηκτικών υλών κατά τις εφαρμογές των. Το οξυγόνο αυτό εισάγεται είτε υπό μορφή νιτρικών ή χλωρικών αλάτων που αποδίδουν εύκολα το οξυγόνο τους είτε υπό μορφή ρίζας του διοξειδίου του αζώτου NO_2 ενωμένες σε οργανική ένωση που επιτρέπει την εσωτερική της καύση.

Οι εκρηκτικές ύλες είχαν γίνει γνωστές και χρησιμοποιούντο πριν από πολλά χρόνια. Η Μαύρη Πυρίτιδα (Μίγμα από ποτάσσα ή Νιτρική αμμωνία με Θείο και άνθρακα) έχει χρησιμοποιηθεί σαν εκρηκτική ύλη από παλαιότατους χρόνους. Η ακριβής όμως χρονολογία της εφευρέσεώς της δεν έχει καθοριστεί. Είναι δε πιθανό αυτή να προήλθε από το υγρό πυρ που ανακαλύφθηκε από τον Καλλίνικο το 667μ.Χ.

Η Μαύρη Πυρίτιδα χρησιμοποιήθηκε κατά το 12ο αιώνα σαν προωθητική πυρίτιδα πυροβόλων και μέχρι το 1860 ήταν η μόνη εκρηκτική ύλη που χρησιμοποιείτο για το σκοπό αυτό. Η Μαύρη

Πυρίτιδα αναφλέγεται στους 300°C περίπου (572°F) και αναπτύσσεται μία αρκετά υψηλή θερμοκρασία κατακαύσεώς της (2300°C έως 3800°C). Η χημική ευστάθειά της είναι απεριόριστη όταν φυλάσσεται σε αεροστεγή κιβώτια. Με την επίδραση όμως υγρασίας αποσυντίθεται. Όταν επίσης καίγεται παράγει έντονη φλόγα και μαύρο καπνό απ'όπου έλαβε και τ'όνομά της. Η Μαύρη Πυρίτιδα είναι πολύ ευαίσθητη στην τριβή σε ωστικό κύμα, σπινθήρες και φλόγα.

Η χρήση της Μαύρης Πυρίτιδας έχει περιοριστεί σημαντικά με την ανάπτυξη των άκαπνων προωθητικών πυρίτιδων και άλλων χημικών συνθέσεων εκρηκτικών υλών.

Σήμερα η Μαύρη Πυρίτιδα χρησιμοποιείται κυρίως:

- α. Σαν στοιχείο επιβραδύνσεως σε πυροσμήνες
- β. Σαν εναυσματική άκαπνων πυρίτιδων
- γ. Σαν προωθητική γόμωση για τορπίλλες και βόμβες βάθους
- δ. Σαν προωθητική γόμωση σε εκπαιδευτικές βολές και βολές χαιρετισμού.

Η Νιτρογλυκερίνη η οποία ανακαλύφθηκε από τον Sombrero το 1846 και η εφεύρεση του δυναμίτη που επακολούθησε από τον Nobel το 1867 ο οποίος έχει σαν βάση την Νιτρογλυκερίνη μπορούν να θεωρηθούν σαν αφετηρία της τεχνολογίας των διαρρηκτικών εκρηκτικών υλών η οποία συνεχίζεται και μέχρι των ημερών μας. Σήμερα ένας μεγάλος αριθμός από στρατιωτικές και μη εκρηκτικές ύλες έχει αναπτυχθεί, με ευρύ φάσμα εφαρμογών.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με τη σύνθεση και τις ιδιότητες των εκρηκτικών υλών καθώς επίσης και των φαινομένων που παρατηρούνται κατά τις εκρήξεις των.

Η αναλυτική παρουσίαση των ανωτέρω αντικειμένων απαιτεί την χρήση εκτεταμένων μαθηματικών και γνώσεις θερμοχημείας. Επειδή όμως μία τέτοια παρουσίαση δεν κρίθηκε σκόπιμη προτιμήθηκε μια απλοποιημένη μορφή παρουσιάσεως των αναφερομένων περίπλοκων φαινομένων και διαδικασιών.

3.2. ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΚΡΗΞΗ

Η θερμική έκρηξη είναι αποτέλεσμα μη ελεγχόμενης αύξησης της θερμοκρασίας μίας εκρηκτικής ύλης. Η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας γίνεται σε μια περιοχή της εκρηκτικής ύλης, της διαδικασίας ενεργοποιούμενης είτε από εξωτερική πηγή θερμότητας είτε από αυτόματη αποσύνθεση της εκρηκτικής ύλης. Αν δε στη συνέχεια η εκλυόμενη θερμότητα είναι περισσότερη από αυτή που μεταδίδεται μακριά από την εκρηκτική ύλη δι'αγωγής και ακτινοβολίας, η θερμοκρασία στην περιοχή της αποσυνθέσεως θα αυξάνει συνεχώς με συνέπεια την αντίστοιχη αύξηση της ταχύτητας με την οποία η εκρηκτική ύλη αποσυντίθεται. Τούτο τελικά θα έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της εκρηκτικής ύλης μέχρι μιας ορισμένης θερμοκρασίας στην οποία θα γίνει η έκρηξη αυτής (Γνωστή σαν θερμική έκρηξη).

Έχει πλέον αποδειχθεί ότι κάθε έκρηξη προκαλείται από τη θερμότητα, δηλαδή ανεξάρτητα από το ποιός είναι ο προτρεπτικός παράγοντας μιας εκρήξεως (π.χ. σπινθήρας, φλόγα, τριβή, κρούση, ωστικό κύμα, αύξηση θερμοκρασίας περιβάλλοντος κλπ.) θα προκληθεί αύξηση της θερμότητας της εκρηκτικής ύλης και δημιουργία "Θερμικής Εκρήξεως". Συμπερασματικά λοιπόν όλες οι εκρήξεις στη φύση τους είναι θερμικές εκρήξεις.

Η διαδικασία της θερμικής εκρήξεως μπορεί να γίνει καλύτερα αντιληπτή με το ακόλουθο πείραμα. Θεωρούμε τη διάταξη που φαίνεται στο σχήμα 3.2-1α ο δοκιμαστικός σωλήνας της οποίας περιέχει μια πολύ μικρή ποσότητα εκρηκτικής ύλης π.χ. 0,1gr. Ο δοκιμαστικός αυτός σωλήνας είναι κατά προτίμηση κατασκευασμένος από μέταλλο μεγάλης αγωγιμότητας και τοποθετείται μέσα σε δοχείο που περιέχει λάδι. Η θερμοκρασία του λαδιού επιλέγεται και διατηρείται σταθερή με την βοήθεια ενός θερμοστατικού διακόπτη. Ένα θερμικό επίσης στοιχείο βρίσκεται σε επαφή με την εκρηκτική ύλη και καταγράφει την θερμοκρασία της. Έστω δε ότι η θερμοκρασία του λαδιού είναι T_0 και της εκρηκτικής ύλης T_1 .

Αν η θερμοκρασία του λαδιού T_0 είναι αρκετά χαμηλή θα παρατηρηθεί αύξηση της θερμοκρασίας της εκρηκτικής ύλης (της οποίας υποτίθεται ότι η αρχική θερμοκρασία ήταν μικρότερη από τη θερμοκρασία T_0 του λαδιού), μέχρι την θερμοκρασία T_0 και στη συνέχεια θα εξακολουθήσει αυτή να ανεβαίνει μέχρις ενός σημείου T_l λίγο ψηλότερα, όπου και θα σημειώσει την μέγιστή της τιμή.

Όταν η θερμοκρασία T_0 του λαδιού επιλέγεται μεγαλύτερη σε διαδοχικά πειράματα, η μέγιστη θερμοκρασία T_1 στην οποία ανεβαίνει η θερμοκρασία της εκρηκτικής ύλης θ'αποκλίνει όλο και περισσότερο από την θερμοκρασία T_0 και η αποσύνθεσή της θα γίνεται αντίστοιχα γρηγορότερα. Σε μια κρίσιμη θερμοκρασία T_{cr} του λαδιού, ενώ θα φαίνεται ότι η θερμοκρασία της εκρηκτικής ύλης έφτασε στο μέγιστό της και σταθεροποιείται για λίγο, ξαφνικά η διαδικασία αποσυνθέσεώς της θα επιταχυνθεί απότομα και η μεγάλη παραγωγή θερμότητας που θα επακολουθήσει θα έχει σαν αποτέλεσμα να γίνει έκρηξη.

Αν τώρα επιλεγεί θερμοκρασία λαδιού T_0 ακόμα μεγαλύτερη, θα διαπιστωθεί ότι η έκρηξη θα γίνει νωρίτερα.

Η φυσική ερμηνεία των φαινομένων που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο πείραμα σε συνδυασμό με τις καμπύλες του σχήματος 3.2-1β, έχει ως ακολούθως:

Όταν το λάδι βρίσκεται στη θερμοκρασία $T_0 = 200^\circ\text{C}$, η εκρηκτική ύλη που αποσυντίθεται θερμαίνεται μέχρι το σημείο Α. Στο σημείο αυτό, επειδή υπάρχει ισορροπία μεταξύ παραγωγής και απώλειας θερμότητας, η θερμοκρασία της εκρηκτικής ύλης T_1 σταθεροποιείται στους 202°C . Όταν τώρα η θερμοκρασία του λαδιού T_0 είναι 208°C , η θερμοκρασία της εκρηκτικής ύλης T_1 καθώς ανεβαίνει σταθεροποιείται στους 221°C και αντιστοιχεί στο σημείο Β στο οποίο η καμπύλη ταχύτητας παραγωγής θερμότητας εφάπτεται με την διακεκομμένη ευθεία που παριστάνει την ταχύτητα απώλειας θερμότητας.

Αν τώρα η θερμοκρασία του λαδιού T_0 είναι μεγαλύτερη από 208°C , τότε η ταχύτητα παραγωγής θερμότητας υπερέχει πάντοτε της ταχύτητας απώλειας θερμότητας με αποτέλεσμα να

επακολουθεί πάντοτε έκρηξη. Η θερμοκρασία $T_{c,r} = 208^{\circ}\text{C}$ είναι η υψηλότερη θερμοκρασία περιβάλλοντος στην οποία δεν προκαλείται έκρηξη. Η θερμοκρασία επίσης $T_1 = 221^{\circ}\text{C}$ είναι η υψηλότερη θερμοκρασία στην οποία είναι δυνατό να ανέβει η θερμοκρασία της εκρηκτικής ύλης που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα χωρίς να γίνει έκρηξη.

Η βάση για την εξέταση της θερμικής εκρήξεως είναι η εκθετική συνάρτηση της ταχύτητας της χημικής αντιδράσεως από τη θερμοκρασία, όπως αυτή εκφράζεται με την εμπειρική εξίσωση του Arrhenius που προτάθη το 1889 και είναι:

$$K_r = z \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (3.2-1)$$

όπου

K_r = Η σταθερή ταχύτητας χημικής αντιδράσεως (sec^{-1})

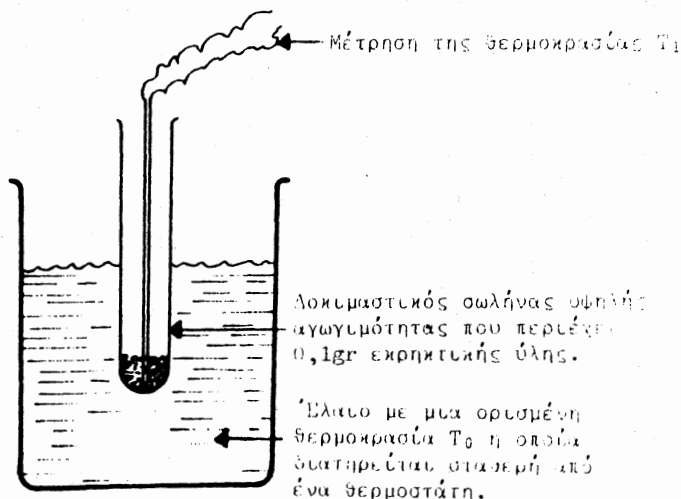
E_a = Ενέργεια ενεργοποίησης της αντιδράσεως (cal mole^{-1})

R = Η σταθερή των αερίων ($R = 1,985259 \text{ cal } k^{-1} \text{ mole}^{-1}$)

T = Η απόλυτη θερμοκρασία της εκρηκτικής ύλης (K)

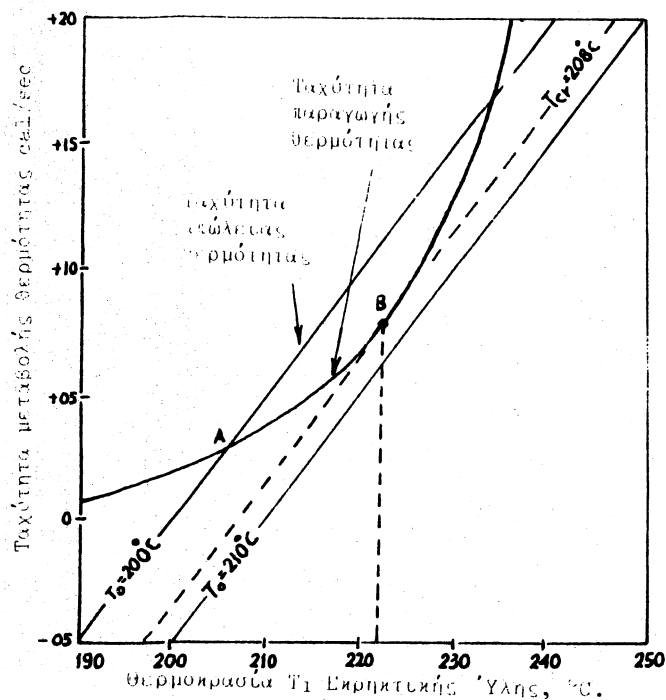
z = Προεκθετικός παράγοντας (sec^{-1})

Τιμές των ανωτέρω για τις πιο γνωστές εκρηκτικές ύλες υψηλής εντάσεως δίνονται στον πίνακα 3.2-1.



Σχήμα: 3.2-1α

Διάταξη πειράματος θερμικής εκρήξεως.



Σχήμα: 3.2-16
Καμπύλες Πεπράματος
Θερμικής εκρήξεως

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2-1

Πίνακας τιμών μεταβλητών της Εξίσωσης Arrhenius
για ελεύθερη χημική αντίδραση πρώτης τάξεως

ΕΚΡΗΚΤΙΚΗ ΥΛΗ	$\log_{10} z (\text{sec}^{-1})$	$E_a (\text{Kcal mole}^{-1})$	$T^{\circ} (\text{C}^{-1})$
Nitroglycerin	20,5	48,0	125-225
TNT	11,4	34,4	275-312
TNT	12,2	43,4	237-277
Tetryl	15,4	38,4	211-260
Tetryl	12,9	34,9	132-164
Tetryl	22,5	52,0	(solid)
RDX	18,5	17,5	215-299
RDX	15,5	41,0	(solution)
PETN	15,2	38,6	137-157
PETN	19,8	47,0	161-233
HMX	19,7	52,7	271-314
Ammonium Nitrate	12,28	38,3	217-267

Οι διάφορες εγγραφές στον πιο πάνω πίνακα για την ίδια εκρηκτική ύλη αφορούν μετρήσεις που έγιναν από διαφορετικούς ερευνητές σε διαφορετικούς χρόνους.

Σε μία επίσης περίπτωση χημικής αντιδράσεως πρώτης τάξεως μιας εκρηκτικής ύλης ισχύει η σχέση:

$$[A] = [A_0] e^{-K_r t}$$

όπου:

$[A]$ = Η ποσότητα της εκρηκτικής ύλης σε χρόνο t

$[A_0]$ = Η ποσότητα της εκρηκτικής ύλης σε χρόνο μηδέν

α. Χαρακτηριστική Διάρκεια Ζωής "T".

Σαν χαρακτηριστική διάρκεια ζωής "T" μιας εκρηκτικής ύλης ονομάζεται η μέση τιμή του χρόνου T όπως αυτή προκύπτει από την καμπύλη της εξισώσεως 3.2-2.

Η τιμή αυτή δίνεται από την σχέση:

$$T = \frac{\int_0^L t \cdot e^{-K_r t} dt}{\int_0^L e^{-K_r t} dt} = \frac{1}{K_r}$$

Η χαρακτηριστική διάρκεια ζωής "T" μιας εκρηκτικής ύλης παριστάνει το μέσο χρόνο ζωής της εκρηκτικής ύλης.

Τιμές της χαρακτηριστικής διάρκειας ζωής "T" για μια τυπική συμπεριφορά ενός εκρηκτικού υψηλής εντάσεως που ακολουθεί την εμπειρική εξίσωση του Arrhenius δίνει ο πίνακας 3.2-2 που ακολουθεί.

Στους υπολογισμούς και για πρακτικούς λόγους θεωρούμε ότι μια εκρηκτική ύλη εκρήγνυται όταν η χαρακτηριστική διάρκεια ζωής της είναι 5sec.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2-2

Πίνακας τυπικής συμπεριφοράς ενός εκρηκτικού υψηλής εντάσεως σε στερεά κατάσταση το οποίο κατά την αποσύνθεσή του ακολουθεί την εξίσωση του Arrhenius.

Θερμοκρασία °C	Χαρακτηριστική διάρκεια ζωής K_r^{-1}
20	1 εκατομμύριο χρόνια
110	1 χρόνο
200	1 ώρα
260	1 λεπτό
325	1 δευτερόλεπτο
375	1 δέκατο του δευτερολέπτου
435	1 εκατοστό του δευτερολέπτου
500	1 χιλιοστό του δευτερολέπτου
825	1 εκατομμυριοστό του δευτερολέπτου

β. Χρόνος Υποδιπλασιασμού

Σαν χρόνος υποδιπλασιασμού $t_{1/2}$ είναι ο χρόνος που απαιτείται για να λάβει μέρος στην χημική αντίδραση (αποσυνθέσεώς της), η μισή ποσότητα της αρχικής ποσότητας της εκρηκτικής ύλης.

Στην περίπτωση αυτή και για χημικές αντιδράσεις πρώτης τάξεως από την εξίσωση 3.2-2 προκύπτει:

$$\frac{[A_0]}{2} = [A_0] e^{-K_r t_{1/2}}$$

$$\text{και} \quad t_{1/2} = \frac{1}{K_r} \ln 2$$

Γνώσεις σχετικές με τη θερμική έκρηξη είναι πολύ μεγάλης σπουδαιότητας στην πράξη για τον ασφαλέστερο χειρισμό και την ασφαλέστερη αποθήκευση των εκρηκτικών υλών, καθώς επίσης και για τη δυνατότητα κατανοήσεως του μηχανισμού ενάρξεως της διαδικασίας θερμικής εκρήξεως και τα φαινόμενα

τα οποία τη συνοδεύουν μέχρις ότου γίνει η έκρηξη.

3.3 ΚΑΤΑΚΑΥΣΗ - ΕΚΡΗΞΗ

Ας υποθέσουμε ότι σε μια περιοχή της μάζας μιας εκρηκτικής ύλης προκαλείται η έναρξη της εξώθερμης χημικής αντιδράσεως τότε θα δημιουργηθεί μια περιοχή μέσα στην οποία θα γίνεται η χημική αντίδραση η οποία θα κινείται μέσα στην μάζα της εκρηκτικής ύλης σαν ένα κύμα. Το κύμα αυτό το ονομάζουμε "κύμα χημικής αντιδράσεως".

Με αυτές τις συνθήκες η χημική αντίδραση θα γίνεται μέσα σ' αυτό το κύμα.

Ακόμα και αν η μάζα της εκρηκτικής ύλης είναι σε στερεά κατάσταση, το κινούμενο κύμα της χημικής αντιδράσεως θα δημιουργήσει ροή μέσα σ' αυτή μ' αποτέλεσμα εκτός από τα χημικά φαινόμενα να παρατηρηθούν και υδροδυναμικά φαινόμενα.

Εάν η ταχύτητα διαδόσεως του κύματος της χημικής αντιδράσεως είναι σταθερή μπορεί τότε να λεχθεί ότι από απόψεως συνθηκών περιβάλλοντος το κύμα βρίσκεται σε σταθερή κατάσταση.

Γενικά και όσον αφορά το κύμα της χημικής αντιδράσεως παρατηρούνται δύο περιπτώσεις:

1^η Εάν η ταχύτητα διαδόσεως του κύματος αντιδράσεως μέσα στη μάζα της εκρηκτικής ύλης είναι μικρότερη από την ταχύτητα με την οποία μεταδίδεται ο ήχος μέσα στην μάζα της εκρηκτικής ύλης, τότε το κύμα της χημικής αντιδράσεως καλείται "κύμα κατακαύσεως" και η χημική αντίδραση "ΚΑΤΑΚΑΥΣΗ".

2^η Εάν αντίθετα η ταχύτητα του κύματος αντιδράσεως μέσα στη μάζα της εκρηκτικής ύλης είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα μεταδόσεως του ήχου μέσα στη μάζα της εκρηκτικής ύλης, τότε το κύμα της χημικής αντιδράσεως καλείται "κύμα εκρήξεως" και η χημική αντίδραση "ΕΚΡΗΞΗ".

Με τους όρους επίσης ταχύτητα κατακαύσεως και ταχύτητα εκρήξεως νοείται η ταχύτητα του κύματος κατακαύσεως και του κύματος εκρήξεως αντίστοιχα.

Βάσει της ταχύτητας κινήσεως του κύματος της χημικής αντιδράσεως μέσα στη μάζα της εκρηκτικής ύλης, όπως προαναφέρθηκε και δεδομένου ότι η ταχύτητα αυτή είναι ανάλογη προς την ταχύτητα με την οποία εκλύεται ενέργεια κατά την εξώθερμη χημική αντίδραση, οι εκρηκτικές ύλες υποδιαιρούνται σε δυο μεγάλες κατηγορίες εκρηκτικών υλών, τις εκρηκτικές ύλες υψηλής εντάσεως στις οποίες η ταχύτητα του κύματος της χημικής αντιδράσεως είναι μεγαλύτερη της ταχύτητας με την οποία μεταδίδεται ο ήχος στην ύλη των, και τις εκρηκτικές ύλες χαμηλής εντάσεως στις οποίες η ταχύτητα του κύματος της χημικής αντιδράσεως είναι μικρότερη από την ταχύτητα με την οποία μεταδίδεται ο ήχος στην ύλη των. Περισσότερες λεπτομέρειες για την υποδιαίρεση των εκρηκτικών υλών αναφέρονται στην παράγραφο 3.5.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η ταχύτητα αποσυνθέσεως μιας εκρηκτικής ύλης είναι δυνατό να ποικίλλει ανάλογα με τις συνθήκες περιβάλλοντος, την μέθοδο εναύσεώς της, το μέγεθος των κόκκων της και από πλήθος άλλων παραγόντων. Κατόπιν αυτών είναι δυνατό η ίδια εκρηκτική ύλη να δώσει έκρηξη ή κατάκαυση.

Κατά τη διαδικασία κατακάυσεως οι παρατηρούμενες ταχύτητες του κύματος της χημικής αντιδράσεως είναι μέχρι 300m/sec χωρίς να είναι δυνατό αυτή να αυξηθεί περαιτέρω, ακόμα και κάτω από τις πλέον ευνοϊκές συνθήκες. Αντίθετα κατά τη διαδικασία εκρήξεως η ταχύτητα του κύματος της χημικής αντιδράσεως είναι μεγαλύτερη από 2000m/sec. Μια διαδικασία κατακάυσεως μπορεί επίσης να υποστεί μια μεγάλη διακύμανση της ταχύτητας του κύματος κατακάυσεως δια της μεταβολής των συνθηκών περιβάλλοντος και ιδιαίτερα της πίεσεως. Στην περίπτωση όμως της εκρήξεως η ταχύτητα του κύματος εκρήξεως ελάχιστη διακύμανση μπορεί να υποστεί με τη μεταβολή των συνθηκών περιβάλλοντος. Είναι δε ανεξάρτητη από την πίεση του περιβάλλοντος.

Η διάκριση λοιπόν των εκρηκτικών υλών σε υψηλής και χαμηλής εντάσεως αναφέρεται ουσιαστικά στη διαδικασία απο-

συνθέσεως των και όχι σ'αυτές καθ'αυτές τις εκρηκτικές ύλες. Για παράδειγμα μια προωθητική πυρίτιδα από χορδίτη "Cordite" συνήθως κατακαίεται με ταχύτητα 0,0001 P m/sec (όπου P παριστάνει την πίεση του περιβάλλοντος σε ατμόσφαιρες). Με κατάλληλη όμως έναυση η χορδίτιδα μπορεί να εκραγεί με ταχύτητα του κύματος εκρήξεως 7000m/sec.

Στην πράξη μπορούμε να διακρίνουμε την κατάκαυση από την έκρηξη από το χρώμα των φλογών. Συγκεκριμένα στην κατάκαυση οι φλόγες που παρατηρούνται έχουν μέσα τους γαλάζιες αποχρώσεις ενώ στην έκρηξη οι αποχρώσεις αυτές είναι κόκκινες.

3.4. ΩΣΤΙΚΟ ΚΥΜΑ

Η διαδικασία της εκρήξεως μιας εκρηκτικής ύλης και τα αποτελέσματα αυτής εξαρτώνται από τη λειτουργία των ωστικών κυμάτων.

Ένα κύμα το οποίο διαδίδεται μέσω των μορίων της ύλης δι'ελαστικής συμπίεσεως αυτών και το οποίο είναι σχετικά χαμηλής εντάσεως είναι το συνηθισμένο ηχητικό κύμα το οποίο αντιλαμβανόμαστε με την ακοή.

Ο ήχος διαδίδεται με ταχύτητα η οποία καθορίζεται από την σχέση:

$$C^2 = \left. \frac{\delta P}{\delta \rho} \right|_S$$

όπου C = Η ταχύτητα του ήχου

P = Η πίεση του χώρου διαδόσεως του ήχου

ρ = Η πυκνότητα του μέσου διαδόσεως του ήχου

S = Η εντροπία (η οποία παραμένει σταθερή)

Από την ανωτέρω σχέση προκύπτει ότι η ταχύτητα του ήχου αυξάνει όσο η δυνατότητα συμπίεσεως του μέσου διαδόσεως αυτού ελαττώνεται.

Στην περίπτωση των συνηθισμένων ηχητικών κυμάτων, τα οποία είναι πολύ χαμηλής εντάσεως, η πίεση και η πυκνότητα του μέσου διαδόσεως παραμένει κατά ικανοποιητική προσέγγιση

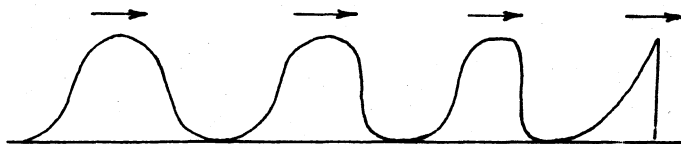
σιαθέρη κατά τη διάρκεια της διαδικασίας διαδόσεως του ηχητικού κύματος. Έτσι όλα τα μέρη ενός ηχητικού κύματος μεταδίδονται με την ίδια ταχύτητα. Ένα ημιτονοειδές ηχητικό κύμα για παράδειγμα παραμένει ημιτονοειδές κατά τη διάρκεια της διαδόσεώς του.

Στα ωστικά όμως κύματα η πίεση του μέσου διαδόσεώς των μπορεί να φθάσει τιμές χιλιάδων ατμοσφαιρών και η πυκνότητα ν' αυξηθεί χαρακτηριστικά. Υπό αυτές τις συνθήκες η ταχύτητα διαδόσεως δεν είναι η ίδια όπως η ταχύτητα διαδόσεως ενός ηχητικού σήματος αλλά πολύ μεγαλύτερη.

Στην πράξη καθώς η πίεση ή η πυκνότητα αυξάνει, ελατώνεται η δυνατότητα συμπίεσεως του μέσου διαδόσεως με συνέπεια μία αύξηση της ταχύτητας διαδόσεως του ήχου στην περιοχή της διαταραχής όπου και οι προαναφερθείσες συνθήκες.

Εάν λοιπόν θεωρηθεί ένα ηχητικό κύμα πολύ μεγάλης εντάσεως (δηλαδή η πίεση στο χώρο της διαταραχής είναι μερικές χιλιάδες ατμόσφαιρες) ημιτονοειδούς μορφής μισης περιόδου το οποίο δημιουργείται σε ένα μέσο διαδόσεως, τότε η ταχύτητα διαδόσεως της κορυφής του κύματος (όπου το μέσον ευρίσκεται σε υψηλότερη πυκνότητα και πίεση) θα είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του κατωτέρου τμήματος του κύματος όπου αυτό βρίσκεται στις αρχικές του σχεδόν συνθήκες πίεσεως και πυκνότητας. Για τον λόγο αυτό η κορυφή του κύματος θα προφτάσει το προηγούμενο κατώτερο τμήμα του κύματος και η όλη διαταραχή θα διαμορφωθεί τελικά σε μια απότομη έξαρση χαρακτηριζόμενη από υψηλή πίεση και η οποία καλείται ωστικό κύμα όπως φαίνεται στο σχήμα 3.4-1. Η έξαρση αυτή ακολουθείται από μία βαθμιαία πτώση. Αυτό λοιπόν είναι στην πραγματικότητα το ωστικό κύμα το οποίο μεταδίδεται σε ένα αδρανές μέσο διαδόσεως. Καθώς δε η μετάδοσή του συνεχίζεται, τούτο βαθμιαία εξασθενεί, μέχρις ότου μεταπέσει σ' ένα καγονικό ηχητικό κύμα.

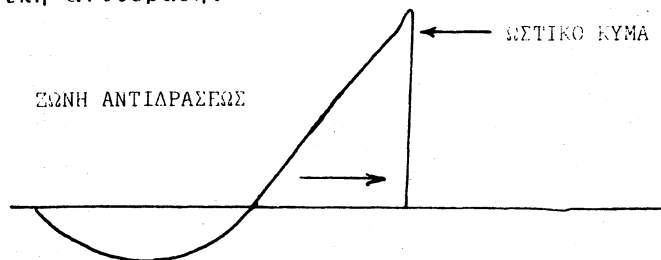
Ας θεωρήσουμε τώρα ένα ωστικό κύμα το οποίο προσπίπτει σε ένα εκρηκτικό υλικό. Τότε εάν λόγω της προκαλούμενης συμπίεσεως της εκρηκτικής ύλης αυξηθεί η θερμοκρασία της στην



Σχήμα: 3.4-1
Δημιουργία ενός ωστικού κύματος

περιοχή προσπτώσεως του ωστικού κύματος θα αρχίσει η αποσύνθεσή της. Τότε η μεγάλη παραγωγή θερμών αερίων η οποία επακολουθεί θα έχει σαν συνέπεια να επενεργούν αυτά επί του ωστικού κύματος σαν ένα έμβολο κυλίνδρου το οποίο διατηρεί τη διάδοση του ωστικού κύματος με σταθερή ταχύτητα.

Στο σχήμα 3.4-2 φαίνεται μία πιθανή μορφή ενός ωστικού κύματος όπως αυτό που προηγουμένως έχει περιγραφεί. Πίσω δε από το ωστικό κύμα παρατηρούμε την περιοχή στην οποία γίνεται η χημική αντίδραση.



Σχήμα: 3.4-2
Πιθανή μορφή ωστικού κύματος στη περιοχή χημικής αντιδράσεως εκρηκτικής ύλης.

3.5. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ

Οι εκρηκτικές ύλες βάση της ταχύτητας με την οποία κινείται μέσα στη μάζα των το μέτωπο της χημικής αντιδράσεως υποδιαιρούνται σε δυο μεγάλες κατηγορίες: α) τις ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ (ή ΥΨΗΛΕΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ) "HIGH EXPLOSIVE", στις οποίες το μέτωπο της χημικής αντιδράσεως κινείται με υπερηχητική ταχύτητα (δηλαδή με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτή που έχει μέσα στην μάζα τους ο ήχος) και β') τις ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ (ή ΧΑΜΗΛΕΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ) "LOW EXPLOSIVE" στις οποίες το μέτωπο της χημικής αντιδράσεως κινείται με ταχύτητα μικρότερη από αυτή που έχει μέσα στην μάζα τους ο ήχος.

νείται με υποηχητική ταχύτητα, δηλαδή με ταχύτητα μικρότερη από αυτή που έχει μέσα στη μάζα τους ο ήχος.

Η περαιτέρω υποδιαίρεση των εκρηκτικών υλών έχει ως ακολούθως:

α. Εκρηκτικές ύλες Υψηλής εντάσεως.

Οι εκρηκτικές ύλες υψηλής εντάσεως (που είναι γνωστές και ως ταχυκαείς, ή θραυστικές, ή διαρρηκτικές εκρηκτικές ύλες) ανάλογα με την ευαισθησία τους στην τριβή και στην κρούση υποδιαιρούνται περαιτέρω στις ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ (Primary Explosives) και τις ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ (Secondary Explosives).

Οι πρωτογενείς εκρηκτικές ύλες οι οποίες ονομάζονται επίσης και ΕΝΑΥΣΜΑΤΙΚΕΣ είναι πολύ ευαίσθητες στην τριβή και στην κρούση. Αυτές υποδιαιρούνται περαιτέρω ανάλογα με τη σύνθεσή τους σε ΑΝΟΡΓΑΝΕΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ (Non-Organic Primary Explosives) και τις ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ (Organic Primary Explosives).

Οι δευτερογενείς εκρηκτικές ύλες είναι λιγότερο ευαίσθητες στην τριβή και στην κρούση. Υποδιαιρούνται δε αυτές περαιτέρω στις ΚΥΡΙΕΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ (Main Charges) ή ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΓΟΜΩΣΕΙΣ και τις ΕΝΔΙΑΜΕΣΕΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ (Intermediaries) ή ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ (Booster). Οι ενδιάμεσες εκρηκτικές ύλες είναι μέτριας ευαισθησίας ενώ οι κύριες εκρηκτικές ύλες είναι μικρής ευαισθησίας.

β. Εκρηκτικές Ύλες Χαμηλής Εντάσεως

Οι εκρηκτικές ύλες χαμηλής εντάσεως (που είναι γνωστές και ως Προωθητικές εκρηκτικές ύλες) υποδιαιρούνται περαιτέρω ανάλογα με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται η ύλη τους, στις ΣΤΕΡΕΕΣ ΠΡΟΩΗΤΙΚΕΣ (Solid Propellants) και στις ΥΓΡΕΣ ΠΡΟΩΗΤΙΚΕΣ (Liquid Propellants).

Οι στερεές προωθητικές υποδιαιρούνται περαιτέρω ανάλογα με τη σύνθεσή τους στις ΣΥΝΘΕΤΕΣ ΠΡΟΩΗΤΙΚΕΣ (Composite Propellants) και στις ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΕΣ ΠΡΟΩΗΤΙΚΕΣ (Self Contained Propellants). Από αυτές οι μεν σύνθετες αποτελού-

νται από μίγμα δυο τουλάχιστο διαφορετικών ουσιών από τις οποίες η μια αποτελεί την καύσιμη ύλη και η άλλη περιέχει το οξυγόνο που απαιτείται για την κατάκαυσή τους, οι δε αυτοδύναμες αποτελούνται από μια μόνο ουσία το μόριο της οποίας περιέχει και το καύσιμο και το οξυγόνο.

3.6. ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι βάση των οποίων οι εκρηκτικές ύλες παίρνουν την ονομασία τους. Έτσι υπάρχουν ονόματα εκρηκτικών υλών που προέρχονται από:

- α. Χημικά ονόματα
- β. Ψευδώνυμα
- γ. Τις ιδιότητές τους
- δ. Τη χρήση τους
- ε. Τον τρόπο παρασκευής τους, και άλλα

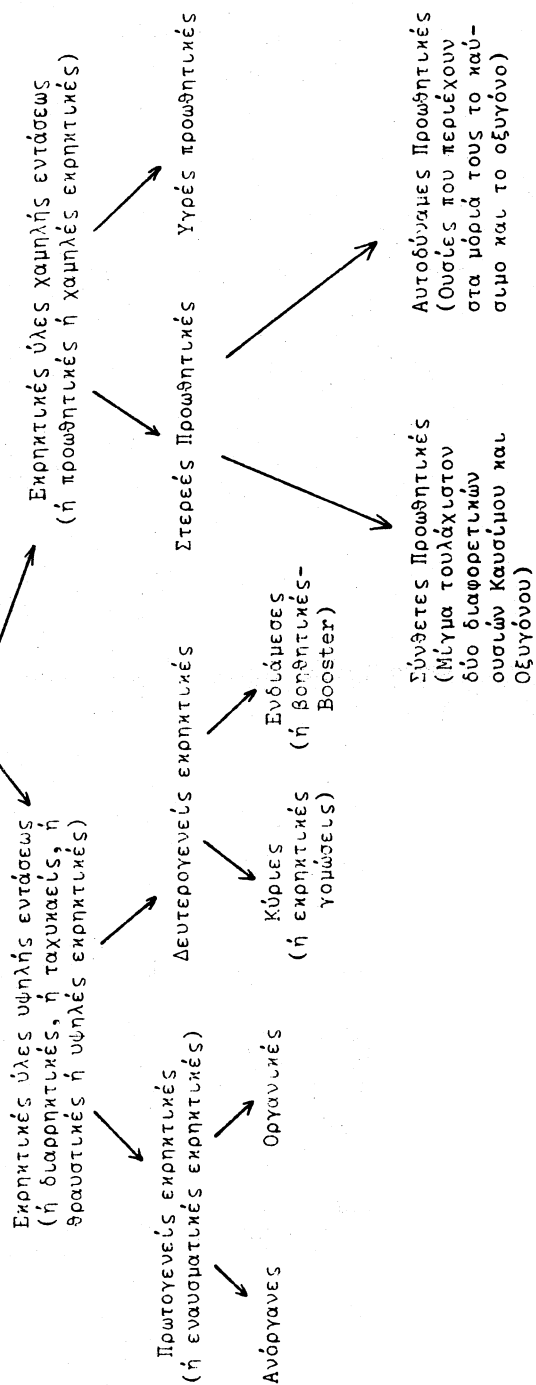
Μερικές από τις πιο γνωστές εκρηκτικές ύλες με την αντιστοιχη επεξήγηση της προελεύσεως του ονόματός τους αναφέρονται παρακάτω:

- RDX : Reusearch Development Explosive
- HMX : His Majesty Explosive
- DBX : Depth Burst Explosive
- TORPEX: Torpedo Explosive
- TNT : Try-Nitro-Toluene
- TOL : Ως κατάληξη ονόματος εκρηκτικής ύλης σημαίνει μίγμα που περιέχει και TNT π.χ.
 - AMATOL : $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{TNT}$
 - TETRYTOL: Tetryl+TNT
 - CYCLOTOL: Cyclinite(RDX)+TNT
 - BARETOL : $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{TNT}$
 - OCTOL : HMX+TNT και άλλα
- P.B.X : Plastic Bonded Explosive (Έχει σαν βάση κατασκευής του το RDX ή HMX)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5-1

ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ

ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ

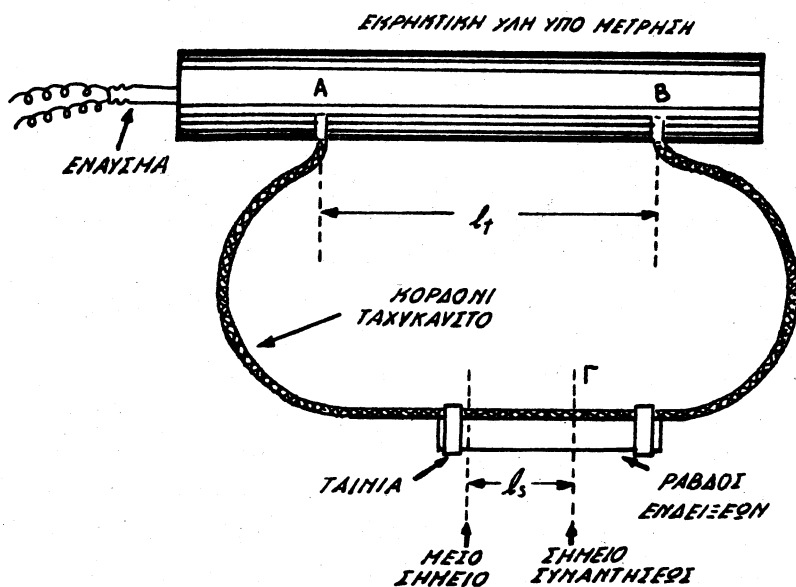


3.7. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΚΡΗΞΕΩΣ

Η μέτρηση της ταχύτητας εκρήξεως μπορεί σήμερα να γίνει με πολλούς τρόπους ανάλογα με την ακρίβεια την οποία επιδιώκουμε και τα μέσα τα οποία διαθέτουμε.

Ο κλασικός όμως και απλούστερος τρόπος μετρήσεως της ταχύτητας εκρήξεως είναι αυτός που κάνει χρήση της μεθόδου D'Autriche.

Κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται η διάταξη του σχήματος 3.7-1.



Σχήμα 3.7-1.

Διάταξη μετρήσεως ταχύτητας εκρήξεως με τη μέθοδο D'Autriche.

Όταν στην διάταξη αυτή το έναυσμα πυροδοτηθεί με ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του καλωδίου, θ'αρχίσει η χημική αντίδραση εκρήξεως της εκρηκτικής ύλης. Η χημική αυτή αντίδραση από το σημείο Α θ'ακολουθήσει δύο κατευθύνσεις και τα δύο κύματα των χημικών αντιδράσεων θα ξανασυναντηθούν στο σημείο Γ.

Τότε εάν: D_t = Η ζητούμενη ταχύτητα εκρήξεως της εκρηκτικής ύλης

D_s = Η ταχύτητα εκρήξεως του κορδονιού

h = Το ήμισυ του μήκους του κορδονιού

l_t = Η απόσταση AB

l_s = Η απόσταση του σημείου συναντήσεως των δυο κυμάτων χημικής αντιδράσεως (Σημείο Γ) από το μέσο του κορδονιού

θα έχουμε:

$$t = \frac{h+l_s}{D_s} = \frac{l_t}{D_t} + \frac{h-l_s}{D_s}$$

και

$$D_t = \frac{l_t \cdot D_s}{2l_s} \quad (3.7-1)$$

Η ακρίβεια βέβαια της μεθόδου αυτής εξαρτάται από την ακρίβεια με την οποία γνωρίζουμε την ταχύτητα εκρήξεως του κορδονιού D_s καθώς επίσης και από την ακρίβεια με την οποία γίνεται η όλη διαδικασία.

Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι κατά την εκτέλεση του πειράματος, το σημείο Γ εντοπίζεται οπτικά από μια διόγκωση η οποία δημιουργείται στο σημείο αυτό του ταχύκαυστου κορδονιού από τα συναντώμενα εκεί κύματα χημικής αντιδράσεως.

Στον πίνακα 3.7-1 που ακολουθεί δίνονται τιμές της ταχύτητας εκρήξεως διαφόρων εκρηκτικών υλών. Κάθε μια από αυτές αντιστοιχεί βέβαια σε μια ορισμένη διάμετρο εκρηκτικής ύλης και κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7-1

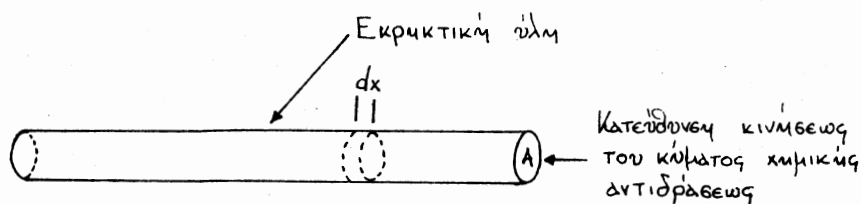
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΚΡΗΞΕΩΣ ΜΕΡΙΚΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ
ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ

ΒΡΟΝΤΩΔΗΣ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ (Mercure Fulminate)	: 4500 m/sec
ΥΔΡΑΖΩΤΙΚΟΥ ΜΟΛΥΒΔΟΥ (Lead Azide)	: 4500 m/sec
ΣΤΥΦΝΙΚΟΥ ΜΟΛΥΒΔΟΥ (Lead Styphnate)	: 4900 m/sec
ΤΕΤΡΥΛΗ (Tetryl)	: 7300 m/sec
ΚΥΚΛΩΝΙΤΗΣ (RDX)	: 8400 m/sec

ΚΥΚΛΩΝΙΤΗΣ/ΚΕΡΙ (RDX/Wax) 93/7	: 7910 m/sec
ΚΥΚΛΩΝΙΤΗΣ/ΚΕΡΙ (RDX/Wax) 88/12	: 8050 m/sec
ΤΡΙΝΙΤΡΟΤΟΛΟΥΟΛΗ (TNT)	: 6950 m/sec
ΟΜΟΚΥΚΛΩΝΙΤΗΣ (HMX)	: 9120 m/sec
ΠΕΤΝ (PETN)	: 8100 m/sec
ΝΙΤΡΟΓΛΥΚΕΡΙΝΗ (NG)	: 1500-7750 m/sec
ΑΜΑΤΟΛ (Amatol) 40/60	: 6470 m/sec
ΑΜΑΤΟΛ (Amatol) 80/20	: 5080 m/sec
ΒΑΡΑΤΟΛ (Baratol) 80/20	: 4600 m/sec
ΣΥΝΘΕΣΗ Β (Compound B) 60/40	: 7975 m/sec
ΠΕΝΤΟΛΙΤΗΣ (Pentolite)	: 7455 m/sec
ΤΟΡΠΕΞ (Torpex) 2	: 7360 m/sec
ΔΥΝΑΜΙΤΗΣ (Dynamite)	: 5000 m/sec
ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΕΚΡΗΚΤΙΚΗ (Plastic Explosive)	: 8200 m/sec
ΜΙΝΟΛ (Minol) 2	: 5900 m/sec

3.8. ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ

Για να υπολογιστεί η ισχύς μιας εκρηκτικής ύλης χρησιμοποιείται μια ποσότητα σε σχήμα κυλινδρικής ράβδου όπως φαίνεται στο σχήμα 3.8-1.



Σχήμα: 3.8-1

Πέτρηση ισχύος εκρηκτικής ύλης.

Η επιφάνεια της βάσεως του κυλίνδρου είναι Α και το κύμα της χημικής αντίδρασης μέσα στο διαφορικό χρόνο dt διανύει το μήκος dx . Η χημική αντίδραση είναι εξώθερμη.

Καθορίζονται τα ακόλουθα:

Q = Η εκλυόμενη θερμότητα ανά μονάδα μάζας της εκρηκτικής ύλης

ρ_0 = Η πυκνότητα της εκρηκτικής ύλης

dq = Η παραγόμενη θερμότητα σε χρόνο dt

dm = Η μάζα της εκρηκτικής ύλης η οποία έλαβε μέρος στη χημική αντίδραση κατά την κίνηση του κύματος της χημικής αντιδράσεως κατά το μήκος dx .

D = Η ταχύτητα κινήσεως του κύματος αντιδράσεως

Τότε: $dq = Q \, dm = Q \rho_0 dx D = Q \rho_0 D \, dt$

και:
$$P = \frac{dq}{dt} = Q \rho_0 D \text{ Watts} \quad (3.8-1)$$

ή
$$P' = Q D \rho_0 \text{ Watts/m}^2 \quad (3.8-2)$$

Υπολογίζοντας για παράδειγμα την ισχύ της TNT βρίσκουμε

$$P' = 5,9 \times 10^{13} \text{ Watts/m}^2 \quad \text{ή} \quad 5,9 \times 10^9 \text{ Watts/cm}^2.$$

Στον πίνακα 3.8-1 αναφέρονται τιμές των Q και ρ_0 για διάφορες εκρηκτικές ύλες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8-1

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΚΛΥΟΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΜΕΡΙΚΩΝ
ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ

ΕΚΡΗΚΤΙΚΗ ΥΛΗ	ρ_0 (gr/cm ³)	Q (Kcal/gr) (ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)
PETN	1,75	1,52
BTNEU	1,86	1,48
RDX	1,80	1,48
HMX	1,90	1,48
TNETB	1,70	1,43
TETRYL	1,70	1,43
NM(NITROMETHANE)	1,13	1,36
TNT	1,63	1,28
PICRID ACID	1,70	1,25
DATM B	1,79	1,12

Πίνακας 3.8-1 (συνέχεια)

ΕΚΡΗΚΤΙΚΗ ΥΛΗ	ρ_0 (gr/cm ³)	Q (Kcal/gr) (ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)
EXPLOSIVE D	1,70	1,08
PBX 0404	1,84	1,47
COMP B-3	1,70	1,39
OCTOL	1,81	1,43

Σχετικός με την ισχύ μιας εκρηκτικής ύλης είναι και ο "ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ" αυτής. Εάν για μια εκρηκτική ύλη είναι γνωστό το ποσό της εκλυόμενης θερμότητας σε cal/gr καθώς επίσης και ο όγκος των παραγομένων αερίων σε cm³/gr, τότε το γινόμενο αυτών καλείται "χαρακτηριστικό γινόμενο", της εκρηκτικής ύλης. Εάν το χαρακτηριστικό γινόμενο αυτό συγκριθεί με το χαρακτηριστικό γινόμενο του PICRIC ACID προκύπτει ο ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ της εκρηκτικής ύλης σε μια αυθαίρετη κλίμακα όπου η τιμή 100 αντιστοιχεί στο PICRIC ACID, για το οποίο λαμβάνεται $Q=895$ cal/gr και $U_0=780$ cm³/gr.

Βάσει των ανωτέρω ο ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ (Power Index) για μια συγκεκριμένη ποσότητα RDX για την οποία έχει μετρηθεί $Q=1335$ cal/gr και $U_0=855$ cm³/gr υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$PI_{RDX} = \frac{1335 \times 855}{895 \times 780} \times 100 = 163,5.$$

3.9. ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΕΚΡΗΞΕΩΣ

Κατά τις εφαρμογές η αποσύνθεση των εκρηκτικών υλών προκαλείται με προσφορά απ'έξω θερμότητας την δεδομένη χρονική στιγμή. Η διαδικασία αυτή καλείται έναυση, οι δε ουσίες με τις οποίες προκαλείται η έναυση των εκρηκτικών υλών καλούνται Εναυσματικές.

Οι εναυσματικές αυτές εκρηκτικές ύλες είναι πολύ ευαίσθητες σε τριβή και κρούση. Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή πυροδοτικών και εμπυρείων τα οποία ενεργοποιούνται συνήθως με κρούση ή ηλεκτρικό ρεύμα. Από την ενεργοποίηση

αυτή των πυροδοτικών και εμπυρείων, δημιουργείται υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος με σύγχρονη παρουσία φλόγας και εκτίναξη διαπύρων σωματιδίων. Στις συνθήκες αυτές οι εκρηκτικές ύλες που βρίσκονται πολύ κοντά με τα πυροδοτικά και εμπύρεια ενεργοποιούνται, επιτυγχανομένης έτσι της εναύσεώς των.

Η έναυση μιας εκρηκτικής ύλης είναι επίσης δυνατό να προκληθεί και με κάθε άλλο τρόπο με τον οποίο είναι δυνατό να προσφερθεί στην εκρηκτική ύλη το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για το σκοπό αυτό, όπως π.χ. με τριβή, κρούση, σπινθήρα κλπ.

Ανεξάρτητα όμως ποιός είναι ο προτρεπτικός παράγοντας μιας εκρήξεως κάθε έκρηξη είναι στη φύση της θερμική.

Μια σημαντική επίσης θεωρία σχετική με την πρόκληση εκρήξεως σε μια εκρηκτική ύλη είναι αυτή που αναφέρεται στις ΘΕΡΜΕΣ ΚΗΛΙΔΕΣ (Hot Spots). Μια θερμή κηλίδα είναι ένας μικρός όγκος εκρηκτικής ύλης της οποίας η θερμοκρασία ανεβαίνει ψηλότερα σε σχέση με την θερμοκρασία του περιβάλλοντός της. Για ν'αποτελέσει μια θερμή κηλίδα έναν αποτελεσματικό παράγοντα για την ενεργοποίηση της χημικής αντιδράσεως αποσυνθέσεως (εκρήξεως ή κατακάυσεως) της εκρηκτικής ύλης που την περιβάλλει θα πρέπει πρώτα αυτή να εκραγεί από την παραγόμενη από την αποσύνθεσή της θερμότητα. Ένας παράγοντας ασφαλώς που αντιτίθεται στην διαδικασία που οδηγεί σ'έκρηξη της θερμής κηλίδας είναι η τάση υποβιβασμού της θερμοκρασίας της θερμής κηλίδας με μεταφορά θερμότητας από αυτήν προς το ψυχρότερο μέσο που την περιβάλλει. Το πρόβλημα εδώ είναι όμοιο με αυτά που έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα για την θερμική έκρηξη.

Μια θερμή κηλίδα συνήθως δημιουργείται από κάποιο μηχανικό αίτιο και το σχήμα της είναι σφαιρικό με διάμετρο που ποικίλλει συνήθως από 0,01 μέχρι 700 μικρά. (10^{-6} m). Χαρακτηριστικό επίσης είναι ότι μια θερμή κηλίδα όταν δημιουργηθεί έχει θερμοκρασία αρκετά μεγαλύτερη από αυτή του περιβάλλοντός της (π.χ. κατά 250°K). Έτσι ένα ψυχρό μέτωπο ξεκινά από το περιβάλλον της θερμής κηλίδας προς το εσωτε-

ρικό της. Απ'όπου δε περνάει αυτό το κύμα γίνεται μια δρα-
στική ψύξη με αποτέλεσμα να σταματάει ουσιαστικά η χημική
αντίδραση αποσυνθέσεώς της. Αν λοιπόν δεν προλάβει να γίνει
μια θερμική έκρηξη στο κέντρο της θερμής κηλίδας πριν φτά-
σει εκεί το ψυχρό μέτωπο δεν πρόκειται τελικά να γίνει κα-
μία θερμική έκρηξη της θερμής κηλίδας.

Γενικά όμως και όσο αφορά θέματα ασφάλειας δεν θα πρέ-
πει να διαφεύγει της προσοχής ότι ΠΟΛΛΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΜΕ ΣΟ-
ΒΑΡΕΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΧΟΥΝ ΣΥΜΒΕΙ ΚΑΤΑ ΚΑΙ-
ΡΟΥΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΚΜΕΙΞΕΩΣ ΜΙΑΣ ΕΚΜΙ-
ΚΤΙΚΗΣ ΥΛΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΔΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ.

Συμπερασματικά λοιπόν κάθε έκρηξη (ή κατάκαυση) εκρη-
κτικής ύλης είναι στη φύση της "ΘΕΡΜΙΚΗ". Αυτή δε είναι δυ-
νατό να προκληθεί, είτε με προσφορά θερμότητας απ'έξω (μέσω
ενός προτρεπτικού παράγοντα) είτε με προσφορά θερμότητας
από την ίδια την εκρηκτική ύλη κατά την διαδικασία αποσυν-
θέσεώς της.

Ανάλογα δε με τον προτρεπτικό παράγοντα μια προκαλού-
μενη έκρηξη διακρίνεται σε:

α.- Έκρηξη από φλόγα

Στην περίπτωση αυτή ο προτρεπτικός παράγοντας είναι
φλόγα. Σχεδόν όλες οι εκρηκτικές ύλες χαμηλής εντάσεως κα-
τακαίονται υπό την επίδραση φλόγας, ενώ αντίθετα τούτο δεν
συμβαίνει με τις περισσότερες από τις εκρηκτικές ύλες υψη-
λής εντάσεως. Αυτές προκειμένου να εκραγούν απαιτούν συνή-
θως επίδραση μεγάλης ποσότητας θερμότητας σ'ολόκληρη σχεδόν
την μάζα τους.

β.- Έκρηξη από σπινθήρα

Στην περίπτωση αυτή ο προτρεπτικός παράγοντας είναι
σπινθήρας. Παρά το γεγονός ότι στις εφαρμογές η μέθοδος αυ-
τή δεν χρησιμοποιείται, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό ατυχημάτων
με εκρηκτικές ύλες οφείλεται σε εκρήξεις εκρηκτικών υλών
οι οποίες προεκλήθησαν από σπινθήρα. Για το λόγο αυτό σε

παρασκευαστήρια πυρομαχικών και πυριταποθήκες λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την πρόληψη τέτοιων επικίνδυνων καταστάσεων.

γ.- Έκρηξη από κρούση

Στην περίπτωση αυτή ο προτρεπτικός παράγοντας είναι η κρούση η οποία προκαλείται με κατάλληλα μηχανικά μέσα. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται πολύ στις πρακτικές εφαρμογές. Ο όρος δε "κρουστική πυροδότηση" της πυροβολικής προέρχεται από τον προτρεπτικό αυτόν παράγοντα.

δ.- Έκρηξη επιδράσεως

Στην περίπτωση αυτή ο προτρεπτικός παράγοντας είναι ένα ωστικό κύμα το οποίο δημιουργείται από έκρηξη μιας άλλης εκρηκτικής ύλης η οποία ευρίσκεται σχεδόν σ'επαφή με την πρώτη ή περιβάλλεται από αυτή.

ε.- Έκρηξη συμπαθείας

Στην περίπτωση αυτή ο προτρεπτικός παράγοντας είναι ένα ωστικό κύμα το οποίο δημιουργείται από έκρηξη μιας άλλης εκρηκτικής ύλης η οποία βρίσκεται κοντά στην πρώτη.

3.10. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ

Οι εκρηκτικές ύλες χαρακτηρίζονται από ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία. Η γνώση των στοιχείων αυτών διευκολύνει στον ορθό και ασφαλή χειρισμό, εναποθήκευση και χρήση αυτών. Τα στοιχεία αυτά διακρίνονται σε θεωρητικά και Πειραματικά τα οποία και περιγράφονται κατωτέρω.

α.- Θεωρητικά Χαρακτηριστικά στοιχεία.

Τα θεωρητικά χαρακτηριστικά στοιχεία των εκρηκτικών υλών είναι τ'ακόλουθα:

(1) Η εκλυόμενη θερμότητα

Είναι η εκλυόμενη θερμότητα κατά την αποσύνθεση μιας εκρηκτικής ύλης υπό σταθερό όγκο ή πίεση υπολογιζόμενη σε Kcal ανά Kgr.

(2) Το Δυναμικό

Το δυναμικό είναι το μέγιστο έργο που θα μπορούσε θεωρητικά να κάνει μια εκρηκτική ύλη υπολογιζόμενο σε $\text{Kgr} \cdot \text{m}$ ανά Kgr αυτής.

(3) Η Θερμοκρασία των Αερίων

Είναι η θερμοκρασία των παραγομένων κατά την αποσύνθεση μιας εκρηκτικής ύλης αερίων μετρούμενη σε βαθμούς Κελσίου.

(4) Ο Όγκος των Αερίων

Είναι ο όγκος των παραγόμενων αερίων κατά την αποσύνθεση μιας εκρηκτικής ύλης μετρούμενος σε Lt ανά Kgr εκρηκτικής ύλης.

Όλες οι εκρηκτικές ύλες κατά την αποσύνθεσή τους παράγουν κυρίως αέρια παράγωγα. Τα αέρια αυτά περιέχουν ένα ή περισσότερα στοιχεία μεταξύ των, C , H_2 , O_2 , N_2 (Μεταξύ των οποίων τα τρία τελευταία είναι επίσης αέρια). Τα σχηματιζόμενα κατά την αποσύνθεση των εκρηκτικών υλών αέρια παράγωγα είναι το Μονοξείδιο και το διοξείδιο του άνθρακα, τα έξη οξείδια του Αζώτου, (N_2O , NO , N_2O_3 , N_2O_4 , NO_2 και N_2O_5), η Αμμωνία (NH_3), οι υδρατμοί (H_2O), το Μεθάνιο (CH_4) και το υδροκυάνιο (HCN).

Οι χημικές ενώσεις που περιέχουν όλα τα παραπάνω στοιχεία (C , H_2 , O_2 , N_2) και μάλιστα σε μεγάλες ποσότητες είναι τα οργανικά νιτροπαράγωγα από τα οποία με ελάχιστες εξαιρέσεις προέρχονται όλες οι εκρηκτικές ύλες.

(5) Η Ειδική Πίεση

Είναι η ειδική πίεση των αερίων προϊόντων τα οποία εκλύονται κατά την αποσύνθεση ενός Kgr εκρηκτικής ύλης μέσα σε χώρο που έχει όγκο 1 Lt , υπολογιζόμενη σε $\text{Kgr} \cdot \text{cm}^2$.

(6) Η Μέγιστη Πίεση

Είναι η μέγιστη αναπτυσσόμενη πίεση στο χώρο που γίνεται η αποσύνθεση μιας εκρηκτικής ύλης.

β.- Πειραματικά Χαρακτηριστικά Στοιχεία

Από τα πειραματικά χαρακτηριστικά στοιχεία εξαρτώνται κυρίως θέματα σχετικά με το χειρισμό, τις πρακτικές εφαρμογές και την ασφάλεια των εκρηκτικών υλών. Αναλυτικά, αυτά είναι τ'ακόλουθα:

(1) Η Ευπάθεια

Αυτή αναφέρεται στην ευχέρεια με την οποία μια εκρηκτική ύλη μπορεί να εκραγεί. Το μέτρο της ευπάθειας μιας εκρηκτικής ύλης προσδιορίζεται με κάποια τιμή ευαισθησίας (ή αναισθησίας) αυτής. Η ευαισθησία διακρίνεται σε ευαισθησία στη θερμότητα, ευαισθησία σε σπινθήρες, ευαισθησία σε κάποιο τύπο πυροδοτήσεως και σε ευαισθησία προς γειτονική έκρηξη.

Η ευαισθησία στην κρούση αφορά την ευκολία με την οποία προκαλείται η αποσύνθεση μιας εκρηκτικής ύλης με κρούση.

Η ευαισθησία στην τριβή αφορά την ευκολία με την οποία μια εκρηκτική ύλη αποσυντίθεται υπό την επίδραση τριβής. Όπως και στην περίπτωση της κρούσεως έτσι και στην περίπτωση της τριβής η αποσύνθεση της εκρηκτικής ύλης αρχίζει από ορισμένα σημεία της επιφάνειας της εκρηκτικής ύλης που βρίσκεται υπό την επίδραση της τριβής και τα οποία ονομάζονται "ΘΕΡΜΕΣ ΚΗΛΙΔΕΣ". Οι θερμές κηλίδες αυτές σχηματίζονται συνήθως εκεί που υπάρχουν φουσαλλίδες αέρα ή ατμών οι οποίες βρίσκονται από κατασκευής παγιδευμένες μέσα στην εκρηκτική ύλη. Συμπιεζόμενες αυτές περισσότερο με την τριβή θερμαίνονται έντονα με αποτέλεσμα ν'αυξηθεί η θερμοκρασία του αερίου τόσο ώστε να σχηματιστεί θερμή κηλίδα και ν'αρχίσει η αποσύνθεσή της η οποία είναι δυνατό να εξελιχτεί σε έκρηξη η οποία στη συνέχεια μεταδίδεται και στην υπόλοιπη μάζα της εκρηκτικής ύλης. Η ευαισθησία μιας εκρηκτικής ύλης στην τριβή είναι σχεδόν η ίδια με την ευαισθησία της στην κρούση.

Ως ευαισθησία μιας εκρηκτικής ύλης στη θέρμανση χαρακτηρίζεται η ευκολία με την οποία γίνεται η αποσύνθεσή της υπό την επίδραση θερμότητας όπως αναλυτικά περιγράφηκε στην

παράγραφο 3.2.

Ως ευαισθησία μιας εκρηκτικής ύλης σε σπινθήρα χαρακτηρίζεται η ευκολία με την οποία γίνεται η αποσύνθεσή της υπό την επίδραση σπινθήρα ανεξάρτητα με την πηγή προελεύσεώς του, π.χ. σπινθήρας ηλεκτρικός, σπινθήρας προερχόμενος από καύση ξύλου, κλπ. Στις περιπτώσεις αυτές η αποσύνθεση της εκρηκτικής ύλης προκαλείται είτε από την ισχυρή θερμοκρασία του αέρα που μεσολαβεί μεταξύ σπινθήρα και εκρηκτικής ύλης είτε από την απ'ευθείας επαφή του σπινθήρα με την εκρηκτική ύλη.

Ως ευαισθησία στην πυροδότηση χαρακτηρίζεται η ευκολία με την οποία γίνεται η πυροδότηση μιας εκρηκτικής ύλης με την χρησιμοποίηση ενός συγκεκριμένου συστήματος πυροδοτήσεως.

Τέλος, με τον όρο ευαισθησία σε γειτονική έκρηξη, νοείται η δυνατότητα μεταδόσεως της εκρήξεως από μια εκρηκτική ύλη σε άλλη που βρίσκεται σε κάποια απόσταση από την πρώτη.

(2) Η Ισχύς

Όπως προαναφέρθηκε στην παράγραφο 3.8 η ισχύς των εκρηκτικών υλών είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό στοιχείο αυτών και εξαρτάται από την εκλυόμενη κατά την έκρηξη θερμότητα, την πυκνότητα της εκρηκτικής ύλης και την ταχύτητα του κύματος αντιδράσεως μέσα στην μάζα της κατά την αποσύνθεσή της.

(3) Η Ευστάθεια

Ως ευστάθεια μιας εκρηκτικής ύλης χαρακτηρίζεται η ικανότητά της να διατηρεί αμετάβλητες φυσικές και χημικές ιδιότητες παραμένουσα σε συνθήκες συνθήκες περιβάλλοντος.

Όλες σχεδόν οι εκρηκτικές ύλες με την πάροδο του χρόνου αλλοιώνονται ανεξάρτητα από τις συνθήκες αποθηκεύσεώς των. Δηλαδή ανεξάρτητα από την θερμοκρασία υγρασία και πίεση του περιβάλλοντός των με την πάροδο του χρόνου όλες σχεδόν οι εκρηκτικές ύλες υπόκεινται σε διάφορες χημικές αλλοιώσεις ή απώλεια κάποιου συστατικού των (π.χ απώλεια συ-

στατικού από εξάτμιση). Οι αλλοιώσεις αυτές είναι δυνατό να επιταχύνονται ή να επιβραδύνονται ανάλογα με τις συνθήκες περιβάλλοντος ή τις διακυμάνσεις των συνθηκών αυτών. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι τυχόν απότομες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας περιβάλλοντος μιας εκρηκτικής ύλης έστω και μεταξύ επιτρεπομένων ορίων μπορούν να προκαλέσουν σοβαρή αλλοίωση αυτής από την δημιουργούμενη αναταραχή των μορίων της, με συνέπεια την διατάραξη της δομής τους. Πολλές φορές δε η χρήση αλλοιωμένων εκρηκτικών υλών είναι δυνατό να δημιουργήσει σοβαρούς κινδύνους στο προσωπικό και το υλικό.

Τα ιδανικά όρια θερμοκρασίας για την καλή συντήρηση των εκρηκτικών υλών και ιδιαίτερα αυτών που περιέχουν νιτρογλυκερίνη κυμαίνονται από 15° μέχρι 25°C.

Σπουδαία επίσης σημασία στην ευστάθεια των εκρηκτικών υλών με την θερμοκρασία διαδραματίζει και η υγρασία. Η παρουσία της υγρασίας σε αρκετές περιπτώσεις επιταχύνει την αποσύνθεση των εκρηκτικών υλών, επειδή προκαλεί υδρολυτικές αντιδράσεις κατά τις οποίες παράγονται ελεύθερα οξέα, νιτρώδη και νιτρικά. Για τον λόγο αυτό εκρηκτικές ύλες όπως οι αμμωνίτιδες μπορούν ν'αχρηστευθούν τελείως και σύντομα με την επίδραση της υγρασίας λόγω της υγροσκοπικότητάς των. Ομοίως η υγρασία είναι η κυρία αιτία της παρουσιαζόμενης αργλογιστίας των πυροκροτητών και εμπυρείων.

Τα ιδανικά ανώτατα όρια υγρασίας για την ασφαλή διαβίωση των εκρηκτικών υλών είναι μέχρι 65% της υγραμετρικής κλίμακας.

Σε μερικές περιπτώσεις εκρηκτικών υλών, όπως ο βροντώδης υδράργυρος, θερμή και υγρή ατμόσφαιρα επιδρά αποσυνθετικά επ'αυτού και ευνοεί το σχηματισμό αλάτων δι'αντικατάστασής του υδραργύρου με μέταλλα του περιβάλλοντός του.

Αντίθετα θερμή και ξηρή ατμόσφαιρα προκαλεί αδρανοποίησή του.

(4) Θραυστικότητα (Brisance)

Θραυστικότητα ή θραυστική ικανότητα των εκρηκτικών υλών καλείται η ικανότητά των να κάνουν θρυμματισμό των στε-

ρεών σωμάτων με τα οποία βρίσκονται σ'επαφή (π.χ. εκρηκτικά βλήματα). Η ιδιότητα αυτή εξαρτάται από την εκλυόμενη κατά την αποσύνθεσή τους θερμότητα, όγκο αερίων καθώς επίσης και από την ταχύτητα με την οποία αυτά αποδίδονται κατά την αποσύνθεση της εκρηκτικής ύλης.

(5) Δραστικότητα θραυσμάτων

Το στοιχείο αυτό είναι ένα ακόμα χαρακτηριστικό των εκρηκτικών υλών για στρατιωτικές ιδίως εφαρμογές και αποσκοπεί στην εκτίμηση του αριθμού των δραστικών θραυσμάτων γύρω από το σημείο της εκρήξεως και σε διάφορες αποστάσεις από αυτό. Όπως είναι φυσικό η δραστικότητα των θραυσμάτων εξαρτάται από το σχήμα τους, την μάζα τους και την ταχύτητά τους.

(6) Οριακή ή Κρίσιμη Δασύτητα

Η πυκνότητα ή δασύτητα μιας εκρηκτικής ύλης αποτελεί μια χαρακτηριστική ιδιότητα των εκρηκτικών υλών. Το αποδιδόμενο δε έργο συνδέεται στενά με αυτή.

Όπως είναι φυσικό όσο συμπιέζεται μια εκρηκτική ύλη τόσο περισσότερο αυξάνει η πυκνότητά της. Η αύξηση της πυκνότητας προκαλεί αντίστοιχα αύξηση της ταχύτητας του κύματος εκρήξεως σ'αυτή. Η προκαλούμενη όμως με αυτό τον τρόπο αύξηση της ταχύτητας του κύματος εκρήξεως μετά από κάποια οριακή τιμή πέφτει απότομα και μάλιστα μέχρι σημείου διακοπής της περαιτέρω μεταδόσεώς του μέσω της μάζας της εκρηκτικής ύλης.

Η πυκνότητα στην οποία αντιστοιχεί η μεγαλύτερη ταχύτητα εκρήξεως καλείται "ΟΡΙΑΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ" και ο προσδιορισμός της έχει μεγάλη σημασία για την επαρκή χρήση των εκρηκτικών υλών.

3.11. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΜΙΑ ΕΚΡΗΚΤΙΚΗ ΥΛΗ

Ο έλεγχος αυτός γίνεται με την χρησιμοποίηση της σχέσεως:

$$O.B = - \frac{1600}{\text{Μοριακό βάρος}} \left(2C \text{ άτομα} + \frac{H}{2} \text{ άτομα} - O \text{ άτομα} \right)$$

όπου η σύντμηση O.B σημαίνει "OXYGEN BALANCE".

Για παράδειγμα αν έχουμε την εκρηκτική ύλη BTNEU της οποίας ο μοριακός τύπος είναι $C_5H_6N_8O_{13}$ τότε:

$$O.B_{BTNEU} = - \frac{1600}{60+6+112+208} (10+3-13) = 0$$

Άρα η εκρηκτική ύλη BTNEU έχει ακριβώς το απαιτούμενο για την πλήρη αποσύνθεσή της, οξυγόνο.

Αν τώρα θεωρήσουμε την εκρηκτική ύλη PETN της οποίας ο μοριακός τύπος είναι $C_5H_8N_4O_{12}$ τότε:

$$O.B_{PETN} = - \frac{1600}{160+8+56+192} (10+4-12) = -10$$

Δηλαδή η εκρηκτική ύλη PETN έχει έλλειψη οξυγόνου. Για κάθε 100 γραμμάρια δε αυτής υπάρχει ανάγκη 10 γραμμαρίων οξυγόνου για την πλήρη αποσύνθεσή της.

3.12. ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ

α. Πρωτογενείς ή Εναυσματικές Εκρηκτικές Ύλες

Οι εκρηκτικές αυτές ύλες υψηλής εντάσεως είναι πολύ ευαίσθητες στην τριβή, την κρούση και τη θερμότητα και χρησιμοποιούνται σε πυροκροτητές καψύλια και εμπύρεια τα οποία προορίζονται για την έναυση άλλων λιγότερο ευαίσθητων εκρηκτικών υλών. Λόγω της υψηλής των αυτής ευαισθησίας απαιτούν χειρισμό με ιδιαίτερη προσοχή.

Οι πρωτογενείς εκρηκτικές ύλες είναι σχετικά ασταθείς και πολύ ισχυρές. Ανάλογα δε με την προέλευσή των διακρίνονται σε Οργανικές και Ανόργανες. Στο συνημμένο πίνακα 3.12-1 παρουσιάζονται οι ιδιότητες των πέντε (5) πιο γνωστών από αυτές, του Υδραζωτικού Μολύβδου "Leade Azide", του Βροντώδη Υδράργυρου "Mercury Fulminate", του Στυφονικού Μολύβδου "Leade Styphnate", της Διαζωδινιτροφαινόλης "Diazodinitrophenol" ή "DDNP" και του Τετρακένιου "Tetrazene". Επί-

σης στον πίνακα 3.12-2 αναφέρονται τα χαρακτηριστικά στοιχεία αυτών.

β. Δευτερογενείς Εκρηκτικές Ύλες.

Οι δευτερογενείς Εκρηκτικές Ύλες είναι λιγώτερο ευαίσθητες στην τριβή, στην κρούση και στην θερμότητα από τις πρωτογενείς εκρηκτικές ύλες που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Ανάλογα δε με τον βαθμό της ευαισθησίας τους αυτές διακρίνονται περαιτέρω στις Κύριες (πλέον αναίσθητες) και τις Ενδιάμεσες Εκρηκτικές Ύλες. Στις κύριες εκρηκτικές ύλες για παράδειγμα ανήκει η TNT, το HMX, το PETN, το TORPEX κ.ά. ενώ στις Ενδιάμεσες ανήκει η Τετρύλη "TETRYL", η σύνθεση Α του RDX "COMPOSITION A" κ.ά. Η Μοριακή δομή των περισσότερων απ'αυτές φαίνεται στον Πίνακα 3.12-3.

Οι Δευτερογενείς εκρηκτικές ύλες συνήθως δεν εκρήγνυνται με την επίδραση σπινθήρα ή θερμότητας αλλά εκρήγνυνται με την επίδραση φωστικού κύματος δημιουργούμενου από έκρηξη άλλης παρακείμενης εκρηκτικής ύλης. Οι εκρηκτικές αυτές ύλες χρησιμοποιούνται σε εκρηκτικά συστήματα πυρομαχικών, π.χ. βλήματα Πυροβολικού, Βόμβες βάθους, Τορπίλλες, νάρκες κλπ. Στα πυρομαχικά αυτά υπάρχει συνήθως μια αλυσίδα εκρηκτικών υλών κάθε μια των οποίων χρησιμεύει για να προκαλέσει έναυση της επόμενης, μέχρι να προκληθεί η έναυση της τελευταίας η οποία και αποτελεί την "ΚΥΡΙΑ ΕΚΡΗΚΤΙΚΗ ΓΟΜΩΣΗ" που θα επιτελέσει το προβλεπόμενο για το πυρομαχικό έργο.

Ένα τυπικό σχεδιάγραμμα της περιπτώσεως αυτής φαίνεται στο σχήμα 3.12-1. Η Τετρύλη σαν ενδιάμεση εκρηκτική ύλη στο συγκεκριμένο πυρομαχικό του σχήματος είναι αρκετά ευαίσθητη για να εκραγεί με την επίδραση ενός εμπύρειου που περιέχει μικρή σχετικά ποσότητα Υδραζωτικού Μολύβδου (Lead Azide) και αρκετά ισχυρά για να προκαλέσει έκρηξη της κύριας εκρηκτικής γομώσεως (TNT) η οποία όπως προαναφέρθηκε θα επιτελέσει το αναμενόμενο από το συγκεκριμένο αυτό σύστημα πυρομαχικών έργο.

Παρακάτω δίνεται μια σύντομη περιγραφή των πλέον γνωστών Δευτερογενών Εκρηκτικών Υλών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.12-1

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΝΑΥΣΜΑΤΙΚΩΝ ΕΚΦΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ

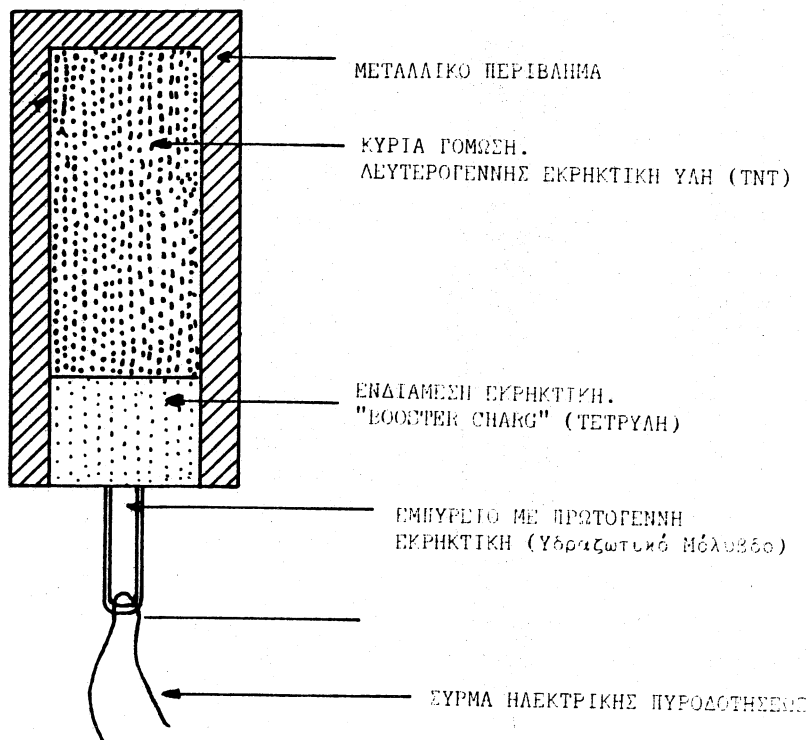
ΟΝΟΜΑ ΣΥΝΘΕΣ.	Όψη Χρώμα	Υγροσκοπι- κότητα	Ισχύς	Ευστάθεια	Ευαισθησία στην Κρούση	Ευαισθησία στην Τριβή	Αντίδραση με Μέταλλα
Υδροσεπτικός Μόλυβδος PbNe	Λευκή κρυσταλλική σκόνη	Μη Υγροσκο- πικός	Ισχυρός. Λιγότερο ισχυρός από το βροντώδη Υδράργυρο Ενδελκτικής Ισχύος, PI = 37	Πολύ σταθερός. Περισ- σότερο από όλες τις άλλες ευαισθητικές εκρηκτικές ύλες	Ευαισθητός. Λιγώ- τερο ευαισθητός απ' όλες τις άλλες ευαισθητικές εκρηκτικές ύλες. Ενδελκτικής αναισθη- σίας, FI = 20	Αρκετά ευαισθητός Λιγότερο ευαισθη- τός από το βρο- νώδη υδράργυρο	Παρουσία υγρά- σίας αντιδρά με χαλκό και ψευδάργυρο. Για το λόγο αυτό προτιμά- ται η τοποθέ- τησή του σε περιέλιξη από αλουμίνιον.
Βροντώδης Υδράργυρος Hg(OHC) ₂	Λευκού μέχου Τεφρόχρους κρυσταλλοί	Μη Υγροσκο- πικός	Αρκετά Ισχυρός P.I: 39	Λίγο σταθερός Τούτο είναι το με- νέκτημά του	Πολύ ευαισθητός P.I:10	Πολύ ευαισθητός	Αντιδρά με χαλκό, ψευδάργυρο, αλου- μίνιο, μαγγνήσιο και μπερούζο
Στυφνικός Μόλυβδος C ₆ H(NO ₂) O ₂ Pb.H ₂ O	Πορτοκαλό- χρους έως καστανέου- θα κρυσταλλική σκόνη	Μη Υγροσκο- πικός	Αρκετά ισχυρός P.I: 39	Αρκετά σταθερός	Αρκετά ευαισθητός P.I.:15	Λιγότερο ευαι- σθητός των προηγούμενων	Δεν αντιδρά.

1	2	3	4	5	6	7	8
ΔΝΡ αζωδι- ιτροφα- λή	Πρασινοκίτρινη μέχρι καστανό- χρωμη.	Μη υγροσκο- πική	Πολύ ισχυρή P.I.: 110	Αρκετά σταθερή	Πολύ ευαίσθητη F.I.: 10	Αρκετά ευαίσθη- τη. Εξ' ύσου με τον Υδραζωτικό Μόλυβδο.	Δεν αντιδρά
ετρακέ- λο	Ανολιτοκίτρινη χνοώδης ουσία.	Μη υγροσκο- πικό	Αρκετά ισχυρό. P.I.: 39	Λίγο σταθερό Το ύδιο με το βρο- νιώδη Υδράργυρο.	Πολύ ευαίσθητο F.I.: 10	Πολύ ευαίσθητο. Όσο και ο βροντιώδης Υδράργυρος.	Δεν αντιδρά

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.12-2
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΑΥΣΜΑΤΙΚΩΝ ΕΚΦΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ

ΟΝΟΜΑ	Θερμοκρασία εκρήξεως στους	Ταχύτητα εκρήξεως	Σημείο τήξεως	Γόμωση	Χρήση	Παρατηρήσεις
Υδραζωτικός Μολυβδός	340°C	4500 m/sec με πυκνότητα (δατύτητα) $\Delta=3,6 \text{ gr/cm}^3$ και 5180 m/sec $\Delta=4 \text{ gr/cm}^3$	Αποσυντίθεται πριν λιώση	Δια συμπίεσως	Σε πυροκροτητές, καψύλια ευπορίου και εναυσματικές συνθέσεις.	Γομούνται σε κιάλια αλουμινίου. Δεν είναι τοξικός. Πρέπει να αποφεύγεται η ευσπνο- σκάνης από αυτόν.
Βροντώδης Υδραζωγυρός	210°C	4500 m/sec σε $\Delta=3,3 \text{ gr/cm}^3$ και 5400 m/sec σε $\Delta=4,17 \text{ gr/cm}^3$	Αποσυντίθεται πριν λιώση	Δια συμπίεσως	Σε πυροκροτητές, καψύλια ευπορίου και εναυσματικές συνθέσεις.	Τα κιάλια βερνικούνται εσωτε- ρικά. Είναι τοξικός. Η σκάνη του δεν πρέπει να ευσπνέεται. Αποθηκεύεται μέσα στο νερό. Γενικά μόνος του δεν χρησιμο- ποιείται πολύ.
Στυφουλός Μολυβδός.	282°C	4900 m/sec σε $\Delta=2,6 \text{ gr/cm}^3$ και 5300 m/sec σε $\Delta=2,9 \text{ gr/cm}^3$	Εκρήγνυται στους 260°C-310°C.	Δια συμπίεσως ή σαν κοκτός.	Σε εναυσματικές συνθέσεις και προς επικάλυψη του Υδραζωτικού Μολυβδού προς εναυσθητοποίηση αυτού.	Φυλάσσεται βρεγμένος με νερό.

1	2	3	4	5	6	7
NP	195°C	6900 m/sec σε Δ=1,6gr/cm ³	157°C	Δια συμπίεσως	Σε πυροκροτητές καψύλια εμπορίου και εναυσματικές συνδέσεις.	Πολύ ισχυρό. Μπορεί να προ- καλέσει έναυση της TNT.
τραμέ- ο	160°C	—	Εκρήννυται στους 140°-160°C	Δια συμπίεσως	Σε πυροκροτητές και εναυ- σματικές συνδέσεις.	Χρησιμοποιείται συνήθως σε μίγμα με στεφανικό Μόλυβδο ή Υδραζωτικό Μόλυβδο.



Σχήμα 3.12-1
Τυπικό Μοντέλο Εκρηκτικής Γομώσεως

(1) TNT ή ΤΡΟΤΥΛΗ ή ΤΡΙ-NITΡΟ-ΤΟΛΟΥΟΛΗ
(TRINITROTOLUENE)

Η TNT $C_7H_5N_3O_6$ έχει έλλειψη οξυγόνου και γι'αυτό χρησιμοποιείται σε συνθέσεις με άλλες εκρηκτικές ύλες οι οποίες έχουν πλεόνασμα οξυγόνου ή λαμβάνει αυτό από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Τα κύρια παράγωγα από έκρηξη TNT είναι υδρατμοί (H_2O), Διοξείδιο του Άνθρακα (CO_2) και Άζωτο (N_2). Κάθε Λίβρα (1b) TNT προσφέρει κατά την έκρηξή της θερμότητα 580 Kcal.

Η TNT έχει χρώμα κιτρινωπό μέχρι οχροκίτρινο και δεν είναι υγροσκοπική. Είναι μια αρκετά ισχυρή εκρηκτική ύλη λιγότερο όμως ισχυρή από την Τετρύλη, το RDX, και το PENT. Η TNT είναι από τις πιο σταθερές εκρηκτικές ύλες. Σε στε-

ρεά κατάσταση είναι πολύ λιγο ευαίσθητη στην κρούση ενώ λιωμένη είναι αρκετά ευαίσθητη. Στην τριβή η ευαισθησία της είναι πολύ μικρή. Με τα μέταλλα αντιδρά με τον Μόλυβδο.

Στους 475°C η TNT εκρήγνυται. Το σημείο τήξεώς της είναι 81°C. Χρησιμοποιείται σαν ρηκτικό ή εκρηκτικό γέμισμα, σαν συστατικό διμερών εκρηκτικών υλών, σαν συστατικό εναυσματικών συνθέσεων κ.α.

Η TNT είναι ελαφρώς τοξική. Σε θερμοκρασία πάνω από 60°C εξιδρώνει σε υγρό ελαιώδες. Συνήθως συσκευάζεται σε πλάκες των 0,5, 1 και 8 lbs μέσα σε ελαιόχρου χαρτί.

(2) ΠΙΚΡΙΚΟ ΑΜΜΟΝΙΟ (AMMONIUM PICRATE) ή ΕΚΡΗΚΤΙΚΟ "D" (EXPLOSIVE D)

Το εκρηκτικό "D", $C_6H_6N_4O$, είναι κιτρινέρυθρο μη υγροσκοπικό και το ίδιο ισχυρό, σταθερό και ευαίσθητο στην τριβή με την TNT. Στην κρούση είναι λιγότερο ευαίσθητο από αυτή. Το εκρηκτικό "D" παρουσία υγρασίας αντιδρά με διάφορα μέταλλα.

Στη θερμοκρασία των 318°C εκρήγνυται ενώ στους 265°C λιώνει. Παρασκευάζεται υπό μορφή κρυσταλλικής σκόνης και χρησιμοποιείται κυρίως σαν ρηκτικό γέμισμα και σαν συστατικό διαφόρων εκρηκτικών μιγμάτων. Το εκρηκτικό D είναι ελαφρώς τοξικό.

(3) ΠΙΚΡΑΤΟΛ (PICRATOL)

Το Πικρατόλ είναι μίγμα 50/50 περίπου από TNT και Εκρηκτικό "D". Το χρώμα του είναι κίτρινο και δεν είναι υγροσκοπικό. Από απόψεως ισχύος είναι το ίδιο ισχυρό με την TNT αλλά ελαφρώς ασταθέστερο από αυτή. Όσον αφορά την ευαισθησία του στην τριβή και την κρούση είναι η ίδια όπως και στην περίπτωση της TNT.

Το Πικρατόλ ξηρό δεν αντιδρά με μέταλλα. Παρουσία όμως υγρασίας αντιδρά με πολλά από αυτά.

Στην θερμοκρασία των 285°C εκρήγνυται, ενώ στη θερμοκρασία των 122°C λιώνει.

Το Πικρατόλ χρησιμοποιείται κυρίως σαν ρηκτικό γέμι-

(4) ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΜΜΩΝΙΟ (AMMONIUM NITRATE)

Το Νιτρικό Αμμώνιο NH_4NO_3 έχει όψη λευκών κρυστάλλων και είναι πολύ υγροσκοπικό. Τούτο είναι εξαιρετικά σταθερό αλλά από απόψεως ισχύος είναι το μισό περίπου σε σχέση με την ισχύ της TNT. Στην κρούση είναι ελάχιστα ευαίσθητο, ενώ στην τριβή είναι πολύ ευαίσθητο. Παρουσία υγρασίας αντιδρά με τον χαλκό.

Στη θερμοκρασία των 210°C αποσυντίθεται πριν εκραγεί, ενώ στη θερμοκρασία των 170°C λιώνει.

Το κόστος παραγωγής του είναι πολύ μικρό, χρησιμοποιείται δε κυρίως σαν συστατικό διαφόρων εκρηκτικών μιγμάτων. Για γεμίσματα υπονομεύσεων συσκευάζεται συνήθως μέσα σε κυλινδρικά δοχεία των 40lbs. Το Νιτρικό Αμμώνιο δεν είναι τοξικό.

(5) ΑΜΑΤΟΛ (AMATOL)

Το Αματόλ είναι μίγμα Νιτρικού Αμμωνίου και TNT σε αναλογία 50/50 ή σπανιότερα σε αναλογία 60/40 ή 80/20 αντίστοιχα. Το χρώμα του είναι κιτρινόφαιο και είναι υγροσκοπικό. Ο συνδυασμός αυτός με την TNT και το Νιτρικό Αμμώνιο καλύπτει την έλλειψη οξυγόνου της TNT.

Το Αματόλ είναι ισχυρότερο από την TNT. Από απόψεως ευστάθειας και ευαισθησίας στην τριβή και στην κρούση είναι σχεδόν όσο και η TNT. Το Αματόλ με την επίδραση υγρασίας προσβάλλει τον χαλκό και τον ορείχαλκο. Στη θερμοκρασία των 265°C (ή 270°C , ή 280°C κατ'αντιστοιχία της αναλογίας στην οποία παρασκευάζεται) το Αματόλ εκρήγνυται. Σε θερμοκρασία μεταξύ 80°C και 170°C τούτο λιώνει.

Το Αματόλ χρησιμοποιείται κυρίως σε ρηκτικές νομώσεις στην αναλογία 50/50.

(6) ΠΙΚΡΙΚΟ ΟΞΥ (PICRIC ACID)

Το Πικρικό οξύ $\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_4$ έχει χρώμα λευκοκίτρινο και δεν είναι υγροσκοπικό. Από απόψεως ισχύος είναι ελαφρώς ισχυρότερο από την TNT ενώ είναι το ίδιο σταθερό όπως αυτή. Το Πικρικό οξύ είναι επίσης περισσότερο ευαίσθητο στην τριβή

και την κρούση από την TNT. Αντιδρά με τα μέταλλα σχηματίζοντας επικίνδυνα άλατα.

Σε θερμοκρασία 122°C το Πικρικό οξύ λιώνει και σε θερμοκρασία 322°C εκρήγνυται. Τούτο έχει πικρή γεύση και δεν είναι τοξικό, προκαλεί όμως έντονες κηλίδες αν έλθει σ'επαφή με το ανθρώπινο δέρμα.

(7) TETPYΛΗ (TETRYL)

Η Τετρύλη $C_7H_5O_8N_5$ έχει χρώμα ανοικτό κίτρινο και δεν είναι υγροσκοπική. Είναι περισσότερο ισχυρή από την TNT αλλά λιγώτερο σταθερή απ'αυτήν. Από απόψεως ευαισθησίας στην τριβή και την κρούση είναι περισσότερο ευαίσθητη απ'αυτήν. Παρουσία υγρασίας η Τετρύλη αντιδρά με χάλυβα και ψευδάργυρο.

Στη θερμοκρασία των 257°C η Τετρύλη εκρήγνυται ενώ στη θερμοκρασία των 128°C λιώνει. Η Τετρύλη έχει μεγάλη θραυστική ικανότητα και χρησιμοποιείται στους ενισχυτές "Booster", σε ρηκτικά γεμίσματα και σαν συστατικό διαφόρων εκρηκτικών μιγμάτων.

Η Τετρύλη είναι Τοξική και εσωτερικά του ανθρώπινου οργανισμού προκαλεί σοβαρή δηλητηρίαση ενώ εξωτερικά προκαλεί δερματίτιδα.

(8) TETPYTOL TETRYTOL

Το Τετρυτόλ είναι μίγμα Τετρύλης και TNT σε αναλογία 80/20 μέχρι 65/35 αντίστοιχα. Το χρώμα του είναι κιτρινωπό και δεν είναι υγροσκοπικό. Το Τετρυτόλ είναι πολύ ισχυρή εκρηκτική ύλη, περισσότερο ισχυρή από την TNT. Από απόψεως ευστάθειας τούτο είναι σταθερό και η ευαισθησία του στην τριβή και την κρούση είναι μικρότερη από της Τετρύλης. Με τα μέταλλα το Τετρυτόλ δεν αντιδρά.

Σε θερμοκρασία 290°C μέχρι 325°C ανάλογα με την αναλογία συνθέσεώς του εκρήγνυται. Το σημείο τήξεώς του είναι μεταξύ 65°C και 90°C. Η πλέον σε χρήση αναλογία συνθέσεώς του είναι η 70/30. Το τετρυτόλ χρησιμοποιείται κυρίως σε ρηκτικά και εκρηκτικά γεμίσματα και γεμίσματα υπονομεύσεως.

Στα γεμίσματα υπονομεύσεως συσκευάζεται συνήθως σε πλάκες οι οποίες τυλίγονται με λαδόχαρτο. Το τετρυτόλ εξιδρώνει σε ελαιώδες υγρό.

(9) ΚΥΚΛΩΝΙΤΗΣ (CYCLONITE) ή RDX.

Ο Κυκλωνίτης είναι γνωστός σαν CTMTN ή T4 ή HEXOGEN. Ο μοριακός του τύπος είναι $C_3H_6N_6O_6$. Τα παραγόμενα κατά την αποσύνθεση του RDX αέρια είναι, Οξυγόνο (O_2), Άζωτο (N_2), Διοξείδιο του Άνθρακα (CO_2) και υδρατμοί (H_2O).

Το RDX έχει λευκό χρώμα και δεν είναι υγροσκοπικό. Τούτο είναι περισσότερο ισχυρό από την TNT αλλά λιγότερο σταθερό από αυτήν. Η ευαισθησία του επίσης στην τριβή και στην κρούση είναι σχετικά με την TNT μεγαλύτερη. Το RDX διαθέτει επίσης πολύ υψηλή Θραυστική ικανότητα.

Με τα μέταλλα το RDX δεν αντιδρά και δεν είναι τοξικό. Εκρήγνυται στη θερμοκρασία των $270^\circ C$ και λιώνει στη θερμοκρασία των $190^\circ C$. Χρησιμοποιείται σε πυροκροτητές, καψύλια εμπορίου και στη σύνθεση διαφόρων εκρηκτικών μινμάτων, κυριώτερα των οποίων είναι:

(α) COMPOUND A: Είναι μίγμα RDX και κερίου ($RDX+WAX$). Τούτο είναι λιγότερο ευαίσθητο από το RDX.

(β) COMPOUND B: Είναι μίγμα RDX και TNT ($RDX+TNT$). Τούτο είναι ισχυρότερο από την TNT αλλά η ευαισθησία του είναι μικρότερη από του RDX.

(γ) COMPOUND C: Είναι μίγμα εκρηκτικό με ποικιλία τύπων ανάλογα με το είδος και τις ποσότητες των υλών από τις οποίες αποτελείται. Το ένα βέβαια από τα συστατικά του είναι πάντα το RDX, π.χ. $RDX +$ + Plastisizer.

(10) ΟΜΟΚΥΚΛΩΝΙΤΗΣ ή HMX

Το HMX $C_4H_8N_8O_8$, έχει χρώμα λευκό και δεν είναι υγροσκοπικό. Είναι αρκετά ισχυρό, όχι όμως όσο το RDX. Από από-

ψεως όμως ευστάθειας είναι σταθερότερο από αυτό. Όσο αφορά τέλος την ευαισθησία του στην τριβή και την κρούση είναι η ίδια όπως και στην περίπτωση του RDX.

Το HMX εκρήγνυται στη θερμοκρασία των 327°C ενώ στη θερμοκρασία των 275°C λιώνει. Το HMX έχει πολύ μεγάλη πυκνότητα και χρησιμοποιείται στην παραγωγή πυροκροτητών, ενισχυτών (booster) και εκρηκτικών μιγμάτων.

(11) PETN (PENTAERYTHRITOL TETRANITRATE)

Το PETN $\text{C}_5\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_{12}$, έχει χρώμα λευκό μέχρι κιτρινωπό ή λευκόφαιο και δεν είναι υγροσκοπικό. Το PETN είναι πολύ ισχυρή εκρηκτική ύλη, όσο και το RDX και διαθέτει πολύ μεγάλη θραυστική ικανότητα. Από απόψεως ευστάθειας είναι λιγότερο από την Τετρύλη, το TNT και το RDX. Όσον αφορά την ευαισθησία του το PETN είναι από τις πιο ευαίσθητες εκρηκτικές ύλες στην κρούση ενώ στην τριβή είναι λιγώτερο ευαίσθητο από το RDX και περισσότερο ευαίσθητο από το TNT.

Το PETN παρουσία υγρασίας αντιδρά με ορείχαλκο και ψευδάργυρο και δεν είναι τοξικό.

Στη θερμοκρασία των 230°C το PETN εκρήγνυται ενώ στη θερμοκρασία των 140°C λιώνει. Χρησιμοποιείται στην παραγωγή πυροκροτητών, καψυλίων, σε ακαριαία πυραγωγά σχοιινιά, εναυσματικές συνθέσεις και εκρηκτικά μίγματα.

(12) PENTOLITE (PENTOLITE)

Ο Πεντολίτης είναι μίγμα PETN και TNT σε αναλογία 50/50 ή 10/90 αντίστοιχα. Έχει χρώμα ελαφρά κιτρινωπό και δεν είναι υγροσκοπικός. Ο πεντολίτης είναι ισχυρότερος από την TNT αλλά λιγώτερο σταθερός απ' αυτή. Όσον αφορά την ευαισθησία του στην τριβή και στην κρούση είναι μεγαλύτερη από της TNT. Ο Πεντολίτης παρουσία υγρασίας αντιδρά με χαλκό και ψευδάργυρο.

Στη θερμοκρασία των 220°C ο Πεντολίτης εκρήγνυται ενώ στη θερμοκρασία των 80° - 140° λιώνει. Χρησιμοποιείται σε ενισχυτές, σαν ρηκτικό γέμισμα χειροβομβίδων και σαν κοίλο γέμισμα οπλοβομβίδων και ρουκετών. Το πιο πολύ χρησιμοποιεί-

ούμενο μίγμα του είναι το 50/50.

(13) ΝΙΤΡΟΓΛΥΚΕΡΙΝΗ (NITROGLYCERINE) ή NG

Η Νιτρογλυκερίνη $C_3H_5N_3O_9$ παρασκευάζεται με ζωϊκά λίπη τα οποία χρησιμοποιούνται σαν πρώτη ύλη και είναι ένα άχρωμο ελαιώδες υγρό μη υγροσκοπικό. Η NG είναι πολύ ισχυρή εκρηκτική ύλη και αρκετά σταθερή σε θερμοκρασίες μικρότερες των $50^\circ C$. Από απόψεως ευαισθησίας στην τριβή και στην κρούση είναι πολύ ευαίσθητη. Η ευαισθησία της δ' αυτή αυξάνει χαρακτηριστικά με την θερμοκρασία της. Στην στερεή μορφή η NG είναι λιγότερο ευαίσθητη. Αυτή δεν αντιδρά με μέταλλα.

Στη θερμοκρασία των $222^\circ C$ η NG εκρήγνυται. Είναι πολύ τοξική εκρηκτική ύλη. Απορροφάται εύκολα από το κυκλοφορικό σύστημα μέσω του ανθρώπινου δέρματος γεγονός το οποίο έχει σαν συνέπεια την πρόκληση σοβαρού και επίπονου πονοκέφαλου. Οι ατμοί επίσης της NG εισπνεόμενοι προκαλούν τα ίδια αποτελέσματα. Η NG φυλάσσεται σε δοχεία από εβονίτη και χρησιμοποιείται στην παραγωγή δυναμίτιδων και αμμωνιτιδων. Η NG είναι γενικά πολύ επικίνδυνη κατά την παραγωγή, εναποθήκευση και χρησιμοποίησή της λόγω της μεγάλης της ευαισθησίας.

(14) ΔΥΝΑΜΙΤΙΔΕΣ (DYNAMITES)

Οι Δυναμίτιδες ή Δυναμίτες όπως συνήθως λέγονται είναι νιτρογλυκερινούχα εκρηκτικά μίγματα στα οποία η NG σαν κύριο συστατικό των βρίσκεται ισχυρά προσροφημένη από κάποια αδρανή ή μη ουσία. Στην εποχή μας οι Δυναμίτιδες παράγονται επίσης και από άλλες χημικές ενώσεις όπως το $NaNO_3$ (Sodium Nitrate), NH_4NO_3 (Ammonium Nitrate) κλπ.

Οι Δυναμίτιδες οι οποίες παρασκευάζονται από NG αποσυντίθενται βραδέως όταν βρίσκονται αποθηκευμένοι και είναι τοξικοί. Είναι πολύ ισχυρές εκρηκτικές ύλες, της ισχύος των εξαρτωμένης από την περιεκτικότητά των σε NG.

Οι Δυναμίτιδες επίσης που προέρχονται από NG είναι κατά βάση πλαστικές εκρηκτικές ύλες και ανάλογα με την σύστασή των υποδιαιρούνται σε δυναμίτιδες αδρανούς βάσεως και

σε δυναμίτιδες ενεργού βάσεως.

Οι δυναμίτιδες αδρανούς βάσεως είναι μίγματα NG που βρίσκεται σε μεγάλη αναλογία με κάποια αδρανή απορροφητική ουσία όπως είναι η γη διατόμων, το ξυλάλευρο κ.ά., ενώ οι δυναμίτιδες ενεργού βάσεως καλούνται εκείνες στις οποίες η NG φέρεται απορροφημένη από ενεργείς ουσίες όπως είναι η νιτροκυτταρίνη.

Οι δυναμίτιδες βρίσκουν ευρεία εφαρμογή στις εκσκαφές, ανατινάξεις βράχων, διανοίξεις κρατήρων και στις υπονομεύσεις.

γ. Χαρακτηριστικά Στοιχεία

Στον συνημμένο πίνακα 3.12-4 παρέχονται χαρακτηριστικά στοιχεία των κυριωτέρων Δευτερογενών εκρηκτικών υλών. Για την αναγνώριση των στοιχείων αυτών δίνονται οι ακόλουθες επεξηγήσεις.

(1) Ενδείκτης Ισχύος (Power Index-PI)

Παρέχει σχετική ένδειξη της ισχύος κάθε εκρηκτικής ύλης. Ο καθορισμός του βασίζεται σε μια κλίμακα στην οποία σαν βάση αναφοράς λαμβάνεται το Πικρικό οξύ, στο οποίο αντιστοιχεί η τιμή 100, όπως στην παράγραφο 3.8 αναλυτικά αναφέρεται.

(2) Ταχύτητα εκρήξεως (Velocity of Detonation-VOD)

Είναι η ταχύτητα του κύματος εκρήξεως σε m/sec για ορισμένη διάμετρο της εκρηκτικής ύλης.

(3) Ενδείκτης Αναισθησίας (Figure of Insensitiveness-F.I.).

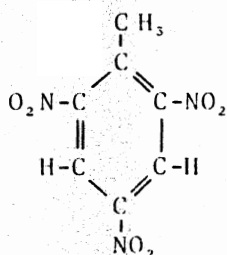
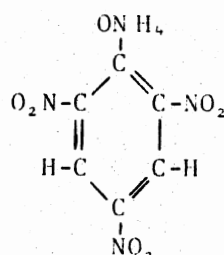
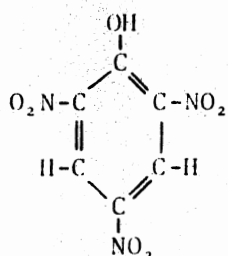
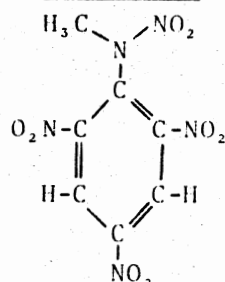
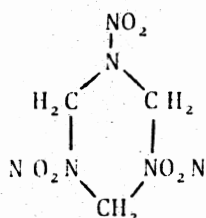
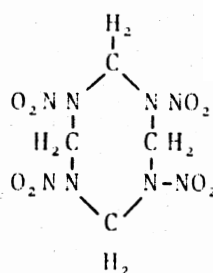
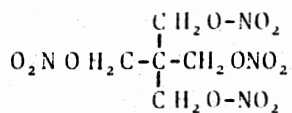
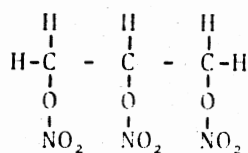
Ο ενδείκτης αυτός δίνει το μέγεθος της αναισθησίας (μη ευαισθησίας) μιας εκρηκτικής ύλης στην κρούση. Ο ενδείκτης αυτός βασίζεται σε μια κλίμακα στην οποία σαν σημείο αναφοράς λαμβάνεται η τιμή 80 που αντιστοιχεί στο RDX.

Στους πίνακες επίσης 3.12-5 και 3.12-6 αναφέρονται στοιχεία σχετικά με τις αποστάσεις ασφάλειας κτηρίων και δημο-

σίων οδών από χώρους που φυλάσσονται εκρηκτικές ύλες καθώς επίσης και οι ελάχιστες επιτρεπόμενες αποστάσεις μεταξύ πυριταποθηκών ανάλογα με την περιεχόμενη σ'αυτές ποσότητα εκρηκτικών υλών αναφερόμενη σε ισοδύναμη ποσότητα TNT.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12-3

ΜΟΡΙΑΚΗ ΔΟΜΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ

1. TNT2. ΕΚΡΗΚΤΙΚΟ "D"3. ΠΙΚΡΙΚΟ ΟΞΥ4. ΤΕΤΡΥΛΗ5. R.D.X.6. HMX7. PETN8. ΝΙΤΡΟΓΛΥΚΕΡΙΝΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.12-4
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ

A/A	ΕΚΡΗΚΤΙΚΗ ΥΛΗ	ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ή ΣΥΝΘΕΣΗ	ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΥΜΑΤΟΣ ΕΚΠΡΕΣΩΣ σε m./sec	ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΑΙΩΘΗΣΙΑΣ	ΣΧΟΛΙΑ
1.	ΤΕΤΡΥΛΗ	Κύτρου κρυστάλλινη ή σκόνη	120	7300 $\rho=1,50$ (ρ =πυκνότητα σε gr/cm ³)	110	Είναι η πιο πολύ χρησιμοποιούμενη εκρηκτική ύλη, σαν ενδιάμεση εκρηκτική σε συστήματα εκρηκτικών πυρομαχικών.
2.	RDX/ΧΕΡΛ 93/7	Σκόνη από λευκούς κρυστάλλους	—	7910 $\rho=1,60$	130	Χρησιμοποιείται σαν κύρια εκρηκτική γύρω σε εκρηκτικά βλήματα.
3.	ΠΙΚΡΙΝΟ ΑΜΜΟΝΙΟ	Κύτρου κρυστάλλινη ή σκόνη	—	—	120	Είναι ελαφρά τοξικό και αρκετά σταθερό. Χρησιμοποιείται στα Αμερικάνικα πυρομαχικά σε διατρητικά βλήματα λόγω της μικρής του ευαισθησίας.
4.	TNT	Κύτρου κρυστάλλινη ή σκόνη	95	6950 $\rho=1,58$	150	Όταν δεν είναι καθαρή εκρηκτική ύλη, αλλά υγρή, πάντα χρησιμοποιείται μόνη της. Αποτελεί τη βάση πολλών εκρηκτικών μιγμάτων.
5.	RDX	Άκαυστο κρυστάλλινη ή σκόνη	144	8400 $\rho=1,70$	80 Όταν είναι καθαρή	Η μεγάλη του ευαισθησία στην τρέση και την κρούση δεν του επιτρέπει να χρησιμοποιείται μόνος του εφόσον απαιτούνται ειδικές προφυλάξεις.

1	2	3	4	5	6	7
6.	HMX	Λευκή κρυσταλλική σκόνη	160	9120 ρ=1,85	60	Πολύ ευαίσθητο για να χρησιμοποιείται μόνο του. Συνήθως αναμιγνύεται με TNT. Το κόστος του είναι αρκετά μεγαλύτερο από το κόστος του RDX.
7.	PETN	Άχρωμη κρυσταλλική σκόνη	166	8100 ρ=1,70	50	Είναι σταθερό αλλά πολύ επιδεκτικό σε έκρηξη "εκ συμπαθείας". Είναι επίσης λίγο παραπάνω απ'ότι θα έπρεπε ευαίσθητο για να χρησιμοποιείται μόνο του, πλην της περιπτώσεως που χρησιμοποιείται σαν πυρήνας εκρηκτικού, ενός πυροσώληνα.
8.	NG (NITROGLY- KERINH)	Άχρωμο λιπαρό υγρό	160	1500 έως 7750	30	Αποσυντίθεται αργά κάτω από συνθήκες συνθήκες εναποθηκεύσεως. Πάρα πολύ δυσκολοχειρίστη λόγω της μεγάλης της ευαισθησίας. Το μικρό κόστος παραγωγής της την κάνει πολύ προσιτή για χρήση σε εκρηκτικά και προωθητικά μίγματα.
9.	AMATOL	NITRIKO AMMONIO/ TNT (με περιεκτικότητα σε Νιτρί- κό αμμώνιο μέχρι 80%)	40/60 114 80/20 120	40/60 6470 ρ=1,50 80/20 5080 ρ=1,45	Περίπου 115	Το μεγαλύτερο μελονένκτημα του μίγματος είναι η υγροσκοπικότητα του Νιτρικού αμμώνιου. Το κύριο δε πλεονέκτημα είναι το σχετικά χαμηλό του κόστος λόγω της αντικαταστάσεως μέρους TNT που έχει υψηλό κόστος παραγωγής με Νιτρικό αμμώνιο που είναι πολύ φθηνό.

1	2	3	4	5	6	7
10.	BARATOL	ΝΙΤΡΙΚΟ ΒΑΡΙΟ/ TNT (Με περιεκτικό- τητα σε $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ μέχρι 80%).	80/20 85	80/20 4600	Περίπου 115	Το πρόβλημα της εξυδρώσεως της TNT αποτελεί και το κυριότερο πρόβλημα του μύγαματος. Ως μύγα δε είναι φθινότερο από αντίστοιχη ποσότητα TNT.
11.	COMPOUND B	RDX/TNT 60/40+1% KEPI	128	7975 $\rho=1,63$	140	Χρησιμοποιείται σε πολλές εκρηκτικές κεφαλές και βλήματα. Αυξάνει την ισχύ της TNT και μειώνει την ευαισθησία του RDX.
12.	RDX/KEPI	88/12	Μεγαλύ- τερο από 100	8050 όταν $\rho=1,55$	150	Το κερύ μειώνει την ευαισθησία του RDX σε επίπεδο που αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί.
13.	PENTOLITE	50% PETN 50% TNT	Περίπου 120	7455 όταν $\rho=1,60$	130	Διατηρείται καλά όταν η TNT είναι καθαρή. Η ευαισθησία επίσης του PETN ελαττώνεται.
14.	TORPEX 2	RDX/TNT/A1 42/40/18	154	7360 όταν $\rho=1,79$	110	Χρησιμοποιείται σε κώνους μάχης τορπιλλών.
15.	TORPEX 2A και 2B	RDX/TNT/A1 Ανασθητο- ποιημένο	—	—	170	Προέρχεται από το TORPEX 2 περιοριζομένης της ευαισθησίας του με την προσθήκη κεριού. Ο τύπος 2A και 2B διαφέρουν κατά τον τύπο του κεριού που χρησιμοποιείται για την ανασθητοποίηση του TORPEX 2.

1	2	3	4	5	6	7
16.	TORPEX 4A και 4C	RDX/TNT/A1/KEPI 19,5/53,5/24,3 και μέχρι 2,5 μαύρο κάρβουνο	—	—	170	Οι συνθέσεις αυτές επιτυγχάνουν πε- ριορισμό του κόστους παραγωγής διά περιορισμού της χρησιμοποιούμενης ποσότητας RDX. Οι συνθέσεις 4A και 4C περιέχουν "PARA WAX" και οι συν- θέσεις 4B και 4D "WAX 6".
17.	TORPEX 4B και 4D	RDX/TNT/A1/KEPI 19/52/24/5 και μέχρι 2,5 μαύρο κάρβουνο	—	—	200	
18.	RDX/WAX A1 No2	RDX/KEPI 6/A1 71/9/20	150	7750 όταν $\rho=1,72$	180	Χρησιμοποιείται για εκρηκτικές γυμνάσεις βουβών.
19.	MINOL 2	NITΡΙΚΟ ΑΜΜΩΝΙΟ/ TNT/A1 40/40/20	155	5900 όταν $\rho=1,65$	130	Χρησιμοποιείται σε εκρηκτικές γυ- μνάσεις ναρκών και βουβών.
20.	ΔΥΝΑΜΙΤΕΣ και ΓΕΛΙΝΙ- ΤΕΣ (GELI- GNITES)	ΝΙΤΡΟΓΛΥΚΕΡΙΝΗ ΝΙΤΡΟΚΥΤΤΑΡΙΝΗ ΠΟΛΥΣ ΕΥΛΟY και ΣΟΔΑ ή ΝΙΤΡΙΚΗ ΠΟΤΑΖΑ	Περίπου 115	Περίπου 5000	Περίπου 60	Περιορισμένο όλο ζυγής λόγω της βαθμιαίας αποσυνθέσεως της Νιτρο- γλυκερίνης. Περιέχουν φτηνά υλικά και γι' αυτό είναι ιδανικού για ναρκοθετήσεις και γενικά όπου απαιτούνται μεγάλες ποσότητες εκρη- κτικών υλών.
21.	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΕΚΡΗΚΤΙΚΟ PE 4	RDX 88% Γράσο 12%	120	8200	Μεγαλύτερο από 120	Παρασκευάζεται σε κυλινδρικά σχή- ματα. Πλάθεται με το χέρι σαν πλα- στελίνη. Χρησιμοποιείται σε υπο- νομεύσεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.12-5

ΠΟΣΟΤΗΤΑ-ΠΡΟΤΥΠΑ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ

(Καθορισθέντα από τον Αμερικανικό "ARMED SERVICES EXPLOSIVES BOARD" την 1η ΔΕΚ., 1955).

Ποσότητα εκρηκτικής 'Υλης σε LBS (Ισοδύναμη ποσότητα TNT)		Απόσταση σε FT			
		Από κτίρια στα οποία υπάρχουν άνθρωποι		Από Δημόσιους δρόμους	
ΠΑΝΩ ΑΠΟ	ΜΕΧΡΙ	(1)	(2)	(1)	(2)
	50	150	300	90	180
50	100	190	380	115	230
100	200	235	470	140	280
200	300	270	540	160	320
300	400	295	590	175	350
400	500	320	640	190	380
500	600	340	690	205	410
600	700	355	710	215	430
700	800	375	750	225	450
800	900	390	780	235	470
900	1000	400	800	240	480
1000	1500	460	920	275	550
1500	2000	505	1010	305	610
2000	3000	580	1160	350	700
3000	4000	635	1270	380	760
4000	5000	685	1370	410	820
5000	6000	730	1480	440	880
6000	7000	770	1540	460	920
7000	8000	800	1600	480	960
8000	9000	835	1670	500	1000
9000	10000	865	1730	520	1040
10000	15000	990	1780	595	1070
15000	20000	1090	1950	655	1170
20000	25000	1170	2110	700	1265
25000	30000	1245	2260	745	1355
30000	35000	1310	2410	785	1445
35000	40000	1370	2550	820	1530
40000	45000	1425	2680	855	1610
45000	50000	1470	2800	880	1680
50000	55000	1520	2920	910	1750
55000	60000	1570	3030	940	1820
60000	65000	1610	3130	965	1880
65000	70000	1650	3220	990	1930
70000	75000	1690	3310	1015	1985
75000	80000	1725	3390	1035	2035
80000	85000	1760	3460	1055	2075
85000	90000	1790	3520	1075	2110
90000	95000	1815	3580	1095	2150
95000	100000	1855	3630	1115	2180
100000	125000	2115	3670	1270	2200

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.12-5 (συνέχεια).

Ποσότητα εκρηκτικής ύλης σε LBS (Ισοδύναμη ποσότητα TNT)		Απόσταση σε FT			
		Από κτίρια στα οποία υπάρχουν άνθρωποι		Από Δημόσιους δρόμους	
ΠΑΝΩ ΑΠΟ	ΜΕΧΡΙ	(1)	(2)	(1)	(2)
125000	150000	2350	3800	1410	2280
150000	175000	2565	3930	1540	2360
175000	200000	2770	4060	1660	2435
200000	225000	2965	4190	1780	2515
225000	250000 (3)	3150	4130	1890	2595

(1) Προστατευόμενες Πυριταποθήκες

(2) Υπαίθριες Πυριταποθήκες

(3) Μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα σε οποιαδήποτε θέση αποθηκεύσεως.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.12-6

ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΠΥΡΙΤΑΠΟΘΗΚΩΝ
(Καθορισθείσες από το Αμερικανικό "INSTITUTE
OF MAKERS OF EXPLOSIVES" την 30η ΣΕΠ. 1955)

Ποσότητα εκρηκτικής
Ύλης σε LBS
(Ισοδύναμη ποσότητα TNT)

Ελάχιστη επιτρεπόμενη
απόσταση σε FT μεταξύ
των πυριταποθηκών.

ΜΕΧΡΙ

5.....	6
10.....	8
20.....	10
50.....	14
100.....	16
200.....	21
500.....	29
1000.....	36
2000.....	45
5000.....	61
10000.....	78
20000.....	98
50000.....	135
100000.....	185
200000.....	285
300000.....	385

3.13. ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ

α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι εκρηκτικές ύλες χαμηλής εντάσεως ή προωθητικές εκρηκτικές ύλες, λόγω της μικρότερης ταχύτητας παραγωγής ενέργειας σε σχέση με τις εκρηκτικές ύλες υψηλής εντάσεως και τις υπάρχουσες δυνατότητες ελέγχου αυτής, χρησιμοποιούνται κυρίως για την ώθηση βλημάτων πυροβόλων, εκσφενδόνιση τορπιλλών, βομβών βάθους κλπ. καθώς και για την πρόωση πυραύλων και κατευθυνομένων βλημάτων. Χαμηλής εντάσεως εκρηκτικές ύλες χρησιμοποιούνται επίσης για την παραγωγή καπνογόνων.

Οι εκρηκτικές ύλες χαμηλής εντάσεως ανάλογα με την κατάσταση στην οποία βρίσκονται υποδιαιρούνται περαιτέρω σε δυο μεγάλες κατηγορίες, της στερεής καταστάσεως και της υγρής, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.5-1. Και οι δυο αυτές κατηγορίες χρησιμοποιούνται σήμερα σε κάθε είδους εφαρμογή με εξαίρεση την ώθηση βλημάτων πυροβόλων και άλλων παρομοίων οπλικών συστημάτων όπου χρησιμοποιούνται κατ' αποκλειστικότητα μόνο στερεές προωθητικές εκρηκτικές ύλες. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι τουλάχιστον στις ΗΠΑ διεξάγονται εντατικές προσπάθειες προκειμένου να επιτευχθεί χρησιμοποίηση υγρών προωθητικών και για το σκοπό αυτό.

Οι στερεές προωθητικές υποδιαιρούνται περαιτέρω στις σύνθετες και τις αυτοδύναμες. Από αυτές οι σύνθετες αποτελούνται από μίγμα δυο τουλάχιστο διαφορετικών ουσιών από τις οποίες η πρώτη αποτελεί την καύσιμη ύλη και η δεύτερη περιέχει το απαιτούμενο για την κατάκαυση οξυγόνο, οι δε αυτοδύναμες αποτελούνται από ουσίες των οποίων τα μόρια περιέχουν και την καύσιμη ύλη και το απαιτούμενο οξυγόνο. Οι στερεές προωθητικές ύλες περιέχουν επίσης σε πολύ μικρές ποσότητες και άλλες ουσίες οι οποίες προστίθενται σαν δευτερεύοντα συστατικά όπως π.χ. αντίφλογες ουσίες, αντιυγροσκοπικές, αντιεπιχαλκωτικές κλπ.

Στην κατηγορία των αυτοδύναμων προωθητικών υλών ανή-

κουν και οι χρησιμοποιούμενες για την εκσφενδόνιση των βλημάτων πυροβολικού "άκαπνες πυρίτιδες", οι οποίες αναφέρονται και σαν "προωθητικές πυρίτιδες πυροβόλων".

Οι άκαπνες πυρίτιδες έχουν σαν βάση κατασκευής των την Νιτροκυτταρίνη (ή βαμβακοπυρίτιδα) η οποία είναι ουσία που παράγεται από την δράση Νιτρικού οξέος σε βάμβακα ή ίνες ξύλου. Οι πρώτες προσπάθειες χρησιμοποιήσεως της νιτροκυτταρίνης αμιγούς, καθαρής και στεγνής, σαν προωθητική ύλη, απέβησαν τραγικές γιατί η νιτροκυτταρίνη στην κατάσταση αυτή συμπεριφέρεται σαν μια αρκετά ευαίσθητη εκρηκτική ύλη υψηλής εντάσεως. Οι άκαπνες πυρίτιδες αν και δεν είναι απόλυτα άκαπνες ή πυρίτιδες, όμως φέρουν το όνομα αυτό σε αντιδιαστολή προς την μαύρη πυρίτιδα η οποία χρησιμοποιείτο κατ' αποκλειστικότητα για την ώθηση των βλημάτων των πυροβόλων όπλων μέχρι και το 1860 και η οποία κατά τη χρήση της παράγει πολύ μαύρο καπνό.

Οι άκαπνες πυρίτιδες διακρίνονται γενικά στις άκαπνες πυρίτιδες απλής, διπλής και τριπλής βάσεως ανάλογα με τον αριθμό των εκρηκτικών υλών τις οποίες περιέχουν σαν βασικά συστατικά.

Η άκαπνη πυρίτιδα απλής βάσεως ή απλώς Νιτροκυτταρινούχος πυρίτιδα, περιέχει σαν κύριο συστατικό, μόνο νιτροκυτταρίνη της οποίας προκειμένου να ελαττωθεί η ευαισθησία προστίθεται σε ποσοστό 30% νερό και στη συνέχεια αυτή αναμιγνύεται με μίγμα αιθέρα και οινόπνευμα και αφήνεται να στεγνώσει. Το προϊόν της επεξεργασίας αυτής το οποίο περιέχει επίσης και διάφορες άλλες ουσίες, σε πολύ μικρές σχετικά ποσότητες, σαν δευτερεύοντα συστατικά, είναι γνωστό σαν "Άκαπνη Πυρίτιδα". Η άκαπνη πυρίτιδα απλής βάσεως, είναι αρκετά ασφαλής και εύκολη στη χρήση της, αρκετά ευстаθής σε ποικίλες συνθήκες αποθηκεύσεως και σχετικά χαμηλής ταχύτητας κατακάυσεως η οποία μπορεί να ελεγχθεί περαιτέρω με κατάλληλη διαμόρφωση του μεγέθους και του σχήματος των κόκκων της. Αντιπροσωπευτικοί τύποι άκαπνων πυρίτιδων απλής βάσεως είναι οι Αμερικανικές M1, M3, M4, M6, M10, M12, και

M14 και οι Βρεταννικές NH (μη υγροσκοπική) και FNH (Άφλογη και μη υγροσκοπική) αναλυτικά στοιχεία των οποίων αναφέρονται στους πίνακες 3.13-4 και 3.13-5.

Η άκαπνη πυρίτιδα διπλής βάσεως περιέχει σαν κύρια συστατικά Νιτροκυτταρίνη στην οποία έχει προστεθεί σε μικρότερη αναλογία Νιτρογλυκερίνη ή άλλη ισοδύναμη εκρηκτική ύλη όπως "Ballistite" "Cordite" κ.α. Το συνολικό ποσοστό των εκρηκτικών υλών αυτών υπερβαίνει το 90% της όλης συνθέσεως. Πέρα δε των βασικών αυτών συστατικών περιέχουν κατά το υπόλοιπο ποσοστό διάφορα δευτερεύοντα συστατικά όπως και στην περίπτωση της άκαπνης πυρίτιδας απλής βάσεως. Οι άκαπνες πυρίτιδες διπλής βάσεως οι οποίες είναι γνωστές και σαν Νιτρογλυκερινούχες (όταν το δεύτερο κύριο συστατικό τους είναι νιτρογλυκερίνη) πλεονεκτούν των Άκαπνων πυρίτιδων απλής βάσεως κατά το ότι έχουν μεγαλύτερη θερμοδυναμική αποδοτικότητα λόγω παραγωγής μεγαλύτερης θερμότητας με υψηλότερες θερμοκρασίες φλογών, είναι φθηνότερες, έχουν μεγαλύτερη χημική ευστάθεια, είναι ευκολότερες στην έναυσή των και τα κατά την κατάκαυσή των παραγόμενα αέρια είναι πτωχότερα σε μονοξείδιο του άνθρακα και για τον λόγο αυτό η δηλητηριώδης επίδρασή των είναι μικρότερη. Σε αντίθεση προς τα παραπάνω πλεονεκτήματα οι Άκαπνες πυρίτιδες διπλής βάσεως μειονεκτούν σε σύγκριση με τις άκαπνες πυρίτιδες απλής βάσεως κατά το ότι έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα κατακαύσεως. Η παραγωγή περισσότερης θερμότητας σε υψηλότερες θερμοκρασίες φλογών προκαλεί εντονότερες διαβρώσεις στο κοίλο των σωλήνων των πυροβόλων. Τέλος η παρασκευή των είναι περισσότερο επικίνδυνη. Στον πίνακα 3.13-1 φαίνονται συγκριτικά, χαρακτηριστικές ιδιότητες και λοιπά στοιχεία των Ακάπνων πυρίτιδων απλής και διπλής βάσεως. Χαρακτηριστικοί τύποι άκαπνων πυρίτιδων διπλής βάσεως αποτελούν οι Αμερικανικές M2, M5, M8 και οι Βρεταννικές WM και SC.

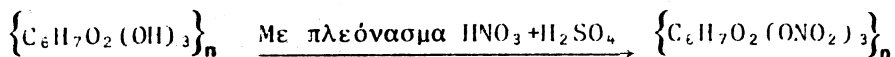
Σε μια προσπάθεια διατηρήσεως κατά το δυνατό των πλεονεκτημάτων των ακάπνων πυρίτιδων διπλής βάσεως αλλά μείωσης της προκαλούμενης από αυτές σχετικά μεγάλης φθοράς,

στα κοίλα των πυροβόλων, προστίθεται και μια τρίτη εκρηκτική ύλη, σαν κύριο συστατικό η οποία συνήθως είναι Νιτρογονανιδίνη "Nitroguanidine" ή Ηικρίτις. Αυτή προστίθεται σαν σκόνη σε σχετικά μεγάλα ποσοστά επί τοις εκατό διασκορπίζομενη μέσα στην ζελατινοποιημένη κολοειδή μάζα νιτροκυτταρίνης-νιτρογλυκερίνης και συντελεί στον υποβιβασμό της θερμοκρασίας της παραγομένης φλόγας, δρώσα κατά τον τρόπο αυτό αντιδιαβρωτικώς, ενώ δευτερευόντως δρα σαν ευσταθοποιός ουσία. Αντιπροσωπευτικοί τύποι πυριτίδων της κατηγορίας αυτής είναι οι Αμερικανικές M17, M30 και οι Βρεταννικές Ν και ΝQ.

Β. Χημική Σύνθεση των Ακάπνων Πυριτίδων

(1) Η Νιτροκυτταρίνη

Η Νιτροκυτταρίνη "Nitrocellulose" η οποία όπως προαναφέρθηκε αποτελεί τη βάση κατασκευής των ακάπνων προωθητικών πυριτίδων είναι ένας Νιτρο-εστέρας που παρασκευάζεται από ένα κυτταριούχο υλικό όπως είναι το βαμβάκι ή ίνες ξύλου κατόπιν ειδικής επεξεργασίας που καλείται "νίτρωση", κατά την εξίσωση:



Το αποτέλεσμα της επεξεργασίας αυτής είναι η Νιτροκυτταρίνη ή κοινώς βαμβακοπυρίτιδα. Η νιτροκυτταρίνη χρησιμοποιείται σε όλους τους τύπους των ακάπνων πυριτίδων και θέρεται συνήθως σε διάφορους τύπους ανάλογα με την περιεκτικότητά της σε άζωτο, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.13-2.

Από τους πύό πάνω τύπους Νιτροκυτταρίνης η πύό πολύ χρησιμοποιούμενη είναι η Μεμιγμένη (Blended) η οποία αποτελεί μίγμα πυροσελλουλόζης και Νιτροβάμβακα.

(2) Τα Δευτερεύοντα Συστατικά

Αυτά προστίθενται σε μικρές ποσότητες ανάλογα με τον τύπο της πυρίτιδας προς επίτευξη ωρισμένων επιθυμητών ιδιοτήτων, και είναι τ'ακόλουθα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.13-1

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΠΡΩΘΗΤΙΚΩΝ
ΠΥΡΙΤΙΔΩΝ ΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΛΩΝ ΒΑΣΕΩΝ

A/A	Χαρακτηριστικό ή ιδιότητα	Πρωθητική Πυρίτιδα απλής βάσεως	Πρωθητικές πυρίτιδες Πολλών βάσεων
1.	Χρώμα	Ξανθό ή Καφέ ή Μαύρο	Γκριζοπράσινο έως μαύρο
2.	Έλεγχος ταχύτητας κατακαύσεως	Μπορεί να ελεγχθεί για την μέγιστη απόδοση.	Ομοίως όπως η απλής βάσεως.
3.	Θερμοκρασία αναφλέξεως	Αναφλέγεται σε θερμοκρασία περί τους 315°C.	Αναφλέγεται σε θερμοκρασία περί τους 150°-160°C.
4.	Ευαισθησία	Ανάφλεξη δυσχερής. Μπορεί να προκληθεί έκρηξη, αν κατακαίεται σε μεγάλες ποσότητες.	Ανάφλεξη ευκολότερη. Εκλύεται αναλογικά μεγαλύτερη ενέργεια και θερμότητα.
5.	Ευστάθεια	Επιτυγχάνεται με την προσθήκη σταθεροποιητικών ουσιών.	Ομοίως όπως η απλής βάσεως.
6.	Κατάλοιπα	Μερικά κατάλοιπα και καπνός.	Λιγότερα κατάλοιπα δεδομένου ότι υπάρχουν λιγότερα αδρανή υλικά. Λιγότερος καπνός.
7.	Παραγωγή	Πολύπλοκη αλλά ασφαλής.	Πολύπλοκη και περισσότερο επικίνδυνη.
8.	Διαβρωτική δραστηριότητα.	Πρόκληση διαβρώσεως κοίλου σε θερμοκρασίες 2400-3000K.	Μεγαλύτερη διάβρωση κοίλου σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες.
9.	Λάμψη	Προκαλείται από τα θερμά αέρια τα οποία αναφλέγονται με την παρουσία του οξυγόνου στο στόμιο του σωλήνα. Μπορεί να ελεγχθεί.	Μεγαλύτερη συγκριτικά με της απλής βάσεως.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.13-2

ΕΙΔΗ ΝΙΤΡΟΚΥΤΤΑΡΙΝΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΒΑΘΜΟ ΝΙΤΡΩΣΕΩΣ ΑΥΤΗΣ

Είδος	Ονομασία	Περιεκτικότητα σε $N_2\%$
Βαθμός Α: Τύπος Ι	Ήυροσελλουλόζη	$12,60 \pm 0,10$
Τύπος ΙΙ	"	$12,60 \pm 0,15$
Βαθμός Β	Νιτροβάμβακας	13,35 κατ'ελάχιστο
Βαθμός Γ: Τύπος Ι	Μεμιγμένη (Blended)	$13,15 \pm 0,05$
Τύπος ΙΙ	"	$13,25 \pm 0,05$
Βαθμός Δ	Ήυροξυλίνη	$12,20 \pm 0,10$

(α) Ζελατινοποιητικές ουσίες

Αυτές προστίθενται προς ζελατινοποίηση της στερεής εκρηκτικής ύλης. Σαν ζελατινοποιητικές ουσίες χρησιμοποιούνται το δινιτροτολουόλιο, οι νιτροναφθαλίνες, ο φθαλικός διβουτωλεστήρ, η ασετόνη κλπ.

(β) Ευσταθοποιές ουσίες

Αυτές προστίθενται προκειμένου να ενισχύσουν την ευστάθεια των πυριτίδων. Σαν ευσταθοποιές ουσίες χρησιμοποιούνται η διφαινυλαμίνη (σε Αμερικανικές και Βρεταννικές πυρίτιδες απλής βάσεως), ο συντραλίτης (στις Αμερικανικές πυρίτιδες διπλής βάσεως), ο καρβαμίτης και το ορυκτό λίπος (παραφίνη), (στις Αγγλικές πυρίτιδες διπλής βάσεως) κ.α.

(γ) Αντίφλογες ουσίες

Οι ουσίες αυτές συντελούν στην ελάττωση της παραγομένης φλόγας. Σαν αντίφλογες ουσίες χρησιμοποιούνται το νιτρικό κάλιο, το χλωριούχο κάλιο, το θειικό κάλιο, το οξαλικό κάλιο κ.ά.

(δ) Αντιεπιχαλκωτικές ουσίες

Οι ουσίες αυτές χρησιμοποιούνται για την πρόληψη της εσωτερικής επιχαλκώσεως του σωλήνα του όπλου κατά τη βολή.

Σαν αντιεπιχαλκωτικές ουσίες χρησιμοποιούνται η λεπτή σκόνη κασσιτέρου, το διοξείδιο του κασσιτέρου, τα ρητινικά άλατα κασσιτέρου κ.ά.

(ε) Αντιυγροσκοπικές ουσίες

Οι ουσίες αυτές προστίθενται για την προστασία των πυριτίδων από την υγρασία. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται κυρίως ο γραφίτης, το δινιτροτολλουόλιο, ο αιθυλοσεντραλίτης, ο φθαλικός διβουτυλεσθήρ κ.α.

(στ) Αντιδιαβρωτικές ουσίες

Οι ουσίες αυτές συντελούν στον περιορισμό της διαβρωτικής ενέργειας των αερίων της κατακαύσεως στον σωλήνα. Τον ρόλο αυτό εξασκούν συνήθως οι αντίφλογες και οι αντιεπιχαλκωτικές ουσίες οι οποίες παράλληλα προς τον κυρίως αυτών σκοπό προκαλούν και ελάττωση της θερμοκρασίας κατακαύσεως, αποτρέποντας κατ'αυτό τον τρόπο τη διάβρωση. Οι ουσίες όμως αυτές έχουν το μειονέκτημα ότι αυξάνουν την ποσότητα του εκλυόμενου καπνού. Για το λόγο αυτό η χρήση των γίνεται σε πολύ μικρές ποσότητες και μετά προσοχής.

(3) Σύνθεση και Τύποι Ακάπνων Πυριτίδων

Στον πίνακα 3.13-3 αναφέρεται η ποικιλία των χρησιμοποιούμενων βασικών και δευτερευόντων συστατικών των ακάπνων πυριτίδων καθώς επίσης και ο σκοπός για τον οποίο προστίθεται καθ'ένα από αυτά. Η σύνθεση επίσης 25 βασικών προωθητικών πυριτίδων Αμερικανικής κατασκευής καθώς και οι αντίστοιχες προδιαγραφές αυτών αναφέρονται στη σελίδα C29 - C38 της εκδόσεως "FEDOROFF, B.T SHEFFIELD, O. E. ENCYCLOPEDIA OF EXPLOSIVES AND RELATED ITEMS VOLL.II PICATINNY ARSENAL, 1962". Η σύνθεση επίσης των βασικών Βρεταννικών προωθητικών πυριτίδων αναφέρεται στην σελίδα 216 της εκδόσεως "HUNT, F.R.W., INTERNAL BALLISTICS PHILOSOPHICAL LIBRARY, NEW YORK, 1951". Στον πίνακα 3.13-4 ο οποίος ελήφθη από την έκδοση "HERMAN KRIER, AND MARTIN SUMMERFIELD, INTERIOR BALLISTICS OF GUNS, 1979", αναφέρεται η σύνθεση καθώς

επίσης και οι θερμοδυναμικές και φυσικές ιδιότητες 10 από τις 25 Αμερικανικές προωθητικές πυριτίδες που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Αυτές καλύπτουν όλο το **φάσμα** των σύγχρονων προωθητικών πυριτίδων από απόψεως συνθέσεως και θερμοχημικής και βαλλιστικής συμπεριφοράς. Από αυτές η IMR αποτελεί παράδειγμα προωθητικής πυρίτιδας απλής **βάσεως**, η M2 και η M5 διπλής βάσεως, η M17 και η M30 κλπ. Επίσης η M18 αποτελεί παράδειγμα προωθητικής πυρίτιδας που **παρασκευάζεται** σε σφαιρίδια για χρήση σε όπλα φορητού οπλισμού.

Στον πίνακα 3.13-5 που ελήφθη από την έκδοση "THE ROYAL MILITARY COLLEGE OF SCIENCE DEPARTMENT OF CHEMISTRY AND METALLURGY, CHEMICAL ASPECTS OF EXPLOSIVES AND PROPELLANTS" αναφέρονται οι βασικές προωθητικές πυρίτιδες Αγγλικής κατασκευής.

Αξιόλογη επίσης παραγωγή προωθητικών πυριτίδων έχει η Αργεντινή, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, **Ιταλία**, Ιαπωνία, Μεξικό, Ρωσία, Ισπανία, Σουηδία και Ελβετία.

Η προσπάθεια πάντοτε στην παραγωγή των προωθητικών πυριτίδων ήταν η δημιουργία προωθητικών πυριτίδων με όσο το δυνατό μεγαλύτερη απόδοση ενέργειας ανά **μονάδα όγκου** στη χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία φλόγας, **πρόκληση** της μικρότερης δυνατής φθοράς κοίλου, περιορισμού στο ελάχιστο δυνατό του καπνού και της λάμψεως και τέλος με τις καλλίτερες δυνατό ιδιότητες σχετικές με την αποθήκευση, χειρισμό και χρήση αυτών. Από τις περιγραφείσες "Συμβατικές" προωθητικές πυρίτιδες οι τριπλής βάσεως παρουσιάζουν τα καλλίτερα αποτελέσματα. Από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο όμως άρχισε η προσπάθεια παραγωγής προωθητικών πυριτίδων πυροβόλων δια χρησιμοποίησής σε κάποια αναλογία διαφόρων χημικών ενώσεων Νιτραμίνης όπως είναι το RDX και το HMX. Οι παραγόμενες αυτές πυρίτιδες που είναι γνωστές ως "DEVELOPMENTAL PROPELLANTS" δίνουν καλλίτερα βλητικά αποτελέσματα αλλά προκαλούν μεγαλύτερη φθορά κοίλου.

γ. Χαρακτηριστικά των Ακάπνων Πυρίτιδων

Κόκκοι άκαπνης πυρίτιδας έχουν μια πολύ σκληρή ημιδιαφανή εξωτερική επιφάνεια ξανθού χρώματος η οποία με την πάροδο του χρόνου γίνεται καφέ, μαύρη και τέλος αδιαφανής. Έχει όμως διαπιστωθεί ότι η ευστάθεια της άκαπνης πυρίτιδας δεν επηρεάζεται από τις αλλαγές αυτές του χρώματος.

Η χημική αποσύνθεση των ακάπνων πυρίτιδων δεν γίνεται πάρα πολύ γρήγορα. Αν όμως αυτή αρχίσει είναι δυνατό να προκληθεί αυτόματη κατάκαυση αυτής. Οι άκαπνες πυρίτιδες βρίσκονται γενικά σε μια κατάσταση ασταθούς χημικής ισορροπίας. Για το λόγο αυτό η παρουσία ξένης ουσίας στην μάζα των είναι δυνατό να προκαλέσει διατάραξη της ισορροπίας αυτής. Αν ένα μέρος άκαπνης πυρίτιδας αποσυντεθεί, τα παράγωγα της αποσυνθέσεως είναι όξινα στη φύση των και δρουν κατά τρόπο αυξάνοντα την ταχύτητα της αποσυνθέσεως. Για περιορισμό του προβλήματος αυτού στην άκαπνη πυρίτιδα προστίθεται "DIPHENYLAMINE" για ν'αντισταθμίσει τη δράση των όξινων παραγώγων της αποσυνθέσεως. Παρ'όλα αυτά αν ένα τμήμα άκαπνης πυρίτιδας έχει αποσυντεθεί, αυτή θα πρέπει να θεωρείται ακατάλληλη για χρήση διότι μέρος των θερμικών μονάδων έχει ήδη χαθεί.

Βασικοί παράγοντες της αλλοιώσεως της νιτροκυτταρίνης και κατ'επέκταση της άκαπνης πυρίτιδας είναι ο ΧΡΟΝΟΣ η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ και η ΥΓΡΑΣΙΑ.

Με την πάροδο του χρόνου, έστω και στις πιο κατάλληλες συνθήκες συντηρήσεως προκαλείται αυτόματα μια πολύπλοκη και όχι σαφώς καθορισμένη διάσπαση της νιτροκυτταρίνης κατά την οποία προκύπτουν προϊόντα κυτταρίνης μικρότερου βαθμού νιτρώσεως, και εκλύονται διάφορα οξείδια του αζώτου. Τα οξείδια αυτά παρουσία ιχνών υγρασίας μεταβάλλονται σε νιτρώδες και νιτρικό οξύ, δημιουργούμενου κατ'αυτό τον τρόπο όξινου περιβάλλοντος μέσα στον κόκκο της πυρίτιδας και του περιβάλλοντός του.

Το δημιουργούμενο κατά τον τρόπο αυτό όξινο περιβάλλον συντελεί στην προοδευτική επιτάχυνση της αποσυνθέσεως που

ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ 10 ΒΑΣΙΚΩΝ ΠΡΟΦΩΠΤΙΚΩΝ ΠΥΡΙΤΙΔΩΝ
ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ ΠΥΡΙΤΙΔΑΣ	MIL-P 309 A	MIL-P 323 A	MIL-P 323 A	MIL-P 323 A	JAN-P-381
Νιτροκυτιαρίνη (NC)%	85,00	77,45	81,95	87,00	52,15
Επί τοίς % N στην NC	(13,15)	(13,25)	(13,25)	(13,15)	(13,25)
Νιτρογλυκερίνη (NG)%	—	19,50	15,00	—	43,00
Νιτρικό Βάριο %	—	1,40	1,40	—	—
Νιτρικό Κάλιο %	—	0,75	0,75	—	1,25
Θειικό Κάλιο %	—	—	—	—	—
Ανθρακικός Μόλυβδος %	—	—	—	—	—
Νιτρογκουανιδίνη %	—	—	—	—	—
Δινιτροτολουόλιο %	10,00	—	—	10,00	—
Φθαλκικός διβουτυλεστέρας (DBP)%	5,00	—	—	3,00	—
Φθαλκικός διαιθυλεστέρας (DEP)%	—	—	—	—	3,00
Διφαινυλαμίνη %	1,00 ^α	—	—	1,00 ^α	—
Αιθυλεστέρας %	—	0,60	0,60	—	0,60
Γραφίτης %	—	0,30	0,30	—	—
Κρυσλίτης %	—	—	—	—	—
Αιθανόλη (υπόλοιπο) %	0,75	2,30	2,30	0,90	0,40
Νερό (υπόλοιπο) %	0,50	0,70	0,70	0,50	0,00
Θερμοκρασία φλόγας υπό σταθερό όγκο, T _u , K ^o	2417	3319	3245	2570	36,95
Δύναμη ft-lb/in 10 ⁻¹ , F	305	360	355	317	382
Ήχος Ακουστος Άνθρακας %	8,6	0	0	6,8	0
Καύσιμα Συστατικά %	65,3	47,2	47,4	62,4	37,2
Θερμότητα εκρήξεως cal/gr	700	1080	1047	758	1244
Όγκος αερίων moles/gr	0,04533	0,03900	0,03935	0,04432	0,03711
Λόγος ειδικών θερμοτήτων C _p /C _v	1,2593	1,2238	1,2238	1,2543	1,2148
Σύνογκος in ³ /lb	30,57	27,91	27,52	29,92	26,63
Πυκνότητα gr/cm ³	1,57	1,65	1,65	1,58	1,62
Προδιαγραφή Πυρίτιδας	M10 PA-PD-123	M17 MIL-P 668 A	M30 MIL-P-46489	IMR JAN-P-733	M15 PA-PD-26A
Νιτροκυτιαρίνη (NC)%	98,00	22,00	28,00	99,30	80,00
Επί τοίς % N στην NC	(13,15)	(13,15)	(12,60)	(13,15)	(13,15)
Νιτρογλυκερίνη (NG)%	—	21,50	22,50	—	10,00
Νιτρικό Βάριο %	—	—	—	—	—
Νιτρικό Κάλιο %	—	—	—	—	—
Θειικό Κάλιο %	1,00	—	—	1,00 ^α	—
Ανθρακικός Μόλυβδος %	—	—	—	—	—
Νιτρογκουανιδίνη %	—	54,70	47,70	—	—
Δινιτροτολουόλιο %	—	—	—	8,00 ^β	—
Φθαλκικός διβουτυλεστέρας (DBP)%	—	—	—	—	9,00

Πίνακας 3.13-4 (συνέχεια).

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ ΠΥΡΙΤΙΔΑΣ	M10 PA-PD-123	M17 MIL-P 668 A	M30 MIL-P-46469	IMR JAN-P-733	M18 FA-PD-26 A
Φθαλκός διαεθυλεστέρας (DEP)%	—	—	—	—	—
Διφαινυλαμίνη %	1,00	—	—	0,70	1,00
Αιθυλεστέρας %	—	1,50	1,50	—	—
Γραφίτης %	0,10β	0,10β	0,10β	—	—
Κρυσλίτης	—	0,30	0,30	—	—
Αιθανόλη (υπόλοιπο) %	1,50	0,30	0,30	1,50	0,50
Νερό (υπόλοιπο) %	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00
Θερμοκρασία ψλόγας υπό σταθερό όγκο T_u , K°	3000	3017	3040	2835	2577
Δύναμη ft-lb/in 10^{-3} , F	339	364	364	331	319
Άκαυστος Άνθρακας %	4	3,9	3,2	2,7	6,8
Καύσιμα συστατικά %	54,5	38,7	41,0	59,2	66,6
Θερμότητα εκρήξεως cal/gr	936	962	974	868	772
Όγκος αερίων moles/gr	0,04068	0,04336	0,04308	0,04191	0,04457
Λόγος ειδικών θερμότητων C_p/C_v	1,2342	1,2402	1,2385	1,2413	1,2523
Σύννογος in ³ /lb	27,76	29,50	29,26	28,91	30,24
Πυκνότητα gr/cm ³	1,67	1,67	1,66	1,62	1,62

α: Προστιθέμενο συστατικό.

β: Προστιθέμενο ζελατινοποιητικό συστατικό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.13-5
ΠΡΟΦΘΗΤΙΚΕΣ ΠΥΡΙΤΙΔΕΣ ΑΓΓΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

N O M A	Σ Υ Ν Θ Ε Σ Η				Κατά μέσο όρο περιεκτικότητα Αζώτου (N) στην Νιτροκυτταρίνη (NC) %	Τιμές Καλοριμέτρου cals/gr	Όγκος Αερίων cm ³ /gr	Υπολογισθείσα θερμότητα φλόγας σε βαλβιδίους Κέλι-... Κ.
	Νιτρο-γλυκερίνη NG %.	Νιτρο-NC %	Πικρότης %	Δευτερεύοντα συστατικά %				
Α Π Λ Η Σ Β Α Σ Ε Ω Σ								
NEULITE (τυπικός)	—	95,05	—	Διφαινυλαμίνη Σεντραλίνης Φθαλκικός Διθουτυλεστέρας (DBP) 2,0	0,95 2,0 13,4 (75%)	—	—	—
F.N.H.	—	84	—	Διφαινυλαμίνη Φθαλκικός Διθουτυλεστέρας (DBP) 5 Δινιτροτολουόλιο 10	1 5 13,5	750	1030	2510
N.H.	—	86	—	Διφαινυλαμίνη Φθαλκικός Διθουτυλεστέρας (DBP) 3 Δινιτροτολουόλιο 10	1 3 13,5	770	980	2680
Δ Ι Π Λ Η Σ Β Α Σ Ε Ω Σ								
W.M	29,5	65	—	Καρμανίτης Ζελατινοδυναμίτης Ανθρακικό Ασβέστιο 2 3,5 0,4	2 3,5 13,1	1010	835	3200
S.C	41,5	49,5	—	Καρμανίτης Ανθρακικό Ασβέστιο 9 0,35	9 12,2	970	955	3090
Τ Ρ Ι Π Λ Η Σ Β Α Σ Ε Ω Σ								
N	18,7	19,0	55	Καρμανίτης Κουολίτης 7,3 0,3	7,3 13,1	765	1060	2430
N.Q	20,6	20,4	55	Καρμανίτης Κουολίτης 3,6 0,3	3,6 13,1	880	1000	2800

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.13-6

ΤΥΠΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΚΚΩΝ ΠΡΩΘΗΤΙΚΩΝ
ΠΥΡΙΤΙΔΩΝ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΟΥ ΣΧΗΜΑΤΟΣ

Τύπος Προωθητικής Πυρίτιδας	Διαμέτρημα στο οποίο χρησιμοποιείται	Μήκος (in)	Διάμετρος (in)	Απόσταση μεταξύ διατρήσεων (in)	Διάμετρος διατρήσεως (in)
M6 MP	175mm	1,024	0,439	0,077	0,046
M6	105mm	0,369	0,165	0,0288	0,016
M1 MP	105mm	0,32	0,143	0,024	0,016
M1 MP	155mm	0,22	0,049	0,015	0,019
M1 MP	155mm	0,409	0,183	0,034	0,016
M1 SP	8in	0,214	0,051	0,017	0,016
M1 MP	8in	0,525	0,299	0,042	0,016
M30 A1	105mm	0,622	0,299	0,041	0,032

ήδη είχε αρχίσει και μάλιστα με έκλυση σημαντικής ποσότητας θερμότητας. Αν τώρα η παραγόμενη αυτή θερμότητα διαχέεται στον περιβάλλοντα χώρο δεν προκαλείται ανύψωση της θερμοκρασίας της μάζας της πυρίτιδας. Αν αντίθετα η εκλυόμενη θερμότητα δεν βρίσκει διέξοδο στον περιβάλλοντα χώρο, τότε προκαλείται τοπική ανύψωση της θερμοκρασίας η οποία σταδιακά μπορεί να φτάσει και μέχρι του σημείου αυταναφλέξεως της πυρίτιδας.

Εκτός όμως της φυσιολογικής και αναπόφευκτης επιδράσεως του χρόνου, η θερμοκρασία διαβρώσεως των ακάπνων πυριτίδων και η υγρασία του περιβάλλοντος χώρου επιδρούν αισθητά στην ευστάθεια αυτών και ευνοούν την προαναφερθείσα διαδικασία αλλοιώσεως.

Η ευστάθεια των προωθητικών πυριτίδων παραμένει σχετικά ανεπηρέαστη σε θερμοκρασία κάτω των 60°F (15,5°C). Σε θερμοκρασία άνω των 70°F (21,5°C) η ταχύτητα αποσυνθέσεως των αυξάνει απότομα και σε θερμοκρασία γύρω στους 90°F (32,2°C) αυτή γίνεται αρκετά υψηλή. Σαν πιο κατάλληλη θερ-

μοκρασία περιβάλλοντος κατά την αποθήκευση των πυρίτιδων θεωρείται η θερμοκρασία των 15°C έως 25°C.

Σε παρατεταμένη διάβρωση μιας προωθητικής πυρίτιδας σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 30°C δυνατό να συμβούν τ'ακόλουθα δυσάρεστα αποτελέσματα: Επιτάχυνση της χημικής αλλοίωσης αυτής και κατά συνέπεια περιορισμός του χρόνου ζωής της. Απώλεια μέρους του ζελατινοποιημένου πτητικού διαλύτου με αποτέλεσμα την αλλοίωση των βλητικών δεδομένων. Απώλεια μικρού μέρους νιτρογλυκερίνης (προκειμένου περί νιτρογλυκερινούχων πυρίτιδων) λόγω της πτητικότητας αυτής με συνέπεια την επίσης αλλοίωση των βλητικών αποτελεσμάτων αυτής και τέλος κίνδυνος εξιδρώσεως, δηλαδή αποχωρισμού μικρών ποσοτήτων νιτρογλυκερίνης ή λιπαρών συστατικών (αν περιέχονται τέτοια συστατικά), οπότε η πυρίτιδα γίνεται πάρα πολύ επικίνδυνη κατά τους χειρισμούς.

Κατά τη διαβίωση επίσης μιας προωθητικής πυρίτιδας σε χαμηλές θερμοκρασίες και μάλιστα κάτω των 10°C συμβαίνουν τα παρακάτω δυσμενή αποτελέσματα. Κρυσταλλούται η νιτρογλυκερίνη μέσα στην ζελατινοποιημένη μάζα της πυρίτιδας με κίνδυνο εξιδρώσεως κατά την ανάτηξή της και δια του αποχωρισμού της από την πυρίτιδα επέρχεται μεταβολή της αρχικής της συστάσεως. Επέρχεται επίσης παραμόρφωση του σχήματος των κόκκων με αποτέλεσμα την αλλοίωση των βλητικών δεδομένων.

Κατά τη διαβίωση επίσης μιας πυρίτιδας σε υγρό περιβάλλον παρατηρούνται υδρολυτικά φαινόμενα τα οποία συντελούν στην επιτάχυνση της αποσυνθέσεως και συνεπώς στη μείωση της ευστάθειας αυτής. Σχετική υγρασία περιβάλλοντος μέχρι 65% θεωρείται γενικά ότι συντελεί στην καλλίτερη διατήρηση των ακάπνων πυρίτιδων.

Το υπάρχον μέσα στις προωθητικές πυρίτιδες μίγμα πτητικών αερίων (αιθέρας και οινόπνευμα) παρουσιάζει τάσεις εξατμήσεως, τυχόν δε απώλεια μέρους αυτού επιφέρει μεταβολές στη σταθερότητά των. Μετά δε από σημαντική εξατμηση μπορεί η προωθητική πυρίτιδα να γίνει επικίνδυνη για χρήση.

Για τους λόγους αυτούς είναι απαραίτητο όπως οι άκαπνες πυρίτιδες φυλάσσονται πάντα μέσα σε αεροστεγή κιβώτια.

Από όλες τις άκαπνες πυρίτιδες οι τριπλής βάσεως αποτελούν τις πιο ευσταθείς λόγω της μικρότερης σχετικά περιεκτικότητας σε νιτροκυτταρίνη (περίπου 19%), της εξαιρετικά μικρής περιεκτικότητάς των σε πτητικά συστατικά και της χαμηλής των υγροσκοπικότητας. Τα αέρια τα οποία επίσης εκλύονται απ'αυτές προκαλούν λιγότερες φθορές, στα κοίλα των πυροβόλων λόγω της παρουσίας "NITROGUANIDINE" σε σχετικά μεγάλη αναλογία (περίπου 55%).

Οι άκαπνες πυρίτιδες τριπλής βάσεως κατακαίονται επίσης πληρέστερα και τα κατάλοιπα που αφήνουν στο σωλήνα του πυροβόλου είναι σχετικά λιγώτερα. Τέλος αν και οι άκαπνες πυρίτιδες τριπλής βάσεως απαιτούν συνήθως περισσότερα συστατικά για την παραγωγή τους, το κόστος παραγωγής των είναι χαμηλότερο.

δ. Ταχύτητα κατακαύσεως Προωθητικής Πυρίτιδας

Μια διεθνώς ανεγνωρισμένη θεωρία γνωστή σαν Νόμος του "Robert" αναφέρει ότι η κατάκαυση των κόκκων της προωθητικής πυρίτιδας γίνεται κατά παράλληλα στρώματα και προχωράει κατά μια κατεύθυνση κάθετη προς την εξωτερική των επιφάνεια.

Η ταχύτητα με την οποία γίνεται η κατάκαυση της πυρίτιδας κατά διεύθυνση κάθετη προς την εξωτερική της επιφάνεια είναι συνάρτηση της πίεσεως και δίνεται από τη σχέση:

$$r = b P^n \quad (3.13-1)$$

η οποία είναι γνωστή σαν εξίσωση του Saint Robert.
όπου:

r = Η γραμμική ταχύτητα κατακαύσεως σε "Inches per second"

P = Η πίεση στον χώρο που γίνεται η κατάκαυση σε P.S.I.

b & n = Σταθερές εξαρτώμενες από τον τύπο της προωθητικής πυρίτιδας.

Για μερικές προωθητικές πυρίτιδες του πίνακα 3.13 - 4 οι τιμές αυτών αναφέρονται κατωτέρω:

M1	b = 0,002143	n = 0,710
M2	b = 0,002432	n = 0,755
M6	b = 0,002989	n = 0,702
M10	b = 0,004004	n = 0,695
M30	b = 0,005760	n = 0,652

ε. Έλεγχος ταχύτητας Κατακαύσεως Ακάπνων Πυριτίδων

Κάθε προωθητική πυρίτιδα θα πρέπει να είναι κατάλληλη για το πυροβόλο για το οποίο προορίζεται. Δηλαδή μεταξύ των άλλων θα πρέπει η ταχύτητα κατακαύσεως να είναι καθορισμένη μέσα σε πολύ περιορισμένα όρια.

Οι παράγοντες που επιδρούν στην ταχύτητα κατακαύσεως κάθε προωθητικής πυρίτιδας είναι το μέγεθος και το σχήμα των κόκκων της, ο αριθμός των διατρήσεων που αυτοί φέρουν καθώς επίσης και η μεταξύ των απόσταση, η σύνθεση της προωθητικής πυρίτιδας, το ποσοστό των ευεξάτμιστων υλών, αδρανών υλών και υγρασίας που περιέχεται σ' αυτή και τέλος η ουσία που χρησιμοποιείται σαν σταθεροποιητική. Σημειώνεται επίσης το γεγονός ότι, μια αλλαγή σε ποσοστό 1% των ευεξάτμιστων υλών τις οποίες μια προωθητική πυρίτιδα (χαμηλής περιεκτικότητας σε ευεξάτμιστες ύλες) φέρει δυνατό να προκαλέσει αλλαγή στην ταχύτητα κατακαύσεώς της κατά 10%.

Απ' όλους τους παράγοντες που αναφέρθηκαν προηγουμένως το μέγεθος και το σχήμα των κόκκων της προωθητικής πυρίτιδας είναι το περισσότερο εύκολα μεταβαλλόμενο στοιχείο αυτών και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται στην πράξη για τον έλεγχο της ταχύτητας κατακαύσεως των προωθητικών πυριτίδων.

Η ταχύτητα κατακαύσεως επίσης των προωθητικών πυριτίδων έχει άμεση εξάρτηση από τη θερμοκρασία και την πίεση του περιβάλλοντος. Αυξανόμενης της θερμοκρασίας και της πίεσεως, αυξάνει και η ταχύτητα κατακαύσεως. Ο έλεγχος δε της ταχύτητας κατακαύσεως πέρα των άλλων αποτελεί μια διαδικα-

σία πολύ μεγάλης σπουδαιότητας για την αποφυγή αναπτύξεως πιέσεων πέρα της αντοχής των σωλήνων.

Η ταχύτητα με την οποία εκλύονται τ'αέρια κατά την κα-τάκαυση μιας προωθητικής πυρίτιδας εξαρτάται από την έκτα-ση της επιφάνειας που κατακαίεται και από την ταχύτητα κα-τακαύσεως. Για μια ορισμένη μάζα προωθητικής πυρίτιδας η αρχική επιφάνεια κατακαύσεως αυτής θα εξαρτηθεί προφανώς από το μέγεθος και τη μορφή των κόκκων αυτής. Καθώς δε η κατάκαυση συνεχίζεται, η ταχύτητα κατακαύσεως, η ποσότητα και η ταχύτητα παραγωγής καυσαερίων και η πίεση εξαρτώνται από τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται η έκταση της καιο-μένης επιφάνειας συναρτήσει του χρόνου. Για το λόγο αυτό οι κόκκοι των προωθητικών πυριτίδων διακρίνονται σε σταθερής ελαττουμένης και αυξανομένης καιομένης επιφάνειας όπως φαί-νεται στο σχήμα 3.13-1.

Το σχήμα των κόκκων των προωθητικών πυριτίδων είναι συ-νήθως κυλινδρικό, ο δε αριθμός των διατρήσεων και η μεταξύ αυτών απόσταση ποικίλλει με το μέγεθός των. Για πυροβόλα διαμετρήματος μικρότερου των 40mm δεν υπάρχουν διατρήσεις ή υπάρχει μόνο μια διάτρηση. Για πυροβόλα μεγαλύτερου διαμε-τρήματος οι κόκκοι της προωθητικής πυρίτιδας έχουν συνήθως επτά διατρήσεις.

Στον πίνακα 3.13-6 φαίνεται ενδεικτικά ο μέσος όρος των φυσικών διαστάσεων κόκκων Αμερικανικών προωθητικών πυ-ριτίδων χρησιμοποιούμενων σε πυροβόλα διαφόρων διαμετρημά-των.

ζ. Επίδραση των Χαρακτηριστικών των Κόκκων της Προω- θητικής Πυρίτιδας στην Απόδοση του Πυροβόλου.

Η απόδοση ενός πυροβόλου μπορεί ν'αναλυθεί με ανάλυση της καμπύλης πιέσεως που αντιστοιχεί στην προωθητική πυρί-τιδα που χρησιμοποιείται από το πυροβόλο. Το σχήμα της χα-ρακτηριστικής αυτής καμπύλης εξαρτάται από διάφορα χαρακτη-ριστικά των κόκκων της χρησιμοποιούμενης προωθητικής πυρί-τιδας.

Όπως έχει προκύψει πειραματικά η πίεση που αναπτύσσεται από την κατάκαυση προωθητικής πυρίτιδας είναι συνάρτηση της καιομένης επιφάνειας αυτής και δίνεται από τη σχέση:

$$P = K \cdot S^{\frac{1}{1-n}} \quad (3.13-2)$$

όπου: P = Αναπτυσσόμενη πίεση σε "P.S.I."

K = Συντελεστής εξαρτώμενος από την πυκνότητα, την θερμοκρασία της πυρίτιδας και άλλα χαρακτηριστικά στοιχεία αυτής.

S = Η καιομένη επιφάνεια της προωθητικής πυρίτιδας σε "Square inches".

n = Συντελεστής εξαρτώμενος από το μέγεθος της πίεσεως, μικρότερος της μονάδος.

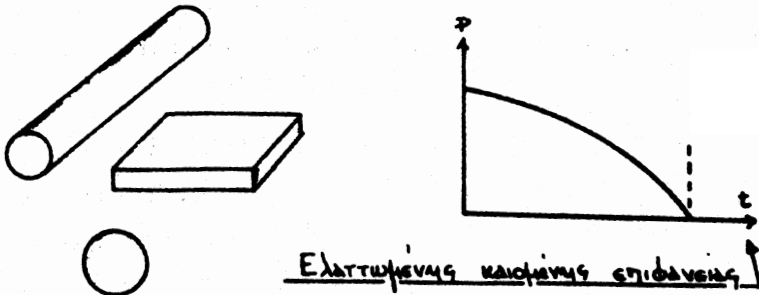
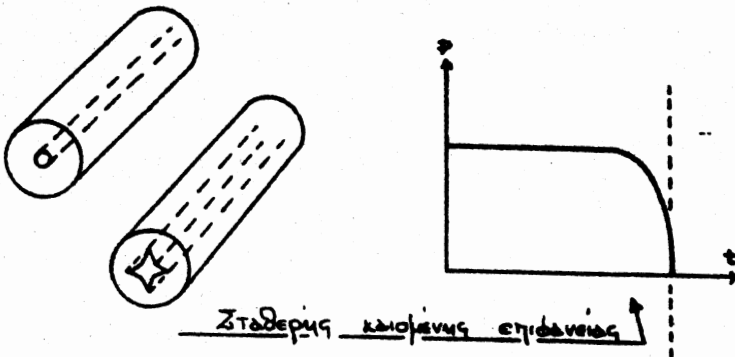
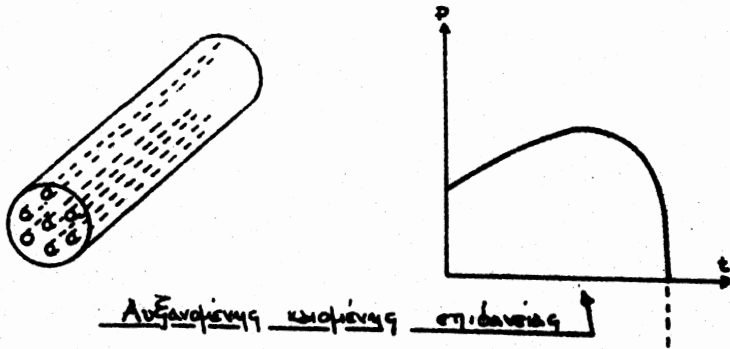
Για $P \approx 150 \text{ Atm}$ $0,5 < n < 0,8$

$P \approx 1000 \text{ Atm}$ $n \approx 0,9$

Με βάση λοιπόν την προαναφερθείσα πειραματική σχέση προκύπτει ότι η αναπτυσσόμενη μέσα σ'ένα σωλήνα πυροβόλου πίεση είναι ανάλογη προς την 10^2 δύναμη της καιομένης επιφάνειας. Το μέγεθος δε της πίεσεως αυτής εξαρτάται όχι μόνο από το μέγεθος της καιομένης επιφάνειας αλλά και από το μέγεθος και το σχήμα των κόκκων της προωθητικής πυρίτιδας, τη πυκνότητά της, το βάρος της χρησιμοποιούμενης προωθητικής πυρίτιδας τη σύνθεσή της κλπ. Αν και για τη σχεδίαση ενός συστήματος πυροβόλου πρέπει να εξετάζονται μαζί όλοι οι παραπάνω παράγοντες, η εξέταση στην προκειμένη περίπτωση καθ' ενός χωριστά διευκολύνει στην κατανόηση των επιπτώσεων που καθ'έναν έχει στη διαμόρφωση της καμπύλης πίεσεως ενός πυροβόλου.

(1) Επίδραση του Μεγέθους των Κόκκων

Δια διατηρήσεως του βάρους της προωθητικής πυρίτιδας σταθερού καθώς επίσης της συνθέσεως και του σχήματος των κόκκων αυτής, αλλά δια μεταβολής του μεγέθους των κόκκων,



Σχήμα: 3.13-1
Σχήματα κόκκων προωθητικής πυρίτιδας
και ταξινόμηση αυτών.

παρατηρείται ότι οι μεγαλύτεροι κόκκοι δίνουν χαμηλότερη μέγιστη πίεση αλλά μεγαλύτερη πίεση στο στόμιο του σωλήνα όπως φαίνεται στο σχήμα 3.13-2α. Το αποτέλεσμα αυτό οφείλε-

ται στο γεγονός ότι η ταχύτητα κατακαύσεως της προωθητικής πυρίτιδας αυξάνει όταν το μέγεθος των κόκκων αυτής ελαττώνεται.

(2) Επίδραση Ταχύτητας Κατακαύσεως Προωθητικής Πυρίτιδας

Οι χρησιμοποιούμενες προωθητικές πυρίτιδες διακρίνονται σε ταχείας και βραδείας κατακαύσεως σε σχέση με ένα συγκεκριμένο πυροβόλο και ανάλογα με τη μεταξύ των σχετική ταχύτητα κατακαύσεως. Δια διατηρήσεως λοιπόν σταθερού του βάρους της προωθητικής πυρίτιδας του μεγέθους και του σχήματος των κόκκων και δια χρησιμοποίησεως προωθητικών πυριτίδων με διαφορετικές ταχύτητες κατακαύσεως, προκύπτουν οι καμπύλες του σχήματος 3.13-2β.

(3) Επίδραση του Σχήματος των Κόκκων της Προωθητικής Πυρίτιδας

Δια διατηρήσεως όλων των άλλων παραγόντων σταθερών και χρησιμοποίησεως διαφορετικού σχήματος κόκκων από την ίδια προωθητική πυρίτιδα προκύπτουν οι χαρακτηριστικές καμπύλες που φαίνονται στο σχήμα 3.13-2γ. Η εξάρτηση της πίεσεως από την καιομένη επιφάνεια όπως αυτή παρουσιάζεται στην εξίσωση 3.13-2 δικαιολογεί απόλυτα την μορφή αυτών.

(4) Επίδραση της Πυκνότητας Προωθητικής Πυρίτιδας

Η προωθητική πυρίτιδα πολύ μεγάλης πυκνότητας αφήνει πολύ μικρό χώρο για την εκτόνωση των αερίων που παράγονται κατά την κατάκαυσή της. Για το λόγο αυτό η μέγιστη πίεση που αναπτύσσεται μέσα στον σωλήνα του πυροβόλου θα είναι σχετικά μεγαλύτερη σε σχέση με την παρατηρούμενη μέγιστη πίεση όταν χρησιμοποιηθεί προωθητική πυρίτιδα μικρότερης πυκνότητας, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.13-2δ.

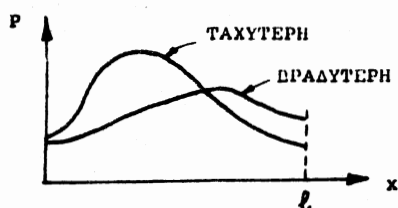
(5) Επίδραση της Σχετικής Ταχύτητας Κατακαύσεως και του Βάρους της Προωθητικής Πυρίτιδας

Στην περίπτωση αυτή εξετάζεται η σύγχρονη επίδραση δυο παραγόντων που επηρεάζουν την καμπύλη πίεσεως. Ας υποτεθεί

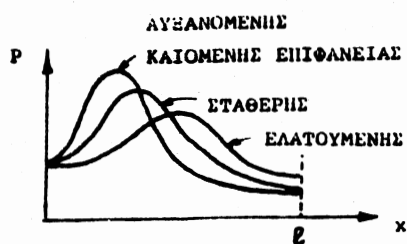
ότι αυξάνεται η ποσότητα της προωθητικής πυρίτιδας ενώ συγχρόνως ελαττώνεται η ταχύτητα κατακαύσεώς της. Με τις συνθήκες αυτές είναι δυνατό να δημιουργηθεί μεγαλύτερη μέση πίεση χωρίς να αυξηθεί η μέγιστη παρατηρούμενη πίεση με συνέπεια να επιτευχθεί τελικά μία μεγαλύτερη αρχική ταχύτητα. Σχετικές καμπύλες πιέσεων για την περίπτωση αυτή φαίνονται στο σχήμα 3.13-2ε.



α. Καμπύλες πιέσεως σε συνάρτηση με το μέγεθος των κόκκων της προωθητικής πυρίτιδας.



β. Καμπύλες πιέσεως σε συνάρτηση με τη σχετική ταχύτητα κατακαύσεως της προωθητικής πυρίτιδας.



γ. Καμπύλες πιέσεως σε συνάρτηση με το σχήμα των κόκκων της προωθητικής πυρίτιδας.



δ. Καμπύλες πιέσεως σε συνάρτηση με τη πυκνότητα της προωθητικής πυρίτιδας.



ε. Καμπύλες πιέσεως σε συνάρτηση με τη διαφορετική ταχύτητα κατακαύσεως και ποσότητας προωθητικής ρύτιδας.

Σχήμα: 3.13-2

Καμπύλες πιέσεων σε συνάρτηση μεταβαλλομένων χαρακτηριστικών προωθητικής πυρίτιδας.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

- 3-1 Ποία η μέση διάρκεια ζωής της TNT σε θερμοκρασία 300°C;
(Απάντηση 54 sec)
- 3-2 Σε ποία θερμοκρασία εκρήγνυται το HMX;
(Απάντηση 292°C).
- 3-3 Ποία η ισχύς της PETN;
(Απάντηση $P=9,019 \times 10^{13}$ Watt/M²)
- 3-4 Σχεδιάσατε την καμπύλη η οποία παριστάνει τη μεταβολή του χαρακτηριστικού χρόνου ζωής της TETRYL σε στερεή κατάσταση σε συνάρτηση με την θερμοκρασία (Δίνεται $R=8,13$ joule/° K mole).
- 3-5 Να υπολογιστεί ο χαρακτηριστικός αριθμός ισχύος του HMX, για το οποίο δίνεται $Q=1480$ cal/gr και $U=755$ cm³/gr.
(Απάντηση P.I = 160).
- 3-6 Να υπολογιστεί ο όγκος των παραγομένων κατά την έκρηξη ενός γραμμαρίου PETN, αερίων.
(Απάντηση $U=762$ cm³)
- 3-7 Να υπολογιστεί το δυναμικό της TNT.
(Απάντηση 546524 Kgr*·m/Kgr).
- 3-8 Ποία θα πρέπει να είναι η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο πυριτιδαποθηκών που βρίσκονται σε μια περιοχή πυρομαχικών όταν στη μια πρόκειται να αποθηκεύονται 2tn δυναμίτιδας και στην άλλη 4tn TNT;
(Απάντηση 78ft).
- 3-9 Το PETN έχει έλλειψη ή επάρκεια οξυγόνου;
(Απάντηση: Έχει έλλειψη οξυγόνου).
- 3-10 Τι ποσότητα τουλάχιστο Νιτρογλυκερίνης πρέπει να αναμείξουμε με 1 Kgr TNT ώστε το μίγμα που θα προκύψει να έχει επάρκεια οξυγόνου;
(Απάντηση: 21 Kgr Νιτρογλυκερίνης).

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 3-1 Ποία η υποδιαίρεση των εκρηκτικών υλών και βάση ποίων κριτηρίων γίνεται;
- 3-2 Κατατάξατε κατά σειρά ευπάθειας τις ακόλουθες εκρηκτικές ύλες. Νιτρογλυκερίνη, Δυναμίτης, Πεντολίτης, TNT.
- 3-3 Προωθητικές πυρίτιδες μικρής ταχύτητας κατακαύσεως είναι περισσότερο ή λιγότερο αποδοτικές σε σχέση με άλλες με μεγαλύτερη ταχύτητα κατακαύσεως;
- 3-4 Ποία πλεονεκτήματα θα προκύψουν από την τυχόν χρησιμοποίηση υγρών προωθητικών σε συστήματα πυροβόλων όπλων;
- 3-5 Ποίες οι ιδανικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, χώρων αποθηκεύσεως εκρηκτικών υλών;
- 3-6 Από τι εξαρτάται η θραυστικότητα μιας εκρηκτικής ύλης;
- 3-7 Για ποίο λόγο το τετρακένιο χρησιμοποιείται σε μίγμα με τον Υδραζωτικό Μόλυβδο ή το Στυφνικό Μόλυβδο;
- 3-8 Ποίες από τις ακόλουθες εκρηκτικές ύλες έχουν έλλειψη οξυγόνου και τι απαιτήσεις δημιουργούνται εξ' αιτίας αυτού του γεγονότος κατά την χρησιμοποίησή των σε πρακτικές εφαρμογές;
- C N₄O₈ (TNM: Tetra-nitro-Methane)
 C₃H₅N₃O₉
 C₆H₆N₄O₇
 C₇H₅N₃O₆
- 3-9 Ποία πλεονεκτήματα παρουσιάζει η Αγγλική προωθητική πυρίτιδα N σε σχέση με την WM;
- 3-10 Ποιά η φυσική έννοια της κρίσιμης πυκνότητας στις εκρηκτικές ύλες;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΑ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο "πυρομαχικά" ορίζεται το σύνολο των εκρηκτικών υλών οι οποίες είναι συσκευασμένες και έτοιμες για χρήση.

Τα πυρομαχικά διακρίνονται στις ακόλουθες οκτώ κατηγορίες:

α. Πυρομαχικά Πυροβολικού

Είναι όλα εκείνα τα πυρομαχικά τα οποία προορίζονται να χρησιμοποιηθούν από πυροβόλα όπλα.

β. Πυρομαχικά Υφάλων Όπλων

Είναι όλα εκείνα τα πυρομαχικά τα οποία χρησιμοποιούνται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Αυτά συνήθως προκαλούν βλάβες ή καταστροφή στα ύφαλα πλοίων επιφάνειας και Υ/Β είτε δι' απ' ευθείας επαφής με το στόχο είτε εξ' αποστάσεως δια των δημιουργουμένων κατά την έκρηξή των πεδίων πιέσεων.

γ. Πυρομαχικά Αεροφερόμενα

Τα πυρομαχικά αυτά αφήνονται από τον αέρα και πέφτουν με το βάρος τους και προκαλούν καταστροφές σ' επίγειους ή Υ/Β στόχους.

δ. Πυρομαχικά Αυτοπροωθούμενα

Τα πυρομαχικά αυτά φέρουν δικό τους σύστημα προώσεως, ανεξάρτητα από το γεγονός ότι πιθανώς να εκτοξεύονται από κάποιο κατάλληλο σύστημα εκτοξευσεώς

των. Στην κατηγορία αυτή των πυρομαχικών ανήκουν οι ρουκέτες, τα κατευθυνόμενα βλήματα κλπ.

ε. Πυρομαχικά Υπονομεύσεως

Στην κατηγορία αυτή των πυρομαχικών ανήκουν όλα εκείνα τα πυρομαχικά τα οποία τοποθετούνται κατάλληλα πάνω στον στόχο και προκαλούν έργο καταστροφής εξ'επαφής. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλα τα πυρομαχικά που χρησιμοποιούνται σε δολιοφθορές.

ζ. Πυρομαχικά Χημικά

Στην κατηγορία αυτή των πυρομαχικών ανήκουν τα πυρομαχικά εκείνα τα οποία περιέχουν χημικές ουσίες. Στα πυρομαχικά αυτά ανήκουν τα καπνογόνα και τα εμπρηστικά πυρομαχικά καθώς επίσης και πυρομαχικά με καυστικά υγρά ή τοξικές ουσίες. (Μη περιέχοντα βιολογικές ουσίες).

η. Πυρομαχικά Ηλεκτρονικού Πολέμου

Είναι τα πυρομαχικά εκείνα που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια του Ηλεκτρονικού πολέμου και τα οποία προορίζονται να προκαλέσουν στον αντίπαλο και στα συστήματα και τα όπλα αυτού γενικά σύγχυση ή παραπλάνηση.

θ. Πυροτεχνικά

Τα πυρομαχικά αυτά από στρατιωτικής πλευράς χρησιμοποιούνται για την παραγωγή έγχρωμων ή μη φωτεινών συνθημάτων σε συνδυασμό ή μη και προς ακουστικά σήματα.

4.2. Πυρομαχικά Πυροβολικού

Τα πυρομαχικά Πυροβολικού τα οποία και περιγράφονται στο κεφάλαιο αυτό διακρίνονται στα ακόλουθα τέσσερα είδη:

ΕΚΚΛΥΜΑΤΑ

ΠΡΩΘΗΤΙΚΕΣ ΓΟΜΩΣΕΙΣ

ΒΛΗΜΑΤΑ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΕΣ

κάθε ένα δε από αυτά μπορεί να συσκευάζεται, να μεταφέρεται και ν' αποθηκεύεται ανεξάρτητα από τ' άλλα είδη.

Τα πυρομαχικά πυροβολικού ταξινομούνται κατά τρεις τρόπους, ως ακολούθως:

α. Ανάλογα με το Διαμέτρημα του Πυροβόλου

Τα πυρομαχικά πυροβολικού ταξινομούνται συνήθως ανάλογα με το διάμετρο του πυροβόλου για το οποίο έχουν κατασκευαστεί. Έτσι έχουμε πυρομαχικά 5"/50, 76mm/62,5"/38 κλπ.

Σε περίπτωση που απαιτείται περαιτέρω διάκριση μεταξύ πυρομαχικών του ίδιου διαμετρήματος αλλά διαφορετικών πυροβόλων χρησιμοποιείται σαν πρόσθετο στοιχείο αναγνώρισης το μήκος του σωλήνα σε διαμετρήματα ή και ο τίτλος του πυροβόλου, π.χ. πυρομαχικά 40mm/L70, OERLIKON 20mm, RH20mm, 40mm / L60 κλπ.

β. Ανάλογα με τη Συναρμολόγησή των

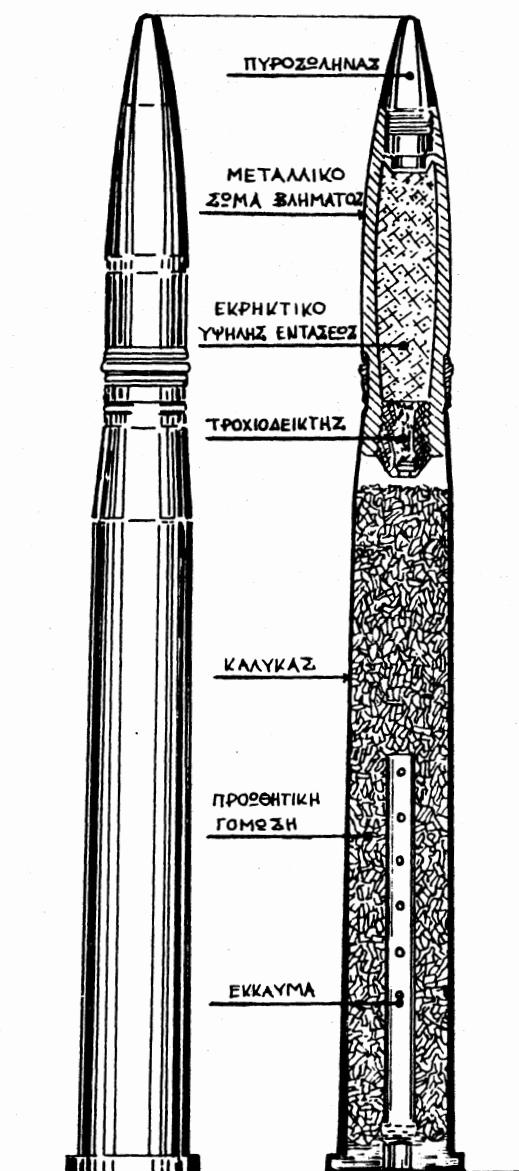
Τα πυρομαχικά πυροβολικού ανάλογα με τον τρόπο συναρμολογήσεώς των κατά την χρήση των ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες:

(1) Σύνθετης Φυσίγγης ή Σύνθετα Πυρομαχικά

Στα πυρομαχικά πυροβολικού Σύνθετης Φυσίγγης η φυσίγγη είναι συνδεδεμένη με το βλήμα περισφίγγοντάς το στη βάση του. Αποτελεί δε ένα ολοκληρωμένο σύνολο μ' αυτό όπως φαίνεται στο σχήμα 4.2-1. Πυρομαχικά αυτής της κατηγορίας είναι όλα τα πυρομαχικά πυροβολικού μικρού διαμετρήματος (Μέχρι και 4").

(2) Απλής Φυσίγγης

Στα πυρομαχικά απλής φυσίγγης ανήκουν όλα τα πυρομαχικά πυροβολικού στα οποία η φυσίγγη είναι χωρι-



Σχήμα 4.2-1
Πυρομαχικά πυροβολικού σύνθετης φυσίγγης

στά από το βλήμα και φορτώνονται στο πυροβόλο προ της βολής σαν δυο ξεχωριστές μονάδες.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα πυρομαχικά 5", 6" (Μεσαίου διαμετρήματος) και μερικά 8" (Μεγάλου διαμετρήματος). Στο σχήμα 4.2-2 φαίνεται ένα σύστημα πυρομαχικών πυροβολικού απλής φυσίγγης.

(3) Σακκιδίων

Και οι δυο προηγούμενες κατηγορίες πυρομαχικών πυροβολικού έχουν ένα κοινό στοιχείο, δηλαδή και στις δυο περιπτώσεις η προωθητική πυρίτιδα βρίσκεται συσκευασμένη μέσα σ' ένα μεταλλικό κύλινδρο που ονομάζεται κάλυκας. Στα πυροβόλα όμως διαμετρήματος 8" και άνω η ποσότητα της προωθητικής πυρίτιδας είναι τόση ώστε για λόγους εύκολου χειρισμού και μεταφοράς της συσκευάζεται μέσα σε μεταξωτά σακκίδια όπως φαίνεται στο σχήμα 4.2-3. Τα σακκίδια αυτά καίγονται κατά την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας.

γ. Ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζονται

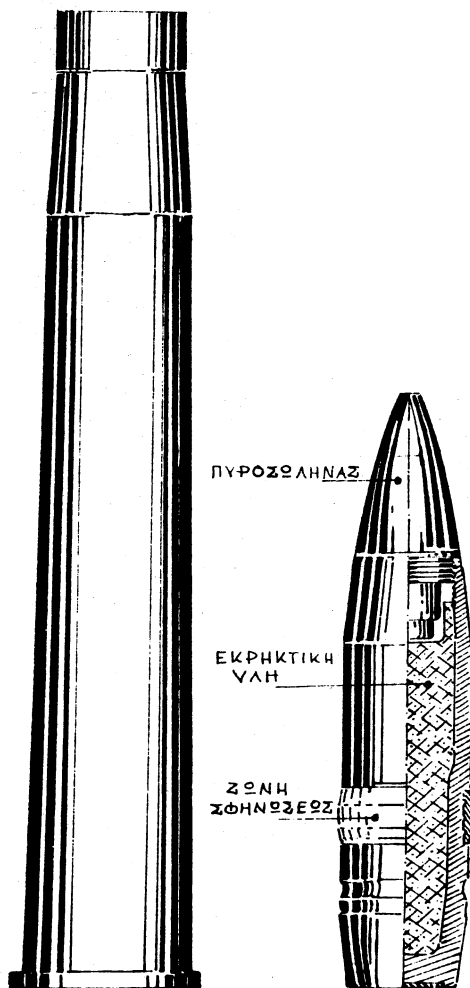
Τα επίσης πυρομαχικά πυροβολικού ανάλογα με την περίπτωση για την οποία προορίζονται να χρησιμοποιηθούν ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες:

(1) Φόρτου ή Μάχης

Είναι τα πυρομαχικά πυροβολικού που προορίζονται να χρησιμοποιηθούν σε περίοδο πραγματικών επιχειρήσεων κατά τη μάχη.

(2) Εκπαιδεύσεως

Είναι πυρομαχικά πυροβολικού προοριζόμενα να χρησιμοποιηθούν κατά τις ασκήσεις. Συνήθως αυτά είναι όμοια με τα προηγούμενα αλλά φτηνότερης κατασκευής. Σε μερικές περιπτώσεις επίσης τα βαλλόμενα βλήματα δεν περιέχουν εκρηκτική ύλη ή αντί εκρηκτικής ύλης περιέχουν έγχρωμο πυροτεχνικό. Στην κατηγορία αυτή



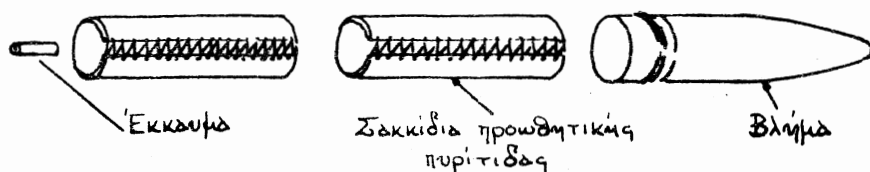
ΦΥΣΙΓΓΗ ΜΕΤΑ ΕΚΚΑΥΜΑΤΟΣ ΒΛΗΜΑ ΜΕΤΑ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΙΟΥ

Σχήμα 4.2-2
Πυρομαχικά πυροβολικού απλής φυσέγγης

μετατάσσονται και όλα τα πυρομαχικά φόρτου τα οποία κρίνονται μεν ασφαλή για χρήση αλλά για κάποιο λόγο δεν μπορούν να παραμένουν ή δεν κρίνεται σκόπιμο να παραμένουν πλέον στην κατηγορία των πυρομαχικών φόρτου, όπως για παράδειγμα όταν λόγω παλαιότητας παρουσιάζονται ενδείξεις ενάρξεως αλλοιώσεώς των.

(3) Ψευδοπυρομαχικά

Τα πυρομαχικά της κατηγορίας αυτής είναι ομοιώματα κανονικών πυρομαχικών τα οποία δεν φέρουν εκρηκτικές ύλες και δεν βάλλονται από πυροβόλα. Κατασκευάζονται δε με προορισμό, έλεγχο υλικού, εξάσκηση προσωπικού, εκτέλεση ειδικών ελέγχων, κάλυψη εκπαιδευτικών αναγκών κατά την διάρκεια μαθήματος κλπ. Πυρομαχικά της κατηγορίας αυτής είναι τα χρησιμοποιούμενα στην εκπαίδευση των γεμιστών πυροβόλων τα οποία δεν διαθέτουν αυτόματα συστήματα γεμίσεως καθώς επίσης και τα χρησιμοποιούμενα για έλεγχο της καλής λειτουργίας ανελκυστήρων πυριτιδαποθηκών.



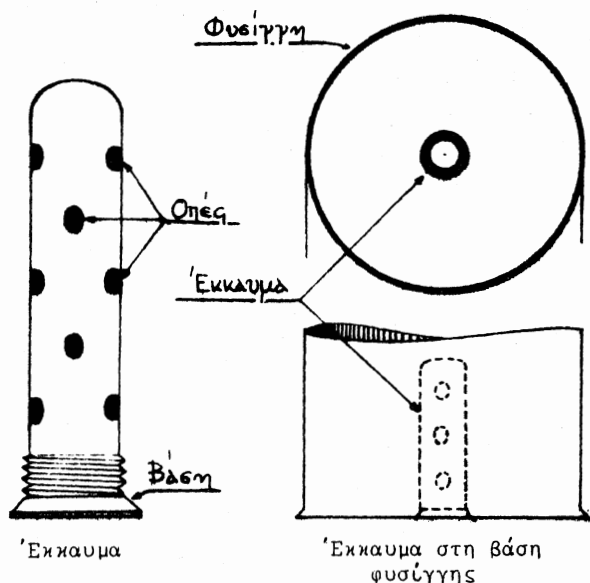
Σχήμα 4.2-3

Σύστημα πυρομαχικών πυροβολικού σε σακκίδια

4.3. ΕΚΚΑΥΜΑΤΑ

Έκκαυμα είναι το πυρομαχικό που τοποθετείται στη βάση των φυσιγγών και χρησιμεύει για την έναυση της προωθητικής πυρίτιδας.

Τούτο τοποθετείται στη φυσίγγη διερχόμενο μέσω ανοίγματος που βρίσκεται στο κέντρο του πυθμένα της, όπου και βιδώνεται (ως συνήθως γίνεται) σχηματίζοντας ένα ολοκληρωμένο σύνολο μ' αυτή όπως φαίνεται στο σχήμα 4.3-1.



Σχήμα 4.3-1
Εκκαύματα και θέση
τοποθετήσεώς του στη φυσίγγη

Τα εκκαύματα ανάλογα με το προτρεπτικό αίτιο με την επίδραση του οποίου εκρήγνυνται διακρίνονται σε κρουστικά, ηλεκτρικά και ηλεκτροκρουστικά. Τα τρία είδη αυτά των εκκαυμάτων περιγράφονται παρακάτω αναλυτικά.

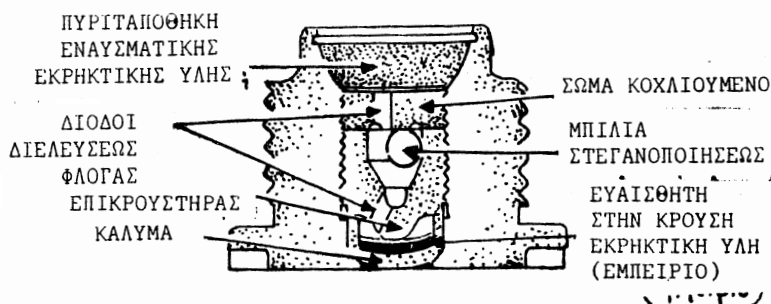
α. Κρουστικά Εκκαύματα

Τα εκκαύματα αυτά εκρήγνυνται δια κρούσεως. Στο σχήμα 4.3-2 φαίνεται ένα τυπικό κρουστικό έκκαυμα. Εξωτερικά του κυρίου σώματος αυτού διακρίνονται οι ραβδώσεις κοχλιώσεως του εκκαύματος στη βάση της φυσίγγης. Εσωτερικά περιέχει ένα κάλυμα μετά το οποίο υπάρχει ένα στρώμα πρωτογενούς εκρηκτικής ύλης η οποία είναι ευαίσθητη στην κρούση (αποτελεί δε το εμπύρειο του συστήματος). Μετά υπάρχει ένας επικρουστήρας, μια κινούμενη μεταλλική μπίλια και τέλος η πρω-

τογενής εκρηκτική ύλη (εναυσματική) η οποία θα προκαλέσει την έναυση της προωθητικής πυρίτιδας της φυσίγγης.

Η λειτουργία του εκκαύματος αυτού γίνεται ως ακολούθως:

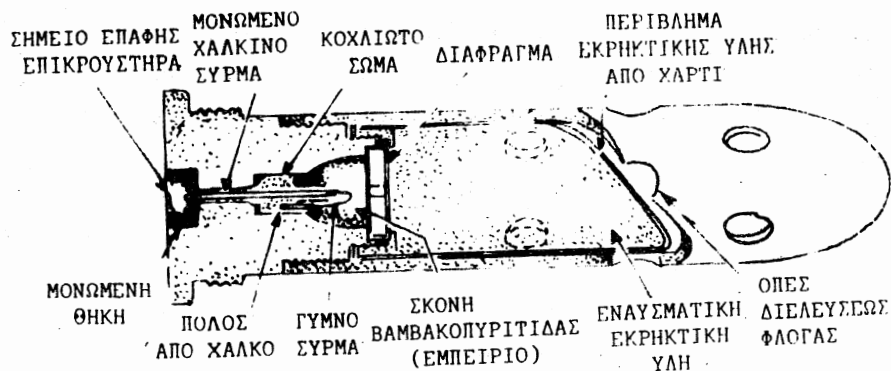
Το στρώμα της πρωτογενούς εκρηκτικής ύλης που βρίσκεται στη βάση του εκκαύματος εκρήγνυται από το κτύπημα του επικρουστήρα του μηχανισμού πυροδοτήσεως του πυροβόλου καθώς οδηγείται ενάντια προς τον επικρουστήρα του εκκαύματος. Οι φλόγες τότε και τα καυσαέρια της εκρήξεως διέρχονται προς τον χώρο όπου βρίσκεται η μπίλια και από εκεί κατευθύνονται στη κορυφή του εκκαύματος όπου προκαλούν έναυση της εκεί ευρισκομένης πρωτογενούς εκρηκτικής ύλης. Η φλόγα που παράγεται τότε διερχόμενη από τα ανοίγματα που φέρει το έκκαυμα στην εξωτερική του επιφάνεια προκαλεί έναυση της προωθητικής πυρίτιδας της φυσίγγης. Οποιαδήποτε δε αναπτυσσόμενη πίεση εξασκεί δυνάμεις προς την κατεύθυνση του πυθμένα του εκκαύματος προκαλεί μετακίνηση της μπίλιας προς την υποδοχή της βάσεως κλείνοντας κατ'αυτό τον τρόπο την δίοδο και εμποδίζοντας έτσι την διαφυγή αερίων προς τα πίσω. Εκκαύματα αυτού του είδους χρησιμοποιούνται σ'όλα σχεδόν τα πυροβόλα του Πολεμικού Ναυτικού διαμετρήματος μέχρι και 3" (76mm).



Σχήμα: 4.3-2
Τυπικό κρουστικό έκκαυμα.

β. Ηλεκτρικά Εκκαύματα

Τα εκκαύματα αυτά εκρήγνυνται δια της θερμότητας η οποία αναπτύσσεται όταν από ένα ηλεκτρικό αγωγό του εκκαύματος διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα. Στο σχήμα 4.3-3 φαίνεται ένα



Σχήμα: 4.3-3
Τυπικό ηλεκτρικό έκκαυμα.

τυπικό ηλεκτρικό έκκαυμα. Όταν τούτο τοποθετηθεί στη φυσίγγη εξασφαλίζεται η καλή ηλεκτρική επαφή μ'αυτή. Στο κέντρο του εκκαύματος το οποίο είναι μονωμένο από το υπόλοιπο σώμα του εκκαύματος είναι συνδεδεμένο ένα αγώγιμο υλικό το οποίο συνδέεται με ένα μονωμένο χάλκινο σύρμα. Το σύρμα αυτό διερχόμενο μέσω μιας γέφυρας εφαρμογής συνδέεται με ένα γυμνό σύρμα το οποίο βρίσκεται συνήθως μέσα σε σκόνη από βαμβακοπυρίτιδα η οποία αποτελεί το εμπύρειο και το οποίο καταλήγει σ'ένα πόλο. Μέσω του πόλου αυτού συνδέεται το παραπάνω σύρμα με το σώμα του εκκαύματος κλίνοντας κύκλωμα με τη γείωση του πλοίου. Όταν κλείνει το κύκλωμα πυροδοτήσεως, το σύρμα θερμαίνεται και ανάβει την ευρισκόμενη γύρω του σκόνη βαμβακοπυρίτιδας. Αυτή τότε με τη σειρά της ανάβει το διάφραγμα που συνήθως είναι χάρτινο και την πρωτογενή εκρηκτική ύλη (ή πυρίτιδα) που βρίσκεται από πάνω του. Η παραγόμενη φλόγα διερχόμενη μέσα από τ'ανοίγματα θα προκαλέσει με την σειρά της έναυση της προωθητικής πυρίτιδας της φυσίγγης.

Και στα εκκαύματα αυτά κάθε αναπτυσσόμενη πίεση εξασκεί δυνάμεις προς την κατεύθυνση του πυθμένα του εκκαύματος προκαλώντας μετακίνηση της γέφυρας εφαρμογής προς τον πυθμένα αυτού με αποτέλεσμα να φράσσει την δίοδο και να μην

επιτρέπεται η διαφυγή καυσαερίων προς τα πίσω.

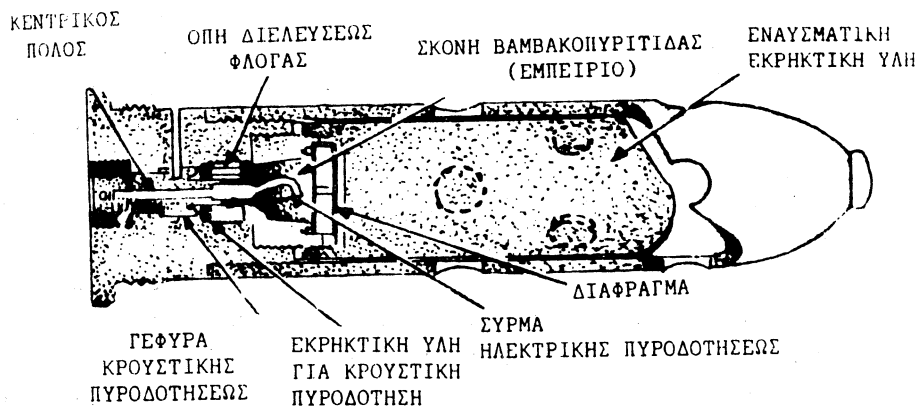
γ. Ηλεκτροκρουστικά Έκκαυματα

Τα ηλεκτροκρουστικά έκκαυματα εκρήγνυνται είτε δια της κρούσεως σ' αετιά ενός επικρουστήρα είτε δια της θερμότητας που αναπτύσσεται σ' ένα ηλεκτρικό αγωγό όταν απ' αυτόν περάσει ρεύμα. Δηλαδή τα έκκαυματα αυτά συνδυάζουν τις δυνατότητες ενεργοποίησεως των δυο προαναφερθέντων έκκαυμάτων.

Ένα τυπικό έκκαυμα αυτού του είδους φαίνεται στο σχήμα 4.3-4. Η λειτουργία αυτού μπορεί να γίνει είτε κρουστικά είτε ηλεκτρικά όπως στους προηγουμένως περιγραφέντες τύπους έκκαυμάτων αναφέρθηκε αντίστοιχα.

Τέτοια έκκαυματα χρησιμοποιούνται συνήθως σε πυροβόλα διαμετρήματος μεγαλύτερου των 3".

Εκτός από τους προαναφερθέντες τύπους έκκαυμάτων υπάρχουν και άλλοι τύποι σε μεγάλη ποικιλία. Όλων όμως οι αρχές λειτουργίας είναι όμοιες με τους τύπους έκκαυμάτων που περιγράφηκαν.



Σχήμα: 4.3-4
Τυπικό ηλεκτροκρουστικό έκκαυμα.

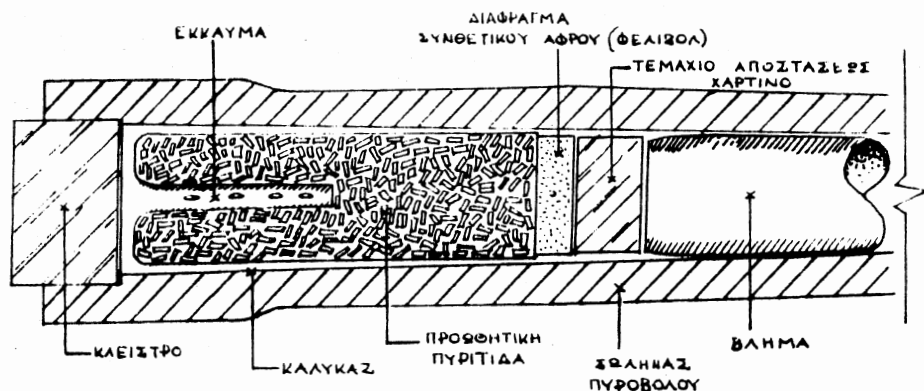
4.4. ΠΡΩΘΗΤΙΚΕΣ ΓΟΜΩΣΕΙΣ

α. Γενικά

Με τον όρο "Πρωθητικές γομώσεις" ορίζεται το σύνολο

των συσκευασμένων προωθητικών πυριτίδων που χρησιμοποιούνται για την ώθηση των βλημάτων από τα Πυροβόλα όπλα.

Οι προωθητικές γομώσεις τοποθετούνται στον χώρο που βρίσκεται στο πίσω μέρος του σωλήνα του πυροβόλου που λέγεται "θαλάμη", όπως φαίνεται στο σχήμα 4.4-1.



Σχήμα 4.4-1

Προωθητική γόμωση στη θαλάμη πυροβόλου 76mm ΟΤΟ MELARA.

Τα πυρομαχικά πυροβολικού σύνθετης και απλής φυσίγγης φέρουν την προωθητική πυρίτιδα μέσα σ'ένα κυλινδρικό περίβλημα από ορείχαλκο ή από μίγμα λευκοσιδήρου. Το περίβλημα αυτό ονομάζεται "Κάλυκας". (Σχήμα 4.4-2). Όταν ο κάλυκας περιέχει προωθητική πυρίτιδα και είναι έτοιμος για χρήση τότε λέγεται "Φυσίγγη".

Με τον τρόπο αυτό συσκευασμένη η προωθητική πυρίτιδα μέσα στον κάλυκα μπορεί να χρησιμοποιείται πιο εύκολα, πιο γρήγορα και με περισσότερη ασφάλεια.

Κατά την βολή επίσης του πυροβόλου λόγω της παραγόμενης θερμότητας από την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας η φυσίγγη διαστέλλεται και εφαρμόζει ερμητικά στα τοιχώματα της θαλάμης, εμποδίζοντας την διαφυγή αερίων και φλογών προς το μέρος του κλείστρου.

Η κατασκευή της φυσίγγης μέχρι του σημείου που σφραγίζεται το άνοιγμά της είναι η ίδια ανεξάρτητα από το αν

πρόκειται για πυρομαχικά απλής ή σύνθετης φυσίγγης. Στη συνέχεια όμως στα μεν πυρομαχικά απλής φυσίγγης τοποθετείται ένα πώμα από φελλό ενώ στα πυρομαχικά σύνθετης φυσίγγης τοποθετείται το βλήμα το οποίο εισέρχεται μέσα στην φυσίγγη μέχρι το ύψος περίπου της ζώνης σφηνώσεως. Δια περισφίξεως δε της φυσίγγης το βλήμα στερεώνεται σταθερά με αυτή. Στα σχήματα 4.4-3α,β και γ φαίνονται φυσίγγες από τις δυο κατηγορίες που περιγράφηκαν προηγουμένως. Στις φυσίγγες αυτές διακρίνονται επίσης τα διάφορα μέρη από τα οποία αυτές αποτελούνται και τα οποία περιγράφονται παρακάτω.

β. Μέρη φυσίγγης

(1) Το έκκαυμα

Το έκκαυμα όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, είναι το πυρομαχικό με το οποίο γίνεται η έναυση της προωθητικής πυρίτιδας. Στις φυσίγγες διαμετρήματος από 40mm και πάνω το έκκαυμα βιδώνεται στο κέντρο της βάσεως των ενώ στις φυσίγγες μικροτέρου διαμετρήματος τοποθετείται πρεσσαριστό.

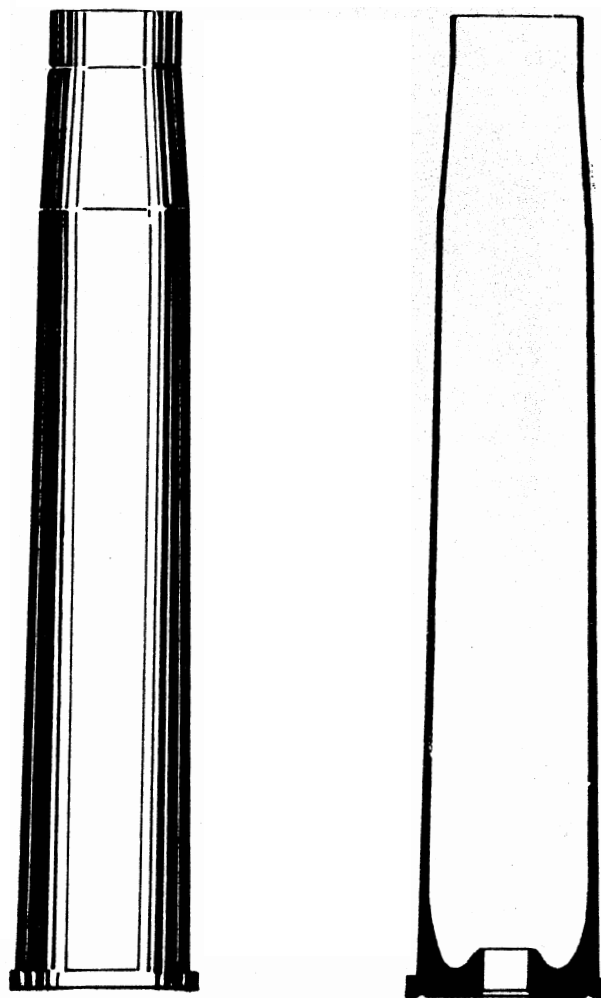
(2) Ο Κάλυκας

Ο Κάλυκας που είναι κατασκευασμένος από λευκοσίδηρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο μια φορά ενώ ο κάλυκας που είναι από ορείχαλκο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέχρι και 30 φορές ανάλογα με την ποιότητα του χρησιμοποιηθέντος ορείχαλκου.

(3) Η Προωθητική πυρίτιδα

Η προωθητική πυρίτιδα παρασκευάζεται και τοποθετείται μέσα στον κάλυκα σε κόκκους των οποίων το μέγεθος και το σχήμα παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία από τον ένα τύπο πυρομαχικών στον άλλο. Οι κόκκοι αυτοί έχουν συνήθως σχήμα κυλινδρικό και φέρουν μέχρι επτά κυλινδρικές διατρήσεις κατά μήκος του άξονά των.

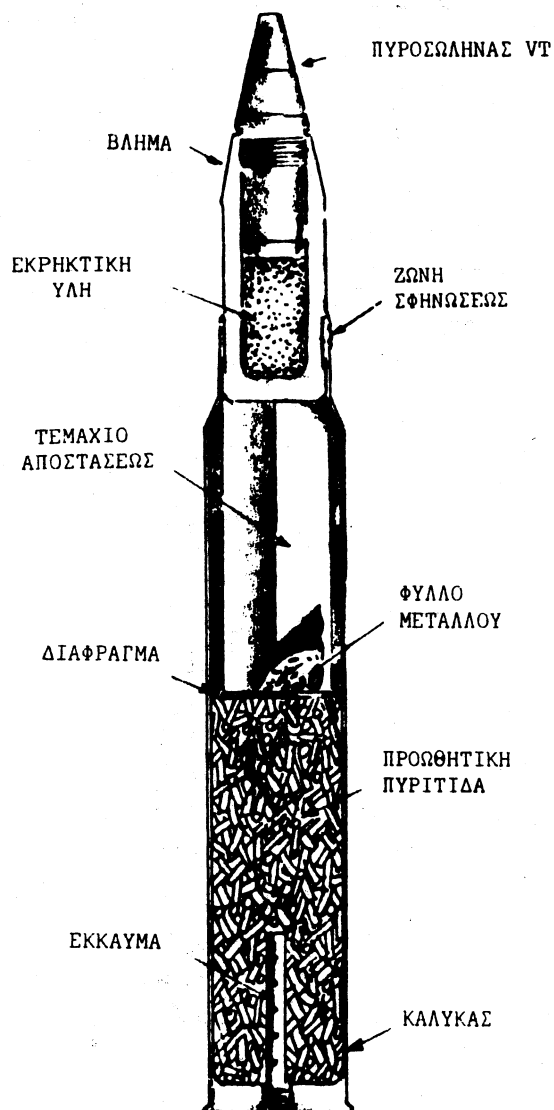
Στα περισσότερα σχήματα κόκκων, η κατάκαυση της προω-



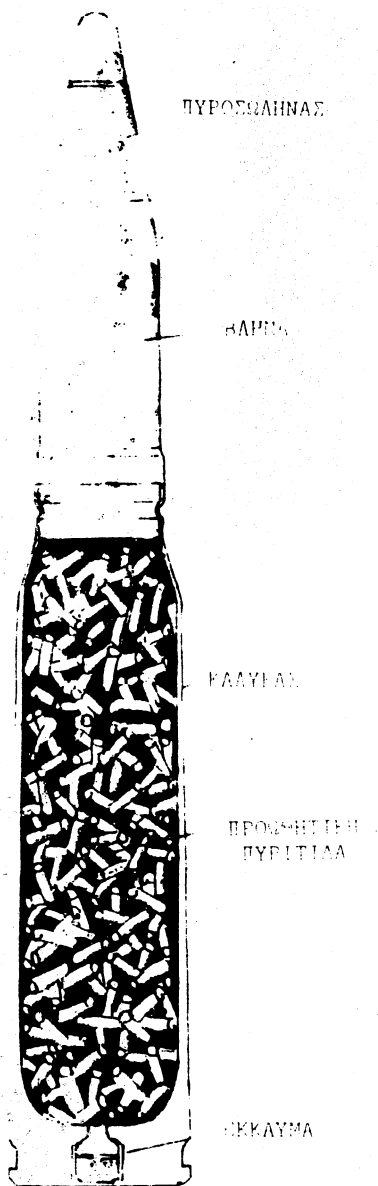
Σχήμα 4.4-2

Κάλυκας από ορείχαλκο ή μύγμα σιδήρου

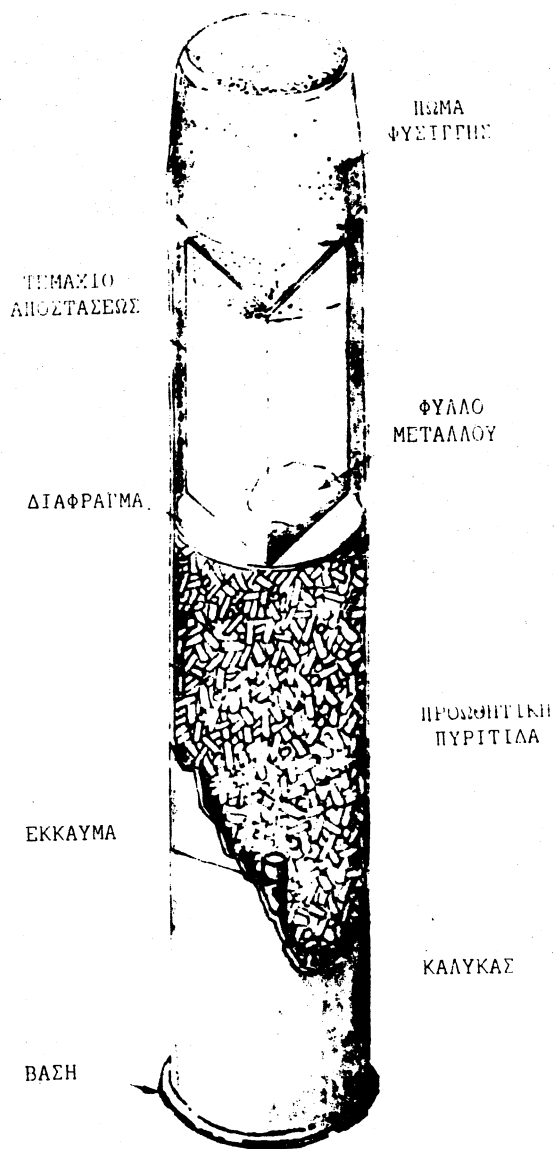
θητικής πυρίτιδας ολοκληρώνεται πριν από την έξοδο του βλήματος από το σωλήνα. Λαμβανομένου δε υπόψη ότι κάθε κόκκος προωθητικής πυρίτιδας καίγεται σε στρώματα παράλληλα προς την εξωτερική του επιφάνεια και πρόκειμένου να επιτευχθεί ομοιογενής κατάκαυση ολόκληρης της μάζας κάθε κόκκου, το σχήμα αυτών θα πρέπει να έχει τη μορφή "Ροζέτας". Στο σχήμα 4.4-4 φαίνονται οι πιο πολύ χρησιμοποιούμενοι τύποι κόκκων



Σχήμα 4.4-3α
Σύνθετη φυσίγγη και μέρη αυτής



Σχήμα 4.4-3β
Σύνθετη φυσέγγη και μέρη αυτής
(Βλήματα μικρού διαμετρήματος)



Σχήμα 4.4-3γ
Απλή φούσγνη και μέρη αυτής

προωθητικής πυρίτιδας. Όπως είναι δε γνωστό από την παράγραφο 3.13ε οι τύποι αυτοί κατατάσσονται σε τρείς μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τη μεταβολή της καιόμενης επιφάνειάς των συναρτήσει του χρόνου. Έτσι έχουμε τους κόκκους προοδευτικά ελαττωμένης καιόμενης επιφάνειας σταθερής καιόμενης επιφάνειας και προοδευτικά αυξανόμενης καιόμενης επιφάνειας.

(4) Το διάφραγμα

Το διάφραγμα είναι συνήθως από χαρτί και τοποθετείται πάνω από την προωθητική πυρίτιδα.

(5) Το τεμάχιο αποστάσεως

Το τεμάχιο αποστάσεως είναι συνήθως από χαρτί αποτελούμενο από τρία επίπεδα διατεταγμένα ακτινωτά. Το τεμάχιο αποστάσεως χρησιμοποιείται για να καλύπτει τον χώρο μεταξύ διαφράγματος και πώματος ή βλήματος.

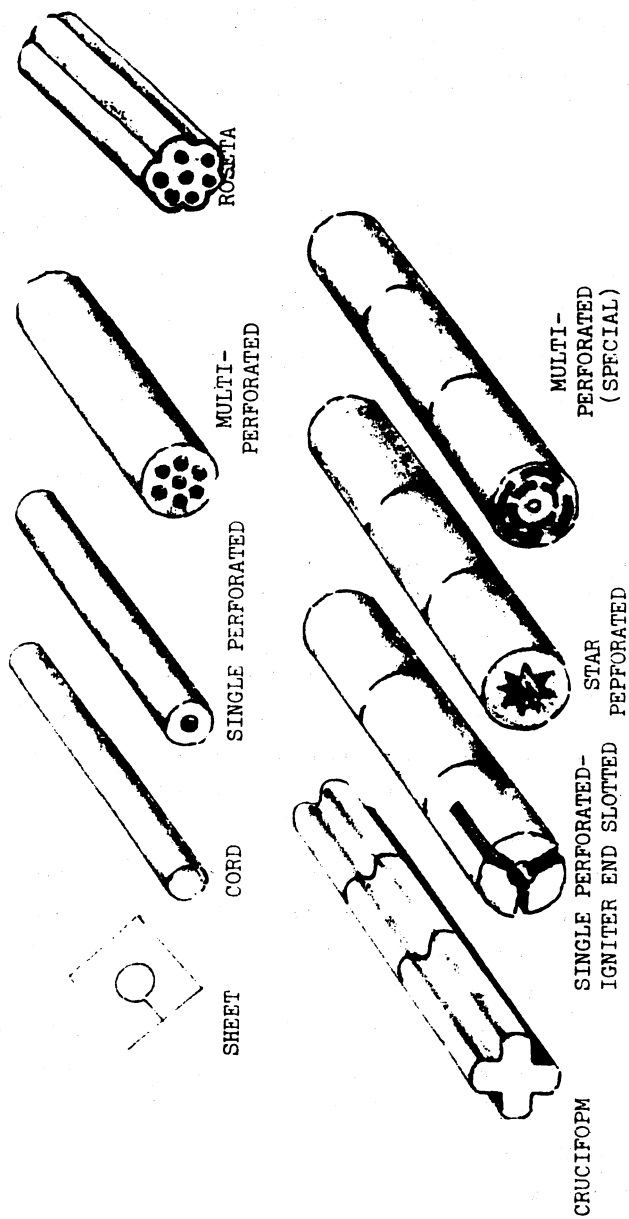
(6) Το Φύλλο Μετάλλου

Το φύλλο μετάλλου μοιάζει με ένα κομμάτι αλουμινόχαρτο και τοποθετείται μεταξύ δυο επιπέδων του τεμαχίου αποστάσεως. Κατά την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας λιώνει και επικάθεται στα εσωτερικά τοιχώματα του σωλήνα του πυροβόλου χρησιμεύοντας σαν λιπαντικό και για να προστατεύει το μέταλλο από το οποίο είναι φτιαγμένο ο σωλήνας του πυροβόλου από κατάλοιπα προωθητικής πυρίτιδας και ρινίσματα χαλκού που προέρχονται από την ζώνη σφηνώσεως του βλήματος.

(7) Το πώμα της φυσίγγης

Το πώμα αυτό είναι κατασκευασμένο από φελλό ή από πεπιεσμένο χαρτί ή είναι πλαστικό. Χρησιμεύει δε για να σφραγίζει το στόμιο των απλών φυσιγγίων. Παρέχεται συγχρόνως προστασία του περιεχομένου της φυσίγγης από την υγρασία.

Κατά τον εμβολισμό επίσης της φυσίγγης και του βλήματος μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου επενεργεί σαν ένα μέσο που απορροφά την ορμή από τη σύγκρουση βλήματος και φυσίγγης.



Σχήμα 4.4-4
Τύποι και σχήματα κόκκων προωθητικής πυρίτιδας

γ. Φυσίγγες Καθαρισμού Κοίλου

Όταν κατά τη γέμιση του πυροβόλου η φυσίγγη για οποιονδήποτε τεχνικό λόγο δεν παίρνει την κανονική της θέση μέσα στη θαλάμη και εμποδίζει το κλείστρο του πυροβόλου να κλείσει, τότε για να βληθεί το βλήμα και να ελευθερωθεί ο σωλήνας του πυροβόλου αφαιρείται η κανονική φυσίγγη και στη θέση της τοποθετείται με επαναγέμιση του πυροβόλου μια φυσίγγη μικρότερου μήκους. Η φυσίγγη αυτή λέγεται "φυσίγγη καθαρισμού κοίλου".

δ. Φυσίγγες ελαττωμένης γομώσεως

Οι φυσίγγες ελαττωμένης γομώσεως περιέχουν λιγότερη προωθητική πυρίτιδα σε σύγκριση με τις κανονικές φυσίγγες ή δε χρησιμοποίησή των είναι συνάρτηση τεχνικών ή επιχειρησιακών κριτηρίων. Π.χ. φυσίγγες ελαττωμένης γομώσεως είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν κατά τις βολές γυμνασίων πυροβόλων μεγάλου διαμετρήματος για να περιοριστούν οι δημιουργούμενες φθορές στους σωλήνες των πυροβόλων. Στις περιπτώσεις βέβαια αυτές τα βλητικά στοιχεία της βολής θα είναι διαφορετικά από τα αντίστοιχα των κανονικών φυσιγγών και τα επιτυγχανόμενα μέγιστα βεληνεκή στα πυροβόλα θα είναι αντιστοίχως μικρότερα. Υπάρχουν βέβαια, για την περίπτωση χρησιμοποίησεως φυσιγγών ελαττωμένης γομώσεως ειδικοί πίνακες βολής.

Φυσίγγες ελαττωμένης γομώσεως θα πρέπει επίσης να χρησιμοποιηθούν όταν είναι επιθυμητή η βολή φωτιστικών βλημάτων σε μικρές αποστάσεις από το βάλλον πλοίο. Στις περιπτώσεις αυτές αν χρησιμοποιηθεί κανονική φυσίγγη, η ταχύτητα του βλήματος θα είναι αρκετά μεγάλη και το αλεξίπτωτο του φωτιστικού που θα ανοίξει θα σχιστεί από την αντίσταση του αέρα. Με τη χρησιμοποίηση όμως φυσιγγών ελαττωμένης γομώσεως η ταχύτητα του βλήματος είναι μικρότερη και το αλεξίπτωτο δεν διατρέχει κίνδυνο να σχιστεί όταν θ'ανοίξει. Στα πυροβόλα 5" φυσίγγες ελαττωμένης γομώσεως χρησιμοποιούνται για βολή φωτιστικών μέχρις αποστάσεως 7500yds από το βάλλον.

ε. Τύποι Αμερικανικών Πυρίτιδων χρησιμοποιούμενων στο JN.

Από το JN και για τα Πυροβόλα Αμερικανικής προελεύσεως χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι τύποι προωθητικών πυρίτιδων Αμερικανικής επίσης προελεύσεως.

(1) S P D N

Είναι προωθητική πυρίτιδα απλής βάσεως από νιτροκυτταρίνη στην οποία έχει προστεθεί και μια ευσταθοποιός ουσία. Η προωθητική αυτή πυρίτιδα δεν είναι υγροσκοπική.

(2) S P D N (FP)

Είναι όπως και η προηγούμενη με τη διαφορά ότι έχει μια πρόσμιξη η οποία περιορίζει την λάμψη στο στόμιο του σωλήνα.

(3) S P C G

Είναι προωθητική πυρίτιδα τριπλής βάσεως (Νιτροκυτταρίνης, Νιτρογλυκερίνης και Νιτρογκουανιδίνη) στην οποία έχει προστεθεί σαν ευσταθοποιός ουσία "CARBAMITE".

(4) S P D F

Είναι προωθητική πυρίτιδα απλής βάσεως (νιτροκυτταρίνη) στην οποία έχει προστεθεί μια ουσία για υποβιβασμό της θερμοκρασίας (συνήθως Potassium sulfate) και δημιουργία μιας άφλογης πυρίτιδας.

(5) S P D B

Ένα μίγμα πυρίτιδων στις οποίες έχει προστεθεί και SDDN. Χρησιμοποιείται για εκπαιδευτικά πυρά.

(6) S P D W

Είναι μια επανεργασθείσα SPDN πυρίτιδα που προορίζεται για εκπαιδευτικά πυρά.

4.5. ΒΛΗΜΑΤΑ

α. Εισαγωγή

Βλήμα ονομάζεται το πυρομαχικό που βάλλεται από πυροβόλο όπλο και το οποίο φέρει την εκρηκτική ή άλλη κατάλληλη ύλη που θα επιφέρει το επιθυμητό αποτέλεσμα στον στόχο. Το βλήμα είναι δυνατό να φέρει επίσης κατάλληλο σύστημα για την περαιτέρω αυτοπροώθησή του μέσα στην ατμόσφαιρα καθώς και ενεργητικά ή παθητικά μέσα για να αντιλαμβάνεται την παρουσία του στόχου. Τα βλήματα σε αντιδιαστολή με τα κατευθυνόμενα βλήματα δεν έχουν την δυνατότητα να μεταβάλλουν την τροχιά των κατά την πτήση των στην ατμόσφαιρα.

Τα πυροβόλα όπλα του φορητού οπλισμού βάζουν μια συμπαγή συνήθως μεταλλική μάζα η οποία έχει αεροδυναμικό σχήμα και καλείται "σφαίρα". Παλαιότερα δε όταν τα όπλα αυτά ήταν εμπροσθογεμή η σφαίρα αυτή είχε σχήμα κυκλικό και ονομαζόταν "βόλι".

Τα βλήματα αποτελούνται από τρία βασικά τμήματα, το μεταλλικό σώμα την πυριτιδαποθήκη που περιέχει την εκρηκτική ή άλλη ύλη και τον πυροσωλήνα. Ο πυροσωλήνας αν και αποτελεί ένα ανεξάρτητο είδος πυρομαχικού θεωρείται ένα αναπόσπαστο τμήμα του βλήματος. Την δεδομένη δε χρονική στιγμή ή όταν εκπληρούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις ενεργοποιεί το βλήμα.

Σε ένα βλήμα είναι επίσης δυνατό να υπάρχουν και πρόσθετα τμήματα ή ουσίες όπως για παράδειγμα τροχειοδείκτης για να κάνει πλέον ορατή την τροχιά του βλήματος και να διευκολύνει την διόρθωση της οπτικής σκοπεύσεως κ.α.

β. Αρχές Σχεδιάσεως Βλήματος

Οι βασικές αρχές που λαμβάνονται υπόψη κατά τη σχεδίαση ενός βλήματος είναι οι ακόλουθες τρεις:

- (1) Είδος στόχου και επιθυμητό αποτέλεσμα
- (2) Ευστάθεια βλήματος κατά την πτήση του στην ατμόσφαιρα

(3) Περιορισμός της αντιστάσεως του αέρα στο ελάχιστο

Για την παροχή ευστάθειας στο βλήμα κατά την πτήση του υπάρχουν σε χρήση δυο μέθοδοι. Η πρώτη από αυτές βασίζεται στην τοποθέτηση εξωτερικών πτερυγίων (Fins) στη βάση του, τα οποία του προσδίδουν περιστροφική κίνηση με την οποία επιτυγχάνεται η επιθυμητή ευστάθειά του, η δε δεύτερη μέθοδος που εφαρμόζεται σ' όλα τα Ναυτικά Πυροβόλα ονομάζεται "Spin Stabilization". Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή ο σωλήνας του πυροβόλου κατασκευάζεται με εσωτερικές ραβδώσεις το δε βλήμα φέρει κοντά στη βάση του ένα δακτύλιο από εύκαμπτο μέταλλο, συνήθως από μίγμα χαλκού. Ο δακτύλιος αυτός που ονομάζεται "ζώνη σφηνώσεως" σε συνεργασία με τις ελικοειδείς ραβδώσεις του εσωτερικού του σωλήνα προσδίδει περιστροφική κίνηση στο βλήμα, καθώς τούτο κινείται μέσα στον σωλήνα του πυροβόλου. Αποτέλεσμα της περιστροφικής αυτής κινήσεως είναι ότι όταν το βλήμα εξέρχεται από το σωλήνα του πυροβόλου έχει αποκτήσει τέτοια περιστροφική ταχύτητα ώστε συμπεριφέρεται πλέον σαν γυροσκόπιο, οι ιδιότητες του οποίου του εξασφαλίζουν την επιθυμητή ευστάθεια πτήσεως.

Το θέμα αυτό αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερης μελέτης και αναλύσεως στην εξωτερική βλητική. Η δαπανώμενη επίσης ενέργεια για την περιστροφή του βλήματος μέσα στον σωλήνα του πυροβόλου αντιστοιχεί περίπου προς το 0,14% της όλης ενέργειας που παράγεται από την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας έναντι του 32% που αντιπροσωπεύει την ενέργεια που δαπανάται για την μεταφορική του κίνηση μέσα στον σωλήνα. Για τον λόγο αυτό η επίδραση της περιστροφικής κινήσεως από την άποψη της δαπανώμενης ενέργειας, στην εσωτερική βλητική, είναι πολύ μικρή.

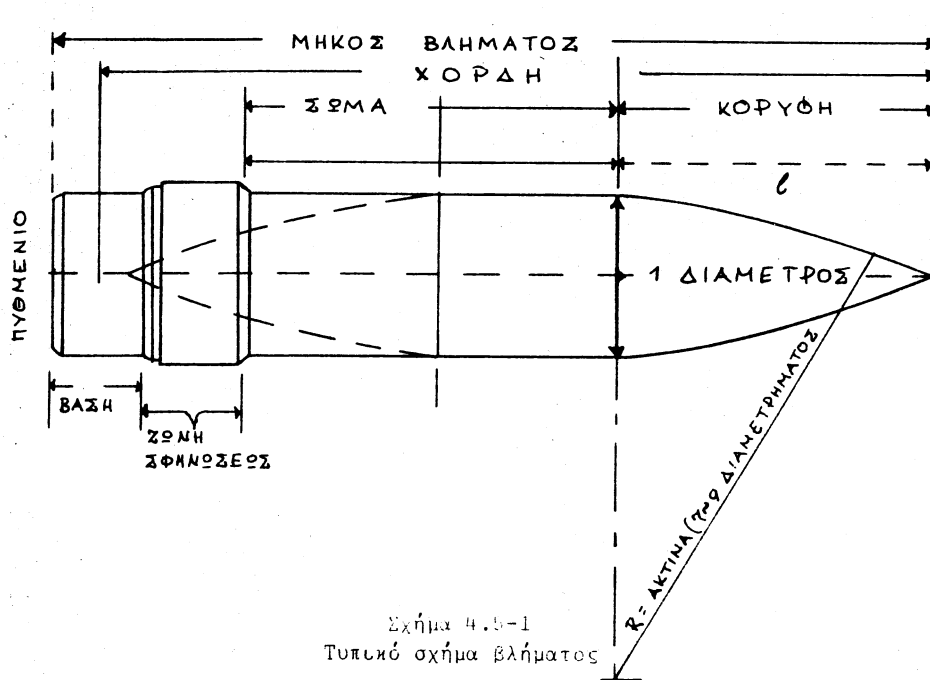
Σχετικά δε με την αντίσταση του αέρα κατά την πτήση του βλήματος στην ατμόσφαιρα καταβάλλεται προσπάθεια να περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατό δίνοντας στο βλήμα κατάλληλο αεροδυναμικό σχήμα.

Με βάση τις αρχές αυτές κατασκευάζονται σήμερα τρεις τύποι βλημάτων. Ο πρώτος τύπος περιλαμβάνει τα "κοινά βλή-

ματα" (Standard round), ο δεύτερος τύπος περιλαμβάνει τα "Μικρότερου Διαμετρήματος βλήματα" (Sub-caliber round) και τέλος ο τρίτος τύπος περιλαμβάνει τα "Υποβοηθούμενα με προωθητήρα βλήματα" (Rocket-assisted projectile)

γ. Περιγραφή εξωτερικών Χαρακτηριστικών Βλήματος

Στο σχήμα 4.5-1 φαίνεται ένα τυπικό βλήμα στο οποίο διακρίνονται τ'ακόλουθα μέρη:

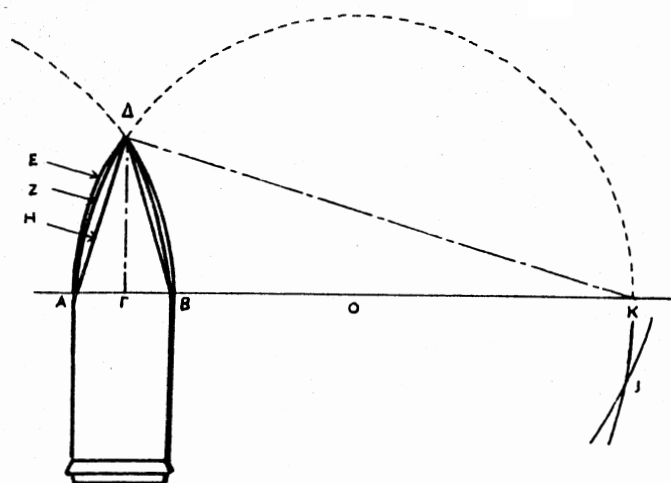


Σχήμα 4.5-1
Τυπικό σχήμα βλήματος

(1) Η Κορυφή του βλήματος

Η κορυφή του βλήματος αποτελεί το μπροστινό τμήμα του. Για βλήματα μεγάλου διαμετρήματος το σχήμα της κορυφής που βρέθηκε να δίνει τη μικρότερη αντίσταση κατά την πτήση του βλήματος ήταν το κυκλικό αιχμηρό "ogive". Το σχήμα αυτό ορίζεται γεωμετρικά με τη περιστροφή ενός κυκλικού τόξου γύρω από την χορδή του η κατεύθυνση της οποίας συμπίπτει με τον άξονα συμμετρίας του βλήματος. Το μήκος της ακτίνας του κύκλου στον οποίο ανήκει το κυκλικό τόξο που προαναφέρθηκε εκφράζεται σε διαμετρήματα και κυμαίνεται από 7 έως 9. Για

να καθοριστεί λοιπόν η κυκλική αιχμηρή κορυφή ενός βλήματος θα πρέπει να καθοριστεί το μήκος της " ℓ " και η ακτίνα καμπυλότητας " R ". Στα βλήματα αυτά σαν "συντελεστής αιχμηρότητας" ορίζεται το πηλίκο ℓ/d όπου " ℓ " το μήκος της κορυφής και " d " η διάμετρος του βλήματος. Για βλήματα μικρότερου διαμετρήματος η κυκλική αιχμηρή κορυφή μερικές φορές αντικαθίσταται με μια κωνική κορυφή όπως αυτή που φαίνεται στο σχήμα 4.5-2.



Σχήμα 4.5-2
Κορυφή βλήματος

(2) Το σώμα του βλήματος

Σαν σώμα βλήματος ορίζεται το κυλινδρικό τμήμα του βλήματος το οποίο περιλαμβάνεται μεταξύ του σημείου που τελειώνει η κορυφή και το οποίο ονομάζεται "bouchelet" και της ζώνης σφηνώσεως. Η εξωτερική κυλινδρική επιφάνεια του σώματος του βλήματος παρέχει στήριξη και ευθυγράμμιση του βλήματος μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου κατά τρόπο που ο άξονάς του συμπίπτει με τον άξονα του σωλήνα του πυροβόλου. Ειδικότερα δε στα πυροβόλα όπλα που δεν φέρουν εσωτερικές ραβδώσεις αλλά η εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα είναι λεία, κατά την κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα η εξωτερική

επιφάνεια του σώματος του βλήματος βρίσκεται σ'εφαρμογή με τα τοιχώματα του σωλήνα εμποδίζοντας τη διαφυγή καυσαερίων μπροστά από το βλήμα, γεγονός που θα είχε δυσμενείς επιπτώσεις στην καμπύλη πίεσεως και στην επίτευξη της επιθυμητής αρχικής ταχύτητας.

(3) Η Ζώνη Σφηνώσεως

Μεταξύ της βάσεως και του σώματος του βλήματος περιλαμβάνεται η ζώνη σφηνώσεως η οποία μοιάζει με ένα δακτύλιο από μαλακό μέταλλο που συνήθως είναι μίγμα χαλκού.Ο δακτύλιος αυτός βρίσκεται σε πλήρη εφαρμογή με το βλήμα. Το μπροστινό τμήμα της ζώνης σφηνώσεως κλείνει ομαλά προς το σώμα του βλήματος για να διευκολύνει την είσοδο της ζώνης σφηνώσεως στην αρχή του αυλακωμένου κοίλου του σωλήνα. Πρωτού αρχίσει το βλήμα να κινείται μέσα στο σωλήνα οι ραβδώσεις του αυλακωμένου κοίλου θα πρέπει να χαράξουν την ζώνη σφηνώσεως. Η διαδικασία αυτή απαιτεί την δημιουργία μιας αρκετά μεγάλης πίεσεως πριν αρχίσει να κινείται το βλήμα μέσα στο σωλήνα. Με ιδανικές δε συνθήκες η διαδικασία αυτή θα πρέπει να εμποδίζει το βλήμα να κινηθεί μέσα στο σωλήνα μέχρις ότου η ταχύτητα κατακαύσεως της προωθητικής πυρίτιδας καθώς και η πίεση που προέρχεται από τα παραγόμενα από την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας αέρια λάβουν την βέλτιστη τιμή.

Κατά την κίνηση του βλήματος μέσα στο σωλήνα και λόγω των ραβδώσεων του αυλακωμένου κοίλου που έχουν τη μορφή σπειρώματος αναγκάζεται τούτο να εκτελεί εκτός από τη μεταφορική κίνηση και περιστροφική γύρω από τον άξονα συμμετρίας του. Για το λόγο αυτό όταν το βλήμα βγει από το σωλήνα του πυροβόλου συμπεριφέρεται σαν ένα γυροσκοπιο γεγονός που του εξασφαλίζει ευστάθεια πτήσεως όπως εξηγείται στην εξωτερική βλητική. Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι με τη ζώνη σφηνώσεως επιτυγχάνεται στεγανοποίηση του σωλήνα (μη διαρροή καυσαερίων μπροστά από το βλήμα), στήριξη και ευθυγράμμιση του πίσω μέρους του βλήματος σχετικά με τον άξονα

του σωλήνα του πυροβόλου και τέλος ότι η ζώνη σφηνώσεως συνεργαζόμενη με τις ραβδώσεις που φέρει εσωτερικά ο σωλήνας δίνει στο βλήμα περιστροφική κίνηση. Για όλους αυτούς τους λόγους η ζώνη σφηνώσεως μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την αρχική ταχύτητα του βλήματος το βεληνεκές και την ακρίβεια της βολής.

(4) Η Βάση του Βλήματος

Η βάση του βλήματος είναι το μέρος αυτού που βρίσκεται μετά τη ζώνη σφηνώσεως.

Η βάση ανάλογα με το σχήμα της έχει και διαφορετική ονομασία. Για παράδειγμα αν έχει σχήμα κολούρου κώνου λέγεται πρυμναίας απολήξεως "boat tail", αν έχει σχήμα κυλίνδρου ονομάζεται τετράγωνη "square base" από το σχήμα μιας τομής κατά τον άξονα του βλήματος. Το μήκος της βάσεως όπως και το σχήμα της επηρεάζει την αντίσταση από τον αέρα που δέχεται το βλήμα εκεί κατά την πτήση του. Για κάθε δε συγκεκριμένο βλήμα δίνεται και η βέλτιστη μορφή και μήκος βάσεως.

(5) Το πυθμένιο

Το πυθμένιο του βλήματος είναι η κυκλική επιφάνειά του στην οποία εξασκείται η προωθητική δύναμη που προέρχεται από τα παραγόμενα από την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας, θερμά αέρια.

δ. Βάρος βλήματος

Κάθε πυροβόλο όπλο μπορεί να βάλλει ή χρησιμοποιεί διάφορων ειδών βλήματα. Τα βλήματα του αυτού διαμετρήματος αλλά διαφορετικού τύπου έχουν μεταξύ τους μικρές διαφορές βάρους. Επίσης του ίδιου διαμετρήματος και του ίδιου τύπου που προορίζονται για χρήση από διαφορετικούς τύπους πυροβόλων μπορεί να έχουν και αυτά μικρές διαφορές βάρους. Για το λόγο αυτό λοιπόν όταν αναφερόμαστε σε στοιχεία της εξωτερικής βλητικής όπως το βεληνεκές, το βέλος της τροχιάς κλπ. θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το συγκεκριμένο βλήμα στο οποίο αναφερόμαστε με το αντίστοιχο βάρος.

Γενικά το βάρος ενός βλήματος κατά προσέγγιση δίνεται από την σχέση:

$$W = \frac{d^3}{2}$$

όπου:

W = το βάρος του βλήματος σε lbs (λίβρες)

d = η διάμετρος του βλήματος σε in (ίντσες)

Το βάρος του βλήματος ανά τετραγωνική ίντσα διατομής του ονομάζεται τμηματική πυκνότητα "Sectional density" και δίνεται από τη σχέση:

$$SD = \frac{W}{A}$$

όπου:

SD = Η τμηματική πυκνότητα

και A = Η επιφάνεια διατομής του σώματος του βλήματος

Η κατανομή του βάρους του βλήματος είναι πολύ σημαντική για την εξωτερική βλητική. Το δε κέντρο βάρους του βλήματος θα πρέπει να βρίσκεται πάνω στον άξονα συμμετρίας του βλήματος και στο μέσο περίπου του μήκους του.

ε. Κατηγορίες βλημάτων

Τα βλήματα ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

ΤΑ ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΑ Ή ΡΗΚΤΙΚΑ ΒΛΗΜΑΤΑ

ΤΑ ΕΚΡΗΚΤΙΚΑ ΒΛΗΜΑΤΑ και

ΤΑ ΒΛΗΜΑΤΑ ΕΙΔΙΚΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ

Κάθε μια από τις κατηγορίες αυτές παρουσιάζονται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους.

(1) Διατρητικά ή Ρηκτικά Βλήματα (βλ. ρ)

Τα βλήματα αυτά είναι σχεδιασμένα για διάτρηση ελαφρών ή βαρέων θωρακίσεων. Η συνήθως χρησιμοποιούμενη σ'αυτά εκρηκτική ύλη είναι το "εκρηκτικό D" ή μίγμα αυτού επειδή είναι αρκετά αναίσθητο στην κρούση και δεν εκρήγνυται με την πρό-

σκρουση του βλήματος στο στόχο αλλά λίγο αργότερα όταν το βλήμα θα έχει διατρήσει τη θωράκιση ενεργοποιούμενο από κατάλληλο πυροσωλήνα πυθμενίου. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα ακόλουθα είδη βλημάτων:

(α) Ρηκτικά βλήματα (βλ. ρ)

Τα βλήματα αυτά προορίζονται για βολή εναντίον ισχυρά θωρακισμένων στόχων όπως π.χ. εναντίον βαρέων θωρακισμένων πολεμικών πλοίων, οχυρών, τάνκς κλπ. Τα βλήματα βέβαια αυτά είναι αποτελεσματικά και εναντίον ελαφρά θωρακισμένων στόχων. Η κοινή Αμερικανική και Αγγλική των ονομασία είναι "ARMOR PIERCING" (AP). Τα βλήματα αυτά έχουν παχέα τοιχώματα και σχετικά μικρή ποσότητα εκρηκτικής ύλης. Το βλήμα στην κορυφή φέρει δυο καλύπτρες, τη μια πάνω στην άλλη. Η εσωτερική καλύπτρα ονομάζεται "διατρητική καλύπτρα" και αποτελείται από σκληρό μέταλλο με ειδική επεξεργασία σκληρύνσεως και κατάλληλη διαμόρφωση για αποτελεσματική διάτρηση και διείδυση μέσα από τη θωράκιση. Η εξωτερική καλύπτρα ονομάζεται "βλητική καλύπτρα" και χρησιμεύει για να προσδίδει στο βλήμα το απαιτούμενο αεροδυναμικό σχήμα κορυφής. Η βλητική καλύπτρα θρυματίζεται κατά την πρόσκρουση του βλήματος στο θωρακισμένο στόχο.

Τα ρηκτικά βλήματα φέρουν πυροσωλήνα πυθμενίου μετά επιβραδύνσεως και μπορούν να επιτύχουν διάτρηση θώρακος από χάλυβα Α' κατηγορίας πάχους όσο και το διαμέτρημά τους από την απόσταση του δραστικού τους βεληνεκούς.

(β) Ημιρηκτικά βλήματα (βλ. η.)

Τα βλήματα αυτά προορίζονται για βολή εναντίον ελαφρά θωρακισμένων στόχων. Η Αμερικανική των ονομασία είναι "Special Common" (SP. COM) ή απλά "COMMON" (COM), η δε Αγγλική των ονομασία είναι "Semi armour piercing" (SAP).

Τα βλήματα αυτά έχουν τοιχώματα πιο λεπτά από τα προηγούμενα και δεν φέρουν διατρητική καλύπτρα. Σε μερικές περιπτώσεις η κορυφή του βλήματος που έχει αεροδυναμικό σχήμα για τις απαιτήσεις της εξωτερικής βλητικής έχει υποστεί και

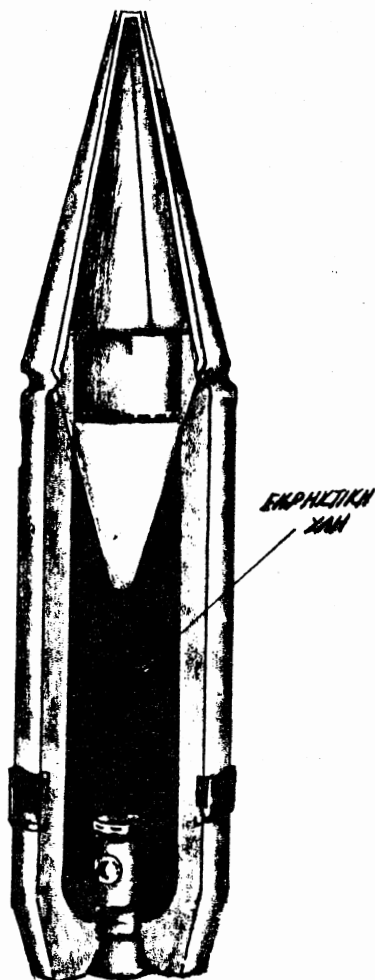
εδώ επεξεργασία σκληρύνσεως. Τα ημιρηκτικά βλήματα είναι σχεδιασμένα ώστε να μπορούν να διατηρήσουν θωρακίσεις από χάλυβα Α' κατηγορίας πάχους όσο το $1/3$ του διαμετρήματός τους από την απόσταση του δραστικού των βεληνεκούς. Και τα βλήματα αυτά περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα εκρηκτικής ύλης και φέρουν και αυτά πυροσωλήνα πυθμενίου μετ'επιβραδύνσεως.

(γ) Βλήματα κοίλου γεμίσεως

Τα βλήματα κοίλου γεμίσεως (ή γενικά οι κεφαλές μάχης κοίλου γεμίσεως διαφόρων ειδών πυρομαχικών) σχεδιάζονται σαν διατρητικά βλήματα αλλά διαφέρουν από τα κανονικά διατρητικά βλήματα που προαναφέρθηκαν, ως προς την αρχή λειτουργίας των.

Τα κανονικά διατρητικά βλήματα σχεδιάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε το διατρητικό όργανο είναι αυτό τούτο το βλήμα το οποίο έχει ειδική ανθεκτική κατασκευή, το δε μέγεθος της διατρητικότητάς του εξαρτάται από την ταχύτητα κυρίως με την οποία προσκρούει στην θωρακισμένη επιφάνεια του στόχου.

Αντίθετα στα βλήματα κοίλου γεμίσεως το διατρητικό όργανο είναι ένα πολύ γρήγορα κινούμενο αιχμηρό "jet" που αποτελείται από παράγωγα της εκρήξεως της εκρηκτικής ύλης του βλήματος και μεταλλικών τεμαχίων που προέρχονται από την κοίλη μεταλλική επιφάνειά του. Το μέγεθος της διατρητικότητάς του "jet" αυτού είναι ανεξάρτητο από την ταχύτητα του βλήματος όταν τούτο προσκρούει στο θωρακισμένο στόχο. Η κορυφή των βλημάτων κοίλου γεμίσεως έχει ένα χαρακτηριστικό κωνικό εσωκοίλωμα όπως φαίνεται στο σχήμα 4.5-3. Τα τοιχώματα του τοιχώματος αυτού είναι σχετικά λεπτά και αποτελούνται από μαλακό χάλυβα ή μπρούτζο ή χαλκό. Πίσω από αυτά τα τοιχώματα βρίσκεται η κυρίως εκρηκτική ύλη που είναι συνήθως PENTOLITE. Το κοίλωμα αυτό καλύπτεται από μια βλητική καλύπτρα που φέρει και πυροσωλήνα κορυφής κρουσί-φλεγo. Με την πρόσκρουση του βλήματος στη θωρακισμένη επιφάνεια του στόχου καταστρέφεται μεν η βλητική καλύπτρα αλ-



Σχήμα 4.5-3
Βλήμα κοίλου γεμίσματος

λά μέσω του πυροσωλήνα κορυφής και ενός εκρηκτικού κορδονιού ενεργοποιείται μικρή ποσότητα TETRYL (περίπου 20gr για βλήματα 3") που βρίσκεται στη βάση του βλήματος.

Στη συνέχεια η εκρηκτική αυτή ύλη ενεργοποιεί την κυρίως εκρηκτική ύλη από την οποία ένα εκρηκτικό κύμα αρχίζει να κινείται προς το μπροστινό μέρος του βλήματος αναγκάζο-

ντας το μέταλλο του κωνικού εσωκοιλώματος της κορυφής να διαλυθεί σε μικρά κομμάτια. Το δημιουργούμενο "jet" από τα παράγωγα της εκρήξεως και τα μεταλλικά κομμάτια σε ρευστή κατάσταση, διαμορφώνεται σε αιχμηρό και αποκτά ταχύτητα της τάξεως των 10000 έως 38000 ft/sec. Όταν "jet" που προαναφέρθηκε προσκρούσει στη θωρακισμένη επιφάνεια αναπτύσσονται πιέσεις της τάξεως των 25000 psi στο σημείο της εφαρμογής του. Η πίεση αυτή δημιουργεί τέτοιες καταπονήσεις στις θωρακίσεις ώστε τα μέταλλά των αναγκάζονται να λυώνουν και να κινούνται προς την κατεύθυνση κινήσεως του "jet".

Η δραστική ικανότητα των βλημάτων κοίλου γεμίσεως είναι περίπου 40% μεγαλύτερη των κανονικών διατρητικών βλημάτων.

Η ιδέα χρησιμοποίησεως βλήματος κοίλου γεμίσεως για επίτευξη ικανοποιητικών διατρητικών αποτελεσμάτων ήταν γνωστή από το 1880 όταν ο Charles Munroe τη διατύπωσε. Η χρησιμοποίηση όμως της ιδέας αυτής έγινε πολύ αργότερα κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου οπότε χρησιμοποιήθηκαν βλήματα κοίλου γεμίσεως ιδίως σε αντιαερματικά πυροβόλα.

Στο Ναυτικό η σπουδαιότητα των βλημάτων αυτών καθώς και όλων των προηγούμενων ειδών διατρητικών βλημάτων είναι πολύ περιορισμένη λόγω της εγκαταλείψεως μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο της ιδέας της θωρακίσεως σαν μέσου προστασίας Ναυτικών μονάδων.

(δ) Ειδικά Διατρητικά Βλήματα

Τα βλήματα αυτά είναι μεγάλης διατρητικής ικανότητας και δημιουργήθηκαν για να υποστηρίξουν τα αναπτυχθέντα από το 1968 και μετά "Συστήματα Εγγύς Υποστηρίξεως" όπως το Αμερικάνικο PHALANX, το Ολλανδικό GOAL-KEEPER το Ελβετικό SEA GUARD το Ισπανικό MAROCA κλπ. Τα συστήματα αυτά τα οποία θεωρούνται κυρίως σαν αντιβληματικά είναι διεθνώς γνωστά σαν "Close In Weapon Systems" (CIWS) και είναι υπεραυτόματα συστήματα κατάλληλα για την αυτοάμυνα των Πολεμικών πλοίων σε μικρές αποστάσεις (περίπου μέχρι 3000m γύρω από το πλοίο)

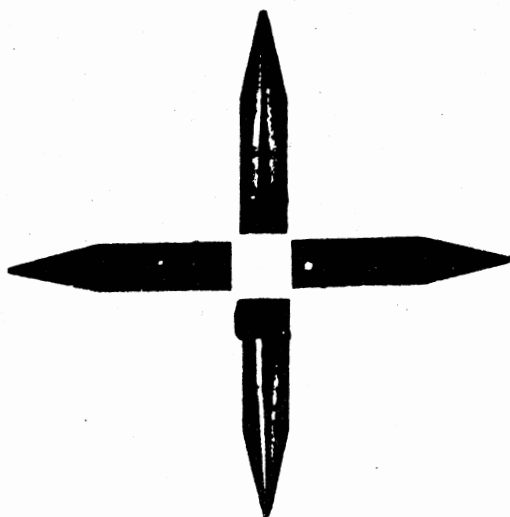
για τις οποίες δεν υπάρχουν άλλα συστήματα άμυνας που θα μπορούσαν ν'αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τυχόν επερχόμενα Κ/Β, Βόμβες, Ρουκέτες, Βλήματα πυροβολικού ή ακόμα αεροσκάφη προσεγγίζοντα σε πολύ μικρές αποστάσεις.

Τα βλήματα αυτά είναι βλήματα με σκληρό πυρήνα, και πλαστική θήκη "Sabot" που αποχωρίζεται από το βλήμα στα πρώτα στάδια της πτήσεώς του. Η περιγραφική της κατασκευής των ονομασία των βλημάτων αυτών είναι "Discarding Sabot Hard Core Shell" ο δε ανεγνωρισμένος από το NATO τίτλος των είναι APDS από τα αρχικά των λέξεων "Armour Piercing Discarding Sabot". Στο σχήμα 4.5-3α φαίνεται ένα τέτοιο βλήμα 20mm και στο σχήμα 4.5-3β ένα 25mm. Στα σχήματα αυτά φαίνεται χαρακτηριστικά το πλαστικό περίβλημα του βλήματος "Sabot" που όπως αναφέρθηκε προηγουμένως αποχωρίζεται από το βλήμα λίγο μετά την έξοδό του από τον σωλήνα του πυροβόλου. Για τον σκοπό αυτό το "Sabot" είναι κατασκευασμένο από 4 τεμάχια τα οποία συνδέονται στην κορυφή του βλήματος.

Όπως φαίνεται επίσης στα προαναφερθέντα σχήματα το βλήμα που περιέχεται μέσα στο "Sabot" είναι αρκετά μικρότερου διαμετρήματος (Sub-caliber) από το διαμέτρημα του πυροβόλου από το οποίο βάλλεται. Αν όμως το βλήμα αυτό, χωρίς το "Sabot", εβάλλετο από πυροβόλο αντιστοίχου με αυτό διαμετρήματος, θα είχε πολύ μικρότερη αρχική ταχύτητα και βεληνεκές. Το κυριώτερο δε, θα είχε μικρότερη κινητική ενέργεια κατά την στιγμή που θα συναντούσε το στόχο.

Η χρησιμοποίηση του "Sabot" παρέχει επίσης στο πυροβόλο ένα άλλο σοβαρό πλεονέκτημα περιορίζοντας τις φθορές του κοίλου του σημαντικά.

Τα σύγχρονα λοιπόν αυτά βλήματα μικρού διαμετρήματος ικανοποιούν τις απαιτήσεις για υψηλή ταχύτητα, σχεδόν επίπεδη τροχιά, μεγάλη σχετικά εμβέλεια και υπερβολικά μεγάλη διατρητική ικανότητα. Για παράδειγμα ένα τέτοιο βλήμα διαμετρήματος 25mm διαπερνά μια θωρακισμένη ακίνητη επιφάνεια από χάλυβα Α' κατηγορίας πάχους τουλάχιστο 10cm η οποία βρίσκεται 100m μπροστά από το πυροβόλο.

EXPENDED SABOT**ASSEMBLED ROUND****SABOT, PUSHER
AND PENETRATOR**

Σχήμα 4.5-3α.
Βλήμα APDS 20mm



Σχήμα 4.5-3β.
Βλήμα APDS 25mm

Θεωρητικά για να προκληθεί έκρηξη της πλέον αδρανούς εκρηκτικής ύλης η οποία τυχόν θα περιέχεται στον κώνο μάχης ενός K/B, το APDS βλήμα αφού διαπεράσει τη θωράκιση του κώνου μάχης θα πρέπει να εισέλθει σ' αυτόν διαθέτοντας μια κινητική ενέργεια τουλάχιστον $0,98 \text{ KJ/mm}^2$. Για να επιτευχθεί δε αυτό το APDS βλήμα έχει ανάγκη υψηλής ταχύτητας και μεγάλης πυκνότητας. Για το λόγο αυτό τα APDS βλήματα κατασκευάζονται από πολύ βαρεία μέταλλα όπως το ελαφρό ουράνιο (Depleted Uranium) ή λευκό μέταλλο (Tungsten), από το οποίο γίνονται τα ηλεκτρικά νήματα των λαμπτήρων.

(2) Βλήματα Εκρηκτικά

Τα βλήματα αυτά είναι σχεδιασμένα για να προκαλούν ζημιές ή καταστροφή του στόχου με την έκρηξή των καθώς επίσης και με τα εκσφενδονιζόμενα προς όλες τις κατευθύνσεις με υψηλές ταχύτητες θραύσματα στα οποία αυτά θρυματίζονται μετά την έκρηξη της εκρηκτικής ύλης την οποία περιέχουν.

Τα βλήματα αυτά θεωρούνται τα πιο σημαντικά για την εκπλήρωση των ποικίλων αποστολών του σύγχρονου Ναυτικού Πυροβολικού.

Τα εκρηκτικά βλήματα έχουν γενικά λεπτά τοιχώματα και μεγάλο εσωτερικό κοίλωμα το οποίο πληρούται με εκρηκτική ύλη μεγάλης προωστικής ικανότητας π.χ. RDX, TNT, COMPOUND B, HEXOTONAL κλπ., όπως φαίνεται στο σχήμα 4.5-4.

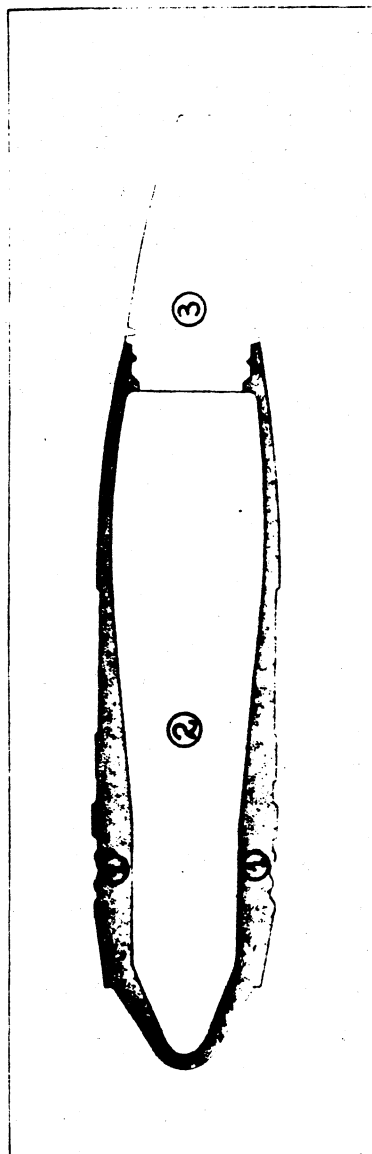
Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τ' ακόλουθα είδη βλημάτων:

(α) Βλήματα Εκρηκτικά Επιφάνειας (βλ. ε. επιφ.)

Τα βλήματα αυτά σχεδιάζονται για χρησιμοποίηση εναντίον μη θωρακισμένων στόχων επιφάνειας, εναντίον εγκαταστάσεων ξηράς ή εναντίον προσωπικού. Επειδή από τα βλήματα αυτά δεν υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις διατρητικής ικανότητας, μια περισσότερο ευαίσθητη στην κρούση εκρηκτική ύλη υψηλής εντάσεως από το εκρηκτικό D μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όπως π.χ. το RDX, TNT κλπ.

Στην Αμερικανική βιβλιογραφία τα βλήματα αυτά αναφέρονται ως "HIGH CAPACITY" (H.C) η δε Αγγλική βιβλιογραφία

High Explosive Shell



Σχήμα 4.5-4
Εκρηκτικό βλήμα

1. Μεταλλικό τοίχωμα βλήματος
το οποίο με την έκρηξη της
εκρηκτικής ύλης διασπαστεύεται.
2. Εκρηκτικό ύλη.
3. Τροχονήρας.

τ'αναφέρει ως "HICH EFFECT".

Τα τοιχώματα των βλημάτων αυτών είναι μετρίου πάχους και έχουν μεγάλη κοιλότητα εσωτερικά η οποία πληρούται με την εκρηκτική ύλη. Τα βλήματα αυτά μπορούν να δεχτούν μία μεγάλη ποικιλία πυροσωλήνων ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθούν π.χ. όταν προορίζονται για μεγάλους στόχους Επιφάνειας (Α/Γ, Α/Τ, Φ/Γ κλπ.) χρησιμοποιούνται με πυροσωλήνες κορυφής κρουσίφλεγους ή πυροσωλήνες πυθμενίου.

(β) Βλήματα Εκρηκτικά Α/Α (βλ. ε.Α/Α)

Τα βλήματα αυτά σχεδιάζονται για να χρησιμοποιούνται εναντίον στόχων που βρίσκονται στον αέρα, δηλαδή εναντίον αεροσκαφών, ελικοπτέρων, κατευθυνομένων βλημάτων κλπ. Τα βλήματα αυτά στην Αμερικανική βιβλιογραφία αναφέρονται ως "ANTIAIRCRAFT" (Α/Α), στην δε Αγγλική ως "HICH EFFECT Α/Α" (HE-Α/Α).

Βλήματα αυτού του είδους μεγάλων διαμετρημάτων είναι σχεδόν όμοια με τα αντίστοιχα εκρηκτικά επιφάνειας. Σε μικρότερα όμως διαμετρήματα η εκρηκτική των ύλη συχνά περιέχει κάποιο εμπρηστικό στοιχείο. Τα βλήματα αυτά επίσης φέρουν πυροσωλήνα κορυφής εγκαίροφλεγής ή προσεγγίσεως.

(γ) Βλήματα Διπλής Ενέργειας

Τα βλήματα αυτά σχεδιάζονται για χρήση εναντίον μη θωρακισμένων στόχων επιφάνειας ή αέρα. Συνδυάζοντας τις δυνατότητες του εκρηκτικού βλήματος Α/Α με τη σκληρότητα που απαιτείται προκειμένου να επιτευχθεί η διάτρηση ενός χαλύβδινου ελάσματος μικρού σχετικά πάχους. Ο πυροσωλήνας τον οποίο τα βλήματα αυτά φέρουν εξαρτάται από το σκοπό για τον οποίο προορίζονται να χρησιμοποιηθούν. Αυτά συνήθως φέρουν πυροσωλήνα κορυφής διπλής ενέργειας κρουσίφλεγο και εγκαίροφλεγής.

Τα τοιχώματα των βλημάτων αυτών δυνατό να είναι βαρύτερα από άλλα εκρηκτικά βλήματα αντιστοίχου διαμετρήματος, το δε γέμισμά των είναι συνήθως "εκρηκτικό D".

Στην Αμερικανική βιβλιογραφία τα βλήματα αυτά αναφέρονται ως "ANTIARCRAFT COMMON" (AAC) στη δε Αγγλική ως "DOUBLE ACTION TIME AND PERCUSSION".

(3) Βλήματα ειδικών χρήσεων

Η κατηγορία αυτή των βλημάτων περιλαμβάνει βλήματα με τα οποία δεν επιδιώκεται πρόκληση ζημιών ή καταστροφή στόχων από την έκρηξη ή τα θραύσματα των βλημάτων αυτών. Σε περίπτωση δε που αυτά φέρουν εκρηκτική ύλη, αυτή είναι πολύ μικρής ποσότητας και το έργο της είναι να εκσφενδονίσει εκτός του περιβλήματος του βλήματος το τυχόν περιεχόμενό του. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα ακόλουθα είδη βλημάτων.

(α) Βλήματα Φωτιστικά (βλ.φ)

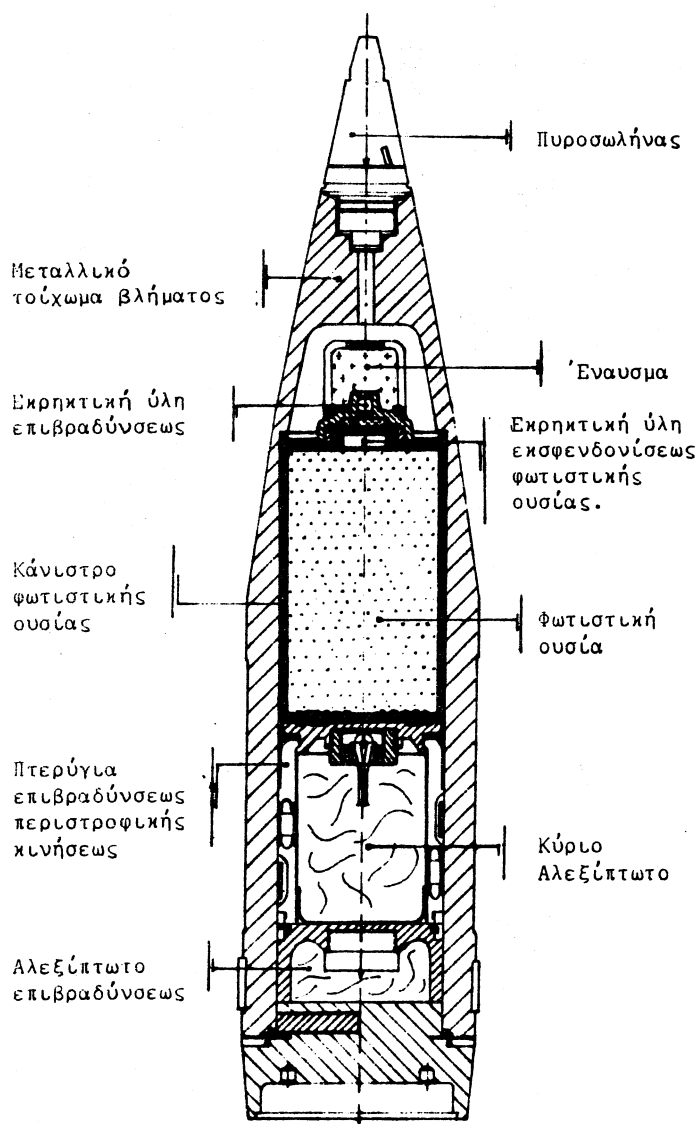
Τα βλήματα αυτά σχεδιάζονται για να χρησιμοποιούνται για φωτισμό στόχου ή περιοχής. Κατά συνέπεια τα βλήματα αυτά χρησιμοποιούνται σε νυκτερινές συμπλοκές και σε περιπτώσεις νυκτερινών βομβαρδισμών.

Στην αμερικανική βιβλιογραφία αναφέρονται ως "ILLUMINATING" (ILLUM) στη δε Αγγλική "STAR SHELL" (SS). Τα βλήματα αυτά φέρουν πυροσωλήνα κορυφής εγκαιροφλεγής ο οποίος ρυθμίζεται για να προκαλέσει την έκρηξη μικρής ποσότητας μαύρης πυρίτιδας, η οποία εκτοξεύει προς τα πίσω από το πυθμάνιο του βλήματος την φωτιστική ουσία με το αλεξίπτωτό της που περιέχονται μέσα στο βλήμα όπως φαίνεται στο σχήμα 4.5-4α.

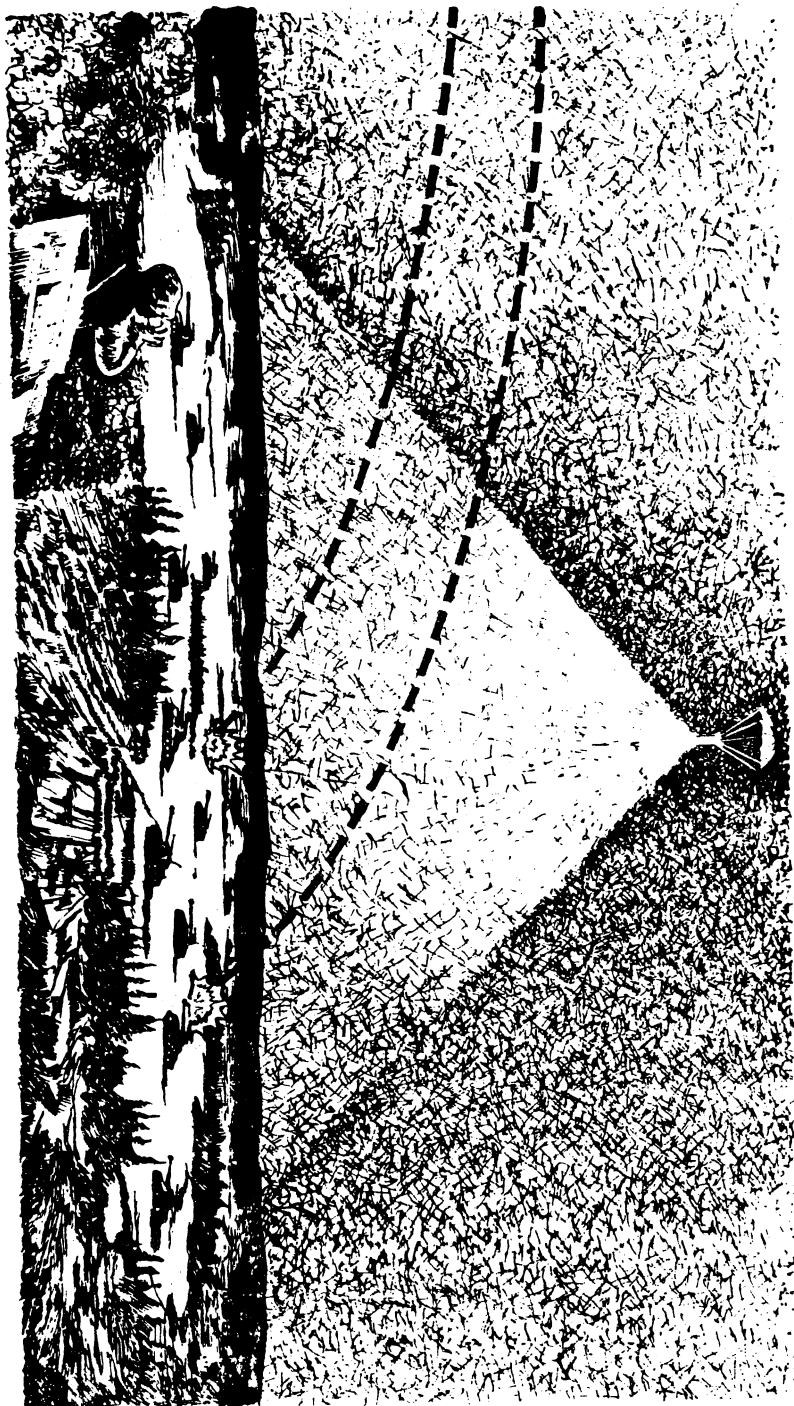
Η φωτιστική ουσία αναφλέγεται από την έκρηξη της μαύρης πυρίτιδας και φωτίζει την γύρω περιοχή καθώς κατεβαίνει αργά με το αλεξίπτωτό της, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.5-4β.

(β) Βλήματα Καπνογόνα (βλ. Κν)

Τα βλήματα αυτά περιέχουν ως κυρία γόμωση καπνογόνο ουσία η οποία συνήθως αποτελείται από ράβδους λευκού φωσφόρου "WHITE PHOSPHOROS" (WP) και παράγει πολύ καπνό. Τα βλήματα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για υποστήριξη επιχειρήσεων στρατιωτικών τμημάτων στην ξηρά. Η κοινή Αμερικανική και



Σχήμα 4.5-4α: Φωτιστικό βλήμα



Σχήμα 4.5-4β: Χοήση φωτιστικών κατά την διάρκεια νυκτερινού βομβαρδισμού.

Αγγλική ονομασία των βλημάτων αυτών είναι "SMOKE" (SM). Τα βλήματα επίσης αυτά φέρουν πυροσωλήνα κορυφής κρουσίφλεγο ή και εγκαίροφλεγό ο οποίος προκαλεί την έκρηξη μικρής ποσότητας μαύρης πυρίτιδας η οποία αναφλέγει και εκτοξεύει εκτός την καπνογόνο ουσία.

Τα βλήματα αυτά ανήκουν σε μια ευρύτερη κατηγορία βλημάτων ειδικών χρήσεων η οποία λέγεται "CHEMICAL".

(γ) Βλήματα Εμπρηστικά (βλ. εμ)

Τα βλήματα αυτά αντί εκρηκτικής ύλης φέρουν μια εμπρηστική ουσία η οποία αναφλέγεται με την πρόσκρουση του βλήματος στο στόχο. Για το λόγο αυτό τα εμπρηστικά βλήματα δεν απαιτείται να φέρουν πυροσωλήνα. Το περίβλημά τους δε, δεν είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό για να μπορεί να διαρρηγνύεται με την πρόσκρουση του βλήματος στο στόχο και η αναφλεγόμενη εμπρηστική ουσία την οποία περιέχουν να διασκορπάζεται στη γύρω περιοχή προκαλώντας εμπρησμό ευλέκτων υλικών.

Τα εμπρηστικά βλήματα χρησιμοποιούνται γενικά για εμπρησμό ευλέκτων στόχων. Η κοινή Αμερικανική και Αγγλική των ονομασία είναι "INCENDIARY" (I). Εναλλακτικά δε, αντί αυτών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον ίδιο σκοπό βλήματα καπνογόνα τα οποία έχουν και εμπρηστικές δυνατότητες.

Σημειώνεται επίσης το γεγονός ότι εκτός από τα εμπρηστικά βλήματα κατασκευάζονται και βλήματα εκρηκτικά, εμπρηστικά για αντιαεροπορικά Πυροβόλα μικρού διαμετρήματος. Τα βλήματα αυτά φέρουν δυο γεμίσματα εκ των οποίων το πρώτο είναι το εκρηκτικό και βρίσκεται προς το μέρος της κορυφής του βλήματος, ενώ το δεύτερο είναι το εμπρηστικό και βρίσκεται μετά το πρώτο προς το μέρος της βάσεως του βλήματος. Στα βλήματα αυτά το εκρηκτικό γέμισμα ενεργοποιείται κανονικά μέσω ενός πυροσωλήνα κορυφής κρουσίφλεγου το δε εμπρηστικό γέμισμα ενεργοποιείται στη συνέχεια από την επίδραση της εκρήξεως του εκρηκτικού γεμίσματος. Ο συντεταγμένος τίτλος των βλημάτων αυτών είναι βλ. ε. εμ.

(δ) Βλήματα Ηλεκτρονικών Αντιμέτρων (βλ. Ηλ. αν)

Τα βλήματα αυτά τα οποία είναι βλήματα πυροβολικού και βάλλονται από πυροβόλα όπλα, χρησιμοποιούνται για πρόκληση συγχύσεως ή παραπλανήσεως στα εχθρικά RADAR. Το θέμα της χρησιμοποίησεως των βλημάτων αυτών είναι στενά συνδεδεμένο με θέματα Τακτικής και αποτελεί αντικείμενο μελέτης του Ηλεκτρονικού Πολέμου "Electronics Warfare" (EW).

Τα βλήματα αυτά αντί γομώσεως περιέχουν δίπολα "Dipoles" τα οποία είναι αγώγιμα στοιχεία και ανακλούν σε ικανοποιητικό βαθμό προσπίπτουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μήκους κύματος δυο φορές το μήκος των. Τα στοιχεία αυτά "CHAFF" είναι επίπεδα φύλλα κατασκευασμένα βάσει ειδικών προδιαγραφών "Aluminum foil" π.χ. 5050 H-18 Aluminum foil 0,00045.

Τα βλήματα αυτά είναι περισσότερο γνωστά σαν βλήματα "CHAFF" και φέρουν πυροσωλήνα κορυφής εγκαιροφλεγής ο οποίος ρυθμίζεται για ενεργοποίηση σε ορισμένο ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας. Αμέσως μετά την ενεργοποίηση του τα ευρισκόμενα μέσα στο βλήμα δίπολα εκτοξεύονται στην ατμόσφαιρα και δημιουργούν ένα νέφος που παρουσιάζει ισχυρή ηχώ σε κάθε RADAR του οποίου το μήκος κύματος της εκπομπής του είναι περίπου διπλάσιο του μήκους των διπόλων. Το δημιουργούμενο νέφος διπόλων με την επίδραση της βαρύτητας και του ανέμου συνεχώς μετακινείται, αραιώνει και πέφτει προς την επιφάνεια της θάλασσας. Όσο δε αυτό αραιώνει, τόσο η ηχώ που δημιουργεί στα RADAR εξασθενεί. Η ηχώ αυτή διατηρείται συνήθως ισχυρή για 10 μέχρι 15 λεπτά.

Τα δίπολα κάθε βλήματος CHAFF έχουν συνήθως μεγάλη ποικιλία μήκους με αποτέλεσμα τα βλήματα αυτά να είναι αποτελεσματικά για παρεμβολή σε μεγάλες περιοχές συχνοτήτων του Ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Στην Αμερικανική βιβλιογραφία τα βλήματα αυτά αναφέρονται ως "WINDOW" (W) στη δε Αγγλική "RADAR ECHO SHELL" (RE/X ή RE/S SHELL όπου το γράμμα μετά την κάθετο υποδηλώ-

νει την περιοχή συχνοτήτων "band" για την οποία αυτά είναι αποτελεσματικά).

(ε) Βλήματα μη θραυσματοποιούμενα (NON-FRAG)

Τα βλήματα αυτά σχεδιάζονται για χρήση σε εκπαιδευτικά πυρά Α/Α (ή επιφάνειας) και χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα όταν γίνονται εκπαιδευτικά πυρά Α/Α εναντίον τηλεχειριζόμενου αεροσκάφους, όπως τα τύπου Chucar.

Η κοινή Αμερικανική και Αγγλική των ονομασία των βλημάτων αυτών είναι "NONFRAGMENTING" (NON-FRAG ή NF).

Ο πυροσωλήνας των βλημάτων αυτών είναι κορυφής εγκαιροφλεγής ή VT ή σε περίπτωση πυρών επιφάνειας κρουσίφλεγος) ο οποίος ενεργοποιούμενος προκαλεί ανάφλεξη μιας καπνογόνου ουσίας της οποίας ο παραγόμενος καπνός (που είναι δυνατό να έχει διάφορες αποχρώσεις) παρέχει οπτική ένδειξη της θέσεως ενεργοποίησεως του βλήματος χωρίς αυτό να θραυσματοποιείται και να αποτελεί κίνδυνο για το χρησιμοποιούμενο στόχο (πλην βέβαια της σπανίας περιπτώσεως όπου το βλήμα προσκρούει σ' αυτόν). Η παρεχόμενη επίσης οπτική ένδειξη κατά τη περίπτωση ενεργοποίησεως του πυροσωλήνα φανερώνει ότι το βλήμα πέρασε σε ικανοποιητική απόσταση από το στόχο από την οποία θα ήταν δυνατό να είχε προκαλέσει ζημιές ή καταστροφή σε περίπτωση που είχε χρησιμοποιηθεί εκρηκτικό βλήμα αντί του μη θραυσματοποιούμενου εκπαιδευτικού βλήματος (ένδειξη επιτυχούς βολής).

Η χρησιμοποίηση όμως των βλημάτων αυτών θα πρέπει να αποφεύγεται όταν ο τηλεχειριζόμενος ή ρυμουλκούμενος στόχος αέρα φέρει συσκευή μετρήσεως της αποστάσεως διελεύσεως του βλήματος "Miss distance" η οποία λόγω της αρχής λειτουργίας της είναι δυνατό να υποστεί παρεμβολή από τους ήχους που παράγονται κατά την προαναφερθείσα ενεργοποίηση του πυροσωλήνα των βλημάτων αυτών, όπως π.χ. μπορεί να συμβεί στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται ρυμουλκούμενοι στόχοι τύπου "SK-4 της DORNIER". Στις περιπτώσεις αυτές και προς αποφυγήν αμφιβόλων ή ανακριβών ενδείξεων θα πρέπει να χρησι-

μποιούνται βλήματα γυμνασίων αδρανή που περιγράφονται στη συνέχεια.

(ζ) Βλήματα Γυμνασίων Αδρανή (βλ. γ.α.)

Τα βλήματα αυτά έχουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των πραγματικών βλημάτων μάχης αλλά αντί εκρηκτικής ύλης φέρουν εσωτερικά άμμο ή άλλο αδρανές υλικό το οποίο παρέχει το ίδιο βάρος και χαρακτηριστικά ισορροπίας του βλήματος όπως και τα πραγματικά γεμίσματα των βλημάτων μάχης. Ο πυροσωλήνας επίσης των βλημάτων αυτών έχει αντικατασταθεί με ένα κατάλληλο πώμα.

Για λόγους οικονομίας τα βλήματα αυτά που είναι τελείως αδρανή δεν κατασκευάζονται από υλικά υψηλής ποιότητας πλήν της ζώνης σφηνώσεως η οποία για λόγους εσωτερικής βλητικής κατασκευάζεται όπως και στα κανονικά βλήματα μάχης.

Τα βλήματα λοιπόν αυτά από απόψεως εσωτερικής και εξωτερικής βλητικής δεν παρουσιάζουν καμμία διαφορά σε σχέση με τα πραγματικά βλήματα και χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικά πυρά επιφάνειας για βολή συνδιαμετρήσεως RADAR, για πυρά ελέγχου σε βλητικούς σταθμούς για εκπαιδευτικά πυρά βομβαρδισμού και για εκπαιδευτικά πυρά Α/Α όταν είναι δυνατό να μετράται η απόσταση διελεύσεως των από το στόχο.

Η Αμερικανική βιβλιογραφία αναφέρει τα βλήματα αυτά ως "Target" (T) ή "Blind Loaded" (BL) η δε Αγγλική ως "PRACTICE SHELLS".

(η) Ψευδοβλήματα

Τα βλήματα αυτά είναι ομοιώματα βλημάτων και δεν βάλονται από πυροβόλα ούτε περιέχουν εκρηκτικές ύλες. Κατασκευάζονται για να χρησιμοποιούνται κατά την εκπαίδευση προσωπικού, έλεγχο υλικού πυροβόλων, έλεγχο συστημάτων χειρισμού των στα πλοία ή για επίδειξη σε αίθουσα διδασκαλίας. Τα βλήματα αυτά κατασκευάζονται από μια μεγάλη ποικιλία υλικών ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζονται. Από τα βλήματα αυτά όσα χρησιμοποιούνται για εκπαίδευση προσωπικού ομοχειριών πυροβόλων ή έλεγχο υλικού ονομάζονται

"DRILL" όπως π.χ. τα χρησιμοποιούμενα σε γυμνάσια γεμίσεως σε εκπαιδευτικούς γεμιστήρες ή για έλεγχο ανελκυστήρων βλημάτων κλπ.

4.6. ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΕΣ

α. Γενικά

Πυροσωλήνας είναι το πυρομαχικό το οποίο φέρεται από το βλήμα για να προκαλεί την έκρηξη ή γενικά την ενεργοποίησή του την επιθυμητή χρονική στιγμή ή όταν εκπληρώνονται οι επιθυμητές συνθήκες.

Κάθε πυροσωλήνας αποτελείται από δύο κύρια μέρη, το μηχανισμό ή συσκευή η οποία επενεργεί για να προκαλέσει την έκρηξη της εκρηκτικής ύλης και την πυριτιδαποθήκη με την εκρηκτική ύλη η οποία ενεργοποιούμενη προκαλεί απ'ευθείας ή μέσω μιας σειράς άλλων εκρηκτικών υλών διαφόρου ευαισθησίας και ισχύος, έκρηξη της κυρίας γομώσεως του βλήματος.

Τα κυριότερα γενικά χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη κατά την σχεδίαση των πυροσωλήνων είναι:

- (1) Απλότητα σχεδιάσεως και κατασκευής
- (2) Εξωτερική επιφάνεια διαμορφωμένη όπως απαιτείται για επίτευξη επιθυμητών βλητικών αποτελεσμάτων.
- (3) Κατά το δυνατό χαμηλό κόστος παραγωγής.
- (4) Συμπαγής κατασκευή για ευχέρεια χειρισμού και αποθήκευσεως
- (5) Αρκετά ισχυρή κατασκευή για να ανθίσταται στις δυνάμεις που επενεργούν κατά τη βολή.
- (6) Αξιόπιστη λειτουργία
- (7) Εύκολη τοποθέτηση και προσαρμογή στο βλήμα.
- (8) Να παρέχει ασφάλεια κατά τον χειρισμό και χρήση.

Πολλά από τ'ανωτέρω χαρακτηριστικά είναι αλληλοσυγκρουόμενα. Σε κάθε όμως περίπτωση επιδιώκεται η καλλίτερη δυνατή λύση συνεκτιμώντας όλους τους παραπάνω απαιτήσεων.

β. Δυνάμεις που χρησιμοποιούνται στη σχεδίαση των πυροσωλήνων.

Όταν ένα βλήμα βάλλεται από ένα πυροβόλο όπλο εμφανίζονται διάφορες δυνάμεις οι οποίες απαραίτητα λαμβάνονται υπόψη στη σχεδίαση του πυροσωλήνα. Οι κυριώτερες από τις δυνάμεις αυτές είναι οι δυνάμεις αδράνειας (μεταφορικής και περιστροφικής κινήσεως) η φυγόκεντρος δύναμη, η δύναμη τριβής, γυροσκοπικές δυνάμεις (εμφανίζονται, κατά την πτήση του βλήματος στην ατμόσφαιρα), η δύναμη κρούσεως (εμφανίζεται κατά την πρόσκρουση του βλήματος στον στόχο) και άλλες δευτερεύουσες.

Οι πυροσωλήνες σχεδιάζονται και κατασκευάζονται κατά τρόπο που εξασφαλίζεται η ανθεκτικότητά τους κατά την επίδραση των δυνάμεων αυτών. Οι δυνάμεις αυτές χρησιμοποιούνται επίσης αποτελεσματικά σε διάφορα στάδια λειτουργίας των πυροσωλήνων. Για παράδειγμα η όπλιση (arming) του πυροσωλήνα επιτυγχάνεται με την επίδραση των δυνάμεων αδράνειας και της φυγόκεντρης δυνάμεως.

γ. Βασική λειτουργία των Πυροσωλήνων.

Όλοι οι πυροσωλήνες λειτουργούν περίπου κατά τον ίδιο τρόπο. Στη λειτουργία των πυροσωλήνων διακρίνονται δυο χαρακτηριστικοί κύκλοι. Ο κύκλος οπλίσεως (arming cycle) και ο κύκλος πυροδοτήσεως (firing cycle). Κατά τον κύκλο οπλίσεως διάφορα εξαρτήματα και ασφάλειες του πυροσωλήνα μετακινούνται από τη θέση ασφάλειας στη θέση οπλίσεως.

Ένας πυροσωλήνας λέγεται οπλισμένος όταν τα εξαρτήματα του είναι διατεταγμένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε η σειρά των εκρηκτικών υλών τις οποίες φέρει είναι έτοιμη να λειτουργήσει με την εμφάνιση των συνθηκών πυροδοτήσεώς του. Ένας δε πυροσωλήνας λέγεται ότι δεν είναι οπλισμένος όταν οι ασφαλιστικές διατάξεις και μηχανισμοί τους οποίους φέρει, επενεργούν κατά τρόπο εμποδίζοντας την πυροδοτήσή του.

Ο κύκλος οπλίσεως του πυροσωλήνα αρχίζει τη στιγμή που

το βλήμα αρχίζει να κινείται μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου. Τη στιγμή εκείνη οι δυνάμεις που εμφανίζονται αρχίζουν να εξουδετερώνουν τις ασφαλιστικές διατάξεις του πυροσωλήνα (Δηλαδή οι δυνάμεις αδράνειας και η φυγόκεντρος δύναμη). Η μέθοδος και η διάρκεια του κύκλου οπλίσεως εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά σχεδιάσεως κάθε συγκεκριμένου τύπου πυροσωλήνα. Στον πίνακα 4.6-1 και 4.6-2 φαίνονται οι στήλες "ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΟΠΛΙΣΕΩΣ" στις οποίες αναφέρονται οι αποστάσεις από το πυροβόλο στις οποίες υπάρχει πιθανότητα 10% ή 20% αντίστοιχα να έχει ολοκληρωθεί ο κύκλος οπλίσεως των συγκεκριμένων τύπων πυροσωλήνων που αναφέρονται στις πρώτες στήλες.

Από τη στιγμή κατά την οποία ένας πυροσωλήνας οπλίζει, παραμένει στην κατάσταση αυτή μέχρι να ολοκληρωθεί ο επόμενος κύκλος, ο κύκλος πυροδοτήσεως.

Η λειτουργία του πυροσωλήνα κατά τον κύκλο πυροδοτήσεως εξαρτάται από την αρχή η οποία έχει ληφθεί υπόψη στη σχεδιάσή του, π.χ. ο πυροσωλήνας μπορεί να έχει σχεδιαστεί για να πυροδοτεί με την πρόσκρουσή του στο στόχο ή μετά από παρέλευση ορισμένου χρονικού διαστήματος από τη στιγμή της βολής, ή τέλος όταν πλησιάζει τον στόχο και ικανοποιηθούν κατάλληλες συνθήκες.

δ. Υποδιαίρεση των Πυροσωλήνων

Οι πυροσωλήνες ανάλογα με τη θέση που καταλαμβάνουν στο βλήμα υποδιαιρούνται στους πυροσωλήνες κορυφής (Nose Fuses) και στους πυροσωλήνες πυθμενίου (Base Fuses).

Οι πυροσωλήνες επίσης, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας των υποδιαιρούνται σε κρουσίφλεγους (Impact Fuses or IF) σε Μηχανικούς (Mechanical Time Fuses or MTF) και σε Προσεγγίσεως (Variable Time Fuses or VT or Proximity or Influence Fuses).

Στην πράξη τέλος οι πυροσωλήνες υποδιαιρούνται βάσει της θέσεως που καταλαμβάνουν στο βλήμα και της αρχής λειτουργίας των στους πυροσωλήνες κορυφής κρουσίφλεγους (Impact-Nose) στους Εγκαιροφλεγείς πυροσωλήνες (Time - Nose),

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6-1

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΩΝ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΩΝ VT-RF-NSD ΓΙΑ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟ

158

ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΜΕΤΡΗΜΑ	ΜΕΣΗ ΑΚΤΙΝΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΣΤΟΧΩΝ ΑΕΡΟΣ (ft)	ΥΨΟΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΟΠΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΕΚΡΗΞΗ ΤΟΥ (ft)	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΟΠΛΙΣΕΩΣ (ft)				ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΟΧΟΥ (ft)	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑΣ Η' "BOOSTER"	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΚΡΟΥΣΤΙΚΗΣ ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΕΩΣ	
			ΜΕ ΦΥΣΙΓΓΕΣ ΠΑΗΡΟΥΣ ΓΟΜΩΣΕΩΣ		ΜΕ ΦΥΣΙΓΓΕΣ ΕΛΑΤΤΩΜΕΝΗΣ ΓΟΜΩΣΕΩΣ					ΥΠΑΡΧΕΙ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑ VT	ΕΙΝΑΙ ΔΥΝΑΤΟ ΝΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΕΙ
			ΕΛΑΧ. 10%	ΜΕΓ. 90%	ΕΛΑΧ. 10%	ΜΕΓ. 90%					
MK 71 MOD 11 ----- (5"/38)	80	10-25	900	1800	432	864	1500	MK 30 MOD 02	NAI	OXI	OXI
MK 72 MODS 3,5 & 7 ----- 3"/50	50	10-25	900	1320	---	---	1200	MK 44 MOD 1	NAI	OXI	OXI
MK 72 MODS 11 & 13 ----- 3"/50	50	10-25	900	1320	---	---	1200	MK 30 MOD 02	NAI	NAI	NAI

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6-2

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΩΝ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΩΝ VT-RF-SD ΓΙΑ ΠΥΡΑ Α/Α

ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑΣ ----- ΓΙΑ ΔΙΑΜΕΤΡΗΜΑ	ΜΕΣΗ ΑΚΤΙΝΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΣΤΟΧΩΝ ΑΕΡΟΣ (ft)	ΥΨΟΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΑΛΑΣΣΑ ΟΠΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ ΤΟΥ ΕΚΡΗΓΝΥΤΑΙ (ft)	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΟΠΛΙΣΕΩΣ (ft)				ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΟΧΟΥ (ft)	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑΣ Η "BOOSTER"	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΚΡΟΥΣΤΙΚΗΣ ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΕΩΣ	
			ΜΕ ΦΥΣΙΓΓΕΣ ΠΑΝΗΡΟΥΣ ΓΟΜΩΣΕΩΣ		ΜΕ ΦΥΣΙΓΓΕΣ ΕΛΑΤΤΩΜΕΝΗΣ ΓΟΜΩΣΕΩΣ					ΥΠΑΡΧΕΙ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΣ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑΣ VT	ΕΙΝΑΙ ΔΥΝΑΤΟ ΝΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΕΙ
			ΕΛΑΧ. 10%	ΜΕΓ. 90%	ΕΛΑΧ. 10%	ΜΕΓ. 90%					
MK 71 MOD 12 ----- 5"/38	80	10-25	900	1800	432	864	1500	MK 30 MOD 02	NAI	OXI	OXI
MK 72 MOD 2,4,6 & 8 ----- 3"/50	50	10-25	900	1320	—		1200	MK 44 MOD 1	NAI	OXI	OXI
MK 72 MOD 10 & 12 ----- 3"/50	50	10-25	780	1320	—		1200	MK 30 MOD 02	NAI	NAI	NAI

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΩΝ VT 76/62
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ

A/A	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑΣ T76 MOD 2 (THOMSON)	ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑΣ F8 76 MOD 2 (BORLETTI)	ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑΣ-UA 3005/07-08 (PHILIPS)
1.	Απόσταση οπλίσσεως για κρουστική λειτουργία.	500 m	500m	120m
2.	Ελάχιστη απαιτούμενη γωνία προσκρούσεως για κρουστική πυροδότηση.	30°	30°	20°
3.	Απόσταση οπλίσσεως για λειτουργία VT.	500 ή 1000m	500m	600m
4.	Σχετική ως προς τον στόχο θέση εκρήξεως.	Περιλαμβάνει περιοχή πίσω από τον στόχο.	Κατά μήκος του στόχου.	Μπροστά και μέχρι τα 2/3 του μήκους του στόχου.
5.	Απόσταση διελεύσεως (Passing distance) βλήματος για ενεργοποίηση πυροδοτήσεως πυροσωλήνα VT. Για A/A στόχους μεγέθους K/B EXOCET.	2-4 m	2-4m	2-4m
6.	Μέγιστη απόσταση διελεύσεως βλήματος από A/A στόχο για ενεργοποίηση πυροσωλήνα VT.	—	—	12m
7.	Ελάχιστη ισοδύναμη ανακλαστική επιφάνεια στόχου εξασφαλίζουσα την λειτουργία του πυροσωλήνα VT.	Περίπου 0,1m ²	Περίπου 0,1m ²	Περίπου 0,1m ²
8.	Για τους πυροσωλήνες SD η αυτοκαταστροφή επιτυγχάνεται μετά πτήση.	25±5 sec	25±5 sec	25±5 sec

Πίνακας 4.6-3 (συνέχεια)

A/A	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑΣ T76 MOD 2 (THOMSON)	ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑΣ F8 76 MOD 2 (BORLETTI)	ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑΣ-UA 3005/07-08 (PHILIPS)
9.	Θερμοκρασία λειτουργίας	-20°C έως +50°C	—	-25°C έως +50°C
10.	Θερμοκρασία αποθηκεύσεως	-40°C έως +65°C	—	-40°C έως +55°C
11.	Αξιοπιστία	97%	—	—
12.	Μέγιστη ταχύτητα στόχου.	2 MACH		3 MACH
13.	Ελάχιστο ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας για λειτουργία πυροσωλήνα VT.	5m	5m	5m

Σημείωση: Παρακάτω αναφέρονται ορισμένοι νεώτεροι τύποι πυροσωλήνων VT Ευρωπαϊκής προελεύσεως.

α.- UA 3018 της Ολλανδικής εταιρείας PHILIPS.

β.- VTPA FB 76 της Ιταλικής εταιρείας BORLETTI.

γ.- EE 76 της Ισπανικής εταιρείας EQUIPOS ELECTRONICOS SA.

στους Πυροσωλήνες Πυθμενίου (Impact-Base), στους Πυροσωλήνες Προσεγγίσεως (Proximity-Nose) και στους Βοηθητικούς Πυροσωλήνες (Pressure-Nose). Στο σχήμα 4.6-1 φαίνονται κατά σειρά τα προαναφερθέντα είδη πυροσωλήνων στο τέλος δε του σχήματος παρουσιάζεται ένας πολλαπλός πυροσωλήνας. Παρακάτω περιγράφονται αντιπροσωπευτικοί τύποι πυροσωλήνων των προαναφερθέντων ειδών.

(1) Πυροσωλήνας κορυφής Κρουσίφλεγος.

Ο πυροσωλήνας αυτός φέρεται στην κορυφή του βλήματος και σχεδιάζεται για να προκαλεί την έκρηξη του βλήματος με την πρόσκρουσή του στο στόχο.

Ο πυροσωλήνας αυτός στην Αμερικανική βιβλιογραφία αναφέρεται ως "Point Detonating Fuse-PDF" και στην Αγγλική ως Direct Action Percussion-DA".

Οι πυροσωλήνες αυτοί χρησιμοποιούνται με όλα τα είδη βλημάτων εκτός από τα διατρητικά και τα φωτιστικά.

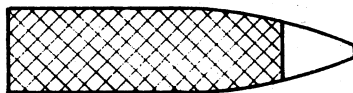
Το κυριώτερο πρόβλημα που αντιμετωπίζεται κατά τη σχεδίαση του πυροσωλήνα αυτού είναι η αξιοπιστία του λαμβανομένης υπόψη της γωνίας με την οποία γίνεται η πρόσκρουση του στην επιφάνεια του στόχου. Ιδιαίτερα όταν η επιφάνεια αυτή δεν είναι αρκετά ανθεκτική για να προκαλέσει έντονα φαινόμενα κρούσεως για να επιτευχθεί αξιόπιστη λειτουργία του πυροσωλήνα.

Οι κρουσίφλεγοι πυροσωλήνες σύγχρονης τεχνολογίας έχουν τη δυνατότητα να πυροδοτούνται με την πρόσκρουσή τους σε στόχους με σχετικά ασθενείς εξωτερικές επιφάνειες όπως είναι οι πτέρυγες των αεροσκαφών, υγρές μάζες κλπ. και παρέχουν αξιόπιστη λειτουργία μέχρι και γωνίες προσπτώσεως 20°.

Στο σχήμα 4.6-2 φαίνεται ένας τυπικός πυροσωλήνας κορυφής κρουσίφλεγος.

Τα τέσσερα κύρια μέρη αυτού του πυροσωλήνα είναι το σώμα του, η πυριτιδαποθήκη, το σύστημα του επικρουστήρα και το περιστρεφόμενο τμήμα.

Στον πυροσωλήνα αυτό ο επικρουστήρας συγκρατείται στα-



ΠΥΡΟΣΦΛΗΝΑΣ ΚΟΡΥΦΗΣ ΚΡΟΥΣΙΦΛΕΓΟΣ



ΠΥΡΟΣΦΛΗΝΑΣ ΕΓΧΑΙΡΟΦΛΕΓΗΣ



ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΠΥΡΟΣΦΛΗΝΑΣ



ΠΥΡΟΣΦΛΗΝΑΣ ΠΥΘΜΕΝΙΔΥ



ΠΟΛΑΠΛΟΙ ΠΥΡΟΣΦΛΗΝΕΣ

Σχήμα 4.6-1

Υποδιαίρεση πυροσφήνων

θερά σε απόσταση από το έκκαυμα με μια ασφάλεια που λέγεται ασφάλεια επικρουστήρα. Το έκκαυμα επίσης με τον πυροκροτητή βρίσκονται συναρμολογημένα σε ένα κύλινδρο μέσα στο περιστρεφόμενο τμήμα του πυροσωλήνα του οποίου ο άξονας σχηματίζει γωνία περίπου 55° με τον άξονα του πυροσωλήνα. Κάθετα προς τον κύλινδρο αυτό υπάρχει άλλος ένας κύλινδρος που φέρει το αντίβαρο. Το περιστρεφόμενο τμήμα του πυροσωλήνα συγκρατείται στην περιγραφείσα θέση με μια ειδική μηχανική ασφάλεια.

Μετά την πυροδότηση του βλήματος και την επίδραση της φυγόκεντρης δυνάμεως απελευθερώνονται δυο ασφάλειες. Ο επικρουστήρας έρχεται στη θέση οπλίσεως και το περιστρεφόμενο τμήμα του πυροσωλήνα με την επίδραση του αντίβαρου στρέφει μέχρι να γίνει η ευθυγράμμιση του επικρουστήρα με το έκκαυμα και τον πυροκροτητή και παραμένει στην θέση αυτή με την επίδραση της φυγόκεντρης δυνάμεως.

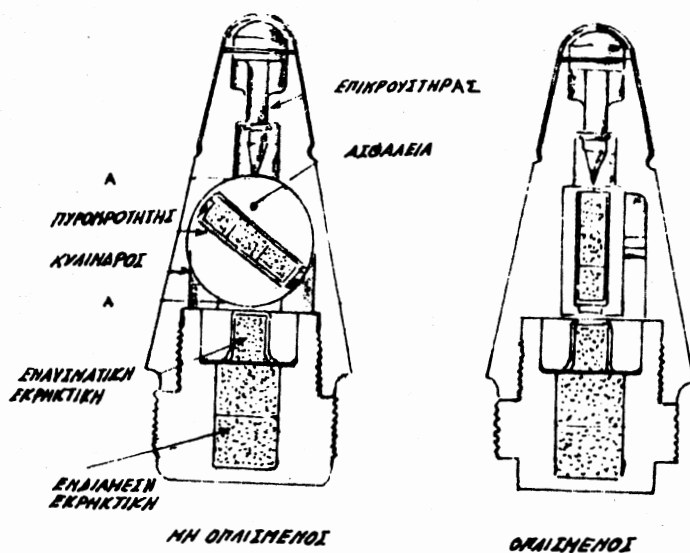
Μετά την πρόσκρουση του βλήματος στο στόχο ο επικρουστήρας θα κατέβει και θα πυροδοτήσει το έκκαυμα και μέσω αυτού τον πυροκροτητή. Από την πυροκροτητή θα ενεργοποιηθεί η εναυσματική εκρηκτική η οποία με την σειρά της θα ενεργοποιήσει την ενδιαμέσο εκρηκτική η οποία θα παίξει τον ρόλο "Booster" για την ενεργοποίηση της κύριας εκρηκτικής ύλης του βλήματος.

Υπάρχουν και άλλοι τύποι πυροσωλήνων της κατηγορίας στην οποία ανήκει ο παραπάνω πυροσωλήνας που περιγράφηκε πλην όμως όλοι αυτοί έχουν κοινές αρχές λειτουργίας.

Οι πυροσωλήνες αυτοί χρησιμοποιούνται σε εκρηκτικά βλήματα και σε διάφορα βλήματα ειδικών χρήσεων όπως τα καπνογόνα, εμπρηστικά κλπ. και γενικά σε κάθε περίπτωση που είναι επιθυμητή η ενεργοποίηση του βλήματος με την πρόσκρουσή του στο στόχο.

(2) Πυροσωλήνας Κορυφής Εγκαίροφλεγής

Ο πυροσωλήνας αυτός τοποθετείται στην κορυφή του βλήματος και περιέχει ένα ωρολογιακό μηχανισμό ο οποίος ρυθμί-



Σχήμα 4.6-2
Πυροσωλήνας κορυφής κρουσίψελετος

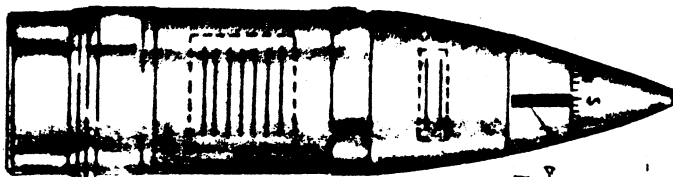
ζεται μηχανικά προ της βολής για να ενεργοποιήσει τον πυροσωλήνα μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα από τη στιγμή της βολής. Το χρονικό αυτό διάστημα καλείται "διαίρεση πυροσωλήνα" και μετράται σε δευτερόλεπτα και δέκατα δευτερολέπτου.

Στην Αμερικάνικη βιβλιογραφία ο πυροσωλήνας αυτός αναφέρεται ως "Mechanical Time Fuse" ή "MTF".

Ένας τυπικός πυροσωλήνας αυτής της κατηγορίας φαίνεται στο σχήμα 4.6-3. Στο δε σχήμα 4.6-3α φαίνεται ένας τύπος πυροσωλήνα για πυρομαχικά 5"/38.

Ο μηχανικός πυροσωλήνας περιέχει σειρά από γρανάτζια και ένα ρυθμιστή ωρολογιακού μηχανισμού. Η όπλιση του πυροσωλήνα αυτού γίνεται κατά την πυροδότηση του βλήματος, από τη δύναμη αδράνειας που επενεργεί αντίθετα προς την κατεύθυνση κινήσεως του βλήματος. Με την επίδραση της δυνάμεως αυτής μετακινείται ένας πείρος "Setting pin" και ελευθερώνει το δίσκο χρόνου "Timing disc" ο οποίος στη συνέχεια μπο-

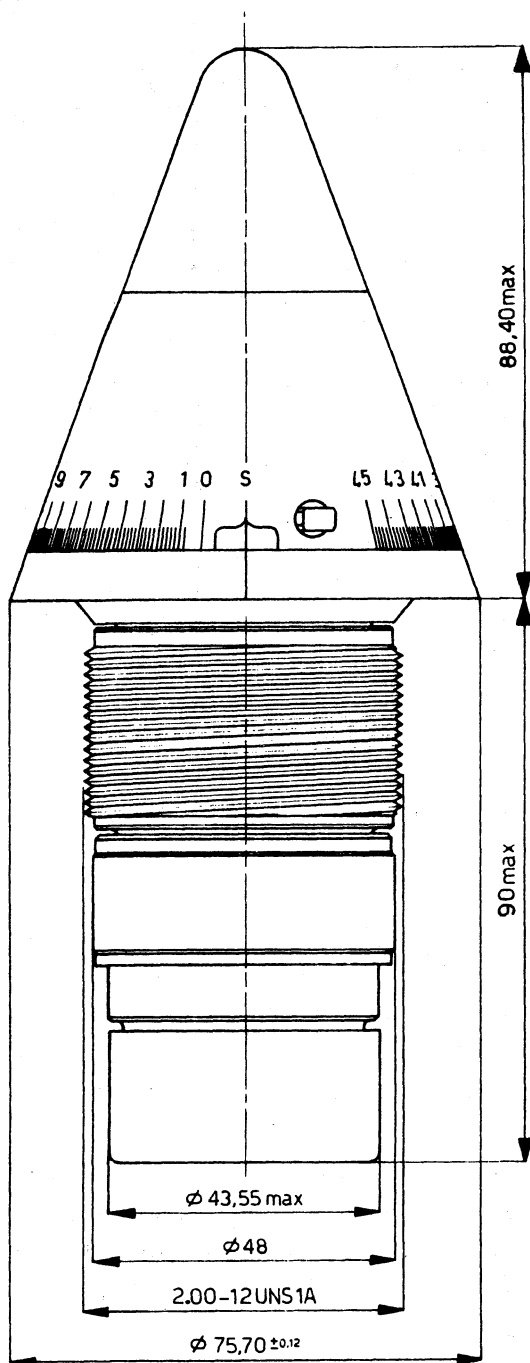
ρεί να περιστραφεί ελεύθερα. Καθώς επίσης το βλήμα κινείται στο αυλακωμένο κοίλο αναπτύσσεται η φυγόκεντρη δύναμη με την επίδραση της οποίας απασφαλίζει ο ρυθμιστής του ωρολογιακού μηχανισμού "Clockwork escapement" και η φυγόκεντρη δύναμη αρχίζει να επενεργεί στα ειδικά βάρη "Centrifugal weights" του πυροσωλήνα. Καθώς τα βάρη αυτά προσπαθούν υπό την επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης να κινηθούν προς τα έξω, εξασκούν μιά δύναμη στο σύστημα με το οποίο συνδέονται. Η δύναμη αυτή μεταδίδεται μέσω γραναζιών του ωρολογιακού μηχανισμού και περιστρέφει τον προαναφερθέντα δίσκο χρόνου, φέρνοντας το άνοιγμα πυροδοτήσεώς τους (firing slot) πλησιέστερα προς τον μηχανισμό πυροδοτήσεως. Με την επίδραση της φυγόκεντρης επίσης δύναμης μετακινείται και φεύγει εκτός ο δίσκος ασφαλίσεως (Safety plate) που βρίσκεται κάτω από τον επικρουστήρα (firing pin). Μετά απ'όλες αυτές τις διαδικασίες ολοκληρώνεται ο κύκλος οπλίσεως του πυροσωλήνα.



Ενδεικτική γραμμή
ρυθμίσεως πυροσωλήνα

Σχήμα 4.6-3
Πυροσωλήνας κορυφή, εγκατεροφλεγής.

Όπως είναι γνωστό ο μηχανικός πυροσωλήνας φέρει εξωτερικά χαραγμένες κυκλικές υποδιαιρέσεις χρόνου σε δευτερόλεπτα. Κάτω από τις υποδιαιρέσεις αυτές υπάρχει ένας περιστρεφόμενος δακτύλιος ο οποίος φέρει χαραγμένη μια στενή λωρίδα ή γραμμή ενδεικτική της ρυθμίσεως του πυροσωλήνα. Η ρύθμιση του πυροσωλήνα γίνεται μηχανικά μέσα στο κυάθιο της αναχορηγίας βλημάτων καθώς το βλήμα κινείται προς το πυροβόλο για γέμιση. (Η ρύθμιση πυροσωλήνα μπορεί επίσης να γίνει με τα χέρια χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο κλειδί). Τοποθέτηση επίσης του ενδείκτη ρυθμίσεως πυροσωλήνα στη θέση



MTP 59A MECHANICAL TIME IMPACT FUZE
FOR 5"/38 NAVAL GUN

Σχήμα 4.6-3α

Πυροσμήνος κορυφής Εγκαταρροφλεγής
για πυρομαχικά 5"138.

WEIGHT: 1490 g

All dimensions in millimeters

"Safe", που παριστάνεται με το γράμμα S έχει σαν συνέπεια ο πυροσωλήνας να λειτουργεί πλέον μόνο κρουστικά με την κρούση του βλήματος στο στόχο όπως και ένας κρουσίφλεγος πυροσωλήνας.

Κατά τη ρύθμιση του πυροσωλήνα και της προτοποθετήσεως ενός ορισμένου χρόνου ουσιαστικά ρυθμίζουμε την απόσταση του ανοίγματος πυροδοτήσεως του δίσκου χρόνου από τον επικρουστήρα. Μετά δε την παρέλευση αυτού του χρόνου ο οποίος αρχίζει από τη βολή του βλήματος και την ενεργοποίηση του πυροσωλήνα ο επικρουστήρας ο οποίος είναι οπλισμένος με ένα ελατήριο ελευθερώνεται και προσκρούει στο αρχικό στοιχείο εκρηκτικής ύλης του πυροσωλήνα προκαλώντας την έκρηξη αυτού η οποία αποτελεί την αφετηρία σειράς εκρήξεων μέχρι η έκρηξη (πρακτικά ακαριαίως) να μεταδοθεί στην κύρια εκρηκτική ύλη του πυροσωλήνα, η οποία με τη σειρά της θα προκαλέσει την ενεργοποίηση του βλήματος στο σημείο της τροχιάς που αυτό θα βρεθεί εκείνη τη στιγμή.

Για την ομαλή λειτουργία του πυροσωλήνα, ανεξάρτητα από την ταχύτητα περιστροφής του με το βλήμα κατά την πτήση του στην ατμόσφαιρα λαμβάνεται ειδική μέριμνα κατά τη σχεδιάσή του.

Οι Εγκαιροφλεγείς πυροσωλήνες παράγονται σε μεγάλη ποικιλία τύπων αλλά με τις ίδιες αρχές λειτουργίας. Οι αποκλίσεις που παρατηρούνται συνήθως από τον ένα τύπο στον άλλο αναφέρονται κυρίως σε θέματα χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας. Οι συνηθισμένες επίσης διακυμάνσεις στο εύρος της διαιρέσεως πυροσωλήνα είναι από 0,6 μέχρι 30 sec ή από 0,8 μέχρι 45 sec.

Οι Εγκαιροφλεγείς πυροσωλήνες χρησιμοποιούνται σε βλήματα εκρηκτικά και άλλα ειδικών χρήσεων διαμετρήματος από 3" και άνω όταν είναι επιθυμητή η έκρηξη του βλήματος σε ένα συγκεκριμένο σημείο της τροχιάς του ανεξάρτητα από την παρουσία ή μη στόχου.

Κατά τη βολή A/A η χρησιμοποίηση εγκαιροφλεγών πυρο-

σωλήνων εκτός από το καταστρεπτικό αποτέλεσμα έχει και ψυχολογική επίδραση στα πληρώματα των αεροσκαφών. Αεροεκρήξεις επίσης είναι αποτελεσματικές και εναντίον προσωπικού όταν γίνονται σε ύψος 25-50ft πάνω από το έδαφος.

Στη βολή επιφάνειας οι εγκαίροφλεγείς πυροσωλήνες χρησιμοποιούνται με εκρηκτικά βλήματα εναντίον μικρών και ταχέως κινουμένων στόχων όπως είναι οι T/A, T/HK και τα ταχεία περιπολικά. Για στόχους επιφάνειας μεγαλύτερου μεγέθους, τα εκρηκτικά βλήματα με τους εγκαίροφλεγείς πυροσωλήνες χρησιμοποιούνται συνήθως αφού προηγουμένως ο πυροσωλήνας έχει τεθεί στην ασφάλεια, οπότε μετατρέπεται σε κρουσίφλεγο.

(3) Πυροσωλήνας Πυθμενίου

Ο πυροσωλήνας αυτός τοποθετείται στη βάση του βλήματος και πυροδοτεί κατά την πρόσκρουση του βλήματος στο στόχο με την επίδραση της δυνάμεως κρούσεως. Ο πυροσωλήνας αυτός χρησιμοποιείται είτε μόνος του είτε σε συνδυασμό με άλλο είδος πυροσωλήνα, παρουσιάζει δε μία ποικιλία στη διάρκεια του χρόνου που μεσολαβεί από την στιγμή της προσκρούσεως στο στόχο, μέχρι της πυροδοτήσεώς του. Υπάρχουν πυροσωλήνες που η πυροδότησή τους γίνεται σχεδόν ακαριαία με την πρόσκρουσή τους στο στόχο και άλλοι με διάφορους επιβραδυντές πυροδοτήσεως (delay) για να επιτρέψουν στο βλήμα να επιτύχει προηγουμένως την διάτρηση του στόχου, ώστε η έκρηξή του να γίνει εσωτερικά στον στόχο.

Οι πυροσωλήνες αυτοί στην Αμερικανική βιβλιογραφία αναφέρονται ως "Basic Detonating Fuses" ή "BDF".

Η όπλιση ενός πυροσωλήνα πυθμενίου γίνεται κατά τη βολή με την επίδραση της φυγόκεντρης δυνάμεως, η δε πυροδότησή του με την επίδραση της δυνάμεως αδράνειας που εμφανίζεται κατά την πρόσκρουση του βλήματος στο στόχο. Τυχόν επιβράδυνση πυροδοτήσεως επιτυγχάνεται με την παρεμβολή μεταξύ των εκρηκτικών υλών τις οποίες αυτός φέρει ενός επιβραδυντικού στοιχείου αποτελούμενου συνήθως από Μαύρη Πυρίτιδα (0,01 seconds delay).

Οι πυροσωλήνες πυθμενίου χρησιμοποιούνται κυρίως σε διατρητικά βλήματα διαμετρήματος από 3" και πάνω καθώς επίσης και σε βλήματα AAC των 5" και άλλα εκρηκτικά βλήματα μεγαλύτερου διαμετρήματος. Στις περιπτώσεις γενικά που οι πυροσωλήνες πυθμενίου χρησιμοποιούνται σε εκρηκτικά βλήματα συνήθως χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με πυροσωλήνα κορυφής ή βοηθητικό πυροσωλήνα και ο ρόλος τους μπορεί να είναι κύριος ή βοηθητικός.

(4) Πυροσωλήνας Προσεγγίσεως

Ο πυροσωλήνας προσεγγίσεως (Proximity or Influence fuze) χαρακτηρίζεται επίσης και σαν πυροσωλήνας μεταβλητού χρόνου (Variable Time Fuze or VT fuze). Ο ακριβής ορισμός του πυροσωλήνα αυτού είναι ο ακόλουθος:

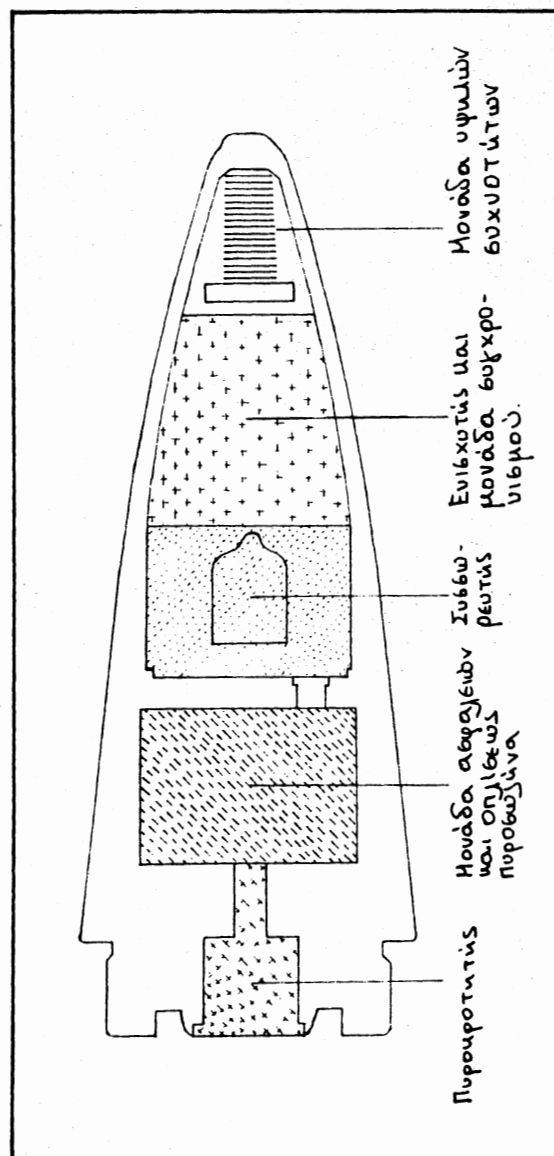
Ο πυροσωλήνας VT είναι ένας εκρηκτικός μηχανισμός που περιέχει ηλεκτρονικά και μηχανικά μέρη και σχεδιάζεται ώστε αφού εντοπίσει το στόχο κατά την πτήση του στην ατμόσφαιρα να προκαλεί την έκρηξη του βλήματος στο σημείο εκείνο της τροχιάς του όπου τα καταστρεπτικά αποτελέσματα θα είναι τα μεγαλύτερα δυνατά. Οι πυροσωλήνες VT διακρίνονται σε δυο τύπους, τους πυροσωλήνες VT-RF και τους πυροσωλήνες VT - IR που περιγράφονται κατωτέρω.

(α) Ο πυροσωλήνας VT (VT-RF) είναι πυροσωλήνας κορυφής που περιέχει ένα RADAR σε μικρογραφία και περιλαμβάνει πάντοτε και διάταξη που του επιτρέπει να πυροδοτηθεί κρουστικά. Ο πυροσωλήνας VT αποτελεί εφεύρεση του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και χρησιμοποιήθηκε πολύ από τους Αμερικανούς στο πόλεμο του Ειρηνικού εναντίον των Ιαπωνικών αεροπορικών επιθέσεων. Η τεχνολογική εξέλιξη που ακολούθησε ιδιαίτερα στον τομέα των ηλεκτρονικών είχε αντίστοιχη επίδραση στην τελειοποίησή του. Ο πυροσωλήνας VT σήμερα παρουσιάζει μεγάλη αξιοπιστία, ακρίβεια λειτουργίας και πλήθος επιχειρησιακών αρετών με αποτέλεσμα να είναι κατάλληλος για τις περισσότερες επιχειρησιακές απαιτήσεις.

Ο πυροσωλήνας VT φέρει όλες εκείνες τις ασφαλιστικές διατάξεις που φέρει και ένας βοηθητικός πυροσωλήνας και επί πλέον το ηλεκτρονικό του τμήμα παραμένει χωρίς ηλεκτρική ισχύ μέχρι αυτός να βληθεί. Μετά τη βολή και με την επίδραση της δυνάμεως αδράνειας και της φυγόκεντρης δυνάμεως οι διάφορες μηχανικές ασφάλειες τις οποίες ο πυροσωλήνας φέρει απασφαλίζουν και γίνεται διάρρηξη μιας αμπούλας (ampoule) που περιέχει τον ηλεκτρολύτη του συσσωρευτή (energizer), σχήμα 4.6-4. Κατ'αυτό τον τρόπο ενεργοποιείται το ηλεκτρονικό τμήμα του πυροσωλήνα και ο πομπός αρχίζει να εκπέμπει. Η ολοκλήρωση του κύκλου οπλίσεως στους Αμερικανικούς πυροσωλήνες VT 5" συντελείται σε απόσταση 780 μέχρι 1800m από το πυροβόλο, ενώ στους Ευρωπαϊκούς πυροσωλήνες VT του πυροβόλου 76/62 στο MELARA η απόσταση αυτή κυμαίνεται μεταξύ 500 και 1000m όπως αναλυτικά φαίνεται στους πίνακες 4.6 - 1,2 και 3 αντίστοιχα.

Μετά την ενεργοποίηση των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων όπως προαναφέρθηκε ο πομπός του πυροσωλήνα εκπέμπει στο διάστημα μέσω μιας κεραίας, ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Όταν ο στόχος βρεθεί μέσα στο λωβό της εκπομπής αυτής, τα ανακλώμενα από το στόχο ηλεκτρομαγνητικά κύματα επιστρέφουν στο δέκτη του πυροσωλήνα όπου μέσω του ενισχυτού διαβιβάζονται σε ένα ειδικό ηλεκτρονικό κύκλωμα του πυροσωλήνα όπου όταν το σήμα ανακλάσεως λάβει μια ωρισμένη τιμή ή όταν βάσει του "doppler" το βλήμα αποκτήσει "αίσθηση" ότι βρίσκεται σε σχετικά με τον στόχο ιδανική θέση (ανάλογα με την αρχή λειτουργίας του), ενεργοποιείται ο μηχανισμός πυροδοτήσεως του πυροσωλήνα και ακολουθεί η πυροδότησή του, η οποία επιτυγχάνεται με την εκφόρτιση ενός πυκνωτού μέσω μιας αντιστάσεως που βρίσκεται μέσα στην εκρηκτική ύλη που αποτελεί τον πυροκροτητή. Όλες οι φάσεις λειτουργίας ενός πυροσωλήνα VT φαίνονται στο σχήμα 4.6-5.

Ένα σοβαρό μειονέκτημα το οποίο παρουσιάζουν οι πυροσωλήνες VT είναι η επίδραση στη λειτουργία τους των κυμάτων της θάλασσας (clutter). Βλήματα με πυροσωλήνα VT που κινού-

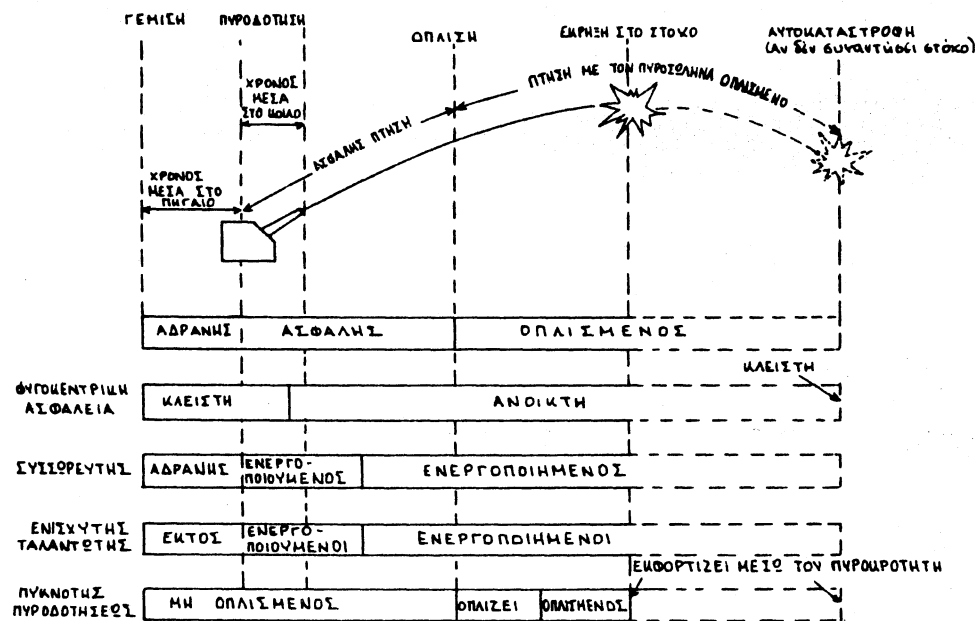


Σχήμα 4.6-4: Κύρια μέρη Ηλεκτρονικού πυροσωλήνα

νται σε μικρά ύψη πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας εκλαμβάνουν την ανακλώμενη από κύματα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία τους σαν ηχώ στόχου και όταν εκπληρούνται οι απαιτούμενες προϋποθέσεις, ενεργοποιούνται παρουσιάζοντας πρόωρες εκρήξεις. Για τον περιορισμό του προβλήματος αυτού συγχρονοι πυροσωλήνες VT ρυθμίζουν αυτόματα και ανάλογα με το ύψος κύματος, το ύψος της τάσεως αναφοράς, (Threshold Voltage) ώστε η ανακλώμενη από τα κύματα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία να αντιμετωπίζεται σαν θόρυβος και όχι σαν ηχώ στόχου. Τούτο βέβαια έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνεται η ευαισθησία του Πυροσωλήνα VT με συνέπεια να απαιτείται πλέον η διέλευσή του πιο κοντά από τον στόχο απ'ότι προηγουμένως, προκειμένου ν'αντιλαμβάνεται την παρουσία του. Με τον τρόπο αυτό περιορίσθηκε σημαντικά το πρόβλημα και επιτυγχάνεται πλέον η δυνατότητα της λειτουργίας των πυροσωλήνων VT σε ύψη της τάξεως των 5m πάνω από την επιφάνεια των κυμάτων. Ο ποιοτικός έλεγχος των πυροσωλήνων VT ακολουθεί τις προδιαγραφές του "MIL STD 105 D".

Οι πυροσωλήνες VT κατασκευάζονται σήμερα για εκρηκτικά βλήματα, από 40mm και άνω και χρησιμοποιούνται σε όλες τις περιπτώσεις όπου είναι επιθυμητές αεροεκρήξεις, όπως εναντίον Αεροσκαφών, Ελικοπτέρων, κατευθυνομένων βλημάτων, μικρών ή μεγάλων πλοίων επιφάνειας, εναντίον προσωπικού κλπ.

(β) Ο πυροσωλήνας VT-IR είναι και αυτός ένας πυροσωλήνας κορυφής ο οποίος φέρει έναν ανιχνευτή υπέρυθρης ακτινοβολίας (Infra-red). Ο πυροσωλήνας δηλαδή αυτός είναι παθητικός και αντιλαμβάνεται την παρουσία του στόχου μόνο όταν ο στόχος βρίσκεται σε μεγαλύτερη θερμοκρασία από το περιβάλλον του. Το μέγεθος της θερμοκρασιακής αυτής διαφοράς είναι διαφορετικό για κάθε πυροσωλήνα ανάλογα με τις αντίστοιχες προδιαγραφές ευαισθησίας του. Οι πυροσωλήνες αυτοί ανιχνεύουν για εντοπισμό IR ακτινοβολίας σε περιοχές μήκους κύματος κυμαινόμενες μέσα στο φάσμα από 2 μέχρι 15μ. Η λαμβανόμενη με οπτικά μέσα IR ακτινοβολία μετατρέπεται σ'ένα



Σχήμα 4.6-5
Λειτουργία πυροσωλήνα VT.

ηλεκτρικό σήμα του οποίου όταν η τάση υπερβεί κάποια προκαθορισμένη τιμή γίνεται η πυροδότηση της εκρηκτικής ύλης που ο πυροσωλήνας φέρει κατ'αντίστοιχο τρόπο όπως γίνεται και στους πυροσωλήνες VT-RF.

Οι πυροσωλήνες αυτοί είναι κατάλληλοι για "θερμούς" στόχους και κατασκευάζονται σε διαμέτρημα από 5" και άνω. Σαν παράδειγμα πυροσωλήνα VT-IR για πυροβόλα 5" / 38 αναφέρεται ο Αμερικανικής προελεύσεως πυροσωλήνας MK90 MOD 0.

(5) Ο Βοηθητικός Πυροσωλήνας

Ο βοηθητικός πυροσωλήνας είναι ένας ενδιάμεσος εκρηκτικός μηχανισμός ο οποίος ενεργοποιείται από ώση "Impulse" που αναπτύσσεται από την έκρηξη ενός άλλου πυροσωλήνα κορυφής με τον οποίο ο βοηθητικός πυροσωλήνας συνεργάζεται.

Ο βοηθητικός πυροσωλήνας τοποθετείται στην κορυφή του βλήματος πίσω από τον πυροσωλήνα κορυφής και βρίσκεται σε άμεση επαφή με την κύρια εκρηκτική ύλη αυτού.

Ο πυροσωλήνας αυτός στην Αμερικανική βιβλιογραφία αναφέρεται σαν "Auxiliary Detonating Fuze" ή "ADF".

Ο βοηθητικός πυροσωλήνας φέρει ασφαλιστικές διατάξεις ανάλογες με αυτές του κρουσίφλεγου πυροσωλήνα και η όπλισή του επιτυγχάνεται με την επίδραση της δυνάμεως αδράνειας και της φυγόκεντρης δυνάμεως οι οποίες αναπτύσσονται κατά τη βολή. Η πυροδότηση του πυροσωλήνα αυτού γίνεται από την επίδραση του ωστικού κύματος που δημιουργείται με την έκρηξη της κύριας εκρηκτικής ύλης του πυροσωλήνα κορυφής. Υπάρχουν δυο τύποι βοηθητικών πυροσωλήνων: αυτός που έχει επικρουστήρα και αυτός που αντί επικρουστήρα φέρει ένα μεταλλικό διάφραγμα.

Οι βοηθητικοί πυροσωλήνες χρησιμοποιούνται σε βλήματα από 3" και άνω εκεί όπου η έκρηξη των πυροσωλήνων κορυφής δεν εξασφαλίζει την απ'ευθείας έκρηξη της κύριας εκρηκτικής ύλης του βλήματος.

4.7. ΕΙΔΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΙ ΒΛΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΩΝ

Εξετάζοντας σε γενικότερα πλαίσια το θέμα των βλημάτων και των πυροσωλήνων διακρίνουμε και τους παρακάτω χαρακτηρισμούς.

α. Τροχειοδείκτης (TRACER or T)

Ο Τροχειοδείκτης είναι ένας μηχανισμός που σχεδιάζεται για να αφήνει ένα ορατό ίχνος από καπνό ή φλόγα από τη βάση του βλήματος κατά την πτήση του τελευταίου στην ατμόσφαιρα. Οι τροχειοδείκτες δίνουν τη δυνατότητα παρατηρήσεως της τροχιάς του βλήματος είτε κατά τη διάρκεια της ημέρας είτε κατά τη διάρκεια της νύκτας.

Ένας τροχειοδείκτης μπορεί να είναι ένα ανεξάρτητο στοιχείο το οποίο προσαρμόζεται στη βάση του βλήματος ή ένα μέρος αυτού τούτου του βλήματος όπου η πυροτεχνική ουσία τοποθετείται μέσα σε μια κοιλότητα που φέρει το βλήμα στη βάση του και μετά κλείνει με ένα κατάλληλο πώμα. Γενικά ένας τροχειοδείκτης αποτελείται από ένα μεταλλικό περίβλημα μια πυροτεχνική ουσία (Νιτρικό βάριο, πυρίτιδα από Μαγνήσιο ή Αλουμίνιο κλπ.) και ένα πώμα από πλαστικό ή άλλο κατάλληλο υλικό. Τα τυποποιημένα χρώματα για τους τροχειοδείκτες που χρησιμοποιούνται στα Α/Α βλήματα είναι το κόκκινο και το άσπρο ενώ για τα διατρητικά βλήματα και τα COMMON το χρώμα του τροχειοδείκτη είναι πορτοκαλί.

Οι τροχειοδείκτες συνήθως ανάβουν από την θερμοκρασία και την πίεση που αναπτύσσεται από την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας. Άλλοι τροχειοδείκτες χρησιμοποιούν ένα έκκαυμα ή πυροκροτητή ο οποίος μέσω ενός επικρουστήρα πυροδοτεί κατά την βολή τον τροχειοδείκτη με την επίδραση της εμφανιζόμενης δυνάμεως αδράνειας.

Οι τροχειοδείκτες επίσης διακρίνονται σε εσωτερικούς και εξωτερικούς ανάλογα με το αν προεξέχουν ή όχι από το σώμα του βλήματος.

(1) Αυτοκαταστρεφόμενοι τροχειοδείκτες (SD TRACERS)

Οι αυτοκαταστρεφόμενοι τροχειοδείκτες (Self destructive tracers) κάνουν και την λειτουργία του τροχειοδείκτη και την λειτουργία εγκαίροφλεγούς πυροσωλήνα προκαλώντας την έκρηξη του βλήματος μετά το τέλος της καύσεως των αν αυτό δεν έχει προηγουμένως προσκρούσει στο στόχο. Η αυτοκαταστροφή αυτή του βλήματος επιτυγχάνεται με την άμεση επικοινωνία του άκρου της καιόμενης ουσίας του τροχειοδείκτη με την εκρηκτική ύλη του βλήματος. Ο τύπος αυτός του τροχειοδείκτη χρησιμοποιείται συνήθως σε Α/Α βλήματα 20 και 40mm για να αποφεύγεται η πτώση τους και η έκρηξή τους σε φίλιες δυνάμεις και εγκαταστάσεις.

(2) Τροχειοδείκτες Τυφλής Εναύσεως (DI TRACERS)

Οι τροχειοδείκτες τυφλής εναύσεως (Dark Ignition Tracers) περιέχουν κατ'αρχή μια ουσία η οποία καίγεται χωρίς να δίνει οπτικά φαινόμενα όπως ο τροχειοδείκτης, προστατεύοντας έτσι την όραση των σκοπευτών από τις λάμπεις του τροχειοδείκτη κατά το αρχικό στάδιο της διαδρομής του βλήματος και μη επιτρέποντας στον αντίπαλο να προσδιορίσει την ακριβή θέση του βάλλοντος πυροβόλου. Στη συνέχεια, συνήθως μετά τα 100 μέτρα από το πυροβόλο αρχίζει και καίγεται και η τροχειοδεικτική ουσία του τροχειοδείκτη.

(3) FUZE CAVITY LINER - VT FUZE (FCL-VT)

Ο χαρακτηρισμός αυτός αφορά βλήματα με πυροσωλήνα VT που είναι ειδικά διαμορφωμένα στο εσωτερικό της κορυφής τους για να δέχονται μια μεταλλική κυλινδρική θήκη (liner) κατασκευασμένη από λεπτό αλουμίνιο και χρησιμεύει για να διατηρεί το σχήμα της κοιλότητας (cavity) πριν από την είσοδο του πυροσωλήνα στο βλήμα, και για να προφυλάσσει την εκρηκτική ύλη του βλήματος από τριβές με τον πυροσωλήνα κατά τις εργασίες συναρμολογήσεως και αποσυναρμολογήσεως βλήματος και πυροσωλήνα.

(4) SELF DESTRUCTIVE (SD)

Ο όρος αυτός αναφέρεται σε βλήματα με πυροσωλήνα ο οποίος είναι εφοδιασμένος με διάταξη αυτοκαταστροφής. Τούτο σημαίνει ότι αν το βλήμα κατά τη διάρκεια που διαγράφει την τροχιά του στην ατμόσφαιρα δεν συναντήσει έγκαιρα στόχο, σε κάποιο σημείο αυτής ο πυροσωλήνας αυτόματα πυροδοτεί το βλήμα. Στα βλήματα VT με διάταξη αυτοκαταστροφής (VT-SD) ο μηχανισμός αυτοκαταστροφής του βλήματος ενεργοποιείται και πυροδοτεί τον πυροσωλήνα όταν η ταχύτητα περιστροφής του βλήματος ελαττούμενη φθάσει μια προκαθορισμένη τιμή. Για παράδειγμα τα βλήματα 5"/38 με πυροσωλήνα VT MK 71 βγαίνουν από το σωλήνα του πυροβόλου με μια περιστροφική ταχύτητα 208 στροφές ανά δέκατο του δευτερολέπτου και αυτοκαταστρέφονται σε μια απόσταση περί τις 12000yds από το πυροβόλο όταν η ταχύτητα αυτή μειωθεί στις 180 στροφές ανά δέκατο του δευτερολέπτου. Κατά τον τρόπο αυτό το βλήμα δεν διαγράφει ολόκληρη την τροχιά του σε μεγάλα βεληνεκή και δεν αποτελεί έτσι κίνδυνο για φίλιες δυνάμεις που βρίσκονται πέρα της ακτίνας αυτοκαταστροφής του και μέχρι της ακτίνας του μέγιστου βεληνεκούς του. Μια τέτοια περίπτωση μπορεί να προκύψει όταν ένα πλοίο βάλλει Α/Α πυρά προς την κατεύθυνση που βρίσκονται φίλιες ναυτικές δυνάμεις στην προαναφερθείσα περιοχή.

Σε βλήματα μικρού διαμετρήματος όπως προαναφέρθηκε π.χ. 40mm η αυτοκαταστροφή του βλήματος επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του τροχιοδείκτη ο οποίος στο άκρο του επικοινωνεί με την εκρηκτική γόμωση του βλήματος και η αυτοκαταστροφή του βλήματος γίνεται στην απόσταση των 4000 μέτρων περίπου.

(5) NON SELF DESTRUCTIVE (NSD)

Ο όρος αυτός αναφέρεται σε βλήματα με πυροσωλήνα ο οποίος δεν έχει διάταξη αυτοκαταστροφής σε αντιδιαστολή με την προηγούμενη κατηγορία.

(6) ROCKET ASSISTED PROJECTILE (RAP)

Ο όρος αυτός αναφέρεται σε αυτοπροωθούμενα εκρηκτικά βλήματα Αμερικανικής προελεύσεως, που εμφανίστηκαν για πρώτη φορά το 1968, διαμετρήματος 5"/38.

Το βλήμα RAP 5"/38 είναι κατά 2,5" μακρύτερο από το αντίστοιχο συμβατικό βλήμα και έχει εγκατεστημένο στο πίσω του μέρος προωθητήρα ρουκέτας. Το βλήμα αυτό βάλλεται με συμβατικές φυσίγγες 5"/38 και το μέγιστο βεληνεκές στο οποίο ανέρχεται είναι 27300yds έναντι των 18000yds του συμβατικού βλήματος. Για τη χρησιμοποίησή του από το ΣΔΒ ΝΚ 37 απαιτούνται μικρές μετατροπές στις αναχωρηγίες των πυροβόλων καθώς και πρόσθετοι είσοδοι στον υπολογιστήρα ΜΚ 1Α του συστήματος Διευθύνσεως βολής.

Ο προωθητήρας του RAP πυροδοτείται 23 δευτερόλεπτα μετά την έξοδο του βλήματος από το σωλήνα του πυροβόλου και καίγεται για 2 δευτερόλεπτα δημιουργώντας ένα ίχνος λευκού καπνού κατά την ημέρα και έντονο κίτρινο φως κατά τη νύκτα. Τούτο προσφέρει εντυπωσιακό θέαμα κατά την ημέρα ιδίως όταν βάλλονται βλήματα RAP κατά ομοβροντίες και τα ίχνη του καπνού εμφανίζονται αλληλοδιαδόχως σε μικρές αποστάσεις μεταξύ τους. Κατά τη νύκτα το έντονο κίτρινο ίχνος το οποίο ομοιάζει με τροχιοδείκτη έχει αναμφίβολα ένα ψυχολογικό αποτέλεσμα το οποίο δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί με συμβατικά βλήματα, σε πυρά παρενοχλήσεως.

Η ενσωμάτωση του προωθητήρα στο βλήμα έχει σαν συνέπεια το ωφέλιμο φορτίο του βλήματος να μειωθεί σε 3,3 Pounds εκρηκτικής ύλης. Επειδή όμως το βλήμα RAP είναι βελτιωμένου τύπου με μεγαλύτερη θρυματιστικότητα και ταχύτητα θραυσμάτων από το συμβατικό βλήμα (π.χ. το βλήμα 5"/38 ΜΚ 48) είναι κατά 67% αποτελεσματικότερο από αυτό εναντίον προσωπικού και ελαφρών υλικών στόχων.

Τα βλήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν αρχικά στις επιχειρήσεις του πολέμου του Βιετνάμ και το αυξημένο βεληνεκές των επέτρεπε στα βλήματα αυτά να φτάνουν στόχους οι οποίοι προ-

ηγούμενως ήταν άτρωτοι απ'όλα τα πυροβόλα των αντιτορπιλικών συμπεριλαμβανομένων και αυτών των 5"/54. Η χρησιμοποίηση των βλημάτων αυτών δίνει επίσης τη δυνατότητα βομβαρδισμού με τήρηση του βάλλοντος πλοίου έξω από το βεληνεκές των συμβατικών πυρών από τα πυροβόλα του αντιπάλου αντίστοιχου διαμετρήματος.

Κατά τη χρησιμοποίηση των βλημάτων RAP πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το εξαιρετικά μεγάλο βέλος της τροχιάς των το οποίο στην πράξη είναι περίπου 30000 πόδια και η ανάγκη υπάρξεως προσφάτων και ακριβών πληροφοριών για τους βαλλιστικούς ανέμους στα ανώτερα στρώματα.

Το βλήμα RAP φέρει στην κορυφή μια βλητική πλαστική καλύπτρα η οποία βιδώνει στον πυροσωλήνα του βλήματος. Πολλές φορές από άγνοια ή λάθος η καλύπτρα αυτή είναι δυνατό ν'αφαιρείται προ της βολής του βλήματος με αποτέλεσμα το βλήμα να παρουσιάσει όπως είναι επόμενο πολύ μεγάλη διασπορά.

Σήμερα βλήματα RAP κατασκευάζονται για πυροβόλα 5"/38 και 5"/54.

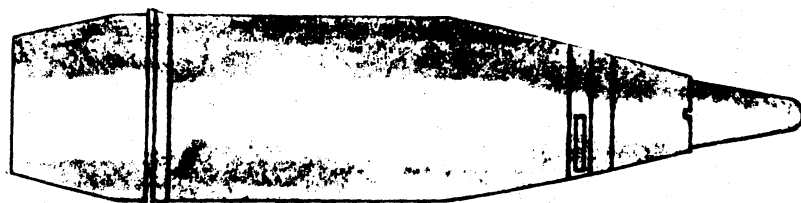
Τα βλήματα αυτά αναμφίβολα αποτελούν τους προπομπούς των βλημάτων του μέλλοντος όπου τα πυροβόλα θα βάλλουν αυτοπροωθούμενα κατευθυνόμενα βλήματα μεγάλης ακρίβειας και αποτελεσματικότητας.

(7) Βλήματα Προ-θραυσμένα (PRE - FRAGMENTED)

Ο όρος αυτός αναφέρεται σε βλήματα τα οποία έχουν προκαθορισμένο και πολύ μεγάλο αριθμό θραυσμάτων. Τα βλήματα αυτά είναι περισσότερο αποτελεσματικά στα A/A πυρά από αντίστοιχα συμβατικά βλήματα και είναι και τα πλέον κατάλληλα για την πρόκληση ζημιών σε κατευθυνόμενα βλήματα για να αναγκάσουν το Κ/Θ βλήμα να εκτραπεί από την τροχιά του και να μην πλήξει το στόχο του, (CONTROL KILL).

Στα σχήματα 4.7-1,2 και 3 και στον πίνακα 4.7 - 1 φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός βλήματος 76mm "Pre - fragmented" της SNIAS, η κατανομή των θραυσμάτων του στον

χώρο με τα αντίστοιχα βάρη θραυσμάτων, τις ταχύτητές των και τη διατρητική των ικανότητα σε συνάρτηση της αποστάσεως εκρήξεως του βλήματος από τον στόχο.



Σχήμα 4.7-1

Τεχνικά χαρακτηριστικά βλημάτων ΠΡΟ-ΘΡΑΥΣΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ
(PRE-FRAGMENTED) της SNIAS.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΛΗΜΑΤΟΣ

ΒΑΡΟΣ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑ VT	6300g
ΒΑΡΟΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΗΣ ΓΟΜΩΣΕΩΣ	630g
ΒΑΡΟΣ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑ VT	900g
ΜΗΚΟΣ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΑ VT	260mm
ΚΕΝΤΡΟ ΒΑΡΟΥΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ	222mm
ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ J_x (x άξονα)	53,548g _p cms ²
ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ J_y (κάθετο άξονα)	3592,500g _p cms ²

(8) RF - CVT

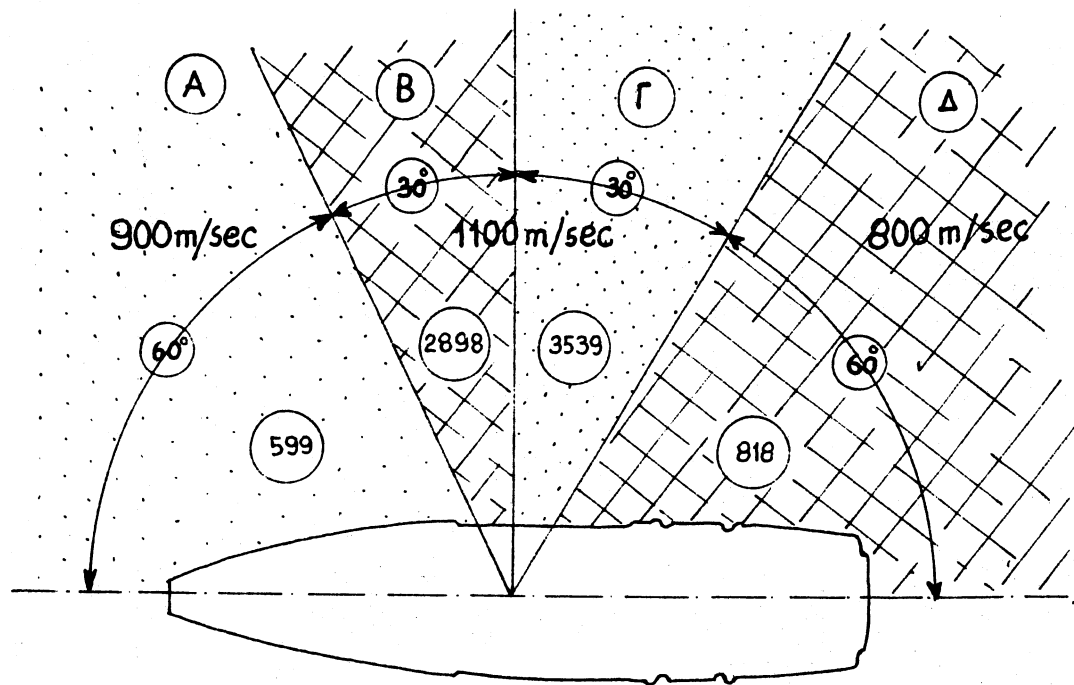
Ο όρος αυτός αφορά πυροσωλήνα RF-VT στον οποίο είναι δυνατό να ρυθμιστεί από ποία χρονική στιγμή και μετά κατά την πτήση του βλήματος θα λειτουργεί σαν πυροσωλήνας VT ενώ για το προηγούμενο χρονικό διάστημα λειτουργεί μόνο σαν κρουστικός πυροσωλήνας. Οι πυροσωλήνες αυτοί είναι Αμερικανικής κατασκευής και ρυθμίζονται συνήθως για να λειτουργούν σαν πυροσωλήνες RF-VT κατά τα 2,6 τελευταία δευτερόλεπτα προτού φθάσουν στο υπολογιζόμενο σημείο συναντήσεως του βλήματος με το στόχο. Κατ'αυτό τον τρόπο βλήματα με πυροσωλήνες RF-CVT διέρχονται ασφαλώς πάνω από φίλια πλοία, κινούμενα

182

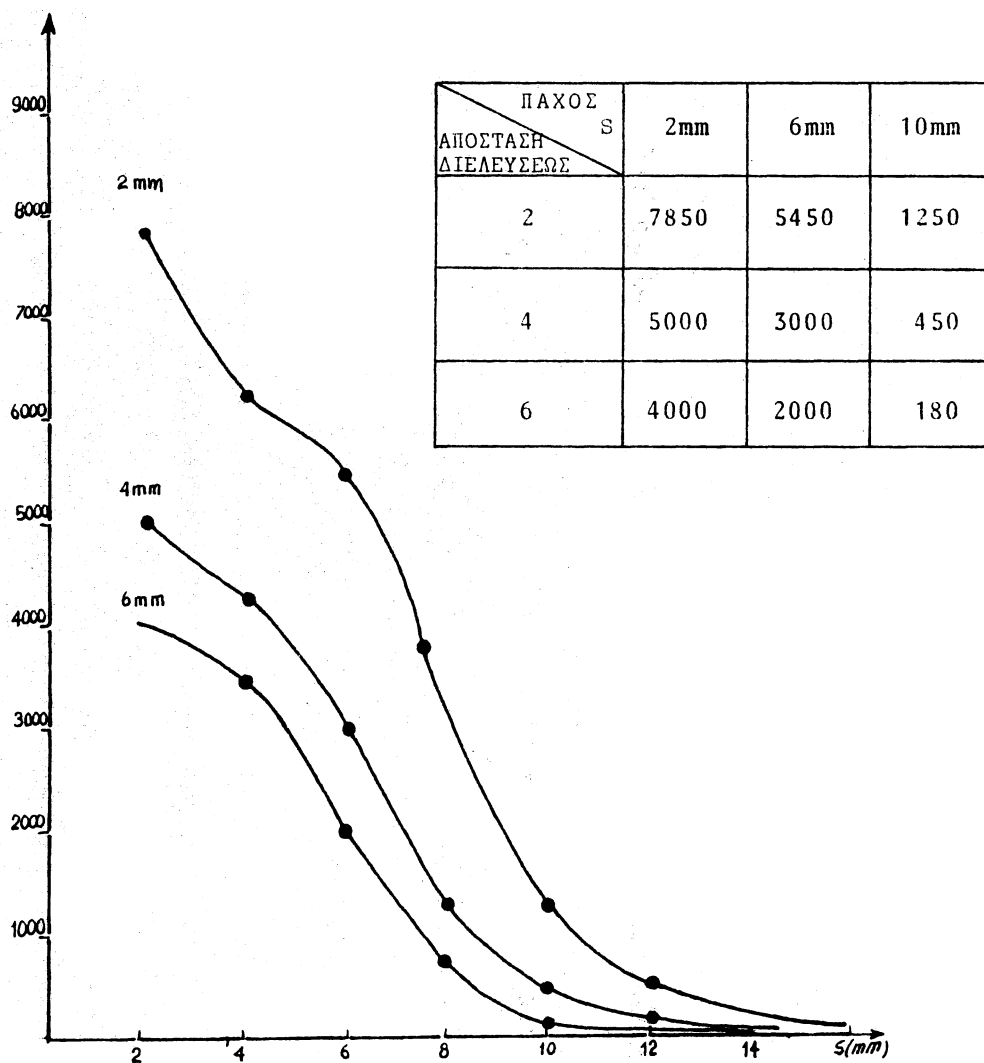
προς τον στόχο των.

(9) HE - IR

Ο όρος αυτός αφορά εκρηκτικά βλήματα τα οποία φέρουν πυροσωλήνα VT-IR.



Σχήμα 4.7-2
Γωνιακή κατανομή θραυσμάτων με την αρχική τους ταχύτητα.



Σχήμα 4.7-3

Συνολικός αριθμός θραυσμάτων με τη διατρητική τους ικανότητα σε συνάρτηση με την απόσταση διελύσεως του βλήματος από το στόχο (MISS DISTANCE).

ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ	Τ Ο Μ Ε Α Σ				ΑΘΡΟΙΣΜΑ	
	Α	Β	Γ	Δ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΡΑΥΣΜΑΤΩΝ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ
0-0,2	149	484	674	244	1551	555g
0,2-0,5	381	1881	2109	467	4838	1113
0,5-1	40	250	388	67	745	621
1-2	24	139	195	21	379	568
2-3	4	53	81	1	139	347
>-3	1	91	92	18	202	1414
ΣΥΝΟΛΟ	599	2898	3539	818	7854	4618g

ΠΙΝΑΚΑΣ: 4.7-1
Αριθμός θραυσμάτων σε συνάρτηση του βάρους των.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 4-1 Ποίες οι δυνάμεις οι χρησιμοποιούμενες στη λειτουργία των ασφαλιστικών διατάξεων (μηχανισμών) τις οποίες φέρουν οι πυροσωλήνες;
- 4-2 Σε ποία περίπου απόσταση από το στόχο πυροδοτείται ένας πυροσωλήνας VT και από ποιούς παράγοντες εξαρτάται το μέγεθος της αποστάσεως αυτής;
- 4-3 Ποία η διαφορά ενός πυροσωλήνα CVT από ένα VT;
- 4-4 Σχεδιάσατε ένα πυροσωλήνα VT και δείξατε τα κύρια μέρη του.
- 4-5 Ποίες οι βασικές κατηγορίες βλημάτων;
- 4-6 Τι είδους πυροσωλήνα μπορούν να φέρουν τα φωτιστικά βλήματα;
- 4-7 Τι είδος βλημάτων θα ήταν πλέον αποτελεσματικό εναντίο κατευθυνομένων βλημάτων και τι είδος πυροσωλήνα θα έπρεπε να φέρει αυτό;
- 4-8 Ποία η διαφορά μεταξύ των βλημάτων SD και NSD.
- 4-9 Ποία η χρησιμότητα του τροχιοδείκτη στα βλήματα;
- 4-10 Ένα βλήμα φέρει την ένδειξη "HE-FCL-VT". Τι σημαίνει αυτή;
- 4-11 Αναφέρατε μια περίπτωση στην οποία θα ήταν προτιμότερη η χρήση βλημάτων RAP αντί κάποιου άλλου είδους βλήματος.
- 4-12 Τι είναι και πώς πυροδοτούνται οι πυροσωλήνες VT-IR;
- 4-13 Η κατάσταση της θάλασσας έχει επίδραση στην λειτουργία των πυροσωλήνων VT και ποία;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Ο ΣΩΛΗΝΑΣ ΤΟΥ ΠΥΡΟΒΟΛΟΥ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σωλήνας (ή η κάννη όπως αλλιώς ονομάζεται) του πυροβόλου αποτελεί το πιο χαρακτηριστικό τμήμα αυτού. Μέσα στο σωλήνα κινείται το βλήμα κατά τη βολή.

Ο σωλήνας ενός πυροβόλου μπορεί να παρομοιαστεί με κύλινδρο μηχανής εσωτερικής καύσεως όπου κατά την εκτόνωση των τα θερμά καυσαέρια οδηγούν ένα βλήμα αντί ένα έμβολο.

Κάθε πυροβόλο φέρει ένα ή περισσότερους σωλήνες. Είναι προφανές ότι αυξανόμενου του αριθμού των σωλήνων, αυξάνει η ισχύς "πυρός" αυτού κατ'ανάλογο τρόπο όπως σε μία μηχανή εσωτερικής καύσεως αυξανόμενων των κυλίνδρων αυξάνεται η ισχύς της. Αυξανόμενου βέβαια του αριθμού των σωλήνων ενός πυροβόλου αυξάνει συγχρόνως και το ολικό του βάρος, τα δε διάφορα συστήματα του πυροβόλου όπως π.χ. το σύστημα ψύξεως, υψώσεως κλπ. γίνονται πιο περίπλοκα.

Αντιαεροπορικά πυροβόλα μικρού διαμετρήματος φέρουν συνήθως δυο σωλήνες. Την εποχή επίσης των αρχών του αιώνα μας που οι βαριές Ναυτικές κατασκευές θωρηκτών και καταδρομικών ήσαν στην ακμή τους, η επιβλητική θέα των πύργων με τους τριπλούς σωλήνες ήταν κάτι αντιπροσωπευτικό του τύπου των πλοίων αυτών. Σήμερα έχουν επίσης αναπτυχθεί συστήματα πυροβόλων μικρών διαμετρημάτων με μεγάλο αριθμό σωλήνων. Τέτοια πυροβόλα των οποίων ο αριθμός των σωλήνων υπερβαίνει σ'ορισμένες περιπτώσεις τον αριθμό 10 είναι ενσωματωμένα σε κάποιο σύστημα εγγύς υποστηρίξεως (Close In Weapon System).

Μέχρι το 1861 οι σωλήνες των πυροβόλων (με τις διαφωρές των μορφές όπως αυτές εξελείχτηκαν από την εποχή του 1330 που εφευρέθηκε η πυρίτιδα από τον B. Schwarz, δηλαδή βομβάρδες, ράβδοι, ιέρακες, ιερακιδείς, καρανάδες, οβιδοβόλα, πυροβόλα κ.ά.) κατασκευάζοντο από διάφορα μέταλλα ή κράματα μετάλλων όπως ο ορείχαλκος, ο χυτοσίδηρος κ.α. Σε μερικές δε περιπτώσεις χρησιμοποιείτο και χάλυβας σε ορισμένα μέρη του σωλήνα. Πρώτος ο Γερμανικός οίκος "KRUPP" κατόρθωσε να παρασκευάσει χάλυβα καλής ποιότητας, το δε έτος 1861 παρουσίασε το πρώτο πυροβόλο του οποίου ο σωλήνας ήταν ολόκληρος από χάλυβα. Την κατασκευή ολόκληρου του σωλήνα από χάλυβα ακολούθησε η Γαλλία (ο στρατός της το 1877 και το Ναυτικό της το 1881), η Μ. Βρετανία το 1880 και ακολούθησαν και οι άλλες χώρες. Σήμερα το μοναδικό υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή σωλήνων πυροβόλων είναι ο χάλυβας αφού προηγουμένως υποστεί σφυρηλάτηση και διάφορες θερμικές επεξεργασίες (όπως βαφή, ανόπτηση, επαναφορά κ.α.).

Παρ' όλη τη μακρά ιστορία του σωλήνα του Πυροβόλου, μέχρι το 1861 υπήρξε μια βραδύτητα στην εξέλιξή του. Αντίθετα στη συνέχεια η εξέλιξή του ήταν πολύ γρήγορη με συνέπεια στις μέρες μας το πυροβόλο να θεωρείται ένα σύγχρονο και αποτελεσματικό όπλο.

5.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΩΛΗΝΑ ΚΑΙ ΠΗΓΑΙΟΥ ΠΥΡΟΒΟΛΟΥ

Ο σωλήνας κάθε πυροβόλου αποτελείται από δυο συνεχόμενα τμήματα, την θαλάμη και το αυλακωμένο κοίλο, τα οποία φαίνονται στο σχήμα 5.2-1.

Η θαλάμη (Chamber) είναι το τμήμα εκείνο του σωλήνα το οποίο καταλαμβάνει η προωθητική πυρίτιδα με τη συσκευασία της κατά την γέμιση του πυροβόλου, το δε αυλακωμένο κοίλο (Bore) είναι το τμήμα εκείνο του σωλήνα μέσα στο οποίο κινείται το βλήμα ωθούμενο από την πίεση των καυσαερίων που προέρχονται από την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας.

Ο σωλήνας κάθε πυροβόλου συνδέεται με το υπόλοιπο πυ-

ροβόλο, συγκεκριμένα με το πηγαίο του πυροβόλου προσαρμοζόμενος με σύστημα "Bayonet".

Στο πηγαίο (Breech Housing ή απλώς Housing) επίσης κινείται και στερεώνεται το κλείστρο του πυροβόλου (Breech Block). Το κλείστρο ανοίγει για τη γέμιση του πυροβόλου και κλείνει για την πυροδότηση, αποφράσσοντας την προς τα πίσω δίοδο διαφυγής των καυσαερίων.

Ο σωλήνας και το πηγαίο τα οποία περιγράφονται αναλυτικότερα κατωτέρω, στηρίζονται στο πυροβόλο από το Λίκνο.

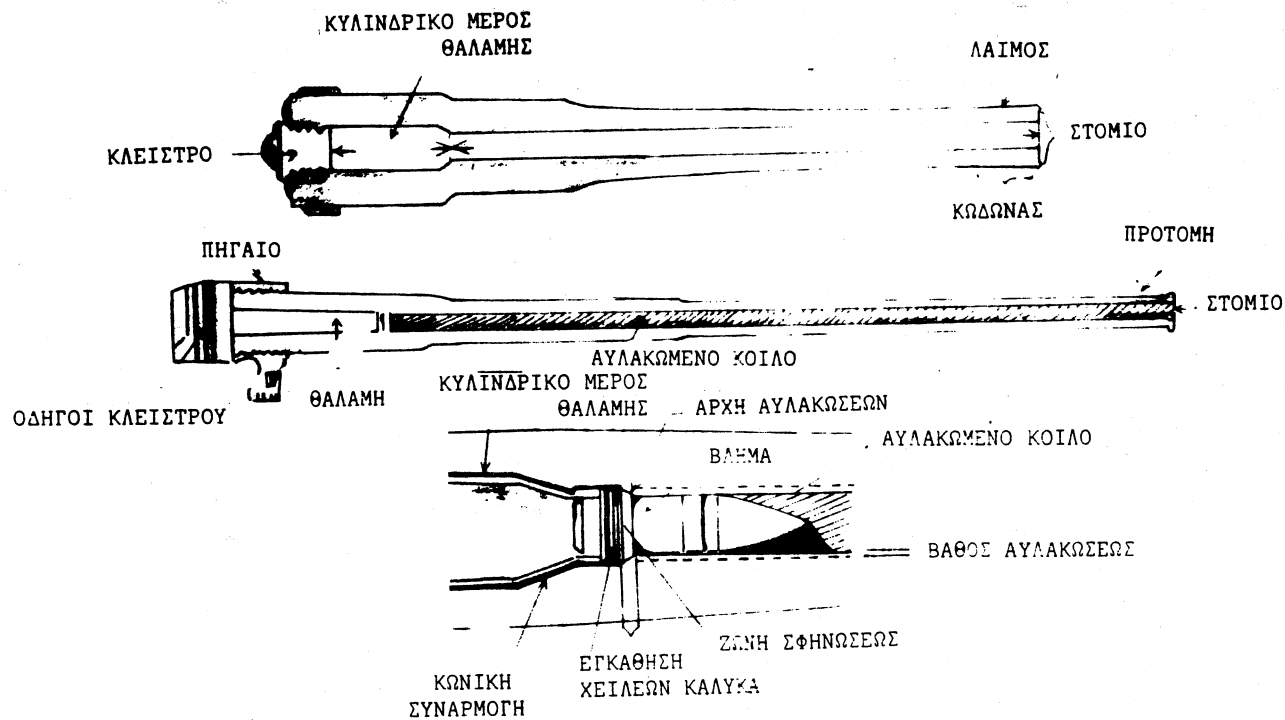
α. Πηγαίο

Το πηγαίο κινείται κατά την ανάκρουση και επαναφορά πάνω στις επιφάνειες που το στηρίζουν στο Λίκνο "slide". Μέσα στο πηγαίο στερεώνεται και κινείται το κλείστρο. Υπάρχουν δύο τύποι κλείστρων, το κοχλιωτό "Interrupted screw" και το ολισθαίνον "Sliding wedge". Κάθε κλείστρο ανεξάρτητα του τύπου και της μεθόδου λειτουργίας του πρέπει να ικανοποιεί κατά τον καλλίτερο δυνατό τρόπο τις ακόλουθες απαιτήσεις: Να είναι ικανό ν'ανοίγει και να κλείνει γρήγορα. Να μην επιτρέπει διαφυγή δια μέσου αυτού καυσαερίων προερχομένων από την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας. Να περιλαμβάνει τέλος τα μέρη εκείνα από τα οποία αποτελείται ο μηχανισμός πυροδοτήσεως. Κατωτέρω περιγράφονται οι δυο προαναφερθέντες τύποι κλείστρων.

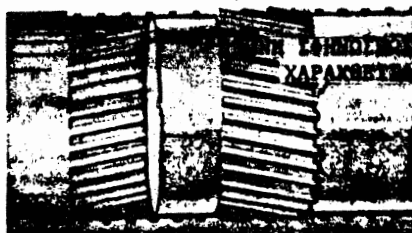
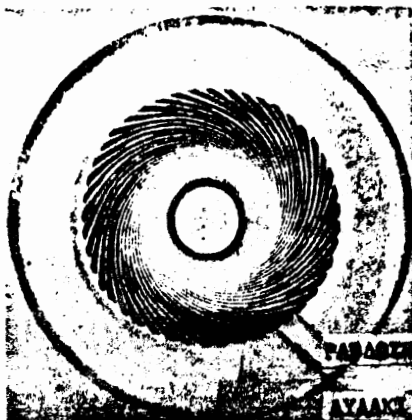
(1) Το Κοχλιωτό Κλείστρο

Ένα κοχλιωτό κλείστρο φαίνεται στο σχήμα 5.2-3α. Κλείστρα αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται στα πυροβόλα μεγάλου διαμετρήματος τα οποία και χρησιμοποιούν προωθητική πυρίτιδα σε σακκίδια δηλαδή πυροβόλα 8" (πλην ταχυβόλων 8") και άνω. Στην εποχή μας βέβαια πολύ λίγα πυροβόλα αυτού του είδους μπορούμε να συναντήσουμε σε εν ενεργεία πολεμικά πλοία.

Ο τύπος αυτός του κλείστρου παρέχει ασφάλεια έναντι

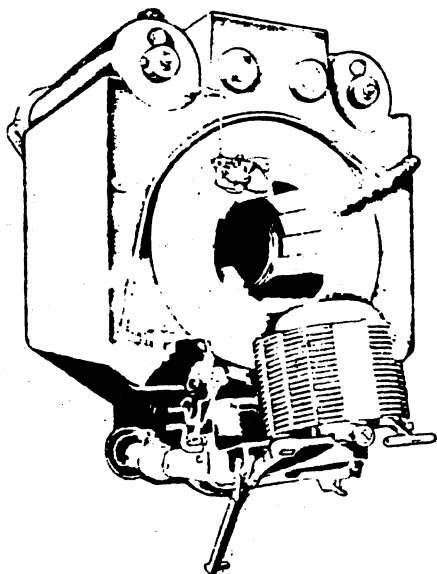


Σχήμα 5.2-1
Μέρη σωλήνα πυροβόλου

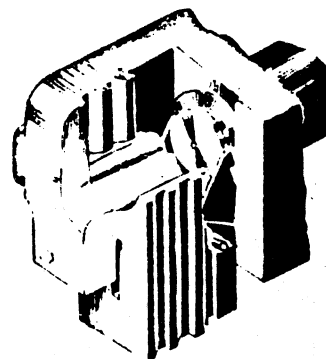


Σχήμα 5.2-2

Αυλακωμένο κοίλο και βάθος
ελεγχόμενο από το νερό



Σχήμα 5.2-3α
ΤΥΠΙΚΟ κοχλιωτό κλείστρο



Σχήμα 5.2-3β
ΤΥΠΙΚΟ ευσταρωτό ή καταπέπτον
κλείστρο.

των αναπτυσσομένων στα πυροβόλα αυτά πολύ μεγάλων πιέσεων (της τάξεως των 60000PSI). Όταν δε το κλείστρο αυτό κλείσει με τη βοήθεια ενός υδραυλικού συστήματος, στη συνέχεια δια περιστροφής κατά 30° κλείνει επιτυγχανομένης πλήρους εφαρμογής.

(2) Το Ολισθαίνον Κλείστρο

Ο τύπος αυτός του κλείστρου χρησιμοποιείται απ'όλα τα πυροβόλα τα οποία χρησιμοποιούν προωθητική πυρίτιδα τοποθετημένη σε φυσίγγες, δηλαδή πυροβόλα μικρού και μεσαίου διαμετρήματος και ταχυβόλα πυροβόλα 8".

Ο τύπος αυτός του κλείστρου παρέχει δυνατότητα ταχυβολίας και χρησιμοποιείται σε όλα τα σύγχρονα πυροβόλα. Το ολισθαίνον κλείστρο διακρίνεται σε δυο είδη, το συρταρωτό ή οριζοντίου ολισθήσεως που χρησιμοποιείται σε πυροβόλα μικρού διαμετρήματος όπως π.χ. πυροβόλα 20mm, πυροβόλα EMERLEC 30mm και το καταπίπτον ή κατακορύφου ολισθήσεως που χρησιμοποιείται σε πυροβόλα μεγαλύτερου διαμετρήματος όπως π.χ. σε πυροβόλα 3", 5" κ.α. Ένα τυπικό παράδειγμα καταπίπτοντος κλείστρου φαίνεται στο σχήμα 5.2-3β. Το μεγαλύτερου διαμετρήματος πυροβόλο που χρησιμοποιεί σήμερα αυτό το είδος κλείστρου είναι το Αμερικανικό 8"/55 Rapid Fire (RF).

Το κατακορύφου ολισθήσεως ή καταπίπτον κλείστρο ολισθαίνει κατακόρυφα μέσα στις εσωτερικές ραβδώσεις του πηγαίου οι οποίες και του δίνουν την δυνατότητα ν'αντιστέκεται στις πολύ μεγάλες πιέσεις που αναπτύσσονται μέσα στη θαλάμη την οποία και κλείνει στεγανά.

Οι εξωλκείς "Extractors", οι οποίοι απομακρύνουν τον κάλυκα μετά τη βολή από τη θαλάμη, ενεργοποιούνται μηχανικά με την προς τα κάτω ολίσθηση του κλείστρου.

β. Η Θαλάμη

Η θαλάμη είναι το πιο παχύ μέρος του σωλήνα γιατί πρέπει ν'αντιστέκεται στις πολύ μεγάλες πιέσεις που αναπτύσσο-

νται σ'αυτή. Η θαλάμη προσφέρει το χώρο τον οποίο καταλαμβάνει η προωθητική πυρίτιδα όταν το πυροβόλο είναι γεμάτο.

Θαλάμη σωλήνα στον οποίο η προωθητική πυρίτιδα τοποθετείται σε φυσίγγες είναι διαμορφωμένη όπως φαίνεται στο σχήμα 5.2-4. Διακρίνονται δε σ'αυτή τα παρακάτω μέρη:

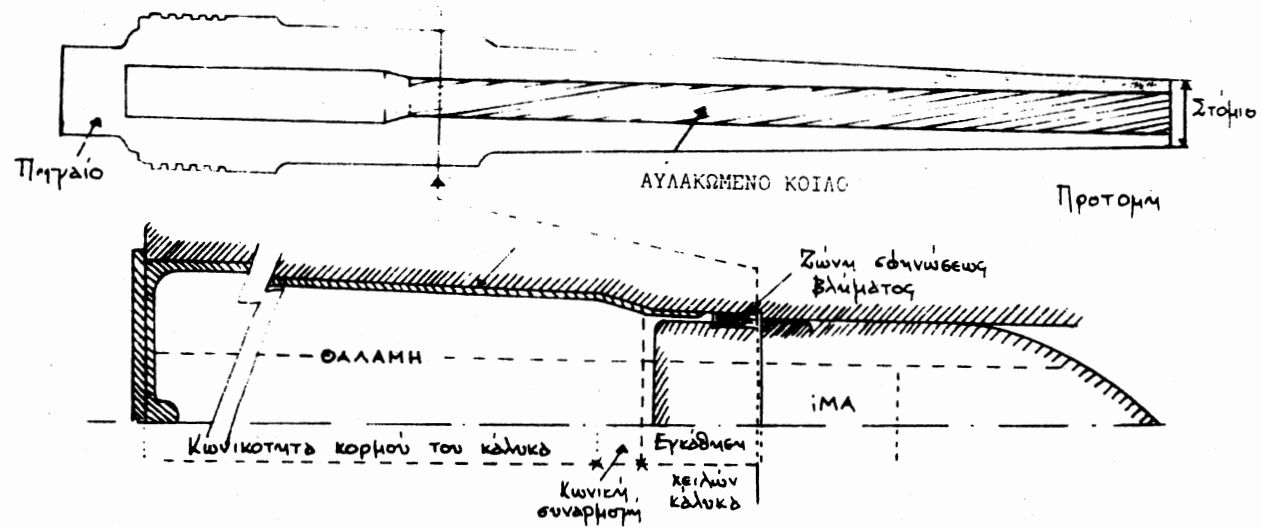
- (1) Το κυλινδρικό μέρος της θαλάμης "chamber cylinder"
- (2) Την κωνική προσαρμογή "chamber front slope" και
- (3) Την εγκάθηση των χειλέων του κάλυκα. Το τμήμα αυτό της θαλάμης είναι ελαφρά κωνικό ($1/100$ έως $1/500$) και σ'αυτό ακουμπούν κατά τη γέμιση του πυροβόλου τα χείλη του κάλυκα τα οποία συγκρατούν το βλήμα (όταν πρόκειται για πυρομαχικά σύνθετης φυσίγγης).

γ. Το Αυλακωμένο Κοίλο

Το αυλακωμένο κοίλο είναι το μετά τη θαλάμη μέρος του σωλήνα και διατηρεί σταθερή εσωτερική διάμετρο σε όλο το μήκος του. Μέσα στο αυλακωμένο κοίλο κινείται το βλήμα κατά την βολή με την πίεση των καυσαερίων τα οποία δημιουργούνται κατά την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας και εξέρχεται με μεγάλη ταχύτητα στην ατμόσφαιρα από το στόμιο του σωλήνα.

Για να μπορεί ένα πυροβόλο να επιτύχει μεγάλα βεληνεκή και ακρίβεια στη βολή του, τα βαλλόμενα από αυτό βλήματα, κατ'απαίτηση της εξωτερικής βλητικής, πρέπει να έχουν κατά την πτήση τους στην ατμόσφαιρα γυροσκοπικές ιδιότητες. Για το λόγο αυτό σ'όλα τα σύγχρονα πυροβόλα το εξερχόμενο από το σωλήνα βλήμα περιστρέφεται με μεγάλη περιστροφική ταχύτητα ως προς τον άξονα συμμετρίας του.

Τούτο επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των ραβδώσεων "Rifling" τις οποίες το αυλακωμένο κοίλο φέρει όπως φαίνεται στο σχήμα 5.2-3. Η περιστροφική αυτή ταχύτητα του βλήματος ποικίλλει από πυροβόλο σε πυροβόλο. Για παράδειγμα στο πυροβόλο 5"/38 η περιστροφική ταχύτητα με την οποία εξέρχεται



Σχήμα: 5.2-4.

Ο Σωλήνας και η θαλάμη Πυροβόλου

το βλήμα από το σωλήνα του πυροβόλου είναι 12480 RPM. Στο πυροβόλο 3"/50 η περιστροφική αυτή ταχύτητα είναι 20280 RPM και στο πυροβόλο 40mm/L60 περί τις 40000 RPM. Κατ'αυτό τον τρόπο το βλήμα έχει ευσταθή πτήση στην ατμόσφαιρα διατηρώντας, πάντα την κορυφή του προς την κατεύθυνση της κινήσεώς του, όπως λεπτομερέστερα τούτο αναλύεται από την εξωτερική βλητική.

Τα αυλάκια "Grooves" είναι οι εισοχές των οποίων το βάθος κυμαίνεται συνήθως από 0,8 έως 1,8mm από πυροβόλο σε πυροβόλο. Οι δε ραβδώσεις "Lands" είναι οι προεξοχές των οποίων το πλάτος συνήθως είναι από 3mm και άνω. Ο αριθμός των αυλακιών τα οποία το αυλακωμένο κοίλο φέρει κατά κανόνα είναι τριπλάσιος του διαμετρήματος του σωλήνα. (του διαμετρήματος μετρούμενου σε εκατοστά). Αν το διαμέτρημα σε εκατοστά είναι δεκαδικός αριθμός, τότε πρέπει για τον υπολογισμό των αυλακιών να χρησιμοποιηθεί ο πλησιέστερος ακέραιος αριθμός. Για παράδειγμα στο πυροβόλο ΟΤΟ ΜΕΛΑΡΑ 76mm/62 ο αριθμός των αυλακιών του σωλήνα είναι $8 \times 3 = 24$.

Οι αυλακώσεις είναι συνήθως σταθερής κλίσεως (ελικοειδείς αυλακώσεις) οπότε και το ανάπτυγμα κάθε μιας σε επίπεδο είναι ευθεία γραμμή (Σταθερό βήμα έλικας). Σε πυροβόλα όμως μικρού διαμετρήματος η γωνία του βήματος της έλικας των αυλακώσεων μερικές φορές είναι μεγαλύτερη προς το στόμιο του σωλήνα όπως για παράδειγμα στο πυροβόλο 40mm / L60 όπου η κλίση των αυλακώσεων στην αρχή του αυλακωμένου κοίλου είναι μία στροφή ανά 45 διαμετρήματα και στο στόμιο του σωλήνα γίνεται μια στροφή ανά 30 διαμετρήματα.

Η φορά των ραβδώσεων όπως ο σωλήνας φαίνεται από την θαλάμη είναι δυνατό να είναι προς τα δεξιά ή προς τ'αριστερά οπότε και η φυσική εκτροπή του βλήματος στην ατμόσφαιρα (Drift) θα σημειωθεί προς την αντίστοιχη κατεύθυνση. Σ'όλα τα Ναυτικά πυροβόλα και τα όπλα φορητού οπλισμού (εκτός από το πιστόλι 0,45") η φορά των ραβδώσεων είναι δεξιόστροφη οπότε και η φυσική εκτροπή είναι και αυτή προς τα δεξιά.

Λόγω των φαινομένων που παρατηρούνται με την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας και την κίνηση του βλήματος προς το στόμιο του σωλήνα δημιουργούνται φθορές στο αυλακωμένο κοίλο. Το φαινόμενο αυτό αναλύεται λεπτομερέστερα σε επόμενη παράγραφο. Οι φθορές αυτές είναι εντονότερες στην αρχή του αυλακωμένου κοίλου. Φθορά κοίλου στην πράξη σημαίνει απώλεια εσωτερικής πίεσεως λόγω διαφυγής καυσαερίων μπροστά από το βλήμα και επομένως μείωση της αρχικής ταχύτητας με αντίστοιχες δυσμενείς επιπτώσεις στην εξωτερική βλητική. Σε πολλούς τύπους πυροβόλων (ιδίως σε πυροβόλα μεγάλου διαμετρήματος) το αυλακωμένο κοίλο μπορεί ν'αντικατασταθεί σαν ένα εσωτερικό κυλινδρικό στρώμα "Liner" του σωλήνα, όταν παρατηρηθούν υπερβολικές φθορές σ'αυτό. Το μήκος επίσης του σωλήνα μετράται σε διαμετρήματα, π.χ. πυροβόλο 5" / 38 έχει εσωτερική διάμετρο αυλακωμένου κοίλου 5" και το αυλακωμένο του κοίλο έχει μήκος $5" \times 38 = 190"$. Το άκρο του σωλήνα απ'όπου εξέρχεται το βλήμα στην ατμόσφαιρα καλείται στόμιο του σωλήνα (Muzzle) και τέλος το γύρω από το στόμιο κυλινδρικό τμήμα του σωλήνα καλείται προτομή.

Σε σωλήνες πυροβόλων που παρουσιάζουν στο άκρο τους εξωτερικά ένα στένεμα και στη συνέχεια μια διόγκωση μέχρι το στόμιο του σωλήνα το στένεμα αυτό ονομάζεται λαιμός (Neck) το δε υπόλοιπο τμήμα κώδων (Bell).

5.3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΩΛΗΝΩΝ

Όπως προαναφέρθηκε το μέταλλο το οποίο χρησιμοποιείται πλέον σήμερα κατ'αποκλειστικότητα για την κατασκευή των σωλήνων είναι χάλυβας αφού υποστεί σφυρηλάτηση και διάφορες θερμικές επεξεργασίες, προκειμένου να αποκτήσει την απαιτούμενη σκληρότητα και ελαστικότητα. Οι θερμικές αυτές επεξεργασίες περιγράφονται παρακάτω.

α. Θερμικές επεξεργασίες

(1) Βαφή "Hardening, trempe"

Όταν μέταλλο επιδεκτικό βαθφής θερμανθεί μέχρι ερυθρο-πυρώσεως και ψυχθεί απότομα (βυθιζόμενο για παράδειγμα μέσα σε ψυχρό νερό) σκληρύνεται. Όσο δε περισσότερο απότομα γίνεται η ψύξη τόσο η επιτυγχανομένη σκλήρυνση είναι μεγαλύτερη.

Αποτέλεσμα της βαθφής είναι η αύξηση του ορίου ελαστικότητας, του μέγιστου φορτίου, της επιμηκύνσεως θραύσεως, της εκλεπτύνσεως, της δυσθραυστότητας και της ελαττότητας.

(2) Επαναφορά "Tempering, revenu"

Επαναφορά είναι η μέθοδος μετριασμού της σκληρότητας μετά τη βαθφή. Για το σκοπό αυτό το μέταλλο επαναθερμαίνεται με προσοχή και βαθμηδόν μέχρι θερμοκρασίας 200° ή μέχρι 300°C, εξαρτωμένης από το βαθμό της επιζητούμενης επαναφοράς και στη συνέχεια κατακλύζεται με νερό ή λάδι ή ψύχεται στον αέρα. Η επεξεργασία αυτή ελαττώνει την δημιουργηθείσα από τη βαθφή ευθραυστότητα, αφαιρεί μέρος της σκληρότητας και αυξάνει την ακαμψία του μετάλλου.

(3) Ανόπτηση "Annealing, Recuit"

Η ανόπτηση είναι είδος επαναφοράς που γίνεται σε πολύ μεγάλη θερμοκρασία της τάξεως των 900°C ή συνήθως μέχρι αποκτήσεως χρώματος κερασόχρου. Στη συνέχεια η ψύξη δεν γίνεται βεβιασμένα αλλά το μέταλλο αφήνεται να ψυχθεί στον αέρα.

Η ανόπτηση ελαττώνει την σκληρότητα και την ευθραυστότητα του μετάλλου σε μεγαλύτερο βαθμό απ'ότι η επαναφορά.

β. Μέθοδοι Κατασκευής των σωλήνων

Οι σωλήνες των πυροβόλων κατασκευάζονται με την απαιτούμενη αντοχή προκειμένου να είναι σε θέση ν'αντέχουν στις

πολύ μεγάλες πιέσεις οι οποίες αναπτύσσονται σ'αυτούς κατά την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας. Η αντοχή των σωλήνων είναι σε κάθε περιοχή των διπλάσια περίπου σε σχέση με την εξασκούμενη εκεί μέγιστη πίεση. Για το λόγο αυτό το πάχος του μετάλλου του σωλήνα συνεχώς ελαττώνεται προς το στόμιο του σωλήνα.

Οι σωλήνες των πυροβόλων ανάλογα με την απαιτούμενη αντοχή και σε συνδυασμό με διάφορους οικονομοτεχνικούς παράγοντες κατασκευάζονται είτε σαν απλοί σωλήνες "Single Cylinder", είτε ως σύνθετοι σωλήνες "Compound Cylinder".

Οι σύνθετοι σωλήνες χρησιμοποιούνται σε πυροβόλα μεγάλου μόνο διαμετρήματος.

Κατωτέρω αναφέρονται στοιχεία κατασκευής των παραπάνω σωλήνων. Εδώ σημειώνεται το γεγονός ότι τόσο οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι όσο και τα χρησιμοποιούμενα τεχνικά μέσα βρίσκονται σε συνεχή εξέλιξη με βάση τη σύγχρονη τεχνολογική εξέλιξη. Ένα πολύ λεπτό σημείο στην κατασκευή των σωλήνων των πυροβόλων παραμένει πάντα η επεξεργασία της επιφάνειας του αυλακωμένου κοίλου η οποία γίνεται για να μειωθούν οι φθορές αυτού κατά την χρήση του σωλήνα και ν'αυξηθεί το όριο ζωής του. Για το λόγο αυτό γίνονται διάφορες επιχρωμώσεις, βαφή και άλλες κατεργασίες του εσωτερικού των σωλήνων των πυροβόλων.

(1) Ο Απλούς σωλήνας

Ο απλούς σωλήνας χρησιμοποιείται σε μικρού και μεσαίου διαμετρήματος πυροβόλα και σε όπλα φορητού οπλισμού. Ο σωλήνας αυτός αποτελείται από ένα συνεχόμενο και αυτοτελές τμήμα του οποίου η επεξεργασία παραγωγής ποικίλλει ανάλογα με το μέγεθός του και την απαιτούμενη αντοχή. Στην απλούστερη λοιπόν περίπτωση ο σωλήνας κατασκευάζεται σ'ένα απλό χυτήριο χάλυβα με τη χρησιμοποίηση κατάλληλης μήτρας. Σ'άλλες περιπτώσεις ο σωλήνας κατασκευάζεται κατόπιν εφαρμογής πολύ μεγάλης υδραυλικής πίεσεως εσωτερικά και κατά μήκος

του σωλήνα του οποίου η διάμετρος είναι λίγο μικρότερη από την επιθυμητή διάμετρο. Όταν η πίεση σταματήσει να εξασκείται τα διάφορα υποθετικά εξωτερικά στρώματα του σωλήνα προσπαθούν να επανέλθουν στις αρχικές των διαστάσεις, ενώ το εσωτερικό στρώμα τείνει να διατηρήσει τις διαστάσεις που απόκτησε. Έτσι τα εξωτερικά στρώματα περισφίγγουν ισχυρά τα εσωτερικά μ'αποτέλεσμα ο σωλήνας ν'αποκτήσει τέτοια μεταλλουργική σύνθεση ώστε ν'αντέχει σε πολύ μεγάλες πιέσεις. Οι σωλήνες αυτοί καλούνται "Monobloc" η δε μέθοδος κατασκευής των ακτινωτής διαστολής "Radially expanded" το πυροβόλο δε όπλο που φέρει τέτοιο σωλήνα ονομάζεται "Radial expansion monoblock gun".

(2) Ο Σύνθετος Σωλήνας

Ο Σύνθετος σωλήνας αποτελείται από δυο μέχρι τέσσερεις απλούς σωλήνες οι οποίοι καλούνται στοιχεία ή χιτώνια. Τα χιτώνια αυτά τοποθετούνται κατά τρόπο ώστε το ένα να περιβάλλει το άλλο διαδοχικά. Είναι φανερό ότι η σύνθεση αυτή των χιτωνίων θα πρέπει να πραγματοποιείται κατά τρόπο ώστε κάθε ένα από αυτά να εξασκεί κάποια πίεση περισφίγγοντας το αμέσως μετά απ'αυτό εσωτερικά ευρισκόμενο. Τούτο πραγματικά επιτυγχάνεται με τον καθορισμό της εσωτερικής διαμέτρου κάθε χιτωνίου ελάχιστα μικρότερης της εξωτερικής διαμέτρου του χιτωνίου το οποίο θα περιβάλλει. Η διαφορά των δυο προαναφερθεισών διαμέτρων καλείται "Σύσφιγξη". Με την θέρμανση δε του εξωτερικού χιτωνίου και λόγω της συντελούμενης διαστολής του επιτυγχάνεται στη συνέχεια η τοποθέτηση του γύρω από το εσωτερικό χιτώνιο. Μετά ψυχόμενο το εξωτερικό χιτώνιο προσπαθώντας να επανέλθει στις αρχικές του διαστάσεις περισφίγγει το εσωτερικό χιτώνιο. Η σύσφιγξη η οποία έχει διαστάσεις μήκους στην περίπτωση αυτή είναι πολύ μικρή σε σχέση με την ακτίνα του σωλήνα. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ελαστική αντοχή του σωλήνα σε εξωτερικές πιέσεις με σύγχρονη εξοικονόμηση βάρους και όγκου. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται "συγκεντρωτικών χιτωνίων", "Build up method".

Σε περίπτωση που λόγω φθοράς κοίλου ο σωλήνας δεν είναι πλέον κατάλληλος για επιχειρησιακή χρήση τότε αντικαθίσταται το εσωτερικό του μόνο χιτώνιο το οποίο φέρει τις ραβδώσεις και τις αυλακώσεις με καινούργιο σε αντίθεση με τους απλούς σωλήνες που πρέπει ν' αντικατασταθεί ολόκληρος ο σωλήνας. Σε ορισμένες επίσης περιπτώσεις φθοράς κοίλου συνθέτου σωλήνα μπορεί ν' αντιμετωπιστεί με επισκευή του παλαιού με τόννευση και ειδική επεξεργασία.

5.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΥΡΟΒΟΛΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΔΙΑΜΕΤΡΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ

Σαν διαμέτρημα "Caliber" ενός πυροβόλου ορίζεται η διάμετρος του αυλακωμένου κοίλου μετρουμένη μεταξύ των ραβδώσεων. Εκφράζεται δε αυτή σε ίντσες ή χιλιοστά του μέτρου. Το μήκος του αυλακωμένου κοίλου εκφράζεται σε διαμετρήματα. Έτσι ένα πυροβόλο του οποίου το διαμέτρημα είναι 5" και το μήκος του αυλακωμένου κοίλου είναι 270" χαρακτηρίζεται σαν πυροβόλο 5"/54, το οποίο σημαίνει ότι η διάμετρος του σωλήνα του πυροβόλου μετρουμένη μεταξύ των ραβδώσεων είναι 5 ίντσες το δε μήκος του αυλακωμένου κοίλου είναι $54 \times 5 = 270$ ίντσες.

Ανάλογα τώρα με το μέγεθος του διαμετρήματός των τα Ναυτικά πυροβόλα ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες:

α. Μεγάλου Διαμετρήματος "Major Caliber"

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα πυροβόλα των οποίων το διαμέτρημα είναι 8" ή μεγαλύτερο.

β. Μεσαίου Διαμετρήματος "Intermediate Caliber"

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα πυροβόλα εκείνα των οποίων το διαμέτρημα είναι μεγαλύτερο των 4" και μικρότερο των 8".

γ. Μικρού Διαμετρήματος "Minor Caliber"

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα πυροβόλα των οποίων το διαμέτρημα είναι μεγαλύτερο από 0.60" μέχρι και 4".

δ. Φορητός Οπλισμός "Small Arms"

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα πυροβόλα όπλα των οποίων το διαμέτρημα είναι 0.60" (Δηλαδή 15,2mm) ή μικρότερο.

5.5. ΦΘΟΡΑ ΚΟΙΛΟΥ ΣΩΛΗΝΑ

α. Εισαγωγή

Η ακρίβεια βολής ενός πυροβόλου εξαρτάται σημαντικά από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το αυλακωμένο κοίλο του σωλήνα. Συγκεκριμένα τούτο υπόκειται σε φθορές το σύνολο των οποίων ονομάζεται φθορά κοίλου, ανεξάρτητα από το αίτιο που τις προκαλεί. Η φθορά αυτή έχει πολύ δυσμενείς επιπτώσεις στην εσωτερική βλητική και κατά συνέπεια και στην εξωτερική βλητική γιατί αποτελεί αιτία διαφυγής καυσαερίων μπροστά από το βλήμα καθώς αυτό κινείται μέσα στο σωλήνα, μ'αποτέλεσμα την πτώση της πιέσεως και τη μείωση της αρχικής ταχύτητας. Στο σχήμα 5.5-1 φαίνεται ένα τμήμα εφθαρμένου αυλακωμένου κοίλου.

β. Τύποι Φθοράς κοίλου

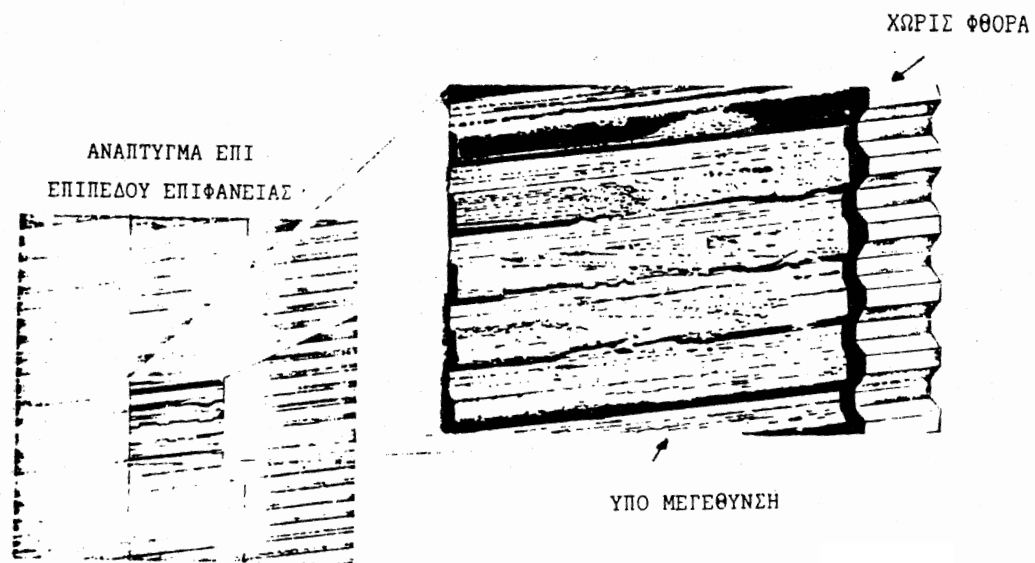
Υπάρχουν γενικά δυο τύποι φθοράς κοίλου, η "διάβρωση" που είναι αποτέλεσμα των φαινομένων που παρατηρούνται κατά τη βολή και η "σκωρίαση" που είναι αποτέλεσμα πλημμελούς συντηρήσεως του σωλήνα. Από αυτές η πρώτη είναι η σοβαρότερη, ο δε έλεγχός της είναι επίσης δύσκολος.

Οι δυο αυτοί τύποι φθοράς κοίλου περιγράφονται κατωτέρω:

(1) Διάβρωση "Erosion"

Η διάβρωση είναι η φθορά που δημιουργείται όχι μόνο από την τριβή του βλήματος με τις επιφάνειες του αυλακωμένου κοίλου αλλά και από τους ακόλουθους μηχανισμούς.

Τα μόρια των καυσαερίων κινούμενα με μεγάλη ταχύτητα



Σχήμα 5.5-1
Ευθαρμένο κοίλο σωλήνα

κατά μήκος των θερμών επιφανειών του αυλακωμένου κοίλου δημιουργούν φθορές σ' αυτές. Χημικές αντιδράσεις μεταξύ των καυσαερίων και του μετάλλου του αυλακωμένου κοίλου έχουν σαν συνέπεια τη μείωση της περιεκτικότητας του τελευταίου σε άνθρακα.

Γρήγορη και σημαντική επίσης σε μέγεθος μεταβολή της θερμοκρασίας του σωλήνα επιδρά στη σκληρότητα του μετάλλου προκαλώντας και ραγίσματα σ' αυτό. Τα κυκλοφορούντα δε με ορμή καυσαέρια στους πόρους του μετάλλου καθώς αυτοί ανοιγοκλείνουν λόγω των μεταβολών θερμότητας που αναφέρθηκαν προηγουμένως προκαλούν ανάλογες διαβρώσεις.

Τέλος δε διαφεύγοντα μπροστά από το βλήμα καυσαέρια ενεργούν σαν "jet" το οποίο προκαλεί φθορές στην επιφάνεια του αυλακωμένου κοίλου ιδίως εκεί που υπάρχουν ραγίσματα.

Η διάβρωση είναι πάντα μεγαλύτερη στην αρχή του αυλακωμένου κοίλου "origin" οι δε κορυφές των ραβδώσεων φθείρονται ταχύτερα από την επιφάνεια των αυλακίων. Διάβρωση επίσης στην αρχή του αυλακωμένου κοίλου πυροβόλων που χρησιμοποιούν πυρομαχικά απλής φυσίγγης έχει σαν συνέπεια κατά τη γέμιση του πυροβόλου το βλήμα να προχωράει όλο και πιο βαθύτερα μέσα στο σωλήνα με συνέπεια τη μείωση της αρχικής ταχύτητας. Στα πυροβόλα επίσης που χρησιμοποιούν πυρομαχικά σύνθετης φυσίγγης αν και δεν παρατηρείται αυτό το φαινόμενο, όμως το αποτέλεσμα είναι το ίδιο λόγω της διαφυγής καυσαερίων μπροστά από το βλήμα.

(2) Σκωρίαση "Corrosion"

Η κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας συνοδεύεται από έκλυση μεγάλων ποσοτήτων θερμότητας, ανάπτυξη πολύ μεγάλων πιέσεων και περίπλοκες χημικές αντιδράσεις. Τα υπολείμματα της κατακάυσεως αυτής εκτινάσσονται έξω από το σωλήνα μετά την έξοδο του βλήματος από αυτόν. Τυχόν όμως εναπομένοντα μετά τη βολή στερεά κατάλοιπα με τη μορφή διαβρωτικών αλάτων μέσα στο αυλακωμένο κοίλο, δρουν κατά τρόπο διαβρωτικό προκαλώντας τοπικές σκωριάσεις στις επιφάνειες του αυλακω-

μένου κοίλου. Σκόνη επίσης καθώς και διάφορα άλλα ξένα σώματα που εισέρχονται στο αυλακωμένο κοίλο και επικάθονται στις επιφάνειές του, ιδιαίτερα δε θαλασσινό νερό, έχουν ανάλωση διαβρωτική επίδραση και υποβοηθούν συγχρόνως τον διαβρωτικό μηχανισμό που προαναφέρθηκε.

Κατάλοιπα επίσης ρινίσματα χαλκού "Copper Fouling" που δημιουργούνται κατά τη χάραξη της ζώνης σφηνώσεως του βληματος από τις ραβδώσεις του αυλακωμένου κοίλου που παραμένουν μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου αποτελούν εστίες με ανάλωγες διαβρωτικές δυνατότητες.

γ. Κατ' αρχή η διάβρωση αυτή έχει άμεση εξάρτηση από τη θερμοκρασία των καυσαερίων και από τη χρονική διάρκεια κατά την οποία αυτά παραμένουν εγκλωβισμένα μέσα στο σωλήνα. Για το λόγο αυτό στα μεγάλα πυροβόλα με μεγάλο μήκος κάννης, με προωθητικές γομώσεις μικρής σχετικά ταχύτητας κατακαύσεως και μεγάλης ποσότητας εκλυόμενης θερμότητας προκαλείται μεγαλύτερη φθορά κοίλου. Από διαφορετικό όμως οπτικό πρίσμα στα μικρότερα πυροβόλα η ταχυβολία είναι μεγαλύτερη και εξ' αιτίας αυτού του παράγοντα η διάβρωση του κοίλου είναι μεγαλύτερη στα πυροβόλα αυτά.

Οι προσπάθειες γενικά για τον έλεγχο της διαβρώσεως του κοίλου αποβλέπουν στον περιορισμό της εκλυόμενης θερμότητας κατά την κατάκαυση της προωθητικής πυρίτιδας, και στην προστασία της επιφάνειας του αυλακωμένου κοίλου με επικάλυψή της με κάποιο ειδικό προστατευτικό στρώμα. Συχνά για το σκοπό αυτό σε σύγχρονα πυροβόλα χρησιμοποιείται κάποια σύνθεση με χρώμιο "Chromium plating". Επειδή δε η επιχρωμίωση αυτή υπόκειται σε φθορές κατά τη βολή και επειδή κάθε νέος σωλήνας δοκιμάζεται από τον κατασκευαστή του σε ειδικά πεδία βλητικών δοκιμών ονομαζόμενα "βαλιπεδία" προ της διαθέσεώς του, παρατηρείται το φαινόμενο οι νέοι σωλήνες να φέρουν τοπικές φθορές επιχρωμιώσεως του αυλακωμένου κοίλου. Οι φθορές αυτές μέχρι ένα σημείο θα πρέπει να θεωρούνται φυσιολογικές. Καταβάλεται δε συνεχής προσπάθεια βελ-

τιώσεως της προστασίας της επιφάνειας του αυλακωμένου κοίλου αυξάνοντας κατ'αυτό τον τρόπο το όριο ζωής του σωλήνα του πυροβόλου κάνοντάς το έτσι περισσότερο ανταγωνιστικό όπλο.

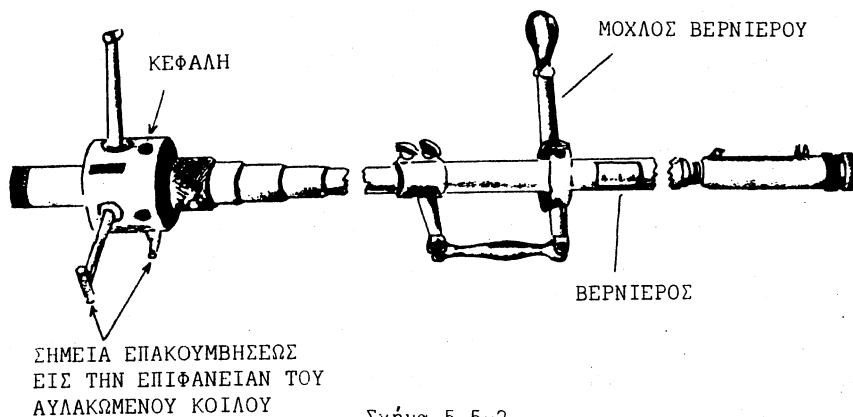
Όσον αφορά τώρα τη σκωρίαση, που προαναφέρθηκε, αυτή έχει σχέση με τη συντήρηση η οποία γίνεται στο σωλήνα του πυροβόλου από το αρμόδιο προσωπικό συντηρήσεως του πυροβόλου. Ο έλεγχος αυτής επιτυγχάνεται βασικά με τον καθαρισμό του αυλακωμένου κοίλου το ταχύτερο δυνατό μετά από κάθε εκτέλεση πυρών και περιοδικά, με την χρησιμοποίηση ειδικών ράβδων μάξεως, ειδικών βουρτσών και καταλλήλων υλικών καθαρισμού. Προκειμένου δε να αποφευχθεί η είσοδος σκόνης και ξένων σωμάτων μέσα στο σωλήνα όταν το πυροβόλο βρίσκεται σε κατάσταση στερεώσεως τοποθετείται ειδικό κάλυμμα προτομής το οποίο καλύπτει το στόμιο του σωλήνα. Μέριμνα επίσης πρέπει να λαμβάνεται για τον περιοδικό αερισμό του εσωτερικού του σωλήνα και την προστασία του από υγρασία.

δ. Μέτρηση Φθοράς Κοίλου

Η φθορά κοίλου μετρείται περιοδικά (στο Π.Ν. ετησίως) από ειδικευμένο προσωπικό των Ναυστάθμων με ειδικά όργανα.

Σε πυροβόλα διαμετρήματος μέχρι 40mm η μέτρηση γίνεται μόνο στην αρχή του αυλακωμένου κοίλου δια μετρήσεως της προχώρησεως μέσα στο αυλακωμένο κοίλο ενός κωνικού σώματος "Weargage" που εισάγεται μέσα σ'αυτό με τη βοήθεια μιας ράβδου, όσο μεγαλύτερη δε είναι η φθορά του αυλακωμένου κοίλου τόσο περισσότερη και η προχώρηση του οργάνου μέσα σ'αυτό.

Σε πυροβόλα μεγαλύτερου διαμετρήματος η μέτρηση γίνεται σε περισσότερα σημεία του αυλακωμένου κοίλου δια χρησιμοποίησεως και ενός άλλου οργάνου το οποίο ονομάζεται "Star gage" και φαίνεται στο σχήμα 5.5-2. Το όργανο αυτό αποτελείται από μια ειδική ράβδο και τρεις βραχίονες μεταβλητού μήκους τοποθετημένους κάθετα προς τη ράβδο σχηματίζοντας ανά δυο γωνία 120°.



Σχήμα 5.5-2
Όργανο μετρήσεως φθοράς κοίλου

Ο υπολογισμός της φθοράς κοίλου με βάση τις μετρήσεις που λαμβάνονται με τον τρόπο που αναφέρθηκε προηγουμένως γίνεται με ιδιαίτερη διαδικασία για κάθε τύπο πυροβόλου η οποία είναι καθορισμένη από τον κατασκευαστή του. Στη συνέχεια από την υπολογιζόμενη φθορά κοίλου προσδιορίζεται το όριο ζωής του σωλήνα (δηλαδή για πόσες βολές είναι ακόμα επιχειρησιακά χρησιμοποιήσιμος) και η επίδραση της φθοράς αυτής στην αρχική ταχύτητα του βλήματος. Ο υπολογισμός της επιδράσεως της φθοράς κοίλου στην αρχική ταχύτητα αφορά πυροβόλα τα οποία ανήκουν σε κάποιο Σύστημα Διευθύνσεως Βολής το δε διαμέτρημά τους είναι από 3" και άνω. Και για την περίπτωση αυτή του υπολογισμού της επιδράσεως της φθοράς κοίλου στην αρχική ταχύτητα απαιτούνται κατάλληλα σχεδιαγράμματα ή πίνακες τα οποία παρέχονται από τον κατασκευαστή του πυροβόλου. Έτσι με τη χρησιμοποίηση των παραπάνω πληροφοριών επιτυγχάνεται η ακριβέστερη επίλυση του προβλήματος βολής από τις αντίστοιχες υπολογιστικές μονάδες των Συστημάτων Διευθύνσεως Βολής Πυροβολικού και η έγκαιρη αντικατάσταση του σωλήνα πριν αυτός λόγω υπερβολικής φθοράς γίνει επιχειρησιακά αναξιόπιστος.

Στους πίνακες που προαναφέρθηκαν αναφέρεται επίσης η αντιστοιχία μεταξύ μετρηθείσης φθοράς κοίλου και ισοδυνάμων βληθεισών βολών "ESR-Equivalent Service Rounds". Μετά δε από κάθε εκτελούμενη μέτρηση φθοράς κοίλου και εφόσον το πυροβόλο βάλει εκ νέου, τότε στις ESR προστίθεται ο αριθμός των βολών που βλήθησαν "PESR-Pseudo Equivalent Service Rounds" και με στοιχείο εισόδου το άθροισμα αυτό υπολογίζεται από πίνακες ή σχεδιαγράμματα η αντιστοιχούσα νέα φθορά κοίλου και η αντιστοιχούσα επίδραση στην αρχική ταχύτητα. Η μέθοδος αυτή η οποία βασίζεται στην παραδοχή ότι κάθε βολή δημιουργεί μια συγκεκριμένη φθορά κοίλου παρέχει ικανοποιητική προσέγγιση στην Πυροβολική. Ουσιαστικά όμως η προκαλούμενη από κάθε βολή φθορά κοίλου είναι συνάρτηση διαφόρων παραγόντων όπως η θερμοκρασία του σωλήνα, η ταχυβολία του πυροβόλου κ.α. Βολές που γίνονται με μεγάλη ταχυβολία και επομένως με πολύ μικρά χρονικά διαστήματα ψύξεως του σωλήνα δημιουργούν περισσότερη φθορά κοίλου από ότι θα δημιουργούσαν αν εβάλλοντο με μικρότερη ταχυβολία. Για το λόγο αυτό απαιτείται η περιοδική μέτρηση της φθοράς κοίλου και ο εκάστοτε προσδιορισμός των ESR.

Σε πολλά σύγχρονα πυροβόλα όπως στο πυροβόλο OERLIKON 35mm υπάρχει ειδικό σύστημα το οποίο αποτελείται από δύο πηνία που τοποθετούνται αμέσως μετά το στόμιο του σωλήνα σε μικρή μεταξύ των απόσταση. Δια μετρήσεως δε από το ΣΔΒ του μεσολαβούντος χρόνου κατά την διέλευση κάθε βλήματος μεταξύ των δυο αυτών πηνίων υπολογίζεται αυτόματα η αρχική ταχύτητα κάθε βλήματος. Ο μέσος όρος δε των αρχικών ταχυτήτων των 3 έως 10 πρώτων βλημάτων (Ανάλογα με την επιλογή που κάνουμε) αποτελεί και την τιμή της αρχικής ταχύτητας την οποία χρησιμοποιεί στη συνέχεια το ΣΔΒ για την ακριβή επίλυση του προβλήματος βολής των υπολοίπων βλημάτων.

Επειδή όμως προέκυψε από αυτά που αναφέρονται παραπάνω η φθορά κοίλου έχει μια άμεση σχέση με την ακρίβεια της βολής και για κάθε φθορά κοίλου αντιστοιχεί διαφορετική αρχική ταχύτητα, θα πρέπει τα πυροβόλα κάθε Συστήματος Διευ-

θύνσεως Βολής Πυροβολικού να έχουν όσο το δυνατό ομοιόμορφη φθορά κοίλου ώστε κατά τη σύγχρονη βολή των να εξασφαλίζεται ακρίβεια βολής και συγκέντρωση πυρός. Για το λόγο αυτό ο κανόνας που ισχύει στην πράξη είναι "Οι διαφορές φθοράς κοίλου μεταξύ πυροβόλων του ίδιου διαμετρήματος ενός ΣΔΒ δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες από 10%".

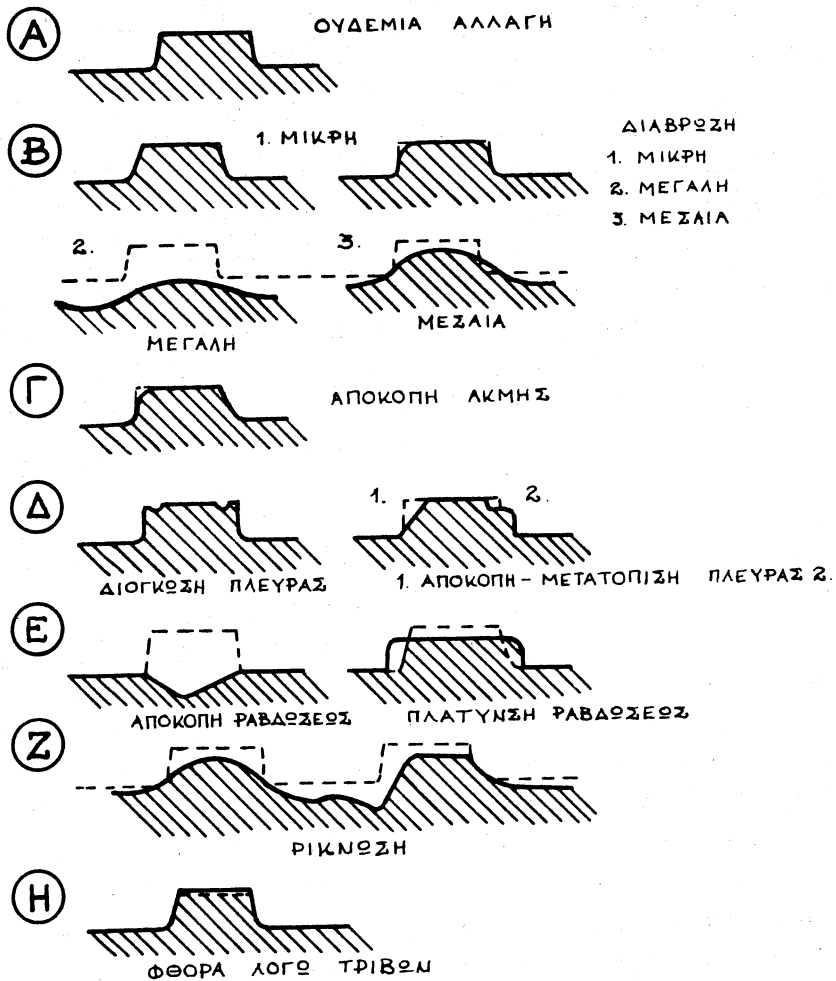
Στους υπολογισμούς που γίνονται για να βρεθεί η επίδραση της φθοράς κοίλου στην αρχική ταχύτητα, σαν φθορά κοίλου στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να λαμβάνεται ο μέσος όρος της φθοράς κοίλου των πυροβόλων. Αν όμως υπάρχουν διαφορές φθοράς κοίλου πάνω από 10% τότε σαν φθορά κοίλου λαμβάνεται ο μέσος όρος των φθορών του μεγαλύτερου δυνατού αριθμού πυροβόλων που η φθορά του κοίλου τους δεν παρουσιάζει διαφορές μεγαλύτερες του 10%.

Στην πράξη επίσης όταν παρατηρούμε το εσωτερικό ενός σωλήνα πυροβόλου και διαπιστώνουμε ότι κατά μήκος τριών τουλάχιστον κατευθύνσεων κατά τον άξονα του σωλήνα που η μεταξύ τους γωνιακή απόσταση είναι 120° υπάρχει η επιχρωμίσωση του αυλακωμένου κοίλου (ή η προστατευτική επικάλυψη του αυλακωμένου κοίλου με το κάθε είδους υλικό που έχει χρησιμοποιηθεί για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση) τότε από την πείρα έχει προκύψει ότι ο σωλήνας αυτός είναι επιχειρησιακά χρησιμοποιήσιμος, ενώ σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει ν' αντικατασταθεί ή να επιχρωμιωθεί.

Στους συνημμένους πίνακες 5.5-1 έως και 5.5-3 φαίνονται κατά σειρά οι διάφοροι τύποι φθοράς κοίλου, οι κατασκευαστικές ανοχές φθοράς σωλήνα πυροβόλου 76/62 ΟΤΟ ΜΕΛΑΡΑ, σε συνάρτηση της αποστάσεως από την αρχή του σωλήνα (από την άκρη που βρίσκεται από το μέρος της θαλάμης) και τέλος ένα έντυπο μετρήσεως φθοράς κοίλου σωλήνα πυροβόλου 76 / 62 ΟΤΟ ΜΕΛΑΡΑ. Σημειωτέον ότι ανάλογα έντυπα τα οποία χρησιμοποιούνται στο Π.Ν. υπάρχουν για τους σωλήνες όλων των πυροβόλων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5-1
ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΦΘΟΡΑΣ ΚΟΙΛΟΥ

Διαγράμματα καθέτων τομών προς τον άξονα του σωλήνα που δείχνουν την ονοματολογία των φθορών ή παραμορφώσεων των μερών.



ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5-2

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΑΝΟΧΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ

ΠΡΒ 76/62 ΟΤΟ ΜΕΛΑΡΑ

ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ mm	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ MINIMUM	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ MAXIMUM
10	103,616	103,816
15	103,424	103,621
40	102,464	102,664
45	102,272	102,472
195	96,513	96,713
200	96,322	96,522
300	92,483	92,683
400	88,644	88,844
405	88,452	88,652
495	84,996	85,196
500	84,805	85,005
580	81,978	82,178
585	81,928	82,128
596	81,819	82,019
600	81,779	81,979
612	81,659	81,859
615	81,629	81,829
622	81,559	81,759
632,34	81,051	81,251
640	80,396	80,596
645	79,938	80,138
648	79,663	79,863

ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΘΟΡΑΣ ΚΟΙΛΟΥ ΟΤΟ ΜΕΛΑ 76 / 62

ΠΛΟΙΟ η ΝΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΚΟΙΛΟΥ
Σ ΒΑΛΙΑΝΗΣ ΜΕΤΑ ΟΡΓΑΝΑ
(100-125) (80-100) (80-90)
(70-80) Ν.Μ. ΤΗΣ ΟΤΟ ΜΕΛΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ
ΣΤΑΘΜΟΣ
ΣΥΝΟΛΟ
ΒΟΛΩΝ
ΒΟΛΕΣ ΑΠΟ
ΤΕΛΕΥΤ. ΜΕΤΡ.
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΟΡΓΑΝ. 100-125
ΑΠΟΣΤΑΣ. ΣΕ Ν.Μ. ΕΝΔΕΙΞ. ΟΡΓΑΝ.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΚΟΙΛΟΥ ΜΕ
ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ STAK GUZE
ΤΟΥ ΜΑΥΤΙΚΟΥ ΤΩΝ Η Π.Α

10	ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΩΝ
15	ΑΥΛΑΚΩΣΕΩΝ
40	1" ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΩΝ
45	ΑΥΛΑΚΩΣΕΩΝ
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΟΡΓΑΝ. 90-100 Ν.Μ.	12" ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΩΝ
195	ΑΥΛΑΚΩΣΕΩΝ
200	ΕΤΟ
300	ΕΤΟΜΙΟ
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΟΡΓΑΝ. 80-90 Ν.Μ.	1" ΑΠΟ ΤΟ
400	ΕΤΟΜΙΟ
405	12" ΑΠΟ ΤΟ
495	ΕΤΟΜΙΟ
500	
580	
585	
596	
600	
612	
615	
622	
632.34	
ΔΙΑΜΕΤΡ. ΟΡΓΑΝ. 70-80 Ν.Μ.	
640	
645	
648	

ΜΕΤΡΗΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΚΟΙΛΟΥ
Σ ΒΑΛΙΑΝΗΣ ΜΕ ΤΑ ΟΡΓΑΝΑ
(100-125) (90-100) (80-90)
(70-80) Ν.Μ. ΤΗΣ ΟΤΟ ΜΕΛΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ
ΣΤΑΘΜΟΣ
ΣΥΝΟΛΟ
ΒΟΛΩΝ
ΒΟΛΕΣ ΑΠΟ
ΤΕΛΕΥΤ. ΜΕΤΡ.
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΟΡΓ. 100-125
ΑΠΟΣΤΑΣ. Ν.Μ. ΕΝΔΕΙΞ. ΟΡΓΑΝ.

10	ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΩΝ
15	ΑΥΛΑΚΩΣΕΩΝ
40	1" ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΩΝ
45	ΑΥΛΑΚΩΣΕΩΝ
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΟΡΓΑΝ. 90-100 Ν.Μ.	12" ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΩΝ
195	ΑΥΛΑΚΩΣΕΩΝ
200	ΕΤΟ
300	ΕΤΟΜΙΟ
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΟΡΓΑΝ. 80-90 Ν.Μ.	1" ΑΠΟ ΤΟ
400	ΕΤΟΜΙΟ
405	12" ΑΠΟ ΤΟ
495	ΕΤΟΜΙΟ
500	
580	
585	
596	
600	
612	
615	
622	
623.34	
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΟΡΓΑΝ. 70-80 Ν.Μ.	
640	
645	
648	

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ :

5.6. ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΜΕ ΠΥΡΟΒΟΛΑ

α. Πυροβόλο Διαδοχικών Χιτωνίων "Built up gun"

Είναι ένα πυροβόλο όπλο του οποίου ο σωλήνας είναι κατασκευασμένος με τη μέθοδο των διαδοχικών χιτωνίων.

β. Πυροβόλο Μονομπλόκ. "Radial - expansion monoblock gun".

Είναι ένα πυροβόλο όπλο του οποίου ο σωλήνας είναι κατασκευασμένος με την μέθοδο κατασκευής απλού σωλήνα "Monoblock".

γ. Πυροβόλο μικρής ισχύος "Low power gun"

Είναι ένα πυροβόλο όπλο το οποίο έχει χαμηλή αρχική ταχύτητα και χαμηλή πίεση.

δ. Πυροβόλο μεγάλης ισχύος "High power gun"

Είναι ένα πυροβόλο όπλο το οποίο έχει υψηλή αρχική ταχύτητα και υψηλή πίεση. Οι όροι "low-power" και "high power" είναι σχετικοί χωρίς να υπάρχει συγκεκριμένη ταχύτητα και πίεση για την μεταξύ τους διάκριση.

ε. Αυτόματο πυροβόλο "Automatic gun"

Είναι ένα πυροβόλο όπλο στο οποίο η δύναμη των καυσασερίων χρησιμοποιείται για την απόριψη του βληθέντος κάλυκα και για τη γέμιση της επόμενης φυσίγγης.

στ. Ημιαυτόματο πυροβόλο "Semi - Automatic gun"

Είναι ένα πυροβόλο όπλο στο οποίο η δύναμη των καυσασερίων χρησιμοποιείται για την απόριψη του βληθέντος κάλυκα και η οποία αφήνει τελικά ανοικτό το κλείστρο, το οποίο κλείνει αυτόματα όταν μια άλλη φυσίγγη εισχωρήσει κατάλληλα στο σωλήνα του πυροβόλου.

ζ. Πυροβόλα βολών Χαιρετισμού "Saluting gun"

Είναι πυροβόλα όπλα που χρησιμοποιούνται για βολές χαιρετισμού.

η. Πυροβόλα διπλού σκοπού "Double purpose guns"

Είναι πυροβόλα όπλα κατασκευασμένα για να χρησιμοποιούνται εναντίον στόχων επιφάνειας και εναντίον στόχων αέρος.

θ. Κύριος οπλισμός "Main battery"

Ο κύριος οπλισμός ενός πλοίου. Περιλαμβάνει τα πυροβόλα όπλα με το μεγαλύτερο διάμετρο.

ι. Δευτερεύων Οπλισμός "Secondary battery"

Ο δευτερεύων οπλισμός. Σαν όρος αφορά μόνο πλοία με πύργους (turrets) και περιλαμβάνει όλα τα πυροβόλα όπλα του πλοίου πλην των πύργων και αυτών που είναι κατασκευασμένα κατ' αποκλειστικότητα σαν Α/Α πυροβόλα.

ια. Αντιαεροπορικά πυροβόλα "Anti - aircraft battery"

Ο αντιαεροπορικός οπλισμός ενός πλοίου περιλαμβάνει όλα τα πυροβόλα όπλα του πλοίου που έχουν σαν κύρια αποστολή την Α/Α προστασία αυτού.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 5-1 Γιατί στα ταχυβόλα πυροβόλα (RF) οι σωλήνες φθείρονται περισσότερο απ'ό,τι στα βραδυβόλα πυροβόλα (SF);
- 5-2 Σε ποία περιοχή του κοίλου παρατηρούνται περισσότερες φθορές και γιατί;
- 5-3 Η φθορά των αυλακίων του αυλακωμένου κοίλου είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από τη φθορά των ραβδώσεων και γιατί;
- 5-4 Με ποιούς τρόπους μπορεί να περιοριστεί η φθορά κοίλου;
- 5-5 Ποία τα αίτια προκλήσεως της φθοράς κοίλου;
- 5-6 Όταν η φθορά κοίλου ενός πυροβόλου αρχίζει και λαμβάνει μεγάλες διαστάσεις ποιές θα είναι οι σχετικές ενδείξεις κατά τη χρησιμοποίηση του πυροβόλου σε πυρά;
- 5-7 Πότε μετά από κάθε εκτέλεση πυρών πρέπει να συντηρούνται οι σωλήνες των πυροβόλων και γιατί;
- 5-8 Ποιά μπορεί να είναι η σχέση μεταξύ πραγματικών βληθεισών βολών από ένα πυροβόλο και ESR αυτού;
- 5-9 Τι τύπο κλείστρου έχει το πυροβόλο RH 20mm;
- 5-10 Βάσει του διαμετρήματός του σε ποία κατηγορία κατατάσσεται το πυροβόλο 76/62 της ΟΤΟ-MELARA;

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Herman Krier-Martin Summertield "Interior Ballistics of guns" Published by the American Institute of Aeronautics and Astronautics 1979.
2. Πλωτάρχου Π. ΚΟΝΙΑΛΗ Π.Ν. "Στοιχεία Εσωτερικής και Εξωτερικής βλητικής" ΣΝΔ 1956.
3. Πλοιάρχου Π. ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ Π.Ν. "Αντοχή και Κατασκευή των σωλήνων των Πυροβόλων" 1952.
4. Αρχηγείο Στρατού-Διεύθυνση υλικού Πολέμου "Τεχνικό εγχειρίδιο επιθεωρήσεως και Φυσικοχημικών εξετάσεων Πυρομαχικών" 1973.
5. Royal Military College of Science "Chemical aspects of explosives and Propellants" 1977.
6. BR 932 "Handbook on ammunition" 1965.
7. AMCP 706-180 "Engineering Design handbook-Principles of explosive behavior" US ARMY MATERIAL COMMAND 1972.
8. OP 4 Volume 1 "Ammunition Afloat" 1958.
9. OP 1017 "Special Fuzes for Rockets. Projector Charges and miscellaneous munitions" 1944.
10. OP 1720 "Shaped Charges ammunition and applications of shaped charges to explosive filled ordnance" 1947.
11. OP 1480, Vol 1, Vol 2, supplement third revision "VT fuzes for Projectiles and spin stabilized rockets".
12. OP 3000 Vol 1, 2 and 3. "Weapons systems fundamentals"

13. NAVPERS 10783-B "Principles of Naval Ordnance and Gunnery" 1971.
14. NAVPERS 10867-B "The Weapons Officer" 1968.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Α"

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ ΣΤΟΝ
ΟΠΛΙΣΜΟ ΚΑΙ ΤΑ ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΑ

Α.- ΣΥΝΤΕΤΜΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

1. ΠΥΡΟΒΟΛΑ

- Πρ. (Πυροβόλο)
Πρ. Επιφ. (Πυροβόλο επιφάνειας)
Πρ. Α/Α (Πυροβόλο αντιαεροπορικό)
Πρ. Χαιρ. (Πυροβόλο χαιρετισμού)
Πρ. Μον. (Πυροβόλο Μονόκαννο)
Πρ. Δκν. (Πυροβόλο Δίκαννο)
Πρ. Τρκν. (Πυροβόλο Τετράκαννο)
Πρ. Χρκ. (Πυροβόλο Χειροκίνητο)
Πρ. Ηλκδ. (Πυροβόλο Ηλεκτροϋδραυλικό)
Πρ. Τλκ. (Πυροβόλο Τηλεκίνητο)
Πρ. επί κλβ. (Πυροβόλο επί κλίβαντος)
Πρ. Αμ. (Πυροβόλο Αμερικανικής προελεύσεως)
Πρ. Γλ. (Πυροβόλο Γαλλικής προελεύσεως)
Πρ. Γρμν. (Πυροβόλο Γερμανικής προελεύσεως)
Πρ. Βρ. (Πυροβόλο Βρεττανικής προελεύσεως)
Πρ. Ιτ. (Πυροβόλο Ιταλικής προελεύσεως)
Πρ. Καν. (Πυροβόλο Καναδικής προελεύσεως)
Πρ. R.F. (Πυροβόλο ταχείας βολής)
Πρ. S.F. (Πυροβόλο αργής βολής)
Πρ. 20 χιλ. Ερλ. (Πυροβόλο 20 χιλ. Έρλικον)
Πρ. 20 χιλ. Ρμ. (Πυροβόλο 20 χιλ. ΡΑΙΝΜΕΤΑΛ)
Πρ. 30 χιλ. Εμρλ. (Πυροβόλο 30 χιλ. Έμερλεκ)

Πρ. 35 χιλ. Ερλ. (Πυροβόλο 35 χιλ. Έρλικον)
 Πρ. 40 χιλ. Μφ (Πυροβόλο 40 χιλ. Μπόφορς)
 Πρ. Αμ. 3"/50 (Πυροβόλο 3"/50 Αμερικανικής προελεύσεως)
 Πρ. Ιτ. 76/62 χιλ. (Πυροβόλο 76/62 χιλ. Ιταλικής προελεύσεως)
 Πρ. ΠΑΟ 106 χιλ. (Πυροβόλο άνευ οπισθοδρομήςσεως 106 χιλ.)
 Πρ. Αμ. 5"/38 (Πυροβόλα Αμερικανικής προελεύσεως 5"/38)

2. ΠΟΛΥΒΟΛΑ

Πλ. (Πολυβόλο)
 Πλ. Μνκ. (Πολυβόλο Μονόκαννο)
 Πλ. Δκν. (Πολυβόλο Δίκαννο)
 Πλ. Μπρ. (Πολυβόλο Μπράουνινγκ)
 Πλ. Μπρεν (Πολυβόλο Μπρέντα)
 Πλ. Μπρ. 0".5 (Πολυβόλο Μπράουνινγκ 0".5)
 Πλ. Μπρ. 0"303 (Πολυβόλο Μπράουνινγκ 0"303)

3. ΥΠΟΠΟΛΥΒΟΛΑ

Υπ. (Υποπολυβόλο)
 Υτ. Τμ. 0.45" (Υποπολυβόλο Τόμσον 0.45")
 Υπ. Στεν. 9 χιλ. (Υποπολυβόλο Στεν. 9 χιλ.)

4. ΟΠΛΑ

Οπλ. (Όπλο)
 Οπλ. Αμ. 0.300" (Όπλο Αμερικανικής προελεύσεως 0"300)
 Οπλ. Κμν 0.300" (Όπλο Καραμπίνα 0.300")
 Οπλ. Βρ. 0.303" (Όπλο Βρεττανικής προελεύσεως 0.303")
 Οπλ. Κνγ. 0.12" (Όπλο Κυνηγίου 0.12")
 Οπλ. ορμιδ. 0.45" (Όπλο Ορμιδοβόλο 0.45")
 Οπλ. Φλ. 0.22" (Όπλο Φλόμπερ 0.22")
 Οπλ. Αεροβ. (Όπλο Αεροβόλο)

5. ΠΙΣΤΟΛΙΑ

Πσ. (Πιστόλιο)

Πσ. Μνκ. (Πιστόλιο Μονόκαννο)

Πσ. Κλ. 0.45" (Πιστόλιο Κόλτ 0.45")

Πσ. Φβ. ΜΚ5 (Πιστόλιο Φωτοβολιδων ΜΚ5)

Πσ. Ρκ. (Πιστόλιο Ρουκετών)

Πσ. Φλ. 0.22" (Πιστόλιο Φλόμπερ 0.22")

Πσ. Αεροβ. (Πιστόλιο Αεροβόλο)

6. ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΑ

Πσ. (Περίστροφο)

Πσ. Γπ. 0.455" (Περίστροφο Γουέμπλεϋ 0.455")

Πσ. Γπ. 0"38 (Περίστροφα Γουέμπλεϋ 0.38")

Πσ. Κλ. 0.38" (Περίστροφα Κόλτ 0.38")

Πσ. Σ&Γ (Περίστροφα Σμίθ Γουέσσον 0.38")

Πσ. Σπ. 0.22" (Περίστροφα Σπέσιαλ 0.22")

7. ΡΟΥΚΕΤΟΒΟΛΑ - ΕΚΤΟΞΕΥΤΕΣ - ΒΟΜΒΟΒΟΛΑ - ΟΛΜΟΒΟΛΑΤΟΡΠΙΛΛΟΣΩΛΗΝΕΣ

Ρβ. (Ρουκετοβόλα)

Εκτζ. (Εκτοξευτές)

Ββ. (Βομβοβόλα)

Ολμλα (Ολμοβόλα)

Τλσ. (Τορπιλλοσωλήνες)

Πλβμ (Πολύβομβο)

Β.- ΣΥΝΤΕΤΜΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΩΝ

1. ΠΥΡΙΤΙΔΕΣ

Πρτ. (Πυρίτιδα)
 Πρτ. Παφ. (Πυρίτις άφλογος)
 Πρτ. Πην. (Πυρίτις ημερινή)
 Πρτ. Μλν. (Πυρίτις Μαύρη)

2. ΦΥΣΙΓΓΕΣ

ΑΦ (Φυσίγγη άνευ βλήματος)
 ΑΦ.μ.Πην. (Φυσίγγη άνευ βλήματος με πυρίτιδα ημερινή)
 ΑΦ.μ.Παφ. (Φυσίγγη άνευ βλήματος με πυρίτιδα νυκτερινή)
 ΑΦ.ηλ.Γομ. (Φυσίγγη άνευ βλήματος ελαττωμένης νομώσεως)
 ΑΦ.χ. (Φυσίγγη άνευ βλήματος χαιρετισμού)
 ΑΦ.κθ. κοίλου (Φυσίγγη άνευ βλήματος καθαρισμού κοίλου)

3. ΦΥΣΙΓΓΙΑ

ΣΦ. (Σύνθετο φυσίγγιο)
 ΣΦ.ε. (Σύνθετο φυσίγγιο εκρηκτικό)
 ΣΦ.ε.τρ. (Σύνθετο φυσίγγιο εκρηκτικό τροχιοδεικτικό)
 ΣΦ.ε.εμ. (Σύνθετο φυσίγγιο εκρηκτικό εμπρηστικό)
 ΣΦ.ε.εμ.τρ. (Σύνθετο φυσίγγιο εκρηκτικό, εμπρηστικό, τροχιοδεικτικό)
 ΣΦ.ε.εμ.τρ.αυτ. (Σύνθετο φυσίγγιο εκρηκτικό, εμπρηστικό, τροχιοδεικτικό, αυτοκαταστρεφόμενο).
 ΣΦ.ρ. (Σύνθετο φυσίγγιο ρηκτικό)
 ΣΦ.ρ.τρ. (Σύνθετο φυσίγγιο ρηκτικό τροχιοδεικτικό)
 ΣΦ.ρ.εμ.τρ. (Σύνθετο φυσίγγιο ρηκτικό εμπρηστικό τροχιοδεικτικό)
 ΣΦ.ημ. (Σύνθετο φυσίγγιο ημιρηκτικό)
 ΣΦ.φ. (Σύνθετο φυσίγγιο φωτιστικό)
 ΣΦ.γ.α. (Σύνθετο φυσίγγιο γυμνασίων αδρανές)
 ΣΦ.γ.α.τρ. (Σύνθετο φυσίγγιο γυμνασίων αδρανές τροχιοδεικτικό)

ΣΦ.γ.ε. (Σύνθετο φυσίγγιο γυμνασίων εκρηκτικό) π.χ. Σφ 76/62 VT-NF.

ΑΦ.Κνγ. (Φυσίγγια κυνηγίου)

ΑΦ.ορμδ. (Φυσίγγια Ορμιδιοβόλου)

ΑΦ.Ββ. (Φυσίγγια βομβοβόλων)

ΑΦ.εκαφδ. Τ/Λ (Φυσίγγια εκσφενδονήσεως τορπιλλών)

4. ΒΛΗΜΑΤΑ

Βλ. (Βλήμα)

Βλ.ε. (Βλήμα εκρηκτικό)

Βλ. ε. τρ. (Βλήμα εκρηκτικό τροχιοδεικτικό)

Βλ. ε. εμ. (Βλήμα εκρηκτικό εμπρηστικό)

Βλ.ε.εμ.τρ. (Βλήμα εκρηκτικό εμπρηστικό τροχιοδεικτικό)

Βλ.εμ.ΡΑΡ (Βλήμα εκρηκτικό αυτοπροωθούμενο)

Βλ. ε. ΙΡ (Βλήμα εκρηκτικό μετά πυροσωλήνα επιδράσεως και υπερύθρων ακτίνων)

Βλ.ε.СVТ (Βλήμα εκρηκτικό μετά πυροσωλήνα ελεγχόμενου μεταβλητού χρόνου)

Βλ. CHAFF (Βλήμα αντιμέτρων)

Βλ.Φ. (Βλήμα φωτιστικό)

Βλ.Καπν. (Βλήμα καπνογόνο)

Βλ.ημ. (Βλήμα ημιρρηκτικό)

Βλ.γ.ε. (Βλήμα γυμνασίου εκρηκτικό)

Βλ.γ.α. (Βλήμα γυμνασίων αδρανές)

Βλ.γ.α.τρ. (Βλήμα γυμνασίων αδρανές τροχιοδεικτικό)

Βλ. Κ/Θ (Βλήμα κατευθυνόμενο)

5. ΠΥΡΟΣΩΛΗΝΕΣ

Πσ. (Πυροσωλήνας)

Πσ. Κσ. (Πυροσωλήνας Κρουσίφλεγος)

Πσ.Κφ.κσ. (Πυροσωλήνας κορυφής κρουσίφλεγος)

Πσ. Εγ. (Πυροσωλήνας εγκαίροφλεγής ωρολογιακός)

Πσ. VT (Πυροσωλήνας επιδράσεως)

Πσ.VT.SD. (Πυροσωλήνας επιδράσεως αυτοκαταστρεφόμενος)

Πσ.VT.NSD. (Πυροσωλήνας επιδράσεως μη αυτοκαταστρεφόμενος)
 Πσ.CVT. (Πυροσωλήνας ελεγχόμενου μεταβλητού χρόνου)
 Πσ. VT-IR (Πυροσωλήνας επιδράσεως και υπερύθρων ακτίνων)
 Πσ. πθ. (Πυροσωλήνας πυθμενίου)
 Πσ. Βθ. (Πυροσωλήνας βοηθητικός)
 Ψευδνας (Ψευδοπυροσωλήνας)
 Αν.πσ. ('Ανευ πυροσωλήνα)

6. ΕΚΚΑΥΜΑΤΑ

Εκ. (Εκκαύματα)
 Εκ.Κρ. ('Εκκαυμα κρουστικό)
 Εκ.Ηλ. ('Εκκαυμα ηλεκτρικό)
 Εκ.Ηλκ. ('Εκκαυμα ηλεκτροκρουστικό)

7. ΤΡΟΧΙΟΔΕΙΚΤΕΣ

Τρ. (Τροχιοδείκτης)
 Τρ.Ημ. (Τροχιοδείκτης ημέρας)
 Τρ.ν. (Τροχιοδείκτης νύκτας)

8. ΠΥΡΟΤΕΧΝΙΚΑ

Φβ. (Φωτοβολίδα)
 Φβ.Λευκ. (Φωτοβολίδα λευκή)
 Φβ.Ερ. (Φωτοβολίδα ερυθρή)
 Φβ.Πρ. (Φωτοβολίδα πράσινη)
 Ρκ. (Ρουκέττες)
 Ρκ.Σμν. (Ρουκέττες Σημάνσεως)
 Ρκ.Σμν.Ερ.Καπν. (Ρουκέττες σημάνσεως ερυθρού καπνού)
 Ρκ.Σμν.Ερ.αστ. (Ρουκέττες σημάνσεως ερυθρού αστέρος)
 Ρκ.ICARUS (Ρουκέττες τύπου ICARUS)
 Ρκ.Φ. (Ρουκέττες φωτιστικές)
 Σμ. (Σήματα)
 Σμ.κινδ. (Σήματα κινδύνου)
 Βμ. (Βομβίδα)

224

Βμ. Σμν. (Βομβίδα σημάσεως)

Καπν. (Καπνογόνα)

Καπν. Πρ. (καπνογόνα πράσινα)

Καπν. Κιτρ. καπνογόνα κίτρινα)

Καπν. ερ. (καπνογόνα ερυθρά)

Καπν. Μαυρ. (καπνογόνα μαύρα)

Καπν. Λευκά (καπνογόνα λευκά)

Καπν. Α/Φ (καπνογόνα αεροσκαφών)

Καπν. Πλωτ. (καπνογόνα πλωτήρες)

9. BOMBES

Β.Β. (Βόμβες βάθους)

Β.Α/Φ (Βόμβες Αεροσκαφών)

10. ΤΟΡΠΙΛΛΕΣ

Τ/Λ (Τορπίλλες)

11. ΓΟΜΩΣΕΙΣ

Γμσ. (Γομώσεις)

Γμσ.υπν. (Γομώσεις υπονομεύσεως)

12. ΕΚΡΗΚΤΙΚΟΙ ΚΟΠΤΗΡΕΣ

ε.κοπτ. (Εκρηκτικοί κοπτήρες)

13. ΧΕΙΡΟΒΟΜΒΙΔΕΣ

Χβ. (Χειροβομβίδα)

Χβ.αμν. (Χειροβομβίδα αμυντική)

Χβ.επθ. (Χειροβομβίδα επιθετική)

14. ΚΑΛΥΚΕΣ

Κλ. (Κάλυκας)

Κλ.Χ. (Κάλυκας χαιρετισμού)

Κλ.αβλ. (Κάλυκας που δεν έχει βληθεί)

Κλ.Βεβλ. (Κάλυκας που έχει βληθεί)

15. ΚΙΒΩΤΙΑ

ΚΒ. (Κιβώτιο)

ΚΒ.Ξ. (Κιβώτιο ξύλινο)

ΚΒ.Μλ. (Κιβώτιο μεταλλικό)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Β"

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΓΓΛΙΚΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ ΣΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ ΚΑΙ ΤΑ ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΑ

"Α"

AA	Antiaircraft
AAC	Anti-Aircraft Common (Projectile)
AAW	Anti-Air Warfare
A/C	Aircraft Common
AC	Anti-Condensation
ACC	Activity Classification Code (Ref: CINCLANTFLT)
ACQ	Acquisition; Acquiring
ACP	Allied Communications Publication
ACTH	Arbitrary Correction To Hit
AD	Analog-Digital
ADF	Auxiliary Detonating Fuze
ADSOT	Alternate Daily Systems Operability Test
AEL	Allowance Equipage List
AER	Alterations Equivalent to Repair
AFA	Auto Follow Air
AFS	Auto Follow Surface
AGIL	Agility
ASAM	Air-to-Surface Attack Missile
AIM	Air Intercept Missile
A/L	After Loading
ALN	Ammunition Lot Number
ALT	Altitude
AMS	Alteration Management Summary

AMSU	Amphibious Maintenance Support Group
AND	Alpha Numeric Display
ANT	Antenna
AP	Armor-Piercing
APDS-T	Armor-Piercing Discarding Sabot-Tracer
APER	Anti-Personnel
API	Armor-Piercing Incendiary
API-T	Armor-Piercing Incendiary-Tracer
APL	Allowance Parts List
APP	Anti-Personnel Projectile
APT	Armor-Piercing-Tracer
APT-DI	Armor-Piercing Tracer-Dark Ignition
ARC	Alteration Record Card
ARG	Amphibious Ready Group
ARGS	Anti Range Gate Stealer
ASD	Assigned
ASCM	Anti-Ship Capable Missile
ASF	Assist Ships Force
ASMD	Anti-Ship Missile Defense
ASROC	Anti-Submarine Rocket
ASS	Assign
ASSD	Assembled
ASSY	Assembly
ASW	Anti-Submarine Warfare
AT	Anti-Tank
ATCKR	Attacker
ATM	Air Training Missile
ATO	Air Take Over
ATP	Allied Tactical Publication
ATR	Ammunition Transaction Report
ATU	Air Track Unit
AUTO	Automatic
AUTOVON	Automatic Voice-Operated Network
AUX	Auxiliary
AVL	Available

"B"

BAR	Bar; Barrel
BACD	Basic Alteration Class Drawing
BAND	Bandoleer
BATT	Battery
BBU	Explosive Items Unit
BDF	Base Detonating Fuze
BE	Base Ejection
BEDD	Best Estimated Delivery Date
BFHP	Base Fuze Hole Plug
BHP	Bearing of the High Point
B/L	Before Loading
BLND	Blind
BLP	Blind Loaded and Plugged Projectile
BL & P	Blind Loaded and Plugged
BLP-T	Blind Loaded and Plugged-Tracer
BL & T	Blind Loaded and Tracer
BLU	Bomb Live Unit
BNDL	Bundle
BNF	Bomb Nose Fuze
BPDSMS	Basic Point Defense Surface Missile System
BSTR	Booster
BT	Bottle
BT	Break Track
BUCK	Buckshot
BWD	Ballistic Wind and Density
BWI	Bloodsworth Island (NGFS Range)
BXS	Boxes
BX/TK	Boxed or Tanked
BZ	Bravo Zulu - Well Done

"C"

CAIMS	Conventional Ammunition Integrated Management System
CAL	Caliber
CANTRAC	Catalog of Navy Training Courses
CAP	Combat Air Patrol
CAS	Combined Antenna System
CASCAN	Casualty Cancelled
CASCOR	Casualty Corrected
CASREPT	Casualty Report
CAT CHG	Catapult Charge
C/B	Counterbattery
CBU	Cluster Bomb Unit
CCTV	Closed Circuit Television
CEN	Centrigrade
CENT	Centre
CEP	Case Electric Primer
CEP	Center of Effective Pattern
CHG	Charge
CIC	Combat Information Center
CID	Component Identification Number
CIP	Class Improvement Program
CIRC POL	Circular Polarisation
CIWS	Close In Weapon System
CLIPS	Calculator Link Processing System
CLR RUC	Clear Run-Up Command
CLTY	Casualty
CM	Countermeasure
CMD	Command
CMPTR	Computer
CNSL	Commander Naval Surface Forces Atlantic
CNSP	Commander Naval Surface Forces Pacific
CNTL	Control
CNTR	Container
COC	Control Officers Console
COH	Complex Overhaul

230

COM	Common
COMB	Combination
COMEX	Commence Exercise
COMP	Composition
COMTAC	Communications/Tactics
CONAR	Commanding Officer's Narrative Report
COSAL	Coordinated Shipboard Allowance List
CORR	Correction
CPTO	Control Power Turn On
CR	Continuous Rod (Warhead Type)
CRT	Cathode Ray Tube
CS	Tear Gas Designation
CS-1	Tear Gas (Super)
CSMP	Current Ship's Maintenance Project
CSRR	Combat Systems Readiness Review
CSRT	Combat Systems Readiness Test
CTG	Cartridge
CTN	Carton
CU	Cubic
CWI	Continuous Wave Illumination

"D"

DA	Digital-Analog
DAAS	Defense Automatic Addressing System
DC	Depth Charge; Direct Current
DCAP	Deficiency Corrective Action Program
DCC	Damage Control Central
DCL	Device Control Logic
DCP	Depth Charge Projector
DCU	Device Control Unit
DDU	Display Drive Unit
DEG	Degree
DEGR	Degraded
DEL	Delay
DET	Detonator
DLRP	Data Link Reference Point
DMR	Date Material Required
DMU	Discrete Matching Unit
DMY	Dummy
DNP	Dummy Nose Plug
DNR	Dangerous
DODAC	Department of Defense Ammunition Code
DODIC	Department of Defense Identification Co
DOT	Department of Transportation
DPGM	Dual Purpose Gun Mount
DR	Dead Reckon
DRP	Dead Reckon Point
DRT	Dead Reckoning Tracer
DS	Discarding Sabot
DS	Digital-Synchro
DSOT	Daily Systems Operability Test
DST	Destructor
DTG	Date Time Group
DTLM	Dorsal Telemetry
DTO	Direct Turnover (A supply term)
DTRM	Dual Thrust Rocket Motor
DU	Drive Unit
DWG	Drawing

"E"

EA	Each
ECM	Electronic Counter Measures
ECP	Engineering Change Proposal
EDC	Equivalent Density Correction
EGL	Equipment Guide List
EIB	Electronics Information Bulletin
EIMB	Electronics Information and Maintenance Book
ELECT	Electrical
ELEV	Elevation
EM	Elevation Manual
EMCON	Emission Control
EMCY	Emergency
EMERG	Emergency
EMT	Empty
ENG	Engageable
ENV	Envelope
EOD	Explosive Ordnance Disposal
EODU	Explosive Ordnance Disposal Unit
EQPT	Equipment
ER	Extended Range
ESR	Equivalent Service Rounds
ETR	Estimated Time to Repair
EXER	Exercise
EXER HD	Exercise Head
EXP	Explosive
EXPL	Explosives
EXPLR	Exploder
EXT	External
EXTNR	Extender
EXTNS	Extension

"F"

F	Flashless
FA	Frequency Agility
FBR	Feedback Report (MDCS)
FBR	Fiber
FBRBD	Fiberboard
FC	Firing Channel
FCA	Fleet Calibration Activity
FCAT	Fire Control Air Track
FCL	Fuze Cavity Liner
FCSC	Fire Control System Coordinator
FCSL	Fire Control Smooth Log
FCST	Fire Control Surface Track
FCTCL	Fleet Combat Training Center Atlantic
FECL	Fleet Electronics Calibration Laboratory
FF	Fixed Frequency
FFL	Friendly Front Lines
FG	Free Generation
FG	Flashless Grains
FI	Figure of Insensitiveness
FIGAT	Fiberglass Airborne Target (TDU-29)
FIREX	Firing Exercise
FITREP	Fitness Report
FL	Flashless; also Flash
FLIR	Forward-Looking Infra-Red
FLTR	Filter
FMF	Fleet Marine Force
FMLY	Formerly
FMP	Fleet Modernization Program
FMU	Fuze Munition Unit
FOA	Fitting Out Availability
FORACS	Fleet Operational Readiness Accuracy Check Sit
FORSTAT	Navy Force Status Report
FOV	Field of View

FRAG	Fragmentation
FREQ	Frequency
FRNG	Firing
FS	Foot-Seconds
FSA	Fire Support Area
FSMT	Fleet Service Mine Test
FSN	Federal Stock Number
FT	Feet
FTG	Fleet Training Group
FTU	Fixed Temperature Unit
FWC	Fleet Weather Center
FWD	Forward
FWF	Fleet Weather Facility
FXP	Fleet Exercise Publication
FZ	Fuze

"G"

G	Gram
GA	Gage
GAL	Gailon
GAU	Gun Aircraft Unit
G-C	Guidance and Control
GCC	Gun Control Console
GCO	Gun Control Officer
GCP	Guidance Control Package
GDS	General Downgrading System
GEN	Generation; Generative
GFCS	Gun Fire Control System
GIP	Gunnery Improvement Program
GLO	Gunnery Liaison Officer
GLS	Gun Loading System
GM	Guided Missile
GMLS	Guided Missile Launching System
GMWS	Guided Missile Weapon System
GN	Grain
GP	General Purpose
GPETE	General Purpose Electronic Test Equipment
GQ	General Quarters
GR	Grain
GRAN	Granular
GRP	Group
GSC	Grid Spot Converter
GSCP	Gun Status and Control Panel
GSEC	Gun Systems Engineering Center
GSQAT	Gunnery Ships Qualification Assistance Team
GSQT	Gunnery Ship's Qualification Trials
GTL	Gun Target Line
GTMO	Guantanamo Bay, Cuba
GUNEX	Gunnery Exercise
GW	Guided Weapon
GYRO	Gyroscope

"H"

HAD	Heat-Actuated Device
HG	High Capacity (projectile)
HDNG	Heading
HE	High Explosive
HEAT	High Explosive Anti-Tank
HEAT-T	High Explosive Anti-Tank/Tracer
HE-CVT	High Explosive Controlled Variable-Time Fuzed Projectile
HEI	High Explosive Incendary
HEI-P	High Explosive Incendiary-Plugged
HEIP-NP	High Explosive Incendiary Plugged-Nose Plugged
HE-IR	High Explosive-Infra-Red
HEI-SD	Huge Explosive Incendiary-Self Destructive
HEIT	High Explosive Incendiary Tracer
HEIT-(DI)-SD	High Explosive Incendiary Tracer-(Dark Ignitic Self Destructive
HEIT-NSD	Huge Explosive Incendiary Trace-Non-Self-Destr
HEIT-SD	High Explosive Incendiary Tracer-Self-Destruct
HEL	Helical
HEP	High Explosive Plastic
HEP	High Explosive Plugged
HEP-NP	High Explosive-Plugged-Nose Plugged
HERO	Hazards of Electromagnetic Radiation to Ordnan
HE-SD	High Explosive-Self Destructive
HET	High Explosive Tracer
HET-DI	High Explosive-Tracer-Dark Ignition
HET-SD	High Explosive Tracer-Self-Destructive
HI	High
H & I	Harrassment and Interdiction
HM	Heading Marker
HOR	Horizontal
HOW	Howitzer
HPGPM	Hits Per Gun Per Minute
HPT	High Pressure Test
HV	High Voltage
HYDR	Hydraulic

"I"

IA	Internal Adjustment (Rangefinders)
IAW	In Accordance With
IBC	Initial Ballistic Correction
ICI	Inter Computer Interface
ICL	Input Check Line
IGN	Ignition
IGNR	Igniter
IF	Intermediate Frequency
IFF	Identification Friend or Foe
ILLUM	Illumination
IMA	Intermediate-Level Maintenance Activity
IMN	Indicated Mach Number
INC	Incendiary
INCEN	Incendiary
INFL	Influence
INH	Inhibited
INT	Internal
INTCP	Intercept
INST	Instantaneous
INSTRM	Instrumented
INSURV	Board of Inspection and Survey
IRDSMS	Improved Point Defense Surface Missile System
IR	Infra-Red
IRR	Irritant
IRRP	Improved Rearming Rate Program
ISA	Ignition Separation Assembly
ISBA	Initial Standby Air
ISBS	Initial Standby Surface
ISE	Independent Ship Exercises
ISE	Initial Salvo Error
ISR	Interference Suppression Unit
IT	Improved TARTAR
ITR	Improved TARTAR Retrofit
IUC	Intermediate Unit Commander
IV	Initial Velocity

"J"

JAM	JAMMING
JATO	Jet Assisted Take Off
JAU	Cartridge Actuated Initiator
JCN	Job Control Number
JMEM/SS	Joint Munitions Effectiveness Meeting/ Surface-to-Surface
JRUR	Special Test Temporary Ship Underwater Attack Rocket
JSN	Job Sequence Number

"K"

KMU	Kit Miscellaneous Unit
KTS	Knots

"L"

L	Left
LAMPS	Light Airborne Multipurpose System
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
LAU	Launcher Aircraft Unit
LD	Low Drag
LDD	Loaded
LGRG	Long Range
LID	Library Issue Document
LIN	Linear
LIN UP	Lining Up
LLT	Long Lead Time
LNCH	Launcher
LNCR	Launher
LND	Lined
LNK	Link
L/O	Loading Order
LOC	Local
LOEP	List of Effective Pages
LOF	Line of Fire
LOG	Logarithmic
LOGSAT	Logistics Special Assistance Team
LOI	Letter of Intent
LOS	Line of Sight
LP	Load Program
LPD	Labelled Plan Display
LPT	Low Pressure Test
LR	Long Range
LSB	Least Significant Bit
LT	Low Target
LOW TGT	
LT	Long Ton
LTG	Lesson-Topic Guide
LUG	Lining Up Gun

"M"

MAN	Manual
MAU	Miscellaneous Armament Unit
MB	Milibar
MBR	Multi-Bomb Rack
MCLWGM	Major Caliber Light Weight Gun Mount (Light Weight 8"/55)
MDC	Mild Detonating Cord
MDCS	Maintenance Data Collection System
MDD	Maintenance Due Date
MDI	Miss Distance Indicator
MDP	Mean Data Plane
MDP	Miniature Double Plug (concerning Ammo)
MEC	Missile Engagement Controller
MECH	Mechanical
MECHSM	Mechanism
METL	Metal (also MTL)
MF	Major Function
MFCS	Missile Fire Control System
MG	Machine Gun
MG	Motor-Generator
M/H	Man-Hour
MIF	Missile in Flight
MIK	Manual Input Keyboard
MIL	Angular measurement: 1 mil = 3.4 minutes or 1 yard at 1000 yards
MIN	Miniature
MIR	Maintenance Index Page
MISC	Miscellaneous
MISSILEX	Missile Exercise
MK	Mark
MLSG	Mobile Logistics Support Group
MLSR	Missing, Lost, Stolen or Recovery (Report)
MLU	Miscellaneous Munitions Live
MM	Millimeter
MNTG	Mounting

MOD	Model of Modification
MOTU	Mobile Ordnance Technical Unit
MPI	Mean Point of Impact
MR	Medium Range
MRC	Maintenance Requirement Card
MRND	Maintenance Requirement Not Developed
MRS	Maintenance Requirement Substantiated
M/S	Meters per second
MSB	Most Significant Bit
MSL	Missile
MSO	Maintenance Support Office
MT	Mechanical Time
MTF	Mechanical Time Fuze
MTI	Moving Target Indication
MULE :	Marine Corps Universal LASER Equipment
MV	Muzzle Velocity
MXU	Miscellaneous Units

"N"

NA	Sodium
NACO	Navy Cool (SPCF powder index)
NAD	Naval Ammunition Depot
NALC	Naval Ammunition Logistics Code
NAR	Naval Ammunition Reclassification
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NAVELEX	Naval Electronics Systems Command
NCL	Navy Calibration Laboratory
NEW	Net Explosive Weight
NF	Nose Fuze
NFL	Non-Flashless
NFZ	No-Fire Zone
NGFS	Naval Gunfire Support
NGS	Naval Gunfire Support
NHEEW	Net High Explosive Equivalency Weight
NIIN	National Item Identification Number
NIS	Naval Investigative Service
NLT	Not Later Than
NMMFO	(Nympho) Navy Maintenance Management Field Office
NON DEL	Non-Delay
NON FRAG	Non-Fragmentation
NON FLASH	Non-Flashing
NOSC	Naval Ordnance Systems Command
NOSL	Naval Ordnance Station Louisville
NPZ	No-Point Zone
NRF	Naval Reserve Force
NRFI	Not Ready For Issue
NSD	Non-Self-Destruct (fuze)
NSN	National Stock Number
NSP	Nose Shipping Plug
NSSC	Naval Sea Systems Command
NSTM	Navships Technical Manual
NSWC	Naval Surface Warfare Center, Dahlgren, Va

NSWSES	Naval Ships Weapons Systems Engineering Station, Port Hueneme, CA
NTDS	Naval Tactical Data System
NTRAL	Neutral
NWIP	Naval Warfare Information Publication
NWP	Naval Warfare Publication
NWTC	Naval Weapons Test Center

"O"

OA	Operational Assembly
OA	See "ORDALT"
OAR (List)	Ordnance Alteration Requirement
OATO	Optical Air Take Over
OBS	Obsolete
OCE	Officer Conducting Exercise
OD	Ordnance Document or Data
OJT	On-the-Job Training
OMA	Organizational-level Maintenance Activity
OMC	One-Man Control
OMMIC	Ordnance Maintenance Management Information Center
OP	Ordnance Publication
OPT	Optical
ORDALT	Ordnance Alteration
ORDSAT	Ordnance Special Assistance Team
OSLAB	Onderlinge Stuurloop- en Afvuur Beveiliging
OSM	Own Ship Marker
OTBE	Overtaken By Events
OTC	Officer in Tactical Command
OTL	Observer-Target Line
OZ	Ounze

"p"

P	Preserved
PAC	Pre-Action Calibration
PARA	Parachute
PARA PAK	Parachute Pack
PAR PROX	Paralyze Proximity
PAT	Pulse Amplitude Tracking
PBX	Plastic-Bonded Explosive
PC	Projector Charge
PCT	Percent (%)
PD	Pulse Doppler
PD	Point Detonating
PDD	Project Definition Document
PDF	Point Detonating Fuze
PDOR	Pre-Deployment Ordnance Review
PDR	Pounder
PDT	Pulse Doppler Track
PERA	Planning Engineering for Repairs Alterations: CRUDES.....Cruisers/Destroyers CSS.....Combat Support Ship ACS.....Amphib. Ships Craft
PESR	Pseudo-equivalent Service Rounds
PG	Propellant Grain
PHP	Predicted Hitting Point
PIBD	Point Initiating Base Detonating
PIM	Position Intended Movement
PKG	Package
PLD	Pulse Length Discriminator
PMDO	Planned Maintenance During Overhaul
PMP	Parallel Motion Protractor
PMS	Planned Maintenance System
P/O	Preparation Order
POD	Plan Of the Day
POL	Polarisation
POM	Preparation for Overseas Movement

POT & I	Pre-Overhaul Test and Inspection
PPS	Program Performance Specification
PQS	Personnel Qualification System
PR or PRI	Primer
PRAC	Practice
PRF	Pulse Repetition Frequency
PRL	Publication Requirement List
PROGR	Program
PROJ	Projectile
PROP	Propelling; Propellant
PROX	Proximity
PRP	Pneumatically-Released Pilot (valve)
PRT	Post-Repair Trials
PSA	Post-Shakedown Availability
PSD	Projectile Seating Distance (gage)
PSDA	Partial Source Data Automation
PT	Passive Track
PIC	Powder Temperature Coefficient
PTR	Program Trouble Report (NAVSEA Digital Systems)
PUBSAT	Publications Special Assistance Team

"Q"

QFR	Quarterly Force Revision (PMS Term)
QOT	Quick Operability Test
QUANT	Quantizer

"R"

R	Right
R	Rifle
RAD	Radiate; Radiation
RADHAZ	Radiation Hazard
RAF	Rollin Air Frame
RAM	Rate Aided Manual
RAP	Rocket-Assisted Projectile
RATO	Remote Air Take Over
RAV	Restricted Availability
RBA	Radar Beacon Acquisition
RD	Round
RDR	Radar
RDY	Ready
RFD	Reduced
REFTRA	Refresher Training
REL	Release
REL	Relative
REM	Remote
RES	Reset
REV	Reversed
RF	Rapid Fire ; Radio Frequency
RFI	Radio Frequency Interference
RFS	Ready For Sea
RGM	Ship-launched Surface Attack Missile
RIDCAT	Recurring INSURV Deficiency Catalog
RIM	Ship-Launched Aerial-intercept Missile
RKT	Rocket
RM	Rocket Motor
RM	Range Manual
ROH	Regular Overhaul
RON	Remain Over Night
ROS	Remote Optical Sight
RPV	Remote Pilotless Vehicle

RR	Radar Signal Processing Equipment
RSTO	Remote Surface Take Over
RSTR	Resistor
R/T	Radio-Telephone
RTDC	Rocket-Thrown Depth Charge
RTL	Range Too Long
RTR	Ship-launched Training Rocket
RTT	Rocket-Thrown Torpedo
RTS	Range Too Short
RUA	Run-Up Achieved
RUR	Rocket-thrown Torpedo; Ship Underwater Attack Rocket

"S"

SA	Safe Arming Device
SAC	Supply and Amplifier Cabinet
SACC	Supporting Arms Coordination Center
SAIL	Ships Armament Inventory List
SAL	Semi-Active LASER
SAM	Surface-to-Air Missile
SAP	Semi Armor-piercing
SARP	Ships Alteration and Repair Package
SAT	Safe Arming Time; Security Alert Team
SB	Standby
SBA	Standby Air
SBS	Standby Surface
SCC	STIR Control Console
SD	Synchro-Digital
SD	Self-destruct
SDU	Surface Drone Unit; Signal Device Unit
SEACAP	Ships Expanded Alignment Corrective Action Program
SEAM	Sidewinder Extended Acquisition Mode
SEC	Second
SECAS	Ship Equipment Configuration Accounting System
SECT	Section ; Submarine Emergency Communication Transmitter
SEC PER CH	Sections per Sharge
SEL	Sel
SER	Service
SER	Series
SER NR	Serial Number
SF	Slow Fire
S/F	Ships Force
SFCP	Shore Fire Control Party
SFOMS	Ships Force Overhaul Management System
SH	Sheet
SHBP	Spherohexagonal Black Powder

SHIPALT	Ship Alteration
SHOBOMEX	Shore Bombardment Exercise
SH RG	Short Range
SIL	Silence
SIM	Simulation
SIMA	Shore Intermediate Maintenance Activity
SIMDOP	Simulated Doppler
SITE	Ships Information, Training Education System
SITREP	Situation Report
SLIT	Serial/Lot Item Tracking
SMD	Ship Manning Document
SMK	Smoke
SNBP	Sodium Nitrate Black Powder
SNP	Steel Nose Plug
SOA	Speed Of Advance
SOAP :	Supply Overhaul Assistance Program
SPCC	Ships Parts Control Center, Mechanicsburg PA
SPCG	Smokeless Powder Carbimite Nitro guanidine
SPDF	Smokeless Powder Diphenylamine Flashless
SPDN	Smokeless Powder Diphenylamine Non-hydroscopic
SPD,SPON	Index Number of Powder
SPEC	Special
SPLSH	Splash
SPOT	Spotting
SQT	Ships Qualification Trials
SRCH	Search
S-S	Shipping and Storage
SS	Starshell
SSIC	Standard Subject Identification Code
SSLO	Solid State Local Oscillator
STAB	Stabilizer
STANAG	Standing NATO Agreements
STAV	Ship's Training and Alignment Verification
STBD	Starboard
STC	Sensitivity Time Control

STD	Standard
STIR	Separate Track/Illumination Radar
STL	Steel
STO	Surface Take Over
STOW	Stowage
SUP	Supplementary
SUPSHIP	Supervisor of Shipbuilding
SURF	Surface
SUS	Signal Underwater Sound
SUSP	Suspension
SUST	Sustainer
SUU	Suspension and Release Unit
SVTT	Surface Vessel Torpedo Tube
SWC	Ships Weapons Coordinator
SWOP	Special Weapons Ordnance Publication
SWO	Surface Warfare Officer
SWOS	Surface Warfare Officer School
SWS	Surface Warfare Systems
SWU	Switch Unit
SYNC	Synchronisation; Synchronized
SYNTH	Synthetic (s)
SYS	System

"T"

TAD	Temporary Additional Duty
TAM	Track Antenna Manual
TAO	Tactical Action Officer
TAR	Target
TASM	Training Air to Surface Missile
TAV	Technical Availability
TDD	Target Detecting Device
TDM	Target Designation Marker
TDS	Target Designation Sight
TDI	Target Designation Transmitter
TDU	Towed Drone Unit
TEM DU	Temporary Duty
TEMP	Temperature
TGT	Target
TIR	Transaction Item Reporting
TLM	Telemetry
T/M	Telemetry
TM	True Motion
TMA	Torpedo Main Assembly
TMCU	Transmission Module Control Unit
TMIO	Transmission Module I/O
TA	Tank
TNT	Trinitrotoluene
TOF	Time of Flight
TORP	Torpedo
TP	Target Practice
TPT	Target Practice with Tracer
TR	Tracer
TRE	Training Readiness Evaluation
TREADMAN	Training Readiness Manual
TRK	Track
TRKG DEV	Tracking Device
TRNG	Training

TROFF	Throw-off
TRS	Technical Repair Standards
TRT	Torpedo Rocket Thrown
TSAM	Training Surface to Air Missile
TSQ	Time Super Quick
TTB	Target Triggered Burst
TTI	Time to Intercept
TTW	Teletypewriter
TV	Television
TWS	Track-While-Scan
TYCOM	Type Commander

"U"

UIC	Unit Identification Code
UH	Unknown-Hostile
UMN	Underwater Mine
UNASSD	Unassembled
UNODIR	Unless Otherwise Directed
UTM	Universal Transverse Mercator
U/W	Underway; Used With

"V"

VD	Velocity of Detonation
VT	Variable Time (Fuze)
VT-IR	Variable Time - Infrared (Fuze)
VT-RF	Variable Time - Radio Frequency
VT-NSD	Variable Time - Non-self Destruct
VT-SD	Variable Time - Self-destruct

"W"

W/	With
WARN	Warning
WAFFAR	Wrap Around Folding Fin Aircraft Rocket
WBE	Will Be Engageable
WC	Weapon Control
W/C	Work Center
WCC	Weapon Control Console
WCIP	Weapons Control Indicator Panel
WDC	Work Definition Conference
WDN	Wooden
WDO	Weapon Direction Officer
WE	Weak Echo
WEB	Weapons Examining Board
WFR	Wafer
WHD	Warhead
W/O	Without
WORM	Weapons Organization and Regulation Manual
WP	White Phosphorus
WRBND	Wire Bound
WRPPD	Wrapped
WSAT	Weapon Systems Accuracy Trials
WSF	Water/Sand Fillable
WSSP	Weapon System Status Panel
WT	Weight
WTN	Within
WTRPRF	Waterproof
WTU	Warhead Training Unit
WXD	Waxed

"X"

XGDS Exempt from General Downgrading System

"Y"

YDS Yards

"Z"

ZIDL Zone Inspection Discrepancy List

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Γ"

ΧΡΩΜΑΤΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΩΣ ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΩΝ (ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ
ΑΝΕΓΝΩΡΙΣΜΕΝΗ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΝΑΤΟ)

A/A	ΧΡΩΜΑ	ΕΝΝΟΙΑ
1.	ΚΙΤΡΙΝΟ	Πυρομαχικά υψηλής εντάσεως
2.	ΚΑΦΕ	Πυρομαχικά χαμηλής εντάσεως
3.	ΜΑΥΡΟ	Διατρητικά πυρομαχικά
4.	ΜΠΛΕ	Πυρομαχικά εκπαίδευσεως
5.	ΛΕΥΚΟ	Πυρομαχικά φωτιστικά ή πυροτεχνικά που παράγουν έγχρωμο φως.
6.	ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΟΚΚΙΝΟ	Εμπρηστικά πυρομαχικά
7.	ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΡΑΣΙΝΟ	Πυρομαχικά καπνογόνα
8.	ΑΣΙΜΙ/ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	Πυρομαχικά αντιμέτρων

