

MANUALI HOEPLI

R. MOLINA

ESPLODENTI

E MODO
DI
FABBRICARLI

QUARTA EDIZIONE

CON TRATTAZIONE
DEGLI

ESPLOSIVI MODERNI

ULRICO HOEPLI
EDITORE - MILANO

Questo libro è stato digitalizzato
da Edoardo Mori per il suo sito
www.earmi.it

MANUALI HOEPLI

RODOLFO MOLINA

DEPUTATO AL PARLAMENTO

MEMBRO DELLA COMMISSIONE CONSULTIVA PER GLI ESPLOSIVI
AL MINISTERO DELL'INTERNO

ESPLODENTI

E

MODO DI FABBRICARLI

Quarta edizione riveduta e ampliata

CON TRATTAZIONE COMPLETA

DEGLI

ESPLOSIVI MODERNI



ULRICO HOEPLI

EDITORE LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO

1917

INDICE ANALITICO

| | |
|---|------------------|
| PREFAZIONE alla presente edizione | Pag. XXIX |
| PREFAZIONE alla terza edizione..... | XXXI |

LIBRO PRIMO.

Storia e Leggende.

| | |
|--|----|
| <i>Capitolo Primo.</i> — Invenzione della polvere | 3 |
| <i>Capitolo Secondo.</i> — Scoperta dei nuovi esplosivi..... | 11 |
| <i>Capitolo Terzo.</i> — Leggende sulla Santa Barbara..... | 17 |

LIBRO SECONDO.

Polveri Nere

PARTE PRIMA.

DELLE MATERIE PRIME

CAPITOLO PRIMO. — *Del Salnitro.*

| | |
|--|-----|
| § 1. - Nitrato di potassa: | |
| Scoperta e impiego del salnitro | 25 |
| Suo ufficio nella composizione della polvere..... | 26 |
| Nitrato di potassa o salnitro e sue proprietà | 27 |
| Origini naturali del salnitro e sua produzione artificiale | 29 |
| Nitro di conversione | 31 |
| § 2. - Nitrato di soda e sue proprietà..... | ivi |

| | Pag. |
|---|------|
| § 3. - Cloruro di potassio e sue proprietà | 32 |
| § 4. - Della lavorazione del nitro: | |
| Trattamento del nitrato di soda con il cloruro di potassio | 32 |
| Trattamento del nitrato di soda con il carbonato di potassa | 33 |
| Raffinazione del nitro | ivi |
| Analisi per la determinazione dei cloruri e del perclorato | 34 |
| Prove dell'umidità | 36 |
| Determinazione del residuo insolubile | ivi |
| Determinazione dell'acido solforico | ivi |
| Determinazione del calcio, del magnesio, del sodio | 37 |
| § 5. - Nitrato d'ammonio | ivi |
| § 6. - Acido Nitrico: | |
| Sua formazione in natura | 38 |
| Decomposizione dell'ammoniaca e fermento nitrico | 40 |
| Fabbricazione dell'acido nitrico | 41 |
| § 7. - Acido nitrico dell'azoto atmosferico | 43 |
| § 8. - Analisi dell'acido nitrico | 46 |

CAPITOLO SECONDO. — *Dello Zolfo.*

| | |
|--|-----|
| § 1. - Lo zolfo in natura. Estrazione e raffinazione: | |
| Proprietà dello zolfo | 47 |
| Suo ufficio nella composizione della polvere | 48 |
| Depositi naturali dello zolfo | 49 |
| Estrazione dei minerali solforosi | 50 |
| Sublimazione | 51 |
| Estrattori a vapore | ivi |
| Calcaroni | 52 |
| Forni rigeneratori di Roberto Gill | 53 |
| Talamoni | 54 |
| Zolfo-greggio, analisi e prove | ivi |
| Raffinazione primitiva | 56 |
| Raffinazione moderna, volatilizzazione e distillazione | ivi |
| § 2. - Acido solforico: | |
| Sue proprietà e applicazioni | 59 |
| Fabbricazione | 60 |
| Processo catalitico o di contatto | 61 |
| Oleum o acido solforico fumante di Nordhausen ... | 64 |
| Analisi dell'oleum | ivi |

| | Pag. |
|---|------|
| CAPITOLO TERZO. — Del Carbone. | |
| § 1. - Generalità. | 66 |
| § 2. - Qualità e specie dei legni da carbonizzarsi | 67 |
| Steli di canape | 68 |
| Gambi e tralci di vite | ivi |
| Salice (<i>salix alba</i>) | 69 |
| Proprietà del carbone | ivi |
| § 3. - Carbonizzazione per soffocazione: | |
| Processo delle cataste | 72 |
| Processo delle fosse | 73 |
| Processo delle caldaie | 74 |
| § 4. - Carbonizzazione per distillazione: | |
| Composizione intima del legno | 75 |
| Sistema dei cilindri | 76 |
| Cilindri fissi | ivi |
| Processo di carbonizzazione | 78 |
| Cilindri mobili | 83 |
| Rendimento | 84 |
| Combustibili da impiegarsi | ivi |
| Sottoprodotti della distillazione | 85 |
| Carbonizzazione sistema Violette | ivi |
| Sistema Gossart | 86 |
| Sistema Güttler | 87 |

PARTE SECONDA.

FABBRICAZIONE DELLA POLVERE

SEZIONE PRIMA.

DOSAMENTI.

| | |
|--|----|
| <i>Capitolo Primo.</i> — Generalità. | |
| Dosamento | 88 |
| Influenza dei dosamenti | 89 |
| <i>Capitolo Secondo.</i> — Dosamento delle Polveri Nere: | |
| Polveri da guerra | 91 |
| Polveri da caccia | 92 |
| Polveri da mina | 93 |

SEZIONE SECONDA.

TRITURAZIONE, MESCOLAMENTO E COMPRESIONE
DELLE MATERIE PRIMECAPITOLO PRIMO. — *Triturazione e mescolamento.*

| | Pag. |
|--|------|
| § 1. - Generalità: | |
| Trattamento delle materie prime | 95 |
| Sistemi diversi di triturazione | 96 |
| § 2. - Dei Pestelli: | |
| Struttura dell'apparecchio | ivi |
| Processo di lavorazione | 98 |
| § 3. - Delle macine: | |
| Origine e struttura dell'apparecchio | 100 |
| Processo di lavorazione | 102 |
| § 4. - Delle Botti tritatorie: | |
| Generalità | 104 |
| Frantoi del carbone e dello zolfo | 105 |
| Botti binarie e loro struttura | 106 |
| Funzionamento | 108 |
| Botti ternarie | 110 |

CAPITOLO SECONDO. — *Compressione.*

| | |
|--|-----|
| § 1. - Bagnatura | 112 |
| § 2. - Strettoio idraulico e sua struttura | 113 |
| Compressione delle farine ternarie umide | 114 |
| Compressione per polveri dai grani grossi | 116 |

CAPITOLO TERZO. — *Sistema misto.*

| | |
|--|-----|
| Metodo e utilità del sistema misto | 117 |
|--|-----|

SEZIONE TERZA.

LAVORAZIONI SUCCESSIVE
DELLA POLVERE DA FUOCOCAPITOLO PRIMO. — *Granulazione.*

| | |
|---|-----|
| § 1. - Generalità: | |
| Sistemi primordiali di granulazione | 118 |

| | Pag. |
|-------------------------------------|------|
| § 2. - Botte-granitoio: | |
| Struttura e funzionamento | 119 |
| § 3. - Granitoio a cilindri: | |
| Origini e struttura | 120 |
| Funzionamento | 122 |
| Rompitoio e granitoio distinti..... | 123 |
| § 4. - Botte Champy: | |
| Origini e struttura | 124 |
| Granulazione | 125 |

CAPITOLO SECONDO. — *Essicazione.*

| | |
|---|-----|
| § 1. - Essicazione naturale: | |
| Esposizione delle polveri all'aria ed al sole | 126 |
| § 2. - Essicazione artificiale: | |
| Primi essicatori artificiali | 127 |
| Essicatori a vapore acqueo | ivi |
| Essicazione all'aria fredda e nel vuoto | 128 |

CAPITOLO TERZO. — *Lisciatura e agguagliamento delle grane.*

| | |
|---|-----|
| Botti lisciatorie | 130 |
| Spolveracciatura e lisciatura della grana | 131 |
| Setacciatura | 133 |
| Mescolazione e agguagliamento delle grane..... | 133 |

CAPITOLO QUARTO.

Disposizione e costruzione delle officine di un polverificio.

| | |
|---|-----|
| Norme di costruzione delle officine | 135 |
| Topografia di un Polverificio | 137 |

PARTE TERZA.

POLVERI SPECIALI

E PROPRIETÀ DELLE POLVERI NERE DA FUOCO

CAPITOLO PRIMO. — *Polveri speciali per l'artiglieria.*

| | |
|--|-----|
| Primi tentativi | 140 |
| Progressività e regolarità di combustione..... | 141 |

| |
|--|
| Polveri dai grani grossi |
| Polveri prismatiche, Cakes perforate, Esagonali, |
| Polvere Pellet..... |
| Polveri compresse, polvere Pebble..... |
| Polvere a dadi, polvere piatta Castan |
| Polveri a strati concentrici, polvere Teotter |
| Agglomerate; C. ed. S. P. francesi; Schagticoke cubical americana |
| Polveri progressive e polveri brune |
| Polvere cioccolata; Bruna 152 e 431 |
| E. X. E.; Slove Burning Cocoa Powder |
| P. B. francesi; P. B. austriache..... |

CAPITOLO SECONDO.

Proprietà della polvere nera e suoi effetti balistici.

| |
|--|
| § 1. - Proprietà fisiche |
| Aspetto esterno; durezza; grossezza; igrometricità . |
| Residui |
| Densità gravimetrica |
| Densità reale |
| Densità assoluta |
| § 2. - Proprietà meccaniche |
| Infiammabilità |
| Combustione |
| Potenzialità |
| Forza; Pressione dei gas |
| § 3. - Proprietà chimiche..... |
| Prova del nitro |
| Prova dello zolfo |
| Prova del carbone |
| § 4. Effetti balistici |
| Provini ed apparecchi elettrobalistici |
| Cromografo di Le Boulangé e Bréger |
| Cronografo di Schultz |
| Misure della pressione dei gas..... |
| Metodo statico, bilancia manometrica di Deprez ... |
| Metodo dinamico |
| Accelerometro; accelerografo; velocimetro |
| Crusher o Piesimetro |
| § 5. - Esame fisico della polvere nera |
| Esperimenti sommari |
| Esperimento Chabrier |

LIBRO TERZO.

Esplosivi moderni

PARTE PRIMA.

POLVERI DERIVATE DALLA POLVERE NERA

CAPITOLO PRIMO. — *Polveri diverse.*

| | Pag. |
|--|------|
| Progressi nella fabbricazione delle polveri nere | 173 |
| Polveri al Nitrato di soda | 175 |
| Polvere da mina Frelberg | 176 |
| Polvere di Wetzlar | ivi |
| Polvere Daway (al Nitrato di soda) | ivi |
| Pironome de Tret | ivi |
| Polvere Oxland | 177 |
| Polvere Roberts et Dale | ivi |
| Polvere Eisler | ivi |
| Gunn | ivi |
| Violette | ivi |
| Polvere Murtineddu | 178 |
| Fulopit | vi |
| Polvere di Schäffer et Badenbergr | 179 |
| Pyrolite | ivi |
| Polvere di Terré | ivi |
| Pyronitrina | ivi |
| Lithotrito | ivi |
| Bielefeld | 180 |
| Hardy | iv |
| Héracline | ivi |
| Miller | ivi |
| Petroclastite | ivi |
| Polveri al Nitrato di bario. — Saxifragine | 181 |
| Pudrolite | ivi |
| Polveri al Nitrato di ammonio | ivi |
| Polvere amido | 182 |
| Nitro cupro-ammonico | ivi |
| Polvere Bennet | ivi |
| Haloxilina | 183 |

Pag.
142
ivi
143
ivi
144
ivi

145
ivi
146
147
ivi

148
149
150
151
152
153
154
ivi
155
157
158
159
160
ivi
161
162
ivi
163
165
ivi
166
ivi
ivi
167
168
ivi
169

| | |
|---|--|
| Polvere amidogene | |
| Courteille | |
| Carboazotina | |
| Janite | |
| Polvere Allison | |
| Polvere Elefante (antigrisoutosa) | |
| Polvere Aposite | |
| Esplosivo Monachit | |

CAPITOLO SECONDO. — *Polveri al clorato.*

| | |
|---|--|
| § 1. - Clorato di potassio e sue proprietà | |
| Fabbricazione del clorato di potassio | |
| § 2. - Perclorato di potassio | |
| § 3. - Perclorato di ammonio | |
| § 4. - Composti esplosivi al clorato | |
| Polvere Berthollet | |
| Polvere Bianca | |
| Polvere Melville | |
| Polvere Daway (al clorato di potassa) | |
| Polvere Kellow et Short | |
| Polveri Riker | |
| Polvere-carta Melland | |
| Polvere-carta (brevetto 1874) | |
| Pyropapier; Dinamogeno; Spirelite | |
| Gelbite; carta esplosiva Peley | |
| Rackarock | |
| Promethée | |
| Donnar | |
| Sebomite | |
| Pyrodialite | |
| Cheddite (ideata da Street) tipo 41 | |
| Tipo 60 | |
| Tipo 60 bis | |
| Fabbricazione delle chedditi | |
| Pierrite | |
| Pieronitronaftalina | |
| Esplosivi Street al perclorato di potassio e di ammonio | |
| Polvere Nisser | |
| Permonite | |
| Esplosivi Alvisi | |
| Manlianite | |
| Cannel | |

| Pag. | | Pag. |
|------|--|------|
| 183 | Cremonite | 199 |
| ivi | Kratiti | ivi |
| ivi | Yonckiti | 200 |
| 184 | Chedditte al Perclorato d'ammonio | ivi |
| ivi | Tipo 86/14; Tipo 90/10; Speciale P | 201 |
| ivi | Harvey, Himly, Nitrocallebotte, Bolton | ivi |
| ivi | Ward, Comète, Graham, Knafft, Goetz | ivi |
| 185 | Hawckins | 202 |
| | Proprietà delle polveri al clorato | ivi |

PARTE SECONDA.

DEL FULMICOTONE

CAPITOLO PRIMO. — *Cellulose e nitrocellulose.*

| | | |
|-----|---|-----|
| 190 | Importanza e scoperta del fulmicotone | 204 |
| 190 | Cellulosa | 205 |
| ivi | Paracellulosa, metacellulosa, vascolosa | ivi |
| 191 | Nitrocellulosa | 206 |
| ivi | Gradazioni delle cellulose nitriche | 207 |
| ivi | Mononitrocellulosa | 208 |
| ivi | Binitrocellulosa o pirossilina | 209 |
| 192 | Trinitrocellulosa o fulmicotone | ivi |

CAPITOLO SECONDO. — *Fabbricazione del fulmicotone.*

| | | |
|-----|---|-----|
| 194 | - Depurazione del cotone | 210 |
| ivi | - Nitrificazione | 213 |
| 195 | Acido sulfo-nitrico | ivi |
| ivi | Caldaje di immersione | 214 |
| ivi | Vasi refrigeranti | ivi |
| 196 | Asciugatrici | 215 |
| ivi | Trattamento dei residui acidi | ivi |
| 197 | Lavature | ivi |
| ivi | Rendimento teorico e prodotto reale | 217 |
| ivi | Nitratore a circolazione d'acidi | ivi |
| 198 | Sistema dello spostamento | 218 |
| 198 | - Stabilizzazione e polpaggio | 219 |
| ivi | Metodo Robertson | ivi |
| 199 | Sistema Baschieri | 220 |
| ivi | | |

| | | |
|------|--|--|
| | Polpaggio..... | |
| | Raffinatrice | |
| | Tino Poacker | |
| § 4. | - Plasmazione e modellamento..... | |
| | Fulmicotone compresso | |
| § 5. | - Fulmicotone in matasse o in fiocchi..... | |
| § 6. | - Vivificazione del miscuglio acido..... | |

CAPITOLO TERZO. — *Cotone colloid.*

| | | |
|------|--|--|
| | Collodio | |
| | Celluloide | |
| § 1. | - Fabbricazione del cotone colloid | |
| § 2. | - Nitro-idrocellulosa | |
| | Idrocellulosa e nitro-idrocellulosa..... | |
| | Nitropestolegno, fulmipaglia, nitroiuta..... | |
| | Nitrosaccarosio, nitromannite | |
| | Nitrazione della cellulosa del legno | |
| | Seta artificiale | |

CAPITOLO QUARTO. — *Proprietà del fulmicotone.*

| | | |
|--|---------------------------|--|
| | Proprietà fisiche..... | |
| | Proprietà meccaniche..... | |
| | Proprietà chimiche | |

CAPITOLO QUINTO. — *Uso ed impiego del fulmicotone.*

| | | |
|--|--------------------------------|--|
| | Impiego a scopi militari | |
| | Impiego nelle mine | |
| | Segnali per la marina | |

CAPITOLO SESTO. — *Prove del fulmicotone.*

| | | |
|--|-----------------------------|--|
| | Aspetto fisico..... | |
| | Densità | |
| | Umidità | |
| | Incenerimento..... | |
| | Solubilità | |
| | Prova dell'alcalinità | |
| | Prova dell'azoto | |
| | Prova del calore | |

Pag.
220
ivi
221
222
ivi
223
224

PARTE TERZA.

NITROGLICERINA E DINAMITI

CAPITOLO PRIMO. — *Della glicerina.*

| | Pag. |
|---|------|
| Scoperta della glicerina..... | 241 |
| Proprietà e produzione della glicerina..... | 242 |
| Saggio della nitrurazione..... | 244 |

226
ivi
227
228
ivi
ivi
ivi
ivi
229

CAPITOLO SECONDO. — *Della nitroglicerina.*

| | |
|--|-----|
| Primi esperimenti del chimico Sobrero..... | 246 |
| § 1. - Miscuglio degli acidi..... | 247 |
| § 2. - Nitrurazione..... | 248 |
| Nitratore..... | ivi |
| Processo di nitrurazione. — Sistema Nobel..... | 249 |
| Sistema Boutmy et Faucher..... | 250 |
| § 3. - Separazione..... | 251 |
| Separazione e suo funzionamento..... | ivi |
| § 4. - Lavature..... | 252 |
| § 5. - Nitrurazione del Sistema Nathan..... | 253 |
| Vantaggi del sistema..... | 254 |
| Apparecchio..... | ivi |
| Funzionamento..... | 255 |
| § 6. - Filtrazione..... | 256 |
| § 7. - Trattamento dei residui..... | 257 |

230
231
234
236
237
ivi

CAPITOLO TERZO. — *Proprietà della nitroglicerina.*

| | |
|---------------------------|-----|
| Proprietà fisiche..... | 259 |
| Proprietà chimiche..... | ivi |
| Proprietà meccaniche..... | 262 |

238
ivi
ivi
ivi
239
ivi
ivi
240

CAPITOLO QUARTO. — *Classificazioni delle dinamiti.*

| | |
|-----------------------------|-----|
| Divisione in gruppi..... | 263 |
| Suddivisione in classi..... | 264 |

CAPITOLO QUINTO. — *Dinamiti a base inerte.*

| | |
|--------------------------------|--|
| Kieselguhr | |
| Dinamit 1, 2, 3,..... | |
| Fabbricazione | |
| Petrinaggio | |
| Cartucchiere | |
| Dinamite N. 0 | |
| Wetterdinamite alla soda | |
| Ardeer | |
| Carbodinamite | |
| Pantopolite | |
| Dinamite rossa | |
| Dinamite bianca | |
| Dinamite nera | |
| Fulgorite solida | |
| Fulgorite liquida | |
| Boratina | |
| Jones | |
| Dinamite Mowbray | |
| Dinamite americana | |
| Dinamite al Boghead | |
| Fulminalina | |
| Dinamite di Graydon | |

CAPITOLO SESTO. — *Dinamiti a base attiva.*

| | |
|---|--|
| Associazione di basi attive alla nitroglicerina | |
| § 1. - Dinamiti a base di nitrati | |
| Dinamite grigia | |
| Dinamiti Judson (tipo R.R.P. e tipo 3 F) | |
| Sebastina | |
| Paleina | |
| Esplosivo Monakay | |
| Litoclastiti | |
| Nitromagnite | |
| Petralite | |
| Palmitato di cetile o spermaceto | |
| Litofratore | |
| Amidogene | |
| Carbodinamite | |
| Castellanos | |
| Dinamite all'amido | |
| Dinamite Coads | |

| Pag. | | Pag. |
|------|---|------|
| | Dinamite Etna | 276 |
| 265 | Fowler | ivi |
| ivi | Fulmison | 277 |
| 266 | Kadmite | ivi |
| ivi | Krummel | ivi |
| 267 | Meganite | ivi |
| ivi | Rhexite | ivi |
| ivi | Stonite | ivi |
| ivi | Kallenite | ivi |
| 268 | Kelly | ivi |
| ivi | Norris | ivi |
| ivi | § 2. - Dinamiti a base di clorati | 278 |
| 269 | Nitrolkrut | ivi |
| ivi | Nisebastina | ivi |
| ivi | Gotham | ivi |
| ivi | Kraft | 279 |
| ivi | Seranine | ivi |
| ivi | Dinamite Ercole | ivi |
| ivi | Fluorina | ivi |
| ivi | § 3. - Dinamiti a base di pirossili | ivi |
| 270 | Dinamite Trauzl | ivi |
| ivi | Dinamite Abel | 280 |
| ivi | Glioxilina | ivi |
| | Gelatina esplosiva Nobel | ivi |
| | § 4. - Fabbricazione delle gelatine esplosive | 281 |
| | Qualità delle materie prime | ivi |
| 271 | Essiccazione della pirossilina | ivi |
| 272 | Gelatinizzazione | ivi |
| ivi | Dinamiti all'ammonio | 283 |
| 273 | Ammonialkrut | ivi |
| ivi | Dinamite all'ammoniaca | 284 |
| 274 | Dinamite extra | ivi |
| ivi | Forcite | 285 |
| ivi | Gelatina all'ammonio | ivi |
| ivi | Gelignite all'ammonio | ivi |
| 275 | Geligniti | ivi |
| ivi | Dualina | ivi |
| ivi | Dinamiti alla soda | 286 |
| ivi | Atlante | ivi |
| 276 | Dinamite alla potassa | ivi |
| ivi | Dinamite Brown | ivi |
| ivi | Dinamite di Arles | 287 |
| ivi | Osarite | ivi |
| ivi | Saxonite | ivi |

| | | |
|--------|--|--|
| | Reinisch Dinamite..... | |
| | Vigorina | |
| § 5. - | Dinamiti senza fiamma e Grisontiti | |
| | Grisontite | |
| | Bellite | |
| | Forcite antigrisoutosa | |
| | Carboniti..... | |
| | Kinite..... | |
| | Grisoutite Matagne..... | |
| | Celtite | |
| | Russelite | |
| § 6. - | Dinamiti incongelabili | |
| | Liebert | |
| | Wohl | |
| | Leroux | |
| | Wender | |

CAPITOLO SETTIMO. — *Proprietà delle dinamiti.*

| | |
|--------|---|
| § 1. - | Proprietà delle dinamiti a base inerte..... |
| § 2. - | Proprietà delle dinamiti a base attive e delle gelatine |
| | Dinamite gomma |
| | Gelatina esplosiva di guerra..... |

CAPITOLO OTTAVO.

Prove della nitroglicerina e delle dinamiti.

| | |
|--|----------------------------------|
| | Prove della nitroglicerina |
| | Alcalinità |
| | Resistenza al calore |
| | Prova delle dinamiti |
| | Umidità |
| | Acidità |
| | Essudazione..... |
| | Stabilità |
| | Dosatura |

CAPITOLO NONO.

Distruzione delle dinamiti e della nitroglicerina.

| | |
|--|--|
| | Distruzione delle dinamiti..... |
| | Distruzione della nitroglicerina |

| Pag. | g. | | Pag. |
|---|-----|---|----------|
| 288 | 38 | | |
| ivi | vi | | |
| ivi | ivi | | |
| 290 | 90 | | |
| ivi | ivi | | |
| 291 | 91 | | |
| ivi | ivi | | |
| ivi | ivi | | |
| 292 | ivi | | |
| ivi | 292 | | |
| ivi | ivi | | |
| ivi | ivi | | |
| 293 | ivi | | |
| 293 | 293 | | |
| ivi | ivi | | |
| 296 | | | |
| 298 | 296 | | |
| ivi | 298 | | |
| 299 | ivi | | |
| | 299 | | |
| 301 | | | |
| ivi | 301 | | |
| ivi | ivi | | |
| 302 | ivi | | |
| ivi | 302 | | |
| ivi | ivi | | |
| ivi | ivi | | |
| ivi | ivi | | |
| 303 | ivi | | |
| | 303 | | |
| 304 | | | |
| 305 | 304 | | |
| | 305 | | |
| CAPITOLO DECIMO. | | | |
| <i>Impianto ed esercizio di un dinamitificio.</i> | | | |
| | | Locali ed officine | 306 |
| | | Cautele nella lavorazione | 307 |
| PARTE QUARTA. | | | |
| ESPLOSIVI DIVERSI — FULMINATI | | | |
| CAPITOLO PRIMO. — Fenolo e derivati nitrici. | | | |
| | | Fenolo | Pag. 309 |
| | | Nitrofenoli | 310 |
| | | Acido Picrico | 311 |
| | | Preparazione industriale..... | ivi |
| | | Proprietà | 312 |
| | | Polvere Borlinetto | 313 |
| | | Polvere Tschirner | ivi |
| | | Polvere Boyd | ivi |
| | | Polvere Adams..... | 314 |
| | | Polvere Victorite | ivi |
| | | Polvere Ripplene | ivi |
| | | Polveri Sprengel | ivi |
| | | Esplosivo Turpin | ivi |
| | | Carica delle granate da scoppio, proiettili, ecc..... | 315 |
| | | Impiego dell'acido picrico..... | 316 |
| | | Melinite | 317 |
| | | Cresilite | ivi |
| | | Trinitrocresol | ivi |
| | | Lyddite | 318 |
| | | Dunnite | 319 |
| | | Emmensite | ivi |
| | | Schimose | 320 |
| | | Eteri fenilici della glicerina | ivi |
| | | Dinitromonocloridrina dissimetrica | 321 |
| | | Nitropicrite | ivi |
| CAPITOLO SECONDO. — Picrati. | | | |
| | | Picrato di potassio | 322 |
| | | Polveri di Designolle | 323 |
| | | Fontaine | ivi |

| | Pag. |
|--|------|
| Picrato di ammonio | 323 |
| Polvere Brugère | 324 |
| Picrato di sodio | ivi |
| Bronolite | ivi |
| CAPITOLO TERZO. — <i>Esplosivi al nitrato di ammonio.</i> | |
| Miscugli al nitrato d'ammonio | 326 |
| Esplosivi Favier | 327 |
| Ammonite | 328 |
| Ammonal | ivi |
| Densite | 329 |
| Roburite | ivi |
| Stibiovirite | ivi |
| Imperialite | ivi |
| Schneiderite | 330 |
| Siperite | ivi |
| Sabulite | 331 |
| Vibrite | ivi |
| Esplosivo Echos | ivi |
| CAPITOLO QUARTO. — <i>Del trinitrotoluene.</i> | |
| Nitroderivati aromatici | 332 |
| Toluolo o toluene | 333 |
| Toluidina | ivi |
| Trinitrotoluene o tritolo | ivi |
| Processo di nitrazione | ivi |
| Proprietà del Trinitrotoluene | 334 |
| Carica del tritolo nelle granate, ecc. | 336 |
| CAPITOLO QUINTO. — <i>Nuovi esplosivi della serie aromatica.</i> | |
| Esplosivi per torpedini e per mine subacquee. | 338 |
| Tonite | ivi |
| Macarite | 339 |
| Triplastite | ivi |
| Plastrotyl | ivi |
| Tetranitranilina | ivi |
| Esplosivi alla dicianodiamide | 340 |
| Esplosivo di Bourges | 341 |
| CAPITOLO SESTO. — <i>Esplosivi diversi.</i> | |
| Ecrasite | 342 |
| Panclastite | ivi |

| | Pag. |
|--|------|
| Miscuglio all'acetilene per proietti cavi..... | 343 |
| Gas tonante..... | ivi |
| Esplosivi acidi di Sprengel | 344 |
| Oxonite | 345 |
| Cianuri | ivi |
| Nitroformio o nitrometano | ivi |
| Nitropenteritrite..... | 346 |
| Acido isocianurico | ivi |
| Cianodibromopierina..... | ivi |
| Nitroferrite | ivi |
| Raouilite (folgorite)..... | ivi |
| Hatamite | 347 |
| Galazite..... | ivi |

CAPITOLO SETTIMO. — *Fulminati.*

| | |
|--|-----|
| Formola teorica dei fulminati | 348 |
| Fulminato di mercurio | ivi |
| Fabbricazione | 349 |
| Proprietà | 350 |
| Fulminato di argento | 352 |
| Fulminato d'oro | 353 |
| Fulminato di rame..... | ivi |
| Fulminato di sodio | ivi |
| Fulminato di zinco | ivi |
| Petkins (composto fulminante)..... | ivi |
| Chapmann (miscuglio fulminante) | ivi |
| Hudson Maxim (impasto fulminante) | 354 |
| Tipo Claesser (esplosivo per inneschi) | ivi |
| Azotidрати | 355 |
| Azoturi..... | ivi |

CAPITOLO SETTIMO. — *Esplosivi per granate a mano.*

| | |
|---|-----|
| Granate incendiarie da 15 cm. | 356 |
| Granate sferiche a mano da 9 cm. | ivi |
| Granate a mano giapponesi | 357 |
| Granata Hale | ivi |
| Granata universale Bangalore | ivi |
| Torpedine aerea di Hunge | 359 |
| Norme per il confezionamento delle granate a mano ... | ivi |
| Congegni incendiari e asfissianti | 360 |
| Bomba incendiaria tedesca..... | 361 |
| Bomba asfissiante austro-ungarica..... | ivi |

PARTE QUINTA.

POLVERI SENZA FUMO

CAPITOLO PRIMO. — *Origine e natura delle polveri senza fumo.*

| | Pag. |
|---|------|
| Applicazione delle nuove scoperte alle armi da tiro.... | 363 |
| Primi esperimenti con le pirossiline..... | 364 |
| Dissolventi..... | 366 |
| Correttivi..... | ivi |

CAPITOLO SECONDO. — *Fabbricazione delle polveri senza fumo.*

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Trattamento della nitrocellulosa..... | 368 |
| Gelatinizzazione..... | ivi |
| Operazioni successive..... | 370 |

CAPITOLO TERZO. — *Polveri senza fumo da guerra.*

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Polvere Schultze..... | 371 |
| Polvere Vielle..... | 372 |
| Polvere B..... | ivi |
| Polvere BNF..... | ivi |
| B. C.; B. S. P.; B. G. C..... | 373 |
| Balistite..... | ivi |
| Fabbricazione..... | ivi |
| Proprietà..... | 374 |
| Solenite..... | 375 |
| Fillite..... | ivi |
| Cordite..... | ivi |
| Fabbricazione..... | 376 |
| Proprietà..... | ivi |
| Axite..... | 377 |
| R. G. P..... | ivi |
| Troisdorf..... | ivi |
| Geschütz-Blättchenpulver..... | ivi |
| Pirocolloidio..... | 378 |
| L 3. di Wetteren..... | ivi |
| Esplosivo Mayer..... | 379 |
| Polvere giapponese da guerra..... | ivi |
| Tessuto esplosivo..... | ivi |

CAPITOLO QUARTO. — *Polveri senza fumo da caccia.*

| | Pag. |
|-------------------------------------|------|
| Polvere bianca Schultze..... | 381 |
| Fabbricazione | ivi |
| Polvere E C | 383 |
| Pirocotone Parozzani | ivi |
| Smokeless esplosiva..... | ivi |
| Cannonite | ivi |
| Coopal | 384 |
| Amberite | ivi |
| Curtis | ivi |
| Müllerite | 385 |
| Normale | ivi |
| Walsrode | ivi |
| Plastomenite | ivi |
| Lanite; D. N..... | 386 |
| Excelsior; Sport, Nivea; Libia..... | ivi |
| Acapnia..... | ivi |
| Randite | ivi |
| Sublimite | ivi |
| Anigrina | ivi |
| Silurite | ivi |
| Aristite..... | ivi |
| Fulgor | ivi |

CAPITOLO QUINTO. — *Proprietà delle polveri senza fumo.*

| | |
|---|-----|
| Struttura | 388 |
| Combustione | ivi |
| Polveri al fulmicotone e al cotone collodio | ivi |
| Polveri alla nitroglicerina | 389 |
| Esperimenti Monni..... | 390 |
| Esperimenti Recchi (nitroguanidina) | ivi |
| Esperimenti Spica (Fenantrene) | 392 |
| Stabilità | 393 |
| Esperimenti Van Pitius di Hembrug..... | ivi |
| Conservazione | ivi |
| Decomposizione | 394 |

CAPITOLO SESTO. — *Prove delle polveri senza fumo.*

| | |
|---------------------------------|-----|
| Igroscopticità | 395 |
| Resistenza all'umidità | ivi |
| Resistenza al gelo | ivi |
| Temperatura di accensione | 396 |

| | |
|--|--|
| Potenzialità | |
| Apparato Trauzl | |
| Apparato Guttman | |
| Effetti balistici | |
| Provino a mortaio del Nobel | |
| Prove di stabilità | |
| Prove del calore | |
| Metodo Guttman | |
| Metodo Spica | |
| Carta al cloridrato di metafeulendiamina | |
| Difenilamina (rivelatore di alterazioni) | |

PARTE SESTA.

APPENDICE

CAPITOLO PRIMO. — *Dell'aria liquida.*

| | |
|---|--|
| Esperimenti Wroblewski et Olszewski | |
| Trovato Cailletet | |
| Applicazione di Linde | |
| Proprietà dell'aria liquida | |
| Fenomeno della calefazione | |
| Esplosivo all'aria liquida | |
| Proprietà | |
| Metodo di Charlottenburg | |
| Esplosivo antigrisoutoso | |
| Oxlite | |

CAPITOLO SECONDO. — *Fenomeni dell'esplosione.*

| | |
|--|--|
| Teoria dell'esplosione | |
| Corpi esplodenti | |
| Effetti dell'esplosione | |
| Esplosivi ordinari; potenti; detonanti | |
| Natura dell'esplosione | |
| Deflagrazione; esplosione; detonazione | |
| Onda esplosiva | |
| Potenziale | |
| Esplosione per influenza o simpatia | |
| Teoria delle vibrazioni | |
| Teoria di Berthelot | |

Indice analitico

XXVII

| Pag. | | Pag. |
|------|---|------|
| 396 | Influenza elettro-atmosferica | 409 |
| ivi | Fenomeni dell'esplosione | ivi |
| 397 | Esame e misura delle proprietà degli esplosivi | 410 |
| ivi | Prodotti di decomposizione | ivi |
| ivi | Trasformazione dinamica | ivi |
| 398 | Trasformazione statica | 411 |
| ivi | Calorie sviluppate | ivi |
| ivi | Prova della sensibilità all'urto | ivi |
| 399 | | |
| ivi | | |
| | <i>Elenco delle opere consultate</i> | 413 |
| | <i>Indice alfabetico delle sostanze esplosive e materie prime</i> | 415 |

Questo testo è stato scandito
e riprodotto in formato digitale
da Edoardo Mori titolare del
sito <http://mori.studionet.it>

400
ivi
ivi
401
ivi
402
ivi
403
ivi
ivi

404
ivi
405
406
407
407
407
ivi
408
ivi
409

LIBRO PRIMO

STORIA E LEGGENDE.

CAPITOLO I

Invenzione della polvere.

La polvere da fuoco, questo trovato meraviglioso che cambiò faccia al mondo, questo mezzo potente di guerra che signoreggia la forza brutale e uguaglia le condizioni dei combattenti dando la prevalenza alla forza morale ed al sapere, non uscì di getto dal cervello di un genio, nè fu opera del caso. Come in tutte le grandi scoperte che onorano la mente umana, l'invenzione della polvere non è che il prodotto della cooperazione di molti intelletti che nel corso dei secoli lavorarono per un medesimo scopo.

Il fortunato che dà l'ultimo tocco allo sviluppo di una idea attorno alla quale studiarono ed operarono più generazioni, il fortunato che trova quel nonnulla che basta a compendiare il lavoro de' suoi precursori e a dar vita all'edificio modellato e man mano migliorato da chi lo precedette, quel fortunato è colui che raccoglie la palma di tante fatiche, di tante prove, di tante angosciose ricerche, e generalmente associa il suo nome glorioso alla nuova invenzione.

Così avvenne con la polvere da fuoco, ed al monaco francescano Bertoldo Schwartz era riserbato l'onore di esserne riputato l'inventore e di venire glorificato con un monumento nella sua nativa Friburgo.

Dove, quando ed in chi sia sorta la prima idea della polvere da fuoco è assolutamente impossibile il precisare. Molti paesi se ne contendono il primato, e corsero nel passato le più strane leggende che attribuirono ora ai cinesi, ora agli indiani, ora ad altri popoli l'invenzione della polvere.

Fino dalla più remota antichità nella quale erano quotidiane tra famiglia e famiglia, fra tribù e tribù le lotte sanguinose a corpo a corpo, era nata spontanea nell'uomo l'idea di ricorrere a mezzi fisici ausiliari per offendere e debellare più facilmente il nemico. Dai primi espedienti affatto meccanici si passò all'impiego di pezzi di legno e di torce imbevuti di sostanze infiammabili, come zolfo fuso, pece, resine, che accesi e lanciati in mezzo alle orde nemiche vi portavano l'incendio e la distruzione.

Si pervenne così al *fuoco greco*, detto anche *fuoco di Callinico*, perchè si vuole che Callinico, architetto di Eliopoli, lo insegnasse ai greci nel 763, e con esso distruggesse a Cizico la flotta degli arabi che assediavano Costantinopoli.

Era il fuoco greco composto di un miscuglio di olii grassi vegetali, di olio di nafta, di resina, di catrame e di sostanze minerali combustibili polverizzate. Tale miscuglio veniva utilizzato in più maniere, ed ora veniva acceso e lanciato in vasi di terra o di ferro sul nemico per mezzo di poderose balestre; talvolta era adoperato nei combattimenti a corpo a corpo, applicandolo all'estremità delle lance, al timone delle bighe; ora lo si impiegava sotto forma di razzi o tubetti volanti che spargevano il terrore e la morte tra le file combattenti.

Di carattere identico al fuoco greco furono i mezzi incendiari di guerra, o fuochi di artificio, conosciuti coi nomi

di pirobolidi, frecce ignifere, falariche, tortelli incatramati, brulotti, ecc.

L'uso dei razzi era conosciuto altresì dai cinesi, come ne fanno fede gli scritti di Marco Polo che ne parlano come di arti infernali da negromanti. Ed invero i loro razzi o fuochi di artificio dovevano essere ben più meravigliosi del fuoco greco perchè i cinesi conoscevano incontestabilmente il salnitro del quale il terreno in Cina ha delle abbondantissime efflorescenze, e per i primi lo mescolarono con lo zolfo e con il carbone per formare i razzi. Tuttavia i cinesi furono ben lontani dall'essere gli inventori della polvere perchè non conoscevano affatto la forza di proiezione del loro miscuglio che usavano semplicemente come materia infiammabile della quale, a simiglianza dei greci, ne riempivano dei proiettili incendiari che venivano lanciati, per mezzo di congegni puramente meccanici, sul nemico.

Anche i greci conobbero ben presto il salnitro che introdussero nella composizione del fuoco di Callinico rendendolo più pernicioso; ma, come i cinesi, ne ignorarono la forza propulsiva e solo adottarono il miscuglio di nitro, zolfo e carbone, non come agente di proiezione ma come sostanza incendiaria.

Infatti Leone il savio o il filosofo, che regnò in Bisanzio succedendo al padre Basilio I nell'anno 886, nella sua opera: *Trattato di tattica od esposizione sommaria dell'arte militare* descrive i sifoni che servivano a lanciare il fuoco greco e dice che proiettavano fuochi lavorati mandando rumori simili a quelli del tuono.

Anche Marco Greco che scrisse in epoca non bene precisata, ma intorno al 1000, il suo famoso *Liber ignium ad comburendos hostes* dà in questo una specie di ricetta

per fabbricare la polvere che qualifica però come mezzo incendiario da usarsi negli assedi, ciò che appunto indica il titolo medesimo del suo libro.

Furono gli arabi che nei loro facili rapporti coi cinesi appresero da questi nel principio del XIII secolo il miscuglio di nitro, zolfo e carbone, e mentre lo adottarono anch'essi nei razzi, ne studiarono attentamente la sua combustione, scoprendone la forza di proiezione di cui è dotato. Non tardarono ad applicarla fabbricando dei fucili embrionali coi quali, mercè l'esplosione del miscuglio di (1):

dramma 10 di nitro,
 » 1 1/2 di zolfo,
 » 2 di carbone,

lanciavano dei veri proiettili, foggiate a freccia, a grandi distanze. Gli arabi inoltre furono i primi che riuscirono a purificare, sebbene grossolanamente, il salnitro trattandolo con le ceneri, primo passo che condusse al trattamento con il carbonato di potassa.

Contemporaneamente agli arabi si studiavano seriamente in Europa le proprietà del fuoco greco, e al principio del secolo XIV appaiono le prime polveri. Ma furono queste scoperte per caso? Ebbero un vero e proprio inventore? Nè l'una nè l'altra delle due ipotesi è ammissibile perchè la successione dei fatti fin qui esaminati dimostra il contrario. L'immaginazione umana, che tende sempre al meraviglioso, vorrebbe attribuire a un solo uomo il prodotto della elaborazione di molti secoli, e vi fu chi giunse a

(1) Dosamento riferito da un manoscritto arabo tradotto letteralmente dal Prof. Fleischer e riprodotto nel *Trattato sulla polvere* di UPMANN ET VON MAYER ampliato da Désortiaux.

supporre che l'inventore della polvere sia stato Archimede perchè Vitruvio racconta che il grande matematico difese Siracusa, assediata da Marcello console romano, con macchine potenti che lanciavano sui romani proiettili con gran romore. Comunque fosse prodotto questo gran romore è certo che, se anche conobbe Archimede le proprietà balistiche della polvere e se ne giovò per lanciare proiettili, la sua scoperta morì con lui ignorandosene per molti secoli ancora siffatte proprietà.

Casi isolati identici a questo sono quelli citati: dallo storico Almacin che attribuisce ad Agiagene Areta l'uso di polveri nitrose all'assedio della Mecca del 690; da Dione Cassio che racconta come Caligola possedesse uno strumento col quale produceva tuoni e lampi; da Apollonio Tiano che scrisse come i bramini dell'India lanciassero sui loro nemici fulmini e tuoni; da Vossio, da Filostrato e da altri autori antichi che illustrarono però sempre in modo più o meno immaginoso gli effetti del fuoco greco, il solo che realmente in quei tempi si conoscesse.

Altri poi volle che fosse l'insigne Ruggero Bacone l'inventore della polvere, perchè nell'*Opus majus* descrive dei fuochi bellici che spandevano un gran terrore e li paragona a notissimi giuochi da fanciulli che non erano altro che dei minuscoli petardi. Siamo ancora lungi dalle qualità propulsive della polvere e ancora si conoscono solo i suoi effetti esplosivi.

Giungiamo finalmente a Bertoldo Schwartz, il leggendario monaco nero di Friburgo. Ma qui entriamo quasi nel fantastico; infatti le molte cronache del medio evo che trattano dell'argomento si contraddicono l'un l'altra e mentre l'una parla dello Schwartz come inventore della polvere, un'altra ne attribuisce l'invenzione al monaco

Severinus, una terza all'ebreo Tibseles, una quarta, una quinta ad altri ancora e così via quasi all'infinito.

Di Bertoldo Schwartz si racconta che dopo avere inventata la polvere ne vendesse il segreto ai veneziani, ma che Yenceslao IV re di Boemia e imperatore di Allemagna, per punirlo lo facesse legare su un barile di polvere alla quale venne dato il fuoco. Quando si pensi che ciò sarebbe avvenuto nel 1384, mentre già da quasi un secolo si usava la polvere nelle armi da fuoco per lanciare proiettili, è facile arguire l'assurdità della leggenda.

Pare però accertato che, avuta notizia o no della scoperta degli arabi, in Europa la culla della polvere da fuoco sia stata la Germania, da dove si sparse ben presto fra tutte le nazioni civili.

Come già ho detto, l'impiego della polvere nell'arte della guerra data intorno al 1300. È bensì vero che nelle cronache della città di Forlì scritte da Leone Cobelli e raccolte a cura di G. Carducci, è detto come nell'anno 1281 Guido da Montefeltro, signore e capitano del popolo a Forlì, nel disciogliere i mercenari francesi di papa Martino IV aveva al suo servizio degli scoppettieri.

Così pure lo storiografo arabo Ibu Kaldum attribuirebbe al sultano del Marocco Abu Yussuf l'impiego di artiglierie nell'assedio di Sidi-él-messa nel 1273.

Parrebbe adunque che fino da allora si usassero delle vere e proprie armi da fuoco; ma nelle cronache del Cobelli non è fatto alcun cenno dell'ufficio compiuto dai nominati scoppettieri e il passo di Ibu Kaldum, tradotto dallo Slade, è troppo generico per attribuirvi loro il valore di una documentazione pienamente attendibile.

Ma nel 1310 appaiono i primi cannoni, molto rudimentali invero e di piccole dimensioni, come ne fa fede il con-

temporaneo continuatore degli annali del Caffaro. Nel 1311 è l'imperatore Arrigo di Germania che usa per la prima volta grosse bombarde nell'assedio di Brescia: nel 1326 sono impiegate a Forlì; nel 1346 si vedono dieci grossi cannoni in campagna aperta nella battaglia di Crecy, dove gli inglesi capitanati dal loro re Edoardo III sconfissero i francesi guidati da Filippo IV di Valois.

Nella Biblioteca Nazionale di Parigi si trova un curioso e interessante manoscritto nel quale in data 11 luglio 1338 Guglielmo Moulin da Boulogne accusa ricevuta a certo Tommaso Fonques, impiegato negli stabilimenti penali in Rouen, di un recipiente di ferro per il tiro di frecce infocate, di 48 frecce guernite di ferro con le rispettive penne, di una libbra di salnitro e di mezza libbra di zolfo per fabbricare la polvere necessaria al tiro delle suddette frecce.

Un altro interessante manoscritto miniato del 1326, attribuito a Walter di Millemette, intitolato *De officiis regum*, esiste nella Biblioteca Christchurch di Oxford e porta una illustrazione che riproduce una bocca da fuoco per il tiro di proiettili. La scoperta di tale miniatura è dovuta al chimico tedesco Oscar Guttmann.

In due affreschi del 1340 nella chiesa di San Leonardo in Lecceto presso Siena si vedono un grosso cannone e vari cannoni a mano (1).

Macchiavelli nelle sue *Istorie fiorentine* racconta: «... I genovesi in questi tempi (MCCCLXXXVI), i quali più anni erano vissuti sotto i Visconti, si ribellarono; e intra loro e i veneziani per Tenedo isola, naquero guerre importantissime per le quali si divise tutta Italia; nella qual guerra furono prima vedute le artiglierie, strumento nuovo trovato dai tedeschi ».

(1) GELLI, *Gli Archibugiari Milanesei*. Milano 1905.

E nell'*Arte della guerra*, lo stesso Macchiavelli scrive: « ... Hanno tra loro scoppettieri, i quali con l'impeto del fuoco fanno quell'ufficio che facevano anticamente i funditori e i balestrieri. Questo modo dello armare fu trovato dai tedeschi ».

Sebbene Sébastien Münster ⁽¹⁾ trattando della polvere da sparo abbia scritto nel 1554 che « ... le vilain qui apporta sur la terre une chose aussi affreuse, n'est certes pas digne d'avoir son nom inscrit dans les mémoires des hommes », tuttavia è certo invece che l'applicazione della polvere all'arte della guerra segnò un'era novella nel cammino della civiltà. Per essa fu posto un argine insuperabile alle invasioni barbariche, per essa si cominciò a minare l'immane edificio del feudalismo. Inoltre la polvere da fuoco, strumento terribile in guerra, fu il miglior fattore del progresso in tempo di pace poichè con la polvere da mina si esplorarono le viscere della terra ricavandone nuovi ed utilissimi minerali, si apersero nuove vie di comunicazione, si traforarono montagne, affratellando in comuni intenti i popoli della terra e portando la civiltà nelle gole più remote dei monti.

(1) Vedi DANIEL, *Dictionnaire des matières explosives*. Paris, 1902.

CAPITOLO II

Scoperta dei nuovi esplosivi.

Salvo alcune modificazioni nelle dosature primitive e qualche lieve miglioramento nei sistemi di fabbricazione, la polvere nera composta del miscuglio di salnitro, carbone e zolfo, restò unica sovrana nel campo degli esplosivi per ben cinque secoli.

Ma come opportunamente osserva Berthelot ⁽¹⁾: « L'étude des matières explosives a quelque chose qui séduit l'imagination, et cela à un double point de vue: en raison de la puissance qu'elle met entre les mains de l'homme, et en raison des notions plus profondes qu'elle nous permet d'acquérir sur le jeu des forces naturelles, amenées à leur plus haut degré d'intensité ».

Non poteva l'uomo, nell'affannosa ricerca di mezzi di offesa e di difesa che imponeva la nuova tattica guerresca, arrestarsi alla modesta polvere nera, e d'altra parte nuove necessità industriali e scientifiche creavano il bisogno di esplosivi che con maggiore efficacia della solita polvere favorissero lo sviluppo minerario e stradale delle nazioni.

Fu il chimico francese Berthollet che avendo trovato

⁽¹⁾ BERTHELOT M., *Sur la force des matières explosives d'après la thermochimie.*

nel 1785 il clorato di potassa tentò di utilizzarlo nella preparazione delle polveri da guerra sostituendolo al salnitro nel noto miscuglio. Una terribile esplosione, che fece molte vittime, dovuta all'eccessiva instabilità del clorato fu il momentaneo epilogo dell'allora inutile tentativo.

Nel 1799 l'inglese Howard trattando il nitrato di mercurio con l'alcool e con l'acido nitrico, ottenne un corpo esplosivo dotato di straordinaria sensibilità all'urto e per tale ragione ritenuto di nessuna utilità pratica. Ma gli studi e gli esperimenti successivi di Gay-Lussac, di Berzélius, di Chandelon, di Liebig, resero possibile l'applicazione del composto di Howard che, col nome di *fulminato di mercurio*, si utilizzò nella preparazione delle capsule e degli inneschi, mentre prima d'allora alle polveri si era sempre dato fuoco per mezzo di micce.

Frattanto nuovi e sempre crescenti progressi si introducevano nella fabbricazione delle armi da fuoco e nella preparazione dei proiettili; sorgeva da ciò la necessità di adattare le polveri alle nuove armi, di aumentarne la forza espansiva, di ottenere sicurezza e costanza di tiro, di accrescerne la portata.

La polvere nera aveva ormai quasi raggiunta la sua perfezione; la chimica organica apriva nuovi e vastissimi orizzonti agli studiosi e portava alla scoperta di materie esplosive di grande potenza, di varie, di molteplici applicazioni.

Precursore nella preparazione dei nuovi esplosivi fu il francese Braconnot di Nancy il quale nel 1832 trovò che trattando l'amido, le fibre legnose e simili, coll'acido nitrico concentrato, otteneva una sostanza bianca, leggera, facilmente infiammabile alla quale ei diede il nome di *Xilordina*.

Pelouze nel 1838 sperimentando il trovato di Braconnot, constatò che immergendo per pochi istanti qualunque cel-

lulosa nell'acido nitrico monoidrato e quindi assoggettandola ad abbondanti lavature e all'essiccazione successiva, ne otteneva una sostanza infiammabilissima atta alla preparazione di composti pirotecnici.

Nel 1845 Dumas ottenne un esplosivo con la nitrificazione della carta e lo chiamò *Nitramidina*, proponendo d'impiegarlo nei cartocci d'artiglieria.

Ma a nulla di veramente pratico portarono fino a quell'epoca le scoperte che ho sopra accennate, a causa specialmente dell'instabilità e la poca uniformità dei prodotti ottenuti.

Nel 1846 lo svizzero Schönbein di Basilea annunciò la scoperta del *Fulmicotone* (o *cotone fulminante*) che egli ottenne immergendo per qualche tempo del cotone ben cardato in un miscuglio, a parti uguali, di acido nitrico e di acido solforico concentrati. Lo sottoponeva quindi ad energiche, abbondanti e replicate lavature per toglierne qualsiasi traccia acidula e procedeva infine alla sua essiccazione in una camera chiusa e ad un calore che non superasse 80°.

Malgrado l'estrema facilità con la quale il trovato di Schönbein si decomponeva spontaneamente ed esplodeva, esso venne tuttavia accolto dal generale entusiasmo, e quasi tutti gli stati europei iniziarono degli studi e degli esperimenti sulla nuova scoperta onde utilizzarla nel servizio delle artiglierie, esperimenti che furon poco dopo abbandonati quasi dovunque a cagione della grande instabilità dei prodotti allora ottenuti e degli accidenti disastrosi che ne seguirono in più luoghi.

Siffatti studi proseguirono con maggior costanza in Austria ove il barone von Lenk, perfezionandone il sistema di fabbricazione, produceva del fulmicotone più stabile, più maneggevole e di una grande regolarità di effetti, tanto che il governo austriaco impiantò delle fabbriche apposite

ed istituì trenta batterie d'artiglieria le quali dovevano eseguire le loro esercitazioni a fuoco col solo cotone fulminante.

Ma ben presto seguirono i disinganni e due terribili esplosioni avvenute in Austria, a Simmering nel 1862 e a Steinfeld nel 1865, causate dalla spontanea decomposizione del fulmicotone, lo screditarono totalmente che ne fecero abbandonare e l'impiego e la fabbricazione.

Era però riserbata al valente chimico inglese Abel la gloria di rialzare il cotone fulminante all'onore di un agente quasi indispensabile per la carica dei proiettili esplosivi, principalmente nelle torpedini, ed a renderne possibile l'impiego anche nei lavori delle mine. Abel brevettò nel 1865 il suo processo che consiste nel ridurre innanzitutto il cotone in fili tenuissimi per togliere qualsiasi grumo facile a produrre una reazione, e nel sottoporlo quindi alla nitrificazione. Compiute le necessarie lavorature, lo si assoggetta, ancora allo stato umido, ad una potente compressione e così si mantiene senza punto alterarsi per lungo tempo e non presenta più alcun pericolo. Per gli usi successivi viene convenientemente essiccato, riacquistando per tal modo tutta la sua potenza esplosiva. Può essere anche utilizzato ad umido provocandone l'esplosione con capsule al fulminato di mercurio, oppure mercè l'esplosione di una carica iniziale di cotone fulminante secco messo in contatto con la massa umida; in tal caso la deflagrazione è ancora più violenta che nel fulmicotone secco, perchè l'acqua favorisce, a cagione della sua debole elasticità, la spinta iniziale a tutta la massa.

Resi così possibili e l'impiego e la conservazione del cotone fulminante, nei principali paesi d'Europa se ne riattivò la fabbricazione ed oggi esso entra nella composizione di quasi tutti i più formidabili apparati esplosivi

che servono principalmente per gli usi militari e per le mine sottomarine.

Quasi contemporaneamente al cotone fulminante venne scoperta la *Nitroglicerina* per opera del chimico italiano Sobrero che l'ottenne per la prima volta nel 1847 nel proprio laboratorio a Torino. Però tale scoperta che doveva ben presto sconvolgere e sviluppare l'industria mineraria fornendole agenti esplosivi d'una potenza non mai sperata, restò nei primi anni senza pratiche applicazioni a cagione della sua estrema facilità di esplosione ad ogni minimo urto. Venne però utilizzata in America ove la si adoperò come medicinale sotto il nome di *Glonoina*.

Fu solo dal 1860 al 1863 che l'ingegnere svedese Nobel la fece accettare nei lavori delle mine preparandola in modo rapido e poco pericoloso nell' sue fabbriche di Stoccolma e di Amburgo e la rese meno sensibile all'urto dissolvendola nell'alcool metilico con successiva separazione mercè una semplice addizione d'acqua. Indicò questo nuovo prodotto col nome di *Olio esplosivo*, ma numerosi disastri sopravvenuti poco dopo, e gravi inconvenienti presentati dalla *metilizzazione*, ne fecero proscrivere l'impiego.

Non fu domata per questo la costanza del Nobel che giunse infine a vincere tutte le difficoltà e a togliere la sensibilità eccessiva della nitroglicerina facendola assorbire da un corpo inerte e poroso dal quale non potesse separarsi nè per l'azione d'una pressione energica, nè per il tempo, per l'uso o per qualsiasi altra causa estranea. Inventò così la *Dinamite* che col volgere degli anni subì importanti modificazioni e perfezionamenti.

Ottenuta una sufficiente stabilità nel fulmicotone e reso possibile l'impiego della nitroglicerina nella preparazione degli esplosivi, una vera febbre di nuove scoperte invase i chimici e gli studiosi della materia.

Nessuna sostanza organica potè sottrarsi alla nitrificazione e ben presto infinite varietà di polveri dal nome generico di *Nitrocomposte* invasero il mondo.

Queste furono adottate nelle armi da tiro di ogni specie, comprese le grosse artiglierie. Con la soppressione del fumo, una delle importanti qualità di tali polveri, venne sconvolta anche la tattica militare al punto che si è sentita la necessità di impiegare qualche volta nel tiro, contemporaneamente alle polveri nitrocomposte, anche delle polveri speciali, dette *Fumigene*, che sviluppassero nell'aria delle grandi e spesse nubi di fumo per nascondere le truppe in campo aperto alla vista del nemico. Recentemente si sono applicati altresì dei *Proiettili fumigeni* i quali, cadendo al termine della traiettoria, sviluppano una leggera nuvoletta azzurra per segnare, a chi tira, il punto colpito.

Oltre che nella soppressione quasi completa del fumo, le nitrocomposte sono dotate di straordinarie qualità esplosive e danno ai proiettili una così grande velocità iniziale da permettere tiri di lunghissima portata e quale non era neppure sognata ai tempi della sola polvere nera che viene ora mano mano detronizzata e sostituita dai nuovi esplosivi.

Tra le nitrocomposte comparvero nell'ultimo trentennio degli esplosivi speciali di grandissima potenza prodotti da nitroderivati aromatici puri per la carica di proiettili, granate e simili.

Loro singolare pregio è la quasi assoluta stabilità per la quale, non solo se ne ottiene un impiego sicuro, ma ne sono resi altresì formidabili gli effetti esplosivi.

CAPITOLO III

Leggende sulla Santa Barbara.

Dopo avere accennato alle leggende che si sono formate intorno all'invenzione della polvere, non posso tacere quelle, più o meno fantastiche, che associano il nome di Santa Barbara agli esplosivi.

Tutti sanno che questa Santa è considerata quale protettrice dei polveristi, dei minatori, dei soldati di artiglieria, del genio e di mare, vale a dire di quelle armi che fanno uso speciale di esplosivi come, gli artiglieri nei cannoni o colle granate e i soldati del genio nei lavori delle mine. Quanto ai marinai si suppone che la protezione della Santa Barbara, oltre che ai cannonieri di marina, siasi estesa a tutti per i speciali pericoli che essi corrono a cagione del fulmine date le forti riserve di esplosivi che a bordo delle navi da guerra, e un tempo anche su quelle mercantili di lungo corso, si riponevano e si ripongono tuttora in apposita stiva denominata appunto *Santa Barbara*.

Nessuno però sa dire come e da quando la nostra Santa cominciò ad essere venerata quale protettrice degli esplosivi, e assai confuse e discordi sono anche le notizie che si hanno sulla nascita, sulla vita e sul martirio di lei.

Un ricercatore arguto e diligente di documenti che sco-

prissero, almeno in parte, il velo che avvolge la storia di Santa Barbara e le funzioni speciali a cui questa venne chiamata dai devoti, è stato Tullio Marchesi studioso ufficiale della nostra artiglieria che nel 1895 pubblicò a Torino coi tipi di Francesco Casanova un interessante opuscolo dal titolo: *Santa Barbara protettrice dei cannonieri*.

A chi dunque volesse notizie abbondanti e particolareggiate sull'argomento, consiglio la piacevole lettura del lavoro di Marchesi.

Io mi limiterò a riassumere brevemente la leggenda della Santa e le ragioni probabilmente attendibili per le quali acquistò l'attributo di protettrice delle polveri.

Si narra adunque che verso l'anno 210 di Cristo nascesse Barbara in Nicomedia di Bitinia da Dioscoro capo di nobile e ricca famiglia.

La fanciulla crebbe fra gli agi, e siccome era dotata di singolare intelligenza e bellezza era dai suoi adorata. Barbara però rifuggiva per naturale inclinazione da tutto ciò che era fasto e grandezza, non amava i godimenti materiali ma era singolarmente portata alla meditazione. Simile tendenza formando singolare contrasto col mondo nel quale viveva, creò attorno alla giovinetta una specie di isolamento, ciò che spinse il suo animo sensibile ad accogliere il verbo della nuova fede cristiana che condannava appunto il fasto e le ingiustizie del paganesimo professato dai suoi.

Istruita nascostamente nei dogmi e nei misteri di Cristo, abbracciò la nuova religione e in cuor suo giurò di rimanere vergine per non unire il proprio destino a quello di un uomo di fede diversa dalla sua.

Ma Dioscoro aveva divisato altrimenti e venne il giorno in cui dovendo scegliere fra uno sposo o la confessione della verità, Barbara si svelò arditamente cristiana ai suoi.

Accecato dall'ira, Dioscoro si lanciò sulla figlia per ucciderla. Barbara si ritrasse appoggiandosi ad una roccia che miracolosamente si aperse dando passo alla giovinetta e richiudendosi poi subito dinanzi al padre che la inseguiva.

Sembra che il miracoloso intervento della roccia non bastasse a disarmare la collera di Dioscoro, perchè raggiunta Barbara per altra via la prese e la trascinò, accusandola, dinanzi al prefetto Marciano.

Non valsero nè intimidazioni, nè blandizie, Barbara restò ferma nella sua fede. Assoggettata ai più crudeli tormenti, lacera, contusa, sanguinante rientrava ogni sera nella sua triste carcere, ma alla notte le appariva il Redentore che la rincuorava e toccandole col dito le ferite, queste si rimarginavano con meraviglia grandissima degli aguzzini che al mattino riprendevano Barbara per condurla a nuovi tormenti.

Persisteva la misera nella sua religione e venne infine condannata a morte.

Dioscoro, non si sa se per feroce vendetta o se per propiziarsi i suoi numi, chiese ed ottenne di essere l'esecutore della crudele sentenza. Trasse su un monte l'infelice sua vittima e colà giunto le mozzò la testa.

Inorridì però subito del nefando delitto commesso e fuggì correndo per la discesa del monte. Ma in quella balenò nel cielo una viva luce, scoppiò un fulmine e Dioscoro cadde completamente incenerito, tanto che del suo corpo non rimasero tracce.

La salma di Barbara venne sepolta a Nicomedia e dopo alcuni secoli, quando fu santificata, esumate le sue reliquie queste furono trasportate per ordine dell'imperatore Giustino a Costantinopoli ove si eresse una chiesa per con-

servarle. Basilio imperatore le donò nel 991 ai veneziani che le raccolsero nella basilica di San Marco.

Oggi vuolsi che siano nella chiesa dei Gesuiti a Venezia (1).

Sembra che il duplice avvenimento della vita di Santa Barbara, quello cioè della roccia apertasi per darle una via di scampo e l'altro del fulmine vendicatore che ne incenerì il padre, l'abbia indicata alle funzioni di protettrice che le si attribuiscono.

Il fendere le rocce è operazione da minatore che, nell'esercito si disimpegna dall'arma del genio. Per analogia si arriva all'artiglieria, tanto più che nei primi secoli dell'uso della polvere, genio e bombardieri formavano un solo corpo.

D'altra parte è ovvio che il fulmine rappresenti un formidabile pericolo per chi conserva o impiega delle polveri, e dato che il fulmine agisse vindice per Santa Barbara, sorgeva invocazione naturale a questa perchè lo tenesse lontano. Da ciò la sua azione benefica anche sui navigli che un tempo erano tutti armati e forniti di munizioni esplosive.

Altre versioni si danno sulla vita e sui miracoli di Barbara, una meno verosimile dell'altra.

Ne riferisco una molto comune fra il nostro popolo a Roma, che venne raccolta da un mio giovane amico, Francis Acquaviva erudito e geniale bibliofilo, e che riproduco quasi testualmente come mi venne raccontata.

(1) A questo proposito il Marchesi scrive che, secondo alcuni, le reliquie di Santa Barbara si troverebbero invece nella chiesa di S. Giovanni Evangelista nella diocesi di Torcello, dove sarebbero state trasportate nell'anno 1009.

Questa versione forse non è la vera ma è la più accreditata, perchè il popolo di Roma fu sempre propenso, come osservò il Belli, a confondere nelle sue leggende ogni epoca storica e mitologica, a riunire epoche disparate e diverse, a disunire le vicine e simili.

Santa Barbara, secondo la tradizione popolare, era una giovane vergine di una città africana e viveva ai tempi del basso impero. Era figlia di un valente chimico che aveva scoperta una materia esplosiva, e che teneva celata a tutti la sua scoperta.

Ora la città fu assediata dai vandali e in uno dei conflitti che ne derivarono il padre di Barbara morì, lasciando però la fanciulla padrona del suo segreto e dell'esplosivo già prodotto.

Caduta la città e invasa dai barbari, la vergine si rifugiò con molte sue compagne in un tempio, e quando i vandali tentarono di entrarvi per impossessarsene, Barbara diede fuoco all'esplosivo consegnatole dal padre e morì con le compagne tra le rovine del tempio.

Questa leggenda assomiglia a quella che si racconta delle fanciulle di Lesbo le quali, per non cadere in mano dei turchi che già ne invadevano la cittadella, diedero fuoco alle polveri e saltarono in aria.

È probabile che, salvo l'epoca, effettivamente o a Lesbo, o in Africa, o altrove sia avvenuto un episodio identico a quello che costituisce il fondo della leggenda, in questa forse amplificato col salto in aria.

Fra le vergini peritevi sarà forse stata una Barbara, o se anche non v'era, per quella confusione appunto di epoche e di avvenimenti cui accenna il Belli, si sarà accomunato l'episodio alle vicende della vita di Santa Barbara, e per santificare ogni cosa come il fanatismo re-

ligioso del tempo portava, si è fatta la nostra Santa protettrice di bombarde, di bombardieri e simili.

È certo che dal 1520 circa sino a quasi ai nostri giorni in tutte le ordinanze per le milizie dei paesi cattolici di Europa, in tutte le istruzioni per minatori del genio, artiglieri, ecc., si leggono prescrizioni che imponevano l'obbligo di venerare Santa Barbara e di invocarne l'aiuto ogni qualvolta stavano per accingersi ad operazioni pericolose come quella dell'introdurre la carica nei pezzi di artiglieria, o dell'intasare i fori delle mine, o simili.

Ora che è quasi tramontato l'imperio dei santi, anche negli ordinamenti militari delle moderne artiglierie sono sparite le invocazioni d'obbligo alla Santa Barbara, il cui nome però è rimasto per indicare le polveriere di bordo.

Ma sopravvive la venerazione sebbene ne sia cessato il culto e Santa Barbara è sempre considerata come la protettrice degli esplosivi e di tutti coloro che ne fanno oggetto di loro occupazione abituale.

Il 4 dicembre di ogni anno, ricorrenza della Santa, è giorno di festa nelle fabbriche di esplosivi, nelle miniere, nelle caserme di artiglieria e del genio, a bordo delle navi. Si largiscono gratificazioni e compensi straordinari, si condonano le punizioni, si affratellano capi e operai, superiori e inferiori, e i cuori vibrano di un solo sentimento, la comunanza cioè del lavoro per un fine nobile ed elevato, quello del dovere compiuto.

LIBRO SECONDO

POLVERI NERE.

PARTE PRIMA.
DELLE MATERIE PRIME

CAPITOLO I

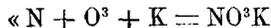
Del salnitro.

§ 1. *Nitrato di potassa.* — Il salnitro o nitrato di potassa propriamente detto, quale è oggi conosciuto ed usato nella preparazione delle polveri piriche non era noto agli antichi poichè, se è bensì vero che questi col nome di *natron* o *nitrum* solevano indicare ogni efflorescenza salina naturale, tuttavia è provato che applicavano tal nome in particolare al carbonato di soda naturale, solo del quale conoscevano le proprietà, proprietà ben diverse da quelle del nitrato di potassa.

Come e quando questo sia stato scoperto non è ben noto, ma si crede che solo il caso e l'empirismo ne abbiano fatto conoscere la sua utilità pratica. Da una decina di secoli però è adoperato per usi militari, e le opere di Geber e di Marcus Graecus ci parlano appunto di un *sal petrosum* o *sal petrae* avente proprietà assolutamente identiche a quelle del nostro salnitro.

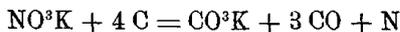
Fino al secolo scorso il salnitro servì di base, come ai nostri giorni, alla fabbricazione della polvere nera, ma per sola conoscenza empirica; le ricerche di Lavoisier sullo ufficio dell'ossigeno nella combustione lo condussero a stabilire la teoria dell'ufficio del nitrato di potassa nella combustione delle polveri da fuoco. Infatti il salnitro *immagazzina*, se così mi è permesso di dire, in piccolissimo volume una gran quantità di ossigeno che, nel miscuglio con sostanze combustibili quali lo zolfo ed il carbone, all'atto della combustione sviluppa istantaneamente una quantità censiderevole di gas che rompe, lacera o distrugge tutto ciò che è d'intoppo alla sua naturale e stragrande espansione.

Però siffatta definizione è incompleta, giacchè non tutti i corpi ricchi d'ossigeno e capaci di fornirne in gran quantità alle sostanze ossidabili sono atti alla preparazione dei prodotti esplosivi, nè fino a pochi anni or sono se ne sarebbe potuto spiegare la ragione. Gli studi di molti valenti chimici, e le ricerche profonde dell'illustre Berthelot valsero e determinare recisamente che la reazione dei gas esplosivi nella polvere nera è dovuta non soltanto al miscuglio razionale di un corpo comburente con dei corpi combustibili, ma più ancora alle calorie sviluppate dall'ossidazione dei secondi nell'atto della combustione. Infatti gli esperimenti di Berthelot lo portarono alla conclusione che « gr. 101 di nitrato di potassa cristallizzato riunito « ne' suoi elementi



« solido, sviluppa calorie + 118.7, e per approssimazione
« trovò che l'ossidazione di gr. 24 di carbone effettuata

« da gr. 101 di nitrato di potassa con produzione di carbonato di potassa e d'ossido di carbonio



« sviluppa calorie + 64.9 ».

Dall'altro canto avendo anche dimostrato che ad esempio, gr. 101 di solfato di potassa ossidando gr. 24 di carbone, anzichè sviluppare, assorbono al contrario calorie - 72.4, è evidente che solo la reazione dell'azoto e de' suoi composti trova in sè stessa l'energia di prodursi e di farsi esplosiva.

Col nome di *salnitro* in generale si sogliono anche indicare i diversi composti dell'acido nitrico con diverse basi di cui i principali per l'applicazione ai prodotti esplodenti sono: il *nitrato di potassa*, o *salnitro*, o *nitro* generalmente detto, il *nitrato di soda* più conosciuto sotto il nome di *salnitro del Chili*, ed il *nitrato d'ammonio*.



Il *nitrato di potassa*, o salnitro, o semplicemente nitro è un sale bianco, di sapore fresco, salato ed un po' amaro-piccante; cristallizza facilmente e si presenta ora in prismi a sei lati terminati da piramidi a sei facce, ora a forma di guglie profondamente scannellate; sia nell'uno come nell'altro caso i cristalli sono agglomerati e non contengono acque di cristallizzazione. Alla superficie del suolo o dei vecchi muri, il salnitro si manifesta coll'aspetto di efflorescenze composte di piccoli cristalli sottilissimi, o dal sapore lo si distingue da efflorescenze simili che talvolta, anzichè di salnitro, sono composte di solfati e di carbonati di soda.

L'equivalente chimico del salnitro è 101, la sua densità a 0° è da 2.09 a 2.10 ed il suo calore specifico è rappresentato da 0.239.

Il suo grado di fusione varia dai 238° ai 240° e fondendosi cola come acqua chiara e limpida. Allora la sua struttura si modifica e raffreddandosi diventa opaco, bianco, filamentoso, elastico e difficile a tritursarsi.

Una soluzione satura di nitrato di potassa bolle a 118°.

Carattere distintivo del salnitro quando lo si mette su carboni ardenti è di produrre uno scoppietto scintillante continuo, e di dilatarsi decomponendosi a temperatura elevata in azoto ed ossigeno, lasciando un residuo di potassa pura. Arde producendo una luce bianca e vivissima.

Un miscuglio di due parti di nitro ed una di zolfo messo sopra un ferro rovente abbrucia con un chiarore così vivo che l'occhio può a mala pena rimirarlo; un miscuglio simile racchiuso in un vaso ben turato e sottoposto ad un'alta temperatura, a 432° scoppia violentemente; un miscuglio infine di nitro e di carbone triturtati, costituisce un vero prodotto esplosivo, di poco inferiore alla polvere nera che è, come ognuno sa, un miscuglio di nitro, zolfo e carbone.

Il nitrato di potassa perfettamente puro non è deliquescente all'aria; è insolubile nell'alcool, ma è solubilissimo nell'acqua e la sua solubilità aumenta straordinariamente con la temperatura. Infatti in 100 parti d'acqua

| | | | | |
|---|-----|-------------------|-------|----------|
| a | 0° | si sciogonò parti | 13.33 | di nitro |
| a | 3° | » | » | 15.— |
| a | 5° | » | » | 16,60 |
| a | 10° | » | » | 20.60 |
| a | 15° | » | » | 25.49 |

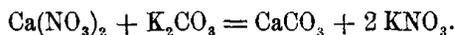
| | | | |
|--------|--------------------|-------|----------|
| a 16° | si sciolgono parti | 25.64 | di nitro |
| a 18° | » | » | 28.65 » |
| a 20° | » | » | 31.75 » |
| a 45° | » | » | 74.— » |
| a 50°. | » | » | 97.80 » |
| a 80° | » | » | 170.80 » |
| a 97° | » | » | 238.— » |
| a 97°. | » | » | 256.— » |
| a 118° | » | » | 335.— » |

La presenza di un sale che non abbia alcun elemento comune col nitrato di potassa (quali i cloruri di sodio, di magnesio, ecc.) aumenta sensibilmente la solubilità del nitro nell'acqua a cagione di una mutua decomposizione dei due sali in contatto; all'opposto la presenza di un sale che abbia un elemento comune col salnitro (come il cloruro di potassio, il nitrato di soda, ecc.) ne diminuisce la solubilità, producendo nella dissoluzione nell'acqua un notevole raffreddamento.

Il nitro si ottiene sia per l'ossidazione diretta dell'aria, sia per la decomposizione dell'ammoniaca.

Un tempo si preparava ammucchiando sotto ad una tettoia degli strati successivi di terra friabile e di natura calcarea mescolata con letame, con ceneri, con calcinacci ed infine con sali calcarei od alcalini, in modo da formare un mucchio dell'altezza da un metro ad un metro e mezzo. Il mucchio veniva di tempo in tempo inaffiato con colatura da letamaio, orine da stalle, acque di sapone e di liscivia; veniva con una certa frequenza rimosso coi tridenti ed ammucchiato di nuovo per facilitare l'accesso all'aria, ed era lasciato il tutto all'azione dei batteri nitrificanti per un anno o più.

In tal modo si provocava la lenta decomposizione delle sostanze organiche. Coi sali di calcio sempre presenti nel terreno si formava dapprima il nitrato di calcio il quale reagiva col carbonato di potassio dando luogo alla formazione del nitro :



Questo poi veniva estratto per lisciviazioni con acqua. Ogni Stato, ogni regione aveva i propri sistemi di produzione e le nitriere artificiali avevano uno sviluppo grandissimo, sviluppo che andò mano mano diminuendo dopo la scoperta degli immensi depositi naturali di nitrati delle Indie, dell'isola di Ceylan e dell'America meridionale, ed ora è quasi del tutto scomparso.

L'estrazione del nitro dai materiali nitrificati che si trovano in natura si fa mediante replicati lavaggi con acqua in serie di cassoni di legno a tramoggia, disposti in tre o quattro piani, e comunicanti fra loro mediante rubinetti. In alto vien messo il materiale che ha già subito più lavature, e in basso, gradatamente quello che ne ha subite meno. L'acqua passa da un piano all'altro rimanendo a lungo in contatto con materiale sempre più ricco di nitro.

Quando viene raccolta essa contiene nitrati di potassio, calcio, magnesio; cloruri di calcio, magnesio, sodio e potassio e sostanze organiche.

Il nitro viene separato, data la sua grandissima solubilità in acqua, solubilità che aumenta con la temperatura (vedi tabella), concentrando per riscaldamento le acque madri e separando i sali che precipitano.



Il nitro non si ottiene solo per estrazione dalle nitriere naturali od artificiali, anzi la maggior parte di esso si ha per trasformazione del nitrato di soda, o *nitro del Chili*, di cui, come a tutti è noto, si trovano immensi depositi in America, nelle regioni meridionali del Perù.

La fabbricazione del così detto *nitro di conversione*, fu iniziata in Germania dopo il 1855 (guerra di Crimea) dato il grande consumo di nitrato potassico che ne venne per la fabbricazione degli esplosivi: essa consiste nel fare reagire un sale di potassa sul predetto nitrato di soda. Generalmente si adopera per tale reazione il *cloruro di potassio*, ma talvolta vengono anche usati il *carbonato di potassa* o la *potassa caustica*.



§ 2. *Nitrato di soda*. — Il *nitrato di soda* o *salnitro del Chili* quale si presenta in commercio è in cristalli minuti, dalla forma romboedrica tronca, di colore oscuro, sporco e sempre umido. Il suo equivalente chimico è 85 ed il suo calore specifico è rappresentato da 0.278. La sua densità varia da 2.10 a 2.30.

Il nitrato di soda esposto all'aria attira l'umidità ed è fino a un certo punto deliquescente. È solubilissimo nell'acqua e la sua solubilità aumenta con la temperatura. Una soluzione saturata di nitrato di soda entra in ebollizione a 122°; la stessa, alla temperatura di 18.75° ha per peso specifico 1.3769.

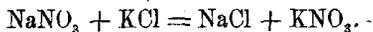


§ 3. *Cloruro di potassio.* — Il *cloruro di potassio* puro è un corpo bianco che cristallizza in cubi od in prismi rettangolari sempre anidri. Si fonde alla temperatura d'un rosso bruno ed in seguito si volatilizza. È insolubile nell'alcool ed è solubilissimo nell'acqua e la sua solubilità aumenta con la temperatura.

Il cloruro di potassio lo si ricava sia dalle ceneri di certe piante marine, sia dai residui della melassa di barbabietola. La sorgente principale però del cloruro di potassio adoperato per la fabbricazione del salnitro la si trova in depositi importanti scoperti verso il 1839 a Stassfurt in Prussia. Un ultimo mezzo per ottenere del cloruro di potassio lo si ha nella concentrazione metodica dell'acqua del mare la quale contiene in varie proporzioni dei cloruri di sodio, di potassio e di magnesio, del bromuro di sodio e del solfato di magnesia.



§ 4. *Della lavorazione del nitro.* — Per la fabbricazione del nitro greggio si fa uso di una caldaia contenente dell'acqua riscaldata a 90° ed in quantità tale che il nitro formatosi dal trattamento del nitrato di soda con il cloruro di potassio immersi nell'acqua stessa vi sia interamente disciolto, mentre che il cloruro di sodio molto meno solubile a caldo si precipita



Si decanta la soluzione calda in appositi vasi di rame ove il salnitro cristallizza per raffreddamento e le residue acque

contengono ancora in soluzione a freddo del cloruro di sodio ed un po' di salnitro. Siccome i primi cristalli ottenuti contengono tuttavia una considerevole quantità di cloruro di sodio, di nitrato di soda e di cloruro di potassio non decomposti, vengono assoggettati ad una prima lavatura con acque fredde salate e nitrificate a 39° Beaumé e dopo ventiquattro ore ad una seconda lavatura con acque fredde e pure, dopo di che i cristalli vengono lasciati sgocciolare e finalmente passano alla raffinazione.



Il trattamento del nitrato di soda con il carbonato di potassa per la fabbricazione del nitro greggio ha il grave difetto di riuscire sempre incompleto. Viene talora usato perchè questo processo fornisce, come prodotto accessorio, del carbonato di soda che ha un gran valore in commercio.

Così pure si tentò il trattamento del nitrato di soda con la potassa caustica per ottenere, oltre il salnitro, della soda caustica necessaria alla fabbricazione del sapone.

Tuttavia il sistema più proficuo e più generalizzato per la preparazione del nitro greggio è quello già da me enunciato del salnitro del Chili messo in presenza del cloruro di potassio.



Il nitro greggio, sia che provenga dalla decomposizione del nitrato di soda, sia che provenga dai depositi dell'India o dalle nitriere naturali od artificiali d'Europa, contiene dal 10 al 15 % d'impurità, sostanze terrose, acqua e sali eterogenei dei quali è necessario sbarazzarlo perchè così

qual'è non sarebbe possibile adoperarlo per la fabbricazione della polvere.

Esistono a tal uopo degli stabilimenti speciali, cioè le *raffinerie del nitro*.

La raffinazione propriamente detta del nitro comprende le seguenti operazioni:

- 1^o lavatura del nitro greggio;
- 2^o liquefazione del nitro lavato o raffinazione;
- 3^o cristallizzazione;
- 4^o lavatura del nitro raffinato;
- 5^o essiccazione e raffreddamento.

La perfetta raffinazione del nitro ha un'importanza grandissima nella fabbricazione degli esplosivi, perchè se il nitro contenesse ancora dei residui sensibili di cloruri di sodio e di potassio, questi altererebbero grandemente la qualità dello polveri essendo straordinariamente deliquescenti al contatto dell'aria, della quale assorbono avidamente l'umidità.

Si tollera tuttavia nel nitro raffinato $\frac{1}{3000}$ di cloruri, ed è necessario analizzarlo per determinare che simile tolleranza non sia menomamente oltrepassata.

Essendo difficilissimo determinare la quantità di ciascuno dei due cloruri di sodio e di potassio ancora contenuti nel nitro raffinato, si semplifica generalmente l'analisi dosando cumulativamente i due cloruri con una soluzione titolata di nitrato d'argento, la quale saturi esattamente gr. 0.0033 di cloruro di sodio, vale a dire p. es in gr. 1 d'acqua distillata vi sieno disciolti gr. 0.009678 di nitrato d'argento fuso, quantità appunto necessaria per decomporre $\frac{1}{3000}$ di sal marino.

Si sciolgono adunque gr. 10 di nitro raffinato in piccolissima quantità d'acqua pura e tiepida, vi si versa la

misura determinata del liquore di prova e si filtra tosto. Il liquido filtrato, che dev'essere limpidissimo, si divide in due parti per poter fare una controprova, e nella prima si versano alcune gocce della soluzione titolata. Se il liquido resta limpido è dimostrato che il nitro non conteneva più di $\frac{1}{3000}$ di cloruri e quindi è accettabile; se s'intorbida o si appanna, allora dev'essere respinto perchè inadatto alla fabbricazione delle polveri. Si fa una controprova con la seconda parte del liquido versandovi alcune gocce di una soluzione di sal marino che lo intorbiderà immediatamente.

Prove esatte per determinare le quantità dei singoli corpi eterogenei di cui vi sono tracce nel nitro puro si possono fare sia con l'esame spettrale, sia con lavature, sia con analisi qualitative minuziose. Analisi simili, proprie dei gabinetti scientifici, non hanno una grande importanza nei polverifici tanto militari che industriali per i quali basta la determinazione sopra accennata e l'assicurarsi della perfetta ed assoluta essiccazione del nitro impiegato per la fabbricazione delle polveri.

Però da alcuni anni si è riconosciuta la necessità di analizzare la quantità di perclorato di potassa che il nitro raffinato eventualmente contiene, e ciò per evitare gli inconvenienti che la sua presenza può dare luogo nella fabbricazione delle polveri, poichè ne provocherebbe facilmente una lenta ma sicura decomposizione.

Il chimico tedesco Häussermann ritiene che il perclorato di sodio si trovi normalmente nel nitrato di soda del Chili, e ne deduce che nella raffinazione del nitro si trasformerebbe in perclorato di potassa.

La presenza di questo sale nel nitro raffinato venne notata nel 1893 dal maggiore Hellich, il quale spiegò come

il perclorato sia sempre sfuggito alle prove di analisi per la determinazione dei cloruri, per il fatto che il nitrato di argento, mentre decompone i cloruri, non esercita veruna azione sui perclorati.

Suggerisce perciò di assoggettare un campione del nitro da esaminarsi, a un preventivo trattamento col biossido di manganese per decomporre il perclorato e trasformarlo quindi in cloruro mercè l'aggiunta di acido solforico diluito. Col solito mezzo si determinerebbe in seguito la percentuale di cloruri contenuti nel campione così trattato, la quale percentuale comparata con quella di altro campione dello stesso nitro sottoposto soltanto all'analisi dei cloruri con la soluzione di nitrato d'argento, se si trova in maggiore misura nel primo è segno evidente che il nitro contiene del perclorato.

In tale caso il nitro deve subire un nuovo processo di cristallizzazione prima di essere impiegato nella fabbricazione degli esplosivi.

Altre determinazioni da farsi sul nitro, oltre a quelle di cloruri e perclorati sono:

1° l'*umidità* che non deve essere superiore a 0.5-1 % se si determina scaldando con precauzione fino a che comincia a fondere, 1 o 2 gr. di KNO_3 in crogiuolo, e non deve superare 0.25 % (antico regolamento prussiano) se si lasciano per due ore in stufa a 120°-130°, 50 gr. di KNO_3 finemente polverizzati;

2° il *residuo insolubile* che non deve superare lo 0.005 % (100 gr. sciolti in 1 l. di H_2O si lasciano in riposo da 12 a 24 ore: si filtra su filtro seccato a 100° e tarato, si secca a 100°, e si pesa);

3° l'*acido solforico* che deve essere assente (la soluzione di nitro non deve dare intorbidamento quando

venga leggermente acidificata con HCl, e addizionata di BaCl₂);

4° il *calcio* e il *magnesio* che possono esservi in forma di sali solubili e nitrati. Si possono determinare per precipitazione con ossalato ammonico o fosfato sodico o ammonico nella soluzione di nitro al 10 % (al più sono tollerabili leggere tracce);

5° il *sodio* che deve essere assente. Si sciolgono 20 grammi di nitro, si filtra e si concentra. Bagnando un filo di Pt nella soluzione esso non deve colorare la fiamma in giallo.

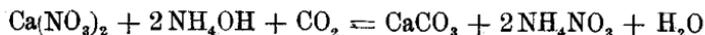


§ 5. *Nitrato d'ammonio*. — Il *nitrato d'ammonio* (NH₄NO₃) è un corpo solido, cristallino, deliquescente, di sapore amaro. Fonde a 159° e sopra i 170° si decompone: sciogliendosi in acqua provoca raffreddamento.

Si può avere saturando l'acido nitrico con una corrente di ammoniaca, o con carbonato di ammonio ed evaporando. Si formano allora grossi cristalli bianchi.

Per la preparazione industriale vi sono vari metodi brevettati.

Si può ottenere mescolando una soluzione di nitrato di calcio con un eccesso di ammoniaca e facendovi gorgogliare anidride carbonica



(Brevetto D. R. P. 184144 e il brevetto norvegese 19410 del 1908).

Oppure si può avere dal solfato di ammonio fuso o in soluzioni con un eccesso di nitrato di sodio



§ 6. *Acido nitrico.* — L'*acido nitrico* (HNO_3) ed i nitrati in generale sono prodotti naturali, i cui processi di formazione vennero spiegati dagli studiosi in modi vari e con ingegnose induzioni, ma sui quali l'ultima parola non è forse ancora pronunciata.

Tuttavia due sono le sorgenti ammesse da tutti dei nitrati in natura, cioè, il primo direttamente mercè l'ossidazione dell'azoto nell'aria, il secondo con la decomposizione dell'ammoniaca.

Da lungo tempo e da un gran numero di sperimentatori è stata constatata la presenza dell'acido nitrico nell'aria, ma il punto controverso e sul quale vennero ideate le più disparate supposizioni, è il problema della formazione di questo composto. È certo che la pioggia dei temporali e la grandine contengono dell'acido nitrico che si è formato dalla combinazione dell'azoto e dell'ossigeno dell'aria sotto l'azione dell'elettricità, sia che si sprigioni potente e dalla terra e dalle nubi durante gli uragani, sia a debole tensione quale è l'ordinaria elettricità atmosferica.

Ma è questa la sola sorgente di tal composto dell'atmosfera?

Mayou nel 1669, Lemery nel 1675, Longchamp nel 1825 e molti altri che tentarono di risolvere siffatto problema

supposero, taluni che l'azoto si trasformasse direttamente in acido nitrico combinandosi in seguito alle basi alcaline contenute nel terreno; altri che l'azoto sarebbe assorbito dall'ossigeno in presenza degli alcali e dei corpi porosi, e sotto l'influenza dell'umidità; ma queste teorie sono oggi del tutto sfatate.

In alcune ossidazioni lente è possibile ottenere delle piccolissime quantità di acido nitrico, ma tal fatto non basta a risolvere la questione. Schönbein in ultimo annunciò per fatto certo che l'acido nitrico si produrrebbe continuamente in natura sotto l'azione dell'ozono ottenuto dall'ossidazione del fosforo, sull'azoto libero, azione favorita dall'influenza di cause generali comuni in ogni luogo, come ad esempio l'evaporazione dell'acqua in presenza dell'azoto basterebbe a determinare la combinazione di questi due corpi e la formazione dell'azotite d'ammoniaca.

Siffatta teoria piacque e la si tenne per valida, ma gli esperimenti successivi di Carius e quelli di Berthelot ne dimostrarono la erroneità.

A Berthelot è dovuta la gloria d'aver forse risolto il grave problema, poichè elevandosi dal campo della chimica pura, egli dice, per valermi delle sue parole, che: « è « l'elettricità che determina la fissazione dell'azoto libero, « e ciò principalmente alla temperatura ordinaria e sotto « quelle deboli tensioni che l'elettricità possiede alla superficie della terra, in ogni luogo, in ogni tempo, anche « nelle stagioni più serene » (1), e con una lunga serie di esperimenti e di fatti, che la natura di questo libro non mi permette di riportare perchè mi spingerebbe troppo

(1) *Pour a force des matières explosives d'après la thermo-chimie par M. BERTHELOT.*

lontano, dimostra la sua teoria e prova che l'elettricità, sia che si sviluppi potente nel fulmine, sia, e più ancora, allo stato latente alla superficie della terra, è una sorgente perenne, incessante, perpetua dell'acido nitrico nell'aria.

Moltissimi fatti e replicati esperimenti valsero a dimostrare che la nitrificazione naturale è dovuta principalmente all'ossidazione lenta dei composti organici azotati operata dall'ossigeno dell'aria in certe condizioni speciali, quali l'umidità, la temperatura, la presenza di basi alcaline o terrose, quella dell'humus in putrefazione e talvolta anche il concorso di corpi porosi.

L'ammoniaca, composto di azoto e di idrogeno prodotto dalla putrefazione di sostanze organiche o vegetali od animali, e che si trova così dappertutto in natura, è continuamente soggetta a delle influenze ossidanti ed il suo lavoro di decomposizione è fonte inesauribile di acido nitrico.

Questo si può anche ottenere sotto l'azione dell'ossigeno nascente, come ad esempio, secondo riferiscono Upmann et von Mayer, « facendo passare del gas ammoniacco sul perossido di manganese riscaldato, o trattando il solfato d'ammonio con un miscuglio d'acido solforico e di bicromato di potassa », oppure con altri dei molteplici e noti mezzi che valgono a provocare l'ossidazione dell'ammoniaca.

Le condizioni speciali e diverse per le quali si esperimentò che la nitrificazione mercè la decomposizione dell'ammoniaca è favorita, limitata o troncata, diedero luogo ad ipotesi e teorie varie, ma tutte accennavano ad effetti ma non a cause prime, finchè Schlösing e Müntz da pochi anni constatarono che la nitrificazione della ammoniaca e dei composti organici azotati è dovuta all'influenza di cor-

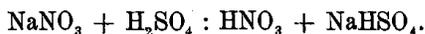
puscoli organizzati, puntiformi, arrotondati o leggermente allungati, di piccolissime dimensioni e dall'aspetto identico ai germi dei bacteri. Questi corpuscoli si trovano in tutti i terreni aratori e nelle acque degli scoli e delle fogne che essi concorrono a purificare, e determinano la fissazione dell'ossigeno sull'ammoniaca e sulle materie azotate formando generalmente dei nitrati. L'umidità è loro indispensabile, soffrono ad una luce troppo viva, agiscono anche nell'oscurità, non resistono ad una lunga privazione d'ossigeno; la loro azione esige il concorso d'una leggera alcalinità (abbondante è loro nociva), e si esercita entro limiti determinati di temperatura che varia dai $+ 12^{\circ}$ ai $+ 45^{\circ}$. Sotto ai $+ 5^{\circ}$ ed oltre ai $+ 50^{\circ}$ la loro azione cessa completamente ed a $+ 100^{\circ}$ periscono, come pure periscono sotto l'influenza dei vapori di cloroformio e degli anti-settici.

Questo mondo d'infinitamente piccoli, chiamato *fermento nitrico*, che è paragonabile al noto fermento acetico, non è da confondersi con le muffe e coi microdermi chè anzi questi sono contrari alla sua azione. Esso spiega le condizioni speciali che favoriscono la nitrificazione naturale mercè la decomposizione dell'ammoniaca, condizioni che, osservate dai primi sperimentatori senza che ne conoscessero l'origine, diedero luogo alle tante teorie sostenute nel passato.

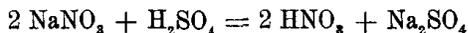


La fabbricazione dell'acido nitrico è normalmente basata sull'azione dell'acido solforico sui nitrati di sodio e di potassio.

La reazione fra l'acido solforico o il nitro è la seguente:



A temperatura elevata si può ottenere la trasformazione completa, ossia



ma in pratica è più conveniente fermarsi alla prima reazione.

L'operazione si fa distillando il nitrato con l'acido solforico a 66° Bè, e raccogliendo l'acido nitrico che distilla.

Un tempo la distillazione si faceva in storte di vetro che furono poi sostituite da storte di ghisa disposte orizzontalmente in un forno ed esposte a fiamma diretta. Ma il consumo di carbone era molto, l'operazione lenta e il rendimento relativo.

Assai più pratico è il sistema introdotto dal Valentiner.

Le storte sono in forma di grandi marmitte, in esse viene introdotto il nitro (fino a 1000 kg. per carica) e l'acido solforico a 66°. Viene fatto in seguito il vuoto per facilitare la distillazione.

I vapori si incanalano per un tubo avvitato alla storta, in modo da poter esser cambiato facilmente allorchè venga corrosivo: essi passano quindi in un primo vaso di condensazione ove depositano la maggior parte di impurità solide che trasportano seco, e finalmente vanno a condensarsi in apposite bonbonnes di grès.

In questo modo si ottiene acido più puro, si consuma la metà del carbone che non coi sistemi precedenti, e si ha l'operazione molto più rapida.

Valentiner e Schwarz nel 1902 hanno portato nuove modificazioni nella fabbricazione dell'acido nitrico ottenendo in una sola operazione acido concentrato quasi al 100 % e purissimo sempre adoperando acido solforico a 66° Bè.

L'acido solforico vien fatto cadere lentamente sul nitro, da un recipiente nel quale passano anche vapori di acido nitrico che distillano, in modo che essi escono da questo lavaggio concentratissimi e puri, e negli apparecchi di condensazione si raccoglie l'acido quasi al 100 %.

Gli apparecchi di condensazione sono costituiti da serie di serpentini e bonbonnes di grès. I vapori passano dapprima in un serpentino di grès immerso in acqua fredda: quivi avviene la prima condensazione: le porzioni che passano oltre si condensano poi in bonbonnes disposte in serie, comunicanti fra loro e le ultime porzioni sono trattenuate in una torre divisa in tanti piani di argilla forati, dall'alto della quale cade una pioggia d'acqua che le scioglie.

I gas che passano oltre la torre, prima di giungere al camino di sfogo attraversano un'ultima bonbonne dove si concentra il vapor d'acqua che essi trasportano e dove si trova una finestra attraverso la quale si possono osservare i gas che se ne vanno e giudicare dal colore se la condensazione è stata completa (non vi devono essere vapori rossi di ossido d'azoto).



§ 7. *Acido nitrico dello azoto atmosferico.* — Ho detto che la massima sorgente dell'acido nitrico è data dal nitrato di sodio.

Però, in questi ultimi anni, e specialmente in Norvegia ove è grandissima l'energia elettrica disponibile, hanno

acquistato grande importanza i processi di fabbricazione dell'acido nitrico dall'azoto atmosferico, che si fa combinare con l'ossigeno in forni elettrici.

Però questo metodo dà acido diluito, ed essendo troppo costosi i processi di concentrazione, esso si trasforma generalmente in nitrato di calcio che si usa come concime.

Credo tuttavia opportuno dare qui un cenno di questo processo che oggi ha assunto una grande importanza dai bisogni creati dalla guerra Europea e ne assumerà in avvenire una ancor maggiore quando verranno ad esaurirsi le miniere di nitrati naturali, esaurimento che si teme non molto lontano.

Questo processo si basa su un principio dato dal Cavendish il quale nel 1786 scoprì che, per rapide scariche elettriche prodotte in un recipiente contenente aria e un eccesso di ossigeno, tutto l'azoto dell'aria si combinava con l'ossigeno. Questa scoperta però non trovò in quel tempo nessuna applicazione pratica.

Solo quando si seppe del prossimo esaurirsi dei giacimenti di nitrati nel Perù e nella Bolivia si volse la massima attenzione a questo principio e si pensò al modo di utilizzare l'azoto atmosferico specialmente per la fabbricazione dei concimi.

Il dott. Adolph Franck di Charlottenburg riuscì nel 1895 a fissare industrialmente l'azoto dell'aria mercè il trattamento dei carburi di calcio e di bario sotto l'azione di scariche elettriche. Più tardi, dopo il 1908, si applicarono nuovi sistemi per i quali si ottenne ossido di azoto sotto l'azione della scarica elettrica attraverso una mescolanza di azoto e di ossigeno. Ora è chiaro che quanto maggiore sarà la superficie della scarica elettrica, tanto maggiore sarà la formazione dell'ossido d'azoto. È stato provato spe-

rimentalmente che quando l'arco voltaico è influenzato opportunamente da forti magneti, esso assume la forma o di largo ventaglio o di largo disco che può raggiungere anche il diametro di due metri. Costruendo forni elettrici in modo da ottenere la massima superficie di contatto fra la scarica e l'aria, e regolando la temperatura convenientemente, si è giunti ad avere un buon rendimento in ossido d'azoto e tutto promette che il rendimento debba ancora aumentare per nuovi perfezionamenti che si possono introdurre nel processo.

I gas che escono dai forni sono caldissimi e contengono dall'1 all'1,2 % di NO.

Si sa che la combinazione di azoto e ossigeno avviene ad elevatissima temperatura, ma è altresì noto che la decomposizione è rapidissima sopra i 1200°, mentre sotto questa temperatura si arresta. Perciò è necessario raffreddare più rapidamente possibile i gas dei forni.

Nel processo Birkeland (Nottoden-Norvegia) questi gas vengono raffreddati utilizzandoli per riscaldare caldaie a vapore e per concentrare le soluzioni di nitrato che si producono in fabbrica. Frattanto l'ossido d'azoto (NO), in contatto con l'ossigeno dell'aria si trasforma in biossido (NO₂); questo vien condotto in un'alta torre in cui cade dall'alto una pioggia d'acqua che lo trasforma in parte in acido nitrico diluito che si raccoglie; l'ossido che sfugge da questa prima torre passa per una seconda simile ad essa e così di seguito. L'acido ottenuto, concentrato a 50 % si mette poi in contatto con calce e calcare e si trasforma in nitrato di calcio Ca(NO₃)₂.

Altri processi basati sullo stesso principio sono quello di Schönbein e Hessberger, applicato nella fabbrica di Christiansand (Norvegia) della Badische anilin und soda-

fabrik di Ludwigshafen e quello dei fratelli Pauling, applicato in un impianto a Patich presso Innsbruck (Tirolo).



§ 8. *Analisi dell'acido nitrico.* — Il titolo di concentrazione dell'acido nitrico si può approssimativamente calcolare, misurandone la densità con un aerometro.

Vi sono tabelle speciali che danno le concentrazioni in rapporto alle densità.

Per l'acido nitrico fumante contenente anidride nitrosa (N_2O_3) bisogna determinare il titolo di questa con soluzione titolata di permanganato di potassio ($KMnO_4$) e la densità. Nella lettura delle tabelle bisogna tener conto che l'1 % di N_2O_3 aumenta il peso specifico di 0.003; il 4 % lo aumenta di 0.0252; l'8 % di 0.0532 e il 12 % di 0.0785.

Per avere però una determinazione esatta si deve titolare l'acido nitrico (pesato e diluito) con potassa $N/2$ e perchè l'acido nitroso non abbia azione sul metilarancio (indicatore) si aggiunge un eccesso di alcali, poi si aggiunge l'indicatore e si titola l'eccesso di alcali con $H_2SO_4N/2$.

Si può anche usare come indicatore la fenolftaleina; poi titolare l'acido nitroso con $KMnO_4$ riportarlo ad HNO_3 e correggere il quantitativo di acido nitrico trovato.

CAPITOLO II

Dello zolfo.

§ 1. *Lo zolfo in natura e i metodi di estrazione e di raffinazione.* — Lo zolfo è un corpo noto dalla più remota antichità, ma solo dalla fine del secolo XVIII venne riconosciuto essere un corpo semplice.

Alla temperatura ordinaria lo zolfo è un corpo solido di un colore giallo chiaro particolare. Non ha sapore ed in apparenza è anche inodoro, ma con un lieve sfregamento sviluppa un odore caratteristico. È cattivo conduttore del calore e dell'elettricità.

A temperature ed in circostanze varie lo zolfo cambia stati allotropici diversi, ed ora assume la forma di prisma obliquo a base romboidale, ora quella di ottaedro con base parimenti romboidale.

Esposto al calore offre dei fenomeni straordinari che meritano d'essere considerati.

Così ad esempio a 111° comincia a fondere; a 120° si trasforma in un liquido trasparente, scorrevole e d'un bel giallo chiaro; colandolo in tale stato in apposito stampo vi si solidifica raffreddandosi ed assume le più belle forme che con lo stampo si vogliono ottenere.

A 180° si fa viscido, pastoso, perde la sua fluidità e diventa rosso cremisino. Immerso allora bruscamente nel-

l'acqua fredda, conserva la sua viscosità, diventa malleabile, duttile e filamentoso, e non riprende il suo colore naturale e la sua durezza che dopo lungo tempo.

A 250° acquista tale pastosità che non cola più. A 440° entra in ebollizione, ed a 460° produce dei vapori giallastri che mercè il raffreddamento si condensano nella polvere finissima che costituisce il fior di zolfo.

Riscaldato all'aria libera, a 250° lo zolfo si combina con l'ossigeno dell'aria, si accende abbruciando con una fiamma azzurro-oscuro e sviluppa dei vapori bianchi ed acri (*anidride solforosa*).

L'equivalente chimico dello zolfo è 16; la sua densità a 0° è 2.087 ed allo stato di vapore 6.617. Il suo punto di fusione è 113°.6, e quello di volatilizzazione è 460°; il suo calore specifico è rappresentato da 0.203 se solido e da 0.234 se liquido.

Il peso specifico è 1.92 (amorfo); 2.06 (rombico).

Lo zolfo è insolubile nell'acqua, pochissimo solubile nell'alcool, poco nell'etere, facilmente nella benzina e negli oli essenziali ed infine, quando ha la forma ottaedrica è solubilissimo nel solfuro di carbonio. Lo è meno quando ha quella prismatica, nel qual caso si scioglie nel solfuro di carbonio solo in parte e lascia un residuo insolubile di un color giallo piuttosto oscuro che non è altro che zolfo amorfo. Il calore favorisce la soluzione dello zolfo nel solfuro di carbonio. Questa soluzione evaporando lentamente deposita dei cristalli ottaedri a base romboidale, voluminosi e trasparenti.

Nella composizione della polvere nera lo zolfo non ha tanta influenza per la quantità di gas e di calore che sviluppa, quanta ne ha per il vantaggio che arreca alla propagazione della combustione nella massa, aumentandone così la rapidità delle reazioni.

Lo zolfo concorre quindi ad accrescere la forza esplosiva delle polveri e ne assicura la consistenza e la buona conservazione.

Un eccesso di nitro nella polvere è a vantaggio della forza per l'uso immediato, ed un eccesso di zolfo rende la polvere più atta a conservarsi per lungo tempo. Tuttavia lo zolfo diminuisce nell'esplosione la quantità di calore sviluppato e quindi la forza, per cui se piccole diversità di dosamento dello zolfo nella fabbricazione della polvere nera non possono danneggiare le proprietà esplosive, converrà però stabilire proporzioni razionali che la rendono ben conservabile senza per questo diminuirne la forza, ciò che dimostrerò in seguito.

Nelle polveri a base di clorati, lo zolfo ne aumenta la sensibilità all'urto od allo sfregamento.

Lo zolfo si trova in natura allo stato di solfati, allo stato di solfuri metallici ed allo stato nativo.

Raramente i solfati sono utilizzati per la produzione dello zolfo; in pochi luoghi della Germania vengono utilizzati i solfuri, che invece sono trattati su larga scala in Svezia dove costituiscono quasi l'unica sorgente dello zolfo adoperato per la fabbricazione delle polveri; finalmente lo zolfo allo stato nativo, che si trova abbondantissimo in Sicilia, in Romagna, in Toscana, ed in buona quantità in Croazia, in Polonia, in Slesia, in Spagna, nell'Egitto, in China, nel Giappone, ecc., ecc., è la sorgente la più importante per l'industria.



Dei depositi naturali dello zolfo taluni sono di origine geologica e compiuti negli strati inferiori dei terreni ter-

ziari, come ad esempio i depositi della Sicilia, della Romagna, ecc. ; altri si sono formati o sono ancora in formazione nelle vicinanze e per l'influenza dei volumi sotterranei, come le solfatare di Napoli, quelle dell'Islanda e quelle di recente scoperte della Nuova Zelanda.

I depositi di origine geologica più importanti che si conoscano sono quelli della Sicilia che si stendono su quasi tutta la sua larghezza e sono ricchissimi di zolfo. I minerali che lo contengono sono di natura ora calcarea, ora marnosa, e lo zolfo che vi si trova irregolarmente ripartito nella massa è di sovente mescolato con dei carbonati di calce e con dei bitumi.

Tali depositi, che sono sfruttati da secoli, si possono considerare come inesauribili, ma appunto, sia per tale loro considerevole ricchezza, sia per la mancanza di capitali, sia infine per la poca iniziativa industriale degli abitanti, l'estrazione del minerale dalle cave è fatto in modo assolutamente primitivo e senza alcun riguardo per l'avvenire.

Lo zolfo delle solfatare è prodotto dalla mutua decomposizione dell'idrogeno solfurato e dell'acido solforoso sviluppati alla superficie del suolo dai gas emanati dai vulcani spenti di recente, od in via di estinzione.

I minerali solforosi estratti dalle miniere vengono sul posto stesso dell'estrazione sottoposti ad un primo trattamento allo scopo di liberare lo zolfo da una buona parte delle terre, delle piriti e delle sostanze eterogenee con le quali è mescolato.

Vari sono i sistemi adottati a tal uopo nelle diverse località d'estrazione dei minerali solforosi, ma sono tutti basati sull'azione del fuoco che fondendo lo zolfo lo separa dalle altre sostanze solide che lo contengono.

Il trattamento più razionale e più conveniente a cui si può sottoporre il minerale solforoso è quello della distillazione o, per meglio dire, della sublimazione. Lo si opera in un lungo forno costruito in muratura e denominato *forno a galera*, nel quale sono disposte in doppia fila delle grandi anfore di terra refrattaria, chiuse in alto con apposito coperchio e contenenti il minerale da distillarsi. Queste comunicano mercè speciali tubature collocate nella loro parte superiore, con altre anfore identiche situate fuori del forno. Riempito il forno di legna e datovi fuoco, mediante il calore lo zolfo si libera dal minerale contenuto nelle anfore interne del forno e passa allo stato gassoso in quelle esterne ove si condensa allo stato liquido, e infine scorrendo da opportuni rubinetti è colato in mastelli di legno contenenti acqua fresca e quivi si solidifica. Si ottiene così lo *zolfo greggio* (tale perchè contiene ancora dal 3 al 10 % d'impurità) che viene successivamente raffinato.

Altro metodo di estrazione è quello con gli *estrattori a vapore* di Thomas basato sulla fusibilità dello zolfo in vapore sopra riscaldato alla pressione di tre atmosfere e mezzo. Questi estrattori sono costituiti da cilindri di ferro rivestiti di materiale coibente. Entro i cilindri si introducono i vagoncini carichi di materiale; si chiudono i forni e si fa entrare una corrente di vapore soprariscaldato (130°). Lo zolfo fonde e viene colato da opportuni rubinetti in appositi recipienti.

Questo metodo dà una resa dell'80 al 90 % dello zolfo totale: è usato in Romagna.

In Sicilia però, sia per le ragioni che ho già esposte parlando dell'estrazione dalle miniere, sia per la deficienza di combustibile e la mancanza di comodi e convenienti

comunicazioni e mezzi di trasporto fra le miniere ed i porti che impedisce il procurarsene, il trattamento dei minerali solforosi è in generale affatto rudimentale ed il calore necessario alla separazione dello zolfo dalla sua ganga è fornito dalla combustione d'una parte dello zolfo stesso che serve così di combustibile per la fusione dell'altra parte.

Il processo è semplicissimo. In uno scavo circolare con fondo a doppia inclinazione in modo da formare come un canaletto per lo scolo dello zolfo liquido, e cinto da muratura alta 5 metri rinforzata da una seconda muratura di sostegno, viene eretta una gran catasta di minerale solforoso, denominata *calcarone*, disposta in modo che i pezzi più grossi e più resistenti si trovino alla base, e successivamente si elevi coi pezzi di più in più piccoli. Nel formare la catasta si ha cura di lasciare dei vani quasi tubulari dal basso all'alto ed in senso verticale che servono per l'accensione del minerale.

La catasta, al disopra del muro di cinta, è arrotondata e coperta da uno strato di residui polverizzati, con avvertenza però di lasciare scoperti, al principio dell'operazione, gli orifizi superiori dei vani verticali. S'introduce allora in questi della paglia imbevuta di sostanze resinose ed accesa. Il fuoco si comunica al minerale vicino e viene alimentato dall'aria che vi s'introduce dai vani predetti. In capo a 12 ore circa questi vengono perfettamente turrati, e la combustione si propaga allora lentamente dall'alto al basso. I vani interni servono alla distillazione dei prodotti della combustione ed il coperchio pulverolento superiore viene ispessito od assottigliato in modo da mantenere la combustione alla temperatura di fusione dello zolfo (da 111° a 114°), cioè è ispessito se il calore è so-

verchio, od assottigliato se deficiente, onde evitare che lo zolfo liquefatto s'addensi e cessi di colare. Lo zolfo che sfugge alla combustione si fonde e cola sugli strati inferiori ancor freddi, ove si solidifica. Mano mano che la combustione si propaga, si ripete lo stesso fenomeno finchè lo zolfo si raccoglie liquido e si mantiene tale fra gli strati del fondo che nel frattempo si sono sufficientemente riscaldati. Dopo un certo tempo, quando cioè presumibilmente lo zolfo liquido raccolto al fondo è in quantità conveniente, si pratica appiè della catasta un'opportuna apertura dalla quale si fa colare lentamente lo zolfo liquido e lo si raccoglie negli appositi recipienti di solidificazione.

Lo zolfo greggio così ottenuto è molto impuro, e d'altra parte è evidente che tale sistema può sussistere in località ricchissime di minerali solforosi quali sono la Sicilia e la Spagna, ma che dove si volesse ottenere dal minerale il maggior rendimento possibile di zolfo sarebbe da rigettarsi, sia perchè la combustione distrugge una parte dello zolfo contenuto dal minerale, sia perchè la liquefazione dello zolfo contenuto nella ganga non è completa, e questa ne ritiene perciò ancora una buona parte. Inoltre la combustione dello zolfo nei calcaroni sviluppa nell'aria dei gas solforosi perniciosissimi alla vegetazione circostante. Il massimo rendimento ottenuto dai calcaroni è del 60 al 65% dello zolfo totale.

Maggior resa danno i *forni rigeneratori di Roberto Gill* costituiti da due grandi camere in muratura, a volta, comunicanti con un camino che ne regola la combustione. La combustione si fa prima in una camera e poi nell'altra in modo da avere un lavoro continuo.

Questi forni vennero ancora modificati in modo da dare sempre maggior utile.

Quando la materia da epurare è ricchissima in zolfo e costituisce un vero e proprio zolfo impuro (conosciuto col nome di *talamoni*), allora l'operazione si limita alla fusione del minerale in una grande caldaia di lamiera di ferro riscaldata da un focolaio. Raggiunto il punto di fusione si rimesta con una paletta la massa e si ha cura di non oltrepassare i 150° di calore per evitare l'accensione spontanea dello zolfo, poichè si lavora all'aria libera.

Si tolgono con una schiumaruola le impurità e le pietre che si depositano al fondo e si aggiunge dell'altro materiale da epurare. Ripetuta più volte tale operazione si rallenta il fuoco mantenendo il liquido ad una temperatura moderatissima e quando le impurità in esso contenute si sono ben depositate al fondo, si decanta lo zolfo liquido e puro che si trova alla parte superiore e lo si raccoglie nei vasi di solidificazione.

I residui terrosi rimasti nella caldaia contenendo ancora una discreta quantità di zolfo vengono ammuccinati coi materiali dei calcaroni.



Lo *zolfo greggio* è più o meno impuro, è più o meno bello secondo i minerali dai quali venne estratto, secondo i sistemi di estrazione adottati, secondo il calore cui venne sottoposto. Così i materiali più ricchi danno lo zolfo più bello; la sublimazione dà il più puro; i minerali più poveri danno un prodotto bruno ed impuro; la presenza di sostanze bituminose dà uno zolfo fibroso e di un color grigio-giallastro.

In commercio vi sono diverse qualità di zolfo greggio. le quali, come già dissi, si differenziano dal colore e dal

grado d'impurità contenute, e si possono valutare trattando un campione di zolfo greggio polverizzato con del solfuro di carbonio o dell'essenza di trementina che sciolgono lo zolfo lasciando insolute le sostanze eterogenee.

Un altro sistema di analisi per calcolare il grado d'impurità dello zolfo greggio consiste nell'arderne una determinata quantità (1 gramma) in un piccolo crogiuolo di porcellana. Terminata la combustione e lasciato raffreddare il crogiuolo, il residuo rimastovi non è che il quantitativo delle sostanze eterogenee contenute nello zolfo greggio sperimentato.

Il grado di umidità si determina mediante l'essiccazione in stufa a 100° fino a costanza di peso e la presenza di acidi si riconosce facendo bollire in acqua distillata dello zolfo greggio macinato saggiando con carta azzurra di tor-na-sole che diventa rossa per la presenza di acidi.

Finalmente la presenza dell'arsenico che si manifesta anche dal color arancio leggermente rossastro ch'esso dà allo zolfo, e che lo rende assolutamente inadatto alla fabbricazione della polvere, si può determinare sottoponendo lo zolfo finissimamente polverizzato a una prolungata ebollizione in presenza di acido nitrico o solforico, dopo di che lo si decanta e lo si neutralizza con carbonato d'ammonio. Si aggiunge nitrato d'argento, e se lo zolfo contiene arsenico si formerà il caratteristico precipitato giallo di arseniato d'argento.

Si può anche fare la prova dell'arsenico trattando lo zolfo con una soluzione ammoniacale e quindi con l'acido cloridrico, ottenendo così un precipitato di solfuro di arsenico.

Tali prove servono anche per sperimentare lo zolfo raffinato il quale deve ardere completamente non lasciando alcun residuo, nè deve avere la minima traccia d'acidi o di sostanze arsenicali.



Scopo della raffinazione dello zolfo greggio si è quello di liberarlo da tutte le sostanze estranee ch'esso contiene ed ottenere lo zolfo puro atto agli usi industriali in genere, ed in particolare alla fabbricazione della polvere.

Nei secoli scorsi in Europa (ed oggi ancora nelle Indie orientali) la raffinazione dello zolfo si otteneva facendolo fondere in una caldaia di bronzo riscaldata da un fuoco dolce e lento. Prima che la liquefazione dello zolfo fosse completa si toglieva la caldaia dal fuoco e si lasciava riposare finchè le sostanze eterogenee si separavano affatto dallo zolfo fuso precipitando al fondo della caldaia se costituite da corpi pesanti, o galleggiando alla superficie formando una schiuma nera se leggere. Toltane accuratamente la schiuma ed ottenuta la superficie affatto limpida si decantava lo zolfo facendolo colare in barili preventivamente preparati.

Si comprende come da tale sistema grossolano e primitivo si ottenessero prodotti imperfetti e come i risultati fossero poco vantaggiosi sia rispetto al costo come al quantitativo della produzione.



Da oltre mezzo secolo però si adottò la raffinazione dello zolfo greggio, mercè la volatilizzazione o distillazione, e si idearono apparecchi che mano mano perfezionati col volger degli anni danno oggi prodotti perfettissimi.

Si dispone a tal fine una caldaia in bronzo di grosso spessore, fissa e circondata da muratura, chiusa da solido

coperchio e comunicante, mercè un tubo fisso, con due cilindri pure in bronzo sottoposti orizzontalmente alla caldaia stessa. Il focolaio è collocato al disotto dei cilindri, e questi, mentre sono chiusi nella parte anteriore da una solida serranda lasciando solo passaggio al tubo di comunicazione con la caldaia sovrastante, comunicano dall'altra mercè un tubo del loro stesso diametro, e ricurvo verso l'alto, con la camera di condensazione. Questa è di forma rettangolare ed ha in generale un volume dagli 80 ai 100 mc. È tutta in muratura con soffitto a volta, ed il pavimento, leggermente inclinato verso il lato opposto a quello di comunicazione con la caldaia, è lastricato in pietre da taglio. Alla sommità della volta è praticata una piccola apertura chiusa da una valvola munita del necessario contrappeso per dare sfogo ad un possibile eccesso di produzione di gas acido solforoso e di vapori acquosi durante la volatilizzazione. Alla base della camera, dalla parte più bassa del pavimento avvi un'apertura fornita di rubinetto per lo scolo dello zolfo condensato liquido, ed una porticina per estrarvi il fior di zolfo condensato sul pavimento quando si volesse ottenere dalla raffinazione tale prodotto. La camera è riscaldata da un apposito focolaio col quale se ne possa regolare la temperatura.

Così disposto l'apparecchio, si mette nella caldaia lo zolfo da raffinarsi e si accende il fuoco nel focolaio. La fiamma lambisce i due cilindri sottoposti alla caldaia e li arroventa, mentre il fumo elevandosi va a riscaldare la caldaia e vi fa fondere lo zolfo. Questo allora abbandona nel fondo della caldaia le sostanze solide con le quali era combinato e cola, per mezzo del tubo già descritto, nei cilindri sottoposti; quivi, grazie all'alta temperatura cui i cilindri sono portati dalla fiamma che li circonda, lo zolfo

volatilizza ed i gas solforosi passano dal tubo ricurvo e vanno a condensarsi nell'apposita camera. La temperatura della camera deve essere mantenuta dai 115° ai 120° perchè lo zolfo si condensi in un liquido limpido e d'un bel colore rosso carico. Quando si vuole invece ottenere del fior di zolfo conviene assolutamente evitare che la temperatura della camera di condensazione superi i 110°, ed in tal caso i vapori di zolfo si condensano coagulando in forma di aghi finissimi e piccolissimi depositandosi sia sulle pareti sia sul pavimento. Conviene inoltre che il fuoco che riscalda i cilindri per provocare la volatilizzazione dello zolfo sia dolce e moderato onde ottenere una polvere fina e dolce al tatto, poichè, per poco che il fuoco sia violento, i vapori solforosi sviluppati diventano gialli e densi, risultandone da questi una polvere rude al tatto e sabbiosa.

Quest'esposizione sommaria di tale sistema di raffinazione basta per dare un'idea del processo compiuto. Tuttavia l'apparecchio non è così semplice come a prima vista potrebbe sembrare poichè dev'essere fornito di apparati ed accessori che facilitino il carico, lo scarico e le ripuliture frequenti ed assolutamente necessarie che impediscano lo scolo dalle connettiture o dalle aperture imperfettamente chiuse, che evitino disperdimento di calore o consumo di materiale, infine che facilitino agli operai il lavoro senza che deleterie esalazioni solforose possano impedirlo o ritardarlo, nè danneggino la loro salute.

Lo zolfo fuso è mantenuto ad una temperatura di 115° perchè coli limpidissimo e, solidificandosi in seguito per raffreddamento, assuma un bel colore giallo-chiaro; viene raccolto in barili di legno, ove lo si lascia raffreddare durante 24 ore avendo cura di bagnare con acqua pura la superficie esteriore e di chiudere ermeticamente ogni ba-

rile. Durante il raffreddamento si nota nell'interno dei barili un leggero crepitio dovuto alla trasformazione dello zolfo prismatico in zolfo ottaedrico, trasformazione molto lenta ad oprarsi e giammai completa.

La produzione del fior di zolfo è molto più costosa di quella dello zolfo in pani od in cannelli, perchè richiedendo la prima una minore temperatura di condensazione, questa si opera molto più lentamente ed il rendimento giornaliero è solo un sesto di quello che si ottiene con la produzione dello zolfo liquido mentre le spese giornaliere di fabbricazione sono identiche. Si comprende quindi come il fior di zolfo in commercio sia più caro dello zolfo in pani; tuttavia il primo, sebbene si accenda più agevolmente e si presti facilmente a tutti i miscugli, è meno puro del secondo, giacchè serba ognora qualche traccia d'acido solforoso, di umidità, ecc., per cui è consigliabile, per la fabbricazione di una buona polvere pirica, l'uso dello zolfo in pani perfettamente raffinato e finamente macinato.



§ 2. *Acido solforico* (H^2SO^4). — L'acido solforico è uno dei più importanti acidi minerali: già nell' VIII^o secolo esso era conosciuto e il Geber lo preparava per distillazione dell'allume.

L'acido solforico concentrato è, a temperatura ordinaria, un liquido incolore, oleoso, pesante: a temperatura più bassa solidifica: solido, fonde a $+ 10^o$. Liquido, a 15^o ha il peso specifico di 1.85.

Si mescola in tutte le proporzioni con l'acqua contraendosi e sviluppando grande calore. Nelle mescolanze bisogna avere l'avvertenza di versare lentamente sempre l'acido

nell'acqua agitando, e non viceversa, altrimenti il rapido e forte sviluppo di calore provocherebbe spruzzi di acido.

È molto avido dell'acqua, e viene perciò usato come disidratante. Non scioglie platino, oro e piombo e quando è molto concentrato non intacca neanche il ferro (così che per il trasporto possono essere usate cisterne di ferro).

L'acido solforico è usato moltissimo nell'industria.

Serve nell'industria degli esplosivi per la fabbricazione della nitroglicerina, del cotone fulminante e di molti altri esplosivi moderni; serve nell'industria delle materie coloranti artificiali, dei concimi chimici; serve per produrre solfato di soda e quindi entra nell'industria della soda (col processo Leblanc); serve nella fabbricazione di acido cloridrico, nitrico, ecc.



La preparazione industriale dell'acido solforico si basa sull'ossidazione dell'anidride solforosa (SO_2) che si sviluppa dall'arrostimento di minerali solforati (piriti, zolfo naturale).

Fino a poco tempo addietro la fabbricazione dell'acido solforico si faceva unicamente col metodo delle camere di piombo, che consiste nell'ossidare l'anidride solforosa con acido nitrico in presenza di acqua. L'ossidazione si produce in grandi camere di piombo e l'acido che se ne ottiene (al 65 %) si concentra in apposite torri di piombo e materiale inattaccabile dall'acido.

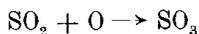
Troppo lungo sarebbe trattare di questo processo di fabbricazione, ed io trovo inopportuno farlo in questo mio manuale pratico, tanto più che, per quanto vi siano oggi ancora fabbriche che praticano tale sistema, questo tende

a scomparire per lasciare il posto al *processo catalitico* o *di contatto* di cui darò un breve cenno.

Si chiamano *catalizzatori* le sostanze che provocano una reazione o la facilitano senza prendere parte esse stesse alla reazione, o almeno prendendovi parte in una reazione intermedia ritornano alla fine nelle stesse condizioni di prima.

Il fenomeno dicesi *catalisi* e l'azione di tali sostanze, *catalitica*.

Ora nel processo *catalitico* o *di contatto* nella fabbricazione dell'acido solforico, l'ossidazione dell'anidride solforosa avviene per azione dell'ossigeno dell'aria in presenza di platino (amianto platinato) che agisce come catalizzatore.



L'impianto consta :

- 1° di forni di arrostitimento del materiale primo,
- 2° di apparecchi per la purificazione dei gas che escono dai forni,
- 3° dell'apparecchio di contatto,
- 4° di apparecchi di assorbimento.

Il minerale che si adopera è soprattutto la pirite di ferro che si trova abbondante in natura in grandi giacimenti in Spagna, in Italia (Val d'Aosta, Veneto, Toscana ecc.), cristallizza in ottaedri, ha color giallo lucente e contiene teoricamente il 53 % di zolfo.

Buone piriti son quelle che contengono effettivamente dal 45 al 48 % di zolfo.

La pirite che serve per la fabbricazione dell'acido solforico col metodo di contatto deve avere una percentuale bassissima di arsenico, perchè questo, giungendo all'ap-

parecchio di contatto *avvelenerebbe* il platino, togliendogli la proprietà catalitica.



Di *forni* ve ne sono di varie specie.

I più usati sono oggi i *forni meccanici*. Essi sono costituiti ciascuno da una grande camera in muratura (cilindrica) divisa in più ripiani da lastre di argilla sulle quali si stende il materiale in polvere. Per cominciare l'operazione si riscalda cautamente il forno mediante un focolaio posto nella parte inferiore. Poi l'operazione continua da sé: di mano in mano che la torrefazione progredisce si fa passare il materiale dall'un piano a quello inferiore.

Lo scarico avviene automaticamente con vantaggio nella regolarità dell'operazione, e con grande risparmio di mano d'opera. Nei forni rotatori, su ciascun piano (forno Frash) si muovono bracci di ghisa, dentati, fissati ad un albero centrale cavo, verticale, nel quale, mediante un tubo interno passa una corrente d'acqua fredda che circola anche nei bracci laterali per mantenere fredde le parti in ferro e impedirne un rapido logoramento.

La pirite si carica dall'alto nel primo piano; il braccio che ha i denti obliqui la muove dalla periferia al centro ove cade da un foro nel piano sottostante: quivi passa sul braccio dentato il quale ha i denti obliqui nel senso contrario al precedente così che porta il materiale dal centro alla periferia ove trova una apposita apertura per la quale cade nel piano inferiore e così di seguito fino all'ultimo dal quale si raccoglie poi la cenere esaurita di zolfo.

Da apposite bocche poste nel basso del forno, si fa en-

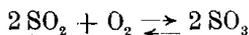
trare una corrente d'aria che mantiene regolare la combustione.

Da questi forni escono i gas costituiti essenzialmente da anidride solforosa.

I gas si fanno passare attraverso molteplici tubi nei quali depositano la polvere che trasportano con sè dai forni, e poi attraverso a filtri e torri di lavaggio che devono trattenere completamente le tracce d'arsenico anche minime.

L'anidride solforosa lavata, filtrata, ecc. giunge alla torre di contatto che è formata da vari tubi nei quali è disposto a strati su piani bucherellati la sostanza catalitica (amianto platinato) (1). Quivi deve trovarsi in contatto di un grande eccesso di ossigeno (almeno tre volte più abbondante di quello che occorrerebbe teoricamente).

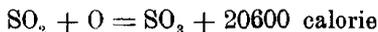
La reazione è la seguente :



ed è reversibile secondo la temperatura.

La temperatura più favorevole è tra i 400° e i 450° (rendimento fino al 99 % di anidride solforica SO_3).

A temperatura più elevata comincia la decomposizione. Ora, siccome la reazione suddetta sviluppa calore



(1) Per economia di platino si possono rivestirne altre sostanze porose invece dell'amianto, così ossido di ferro, di rame, ecc. che aggiungono la loro azione catalitica a quella del platino.

È usata anche la cenere di pirite con solfato ferroso come catalizzatore della Farbwerke di Höchst.

è necessario raffreddare l'apparecchio affinché la temperatura sia mantenuta propizia alla reazione; e ciò si può ottenere per azione degli stessi gas provenienti dai forni i quali arrivano all'apparecchio già raffreddati; così si ottiene il doppio scopo di mantenere alla temperatura opportuna l'apparecchio e di portare a 400° i gas che devono entrare in reazione.

Dall'apparecchio di contatto esce anidride solforica la quale deve assorbire acqua per dare l'acido solforico. Se si facesse avvenire la reazione con l'acqua si avrebbero rilevantissime perdite di anidride solforica per la violenza con cui avverrebbe la reazione e il calore che ne svilupperebbe. Invece facendo assorbire l'anidride dall'acido stesso la reazione avviene più regolarmente. Il maggior rendimento si ha usando un acido al 97-98 %. Di mano in mano che avviene l'assorbimento si aggiunge acido diluito, in modo da mantenere sempre la stessa concentrazione.

Si ottiene così un acido molto puro e della massima concentrazione.

Si può in tal modo preparare l'*oleum* o *acido solforico fumante* o *acido di Nordhausen* ad alto titolo di anidride solforica libera.

Nell'industria degli esplosivi si adopera appunto l'*oleum* della concentrazione di 105-106 % contenente cioè 24-26 % di anidride solforica libera.



Analisi. L'analisi dell'*oleum* si fa per titolazione con soluzione normale (in 1 l. la metà del peso molecolare di idrato sodico).

L'acido si pesa o nella pipetta a bolla con rubinetti di Lunge-Rey, oppure in una bolla soffiata a pareti molto sottili portante ai lati due' tubi capillari di cui uno chiuso alla fiamma. La capacità della bolla deve essere di circa 1 cc. La bolla, perfettamente asciutta, si pesa, si riscalda poi leggermente alla fiamma, e si introduce rapidamente il tubicino aperto nell'oleum da analizzare.

La diminuzione di pressione dell'aria nell'interno della bolla provocata dal riscaldamento determina l'aspirazione dell'acido.

Riempita la bolla per $\frac{1}{3}$ circa si chiude il tubo alla lampada e si pesa.

La bolla poi si introduce in una bottiglia a pareti forti e con tappo smerigliato contenente circa 100 cc. di acqua distillata. Si chiude bene e si sbatte per rompere la bolla, si lavano separatamente, spruzzandovi acqua, il tappo e il collo della bottiglia, si aggiungono alcune gocce di metilarancio e si titola con la soda $\frac{1}{2}$ normale.

CAPITOLO III

Del carbone.

§ 1. *Generalità.*

L'importanza del carbone nella fabbricazione della polvere nera è grandissima e richiede da parte del fabbricante la massima attenzione perchè le sue qualità sono intimamente legate a quelle della polvere.

La produzione del carbone, in apparenza così semplice e facile, esige le più minute cure quando si tratta di produrlo per farlo entrare nella composizione della polvere poichè la sua purezza, la sua omogeneità, la sua infiammabilità, offrono delle grandi variazioni secondo la temperatura sviluppata durante la carbonizzazione e secondo la durata di tale operazione; per conseguenza la costanza nella qualità della polvere dipende in gran parte dalla cura esatta con la quale venne preparato il carbone.

Tenuto calcolo che la combustione della polvere sarà tanto più facile quanto più grande e più rapida sarà la combustibilità del carbone, si comprende come, oltre il sistema di carbonizzazione, abbia una notevole importanza anche la qualità del legno che lo deve produrre.

In generale, quanto più il legno da carbonizzarsi è ricco in cellulosa, che costituisce la parte solida e fibrosa del

legno associata a piccole quantità di ossigeno, di idrogeno di azoto, di zolfo, e di altri minerali, tanto più infiammabile e buono è il carbone che se ne ottiene, per cui si avrà cura di scegliere del legno dolce e leggero.

Inoltre dovendo il carbone destinato alla fabbricazione della polvere abbruciare completamente senza lasciare residui di cenere, si dovrà scegliere per la sua preparazione non solo il vegetale più adatto e proficuo, ma anche la parte di un determinato vegetale che dia il maggior prodotto in carbone puro.

Infatti esperimenti della più rigorosa esattezza hanno provato che le foglie e le radici sono le parti dell'albero che contengono meno carbonio e maggiore quantità di acqua e di minerali incombustibili; i rami grossi dell'albero danno un carbone più leggero ed infiammabile di quello ottenuto dal tronco; la corteccia infine contiene meno carbonio della parte legnosa mentre dà un maggior residuo in ceneri perchè i minerali vi sono in maggior quantità. Eliminate quindi affatto le foglie e le radici, si sceglieranno per la carbonizzazione di preferenza i rami grossi che abbiano almeno tre anni di vita, perchè la parte legnosa sia ben costituita, ed avendo cura di scortecciarli per evitare i residui; cura che, se può forse trascurarsi nella fabbricazione delle polveri da mina, è però assolutamente necessaria in quella delle polveri di caccia, poichè il carbone ottenuto dalla corteccia concorrerebbe ad aumentare le feccie nella canna del fucile.

§ 2. *Qualità e specie dei legni da carbonizzarsi.*

Per la fabbricazione del carbone destinato alla produzione della polvere si adoperano nelle varie nazioni d'Eu-

ropa diverso qualità di legno dolce o leggero a seconda della maggiore o minore facilità di trovarlo sul posto. In generale sono preferiti per le polveri da caccia e da fucileria gli steli di canape, la frangola, il nocciolo; per quelle da mina e da cannone il salice bianco, l'ontano, il pioppo, il tasso, il corniolo e simili.

Gli *steli di canape* (o *canapoli*) che in Italia si trovano abbondantissimi e di ottima qualità nell'Emilia e nel Ferrarese, perfettamente ripuliti da ogni filamento, senza radici e mondi di terra danno il miglior carbone ed il più rapidamente infiammabile che si possa desiderare per le polveri da caccia e da fucileria. Il loro rendimento in carbone è maggiore di quello del nocciolo come lo dimostrano gli esperimenti fatti dall'ing. Violette in Francia che ottenne su 100 parti di legno, dagli steli di canape 39.22 parti di carbone, mentre il nocciolo non rese che 32.79. Gli esperimenti di Proust poi dimostrarono anche la maggiore combustibilità del carbone di canapoli in confronto a quello di nocciolo, poichè infatti un miscuglio di gr. 0.775 del primo con gr. 4 di nitro abbruciato in una capsula di rame arde in 10 secondi lasciando un residuo di gr. 0.775, mentre un miscuglio simile fatto col carbone di nocciolo ed in condizioni identiche al primo arde in 23 secondi lasciando un residuo di gr. 1.936.

I *gambi ed i tralci di vite* danno pure un discreto carbone per le polveri da caccia, inferiore però sia in rendimento che in combustibilità a quello degli steli di canape il quale è adunque il più atto a produrre buone polveri da caccia e da fucileria quando naturalmente sia fatto con buone norme di carbonizzazione come verrà in seguito dimostrando.

Per le polveri da mina, riuscendo troppo caro il costo degli steli di canape, il legno da preferirsi, sia per la sua

combustibilità e per il suo rendimento in carbone, come per il suo minor costo potendosi trovare in tutti i terreni irrigati d'Italia, è il salice (*salix alba*) dal quale Violette ottenne carbone in ragione del 33.74 %, e la cui combustibilità è superiore a quella del carbone di ontano, di pioppo e simili.



Il carbone è nero o rosso, duro o friabile, compatto o poroso, opaco o brillante.

Il carbone nero, duro, compatto, fortemente calcinato è buon conduttore del calore e dell'elettricità, e s'infiama ed abbrucia lentamente. Il carbone rosso, friabile, poco calcinato è invece cattivo conduttore del calore e dell'elettricità, ma è più leggero, più infiammabile del primo, ed è combustibilissimo. Ne viene di conseguenza che il carbone rosso, cioè poco cotto, è il più atto alla preparazione della polvere da fuoco perchè nella combustione di questa ne aumenta notevolmente il calore sviluppato e la rende più potente.

Importa adunque determinare la temperatura di carbonizzazione per ottenere il carbone rosso più efficace, e gli esperimenti dell'ing. Violette, confermati dalla pratica adottata nei più importanti polverifici, stabiliscono in modo quasi assoluto che il miglior carbone rosso per le polveri da caccia e da fucileria si ottiene con una temperatura dai 280° ai 300°, mentre per le polveri da mina e da cannone si può giungere sino ai 340° (1). Violette dimostrò

(1) In tutto il corso della presente opera i gradi di calore si riferiscono sempre al termometro centigrado.

pure che nei limiti di tali temperature è anche maggiore il rendimento in carbone del legno, rendimento che va decrescendo mano mano che aumenta la temperatura di carbonizzazione perchè col maggior calore parte del carbonio si combina coi gas volatilizzabili e sfugge con questi.

Indipendentemente dalla temperatura, in una carbonizzazione lenta il rendimento in carbone è maggiore che in una rapida, ma in compenso questa dà un carbone molto più friabile e leggerissimo.

La densità del carbone varia secondo la temperatura di carbonizzazione ed è minima a 290°, cioè nel carbone rosso che è quindi il più leggero. Mano mano che il calore aumenta cresce la densità che giunge sino ad essere doppia di quella dell'acqua.

L'igrometricità invece del carbone diminuisce quanto è maggiore la temperatura di carbonizzazione; essendo poi il carbone polverizzato doppiamente igrometrico del carbone in pezzi perchè il primo presenta, in confronto del secondo, una maggiore superficie all'azione dell'umidità, si avrà cura di non macinare il carbone che al momento in cui dev' essere adoperato per le miscele con gli altri corpi costituenti la polvere.

Tale cautela è necessaria anche in considerazione della grande infiammabilità del carbone macinato e fabbricato alla temperatura da 300° a 350°, infiammabilità così facile che lo fa accendere spontaneamente quando appena appena sia accumulato in mucchi dai 70 agli 80 centimetri in su, e ciò per la grande quantità d'aria che il carbone assorbe in tali condizioni, assorbimento che avviene con tale attività da riscaldare enormemente la massa al punto da produrne la spontanea accensione.

Invece l'infiammabilità del carbone leggero, fabbricato

alla temperatura costante di 300° è mantenuto in pezzi, si produce spontanea nell'aria solo alla temperatura di 360°, per cui resta escluso il pericolo che presenta il carbone macinato.

Tuttavia, siccome il carbone in generale condensa i gas ed i vapori anche acquosi con una considerevole facilità, è saggia consuetudine nei polverifici ben diretti di produrre il carbone mano mano che le necessità della fabbricazione della polvere lo richiegono e nei limiti della stessa, avendo cura di ottenere il completo raffreddamento del carbone appena fabbricato in recipienti perfettamente chiusi ad al riparo dell'azione dell'aria. Siffatta pratica che in tante fabbriche è adottata in modo assoluto, venne però in altre abbandonata per ricorrere ad un sistema del tutto opposto basato sulla lenta e completa saturazione dell'ossigeno dell'aria da parte del carbone. Viene questo a tal fine triturato e quindi esposto per alcuni giorni all'aria, in largo e sottile strato, in un casello di muratura con soffitto a vòlta. Si eviterebbe in tal modo un successivo e pericoloso assorbimento di ossigeno durante la lavorazione di miscuglio del carbone col nitro.

L'equivalente chimico del carbone è 6, ed il suo calore specifico varia da 0.202 a 0.241. Il peso atomico è 12. La sua conducibilità del calore cresce con la temperatura di carbonizzazione, dapprima lentamente ed in modo proporzionale nei carboni ottenuti fra 150° e 300° come lo provano gli esperimenti di Violette, e quindi più in più rapidamente.

La sua forza di decomposizione si manifesta più rapida quanto più è leggero ed infiammabile e non la esercita che ad alte temperature quando è duro e fortemente calcinato. Così Violette con un pezzo di carbone di frangola

inflammabilissimo decompose il salnitro a 400°, mentre con carboni prodotti a temperature dai 1000° in su non ottenne tale decomposizione che riscaldandoli al rosso vivo.

Il carbone è insolubile nell'acqua. Quando è carbonizzato ad una temperatura di 270° è quasi interamente solubile in una soluzione di potassa o di soda, ma lo è molto meno a temperature superiori, finchè cessa affatto di esserlo oltre i 330°.

Il dosamento del carbone nella fabbricazione della polvere nera deve essere tale che la combustione dell'ossigeno sviluppato dal salnitro sia completa. La deficienza del carbone va a danno dell'energia della polvere perchè non tutto l'ossigeno è utilizzato; l'eccesso diminuisce la quantità di calorie sviluppate, e potendo anche produrre una gran quantità di gas ossido di carbonio, ne diminuirebbe le facoltà propulsive della polvere. Indicherò in seguito i dosamenti razionali per le varie qualità di polveri.

§ 3. Carbonizzazione per soffocazione.

La carbonizzazione del legno si ottiene nell'industria con sistemi diversi che si possono riassumere in due classi, cioè per soffocazione e per distillazione.

La carbonizzazione per soffocazione comprende due sistemi principali ben noti, cioè quello delle *cataste* e quello delle *fosse* o delle *caldaie*, e sia l'uno che l'altro sono basati sulla carbonizzazione d'una parte del legno mercè la combustione dell'altra parte in presenza dell'aria.

Il processo delle *cataste* è generalmente praticato nelle foreste per fornire il carbone occorrente agli usi industriali e domestici, ed ha il vantaggio di operare su grandi masse

di legno, vantaggio che è tanto maggiore quanto più grandi sono le cataste da carbonizzarsi, perchè è maggiore in queste il rendimento in carbone.

Esso consiste nel bruciare il legno fuori del contatto dell'aria.

Si fanno alti mucchi di legno, a forma di coni tronchi (*carbonaie*) che vengono ricoperti di argilla, o terra erbosa. Si lascia una apertura nella parte superiore della catasta dalla quale apertura si dà fuoco al mucchio.

Per facilitare poi la combustione si aprono opportuni fori nel basso per il passaggio dell'aria.

Quando tutta la massa è incandescente e la carbonizzazione è terminata, si copre il tutto con un grande strato di terra per togliere ogni passaggio all'aria esterna ed ottenere l'estinzione ed il raffreddamento del carbone così prodotto.

Questo sistema non è nè conveniente nè consigliabile alle fabbriche di polvere perchè non potendovisi regolare la temperatura di carbonizzazione, il carbone ricavato non è uniforme, e la necessità di operare su grandi cataste non permette di preparare il carbone in quantità limitata ai bisogni del momento. Finalmente l'uso del carbone così ottenuto riesce anche molto pericoloso nella fabbricazione della polvere, perchè il rivestimento della catasta introduce fra i carboni delle materie eterogenee quali terra, sabbia, ecc., e questo solo inconveniente basta per far rigettare assolutamente il sistema.



La carbonizzazione del legno nelle *fosse* avviene quasi con lo stesso processo ora descritto per le cataste, salvo

che nel secondo metodo il legno da carbonizzarsi, anzichè essere accatastato sul suolo, è disposto in fosse della profondità di un metro circa, sufficientemente larghe, ora quadrate ora emisferiche, e rivestite internamente di muratura in mattoni refrattari. Dato fuoco alla massa dei legni quivi disposta e lasciatala ardere, quando cessa la fiamma perchè terminata la combustione la fossa trovasi piena di carboni ardenti che non tarderebbero ad incenerirsi al contatto dell'aria. Se ne copre allora con la massima sollecitudine la superficie con delle coperte di lana bagnate e su queste si stende un grosso strato di argilla che viene ben battuta per non lasciare alcun spazio vuoto tra il carbone e la copertura così fatta e togliere qualsiasi comunicazione con l'aria esterna. Si lascia quindi raffreddare il tutto per alcuni giorni in capo ai quali viene tolto il carbone. Essendo però facile il mescolamento dell'argilla con il carbone, tale sistema venne perfezionato sostituendo alla fossa una *caldaia* emisferica di ghisa del diametro di metri 1.20 ad alta m. 0.85 affondata e murata nel suolo in modo che il bordo superiore sia al livello del pavimento. Sul fondo della caldaia si colloca uno strato di paglia o di schegge accese, sul quale si stende uno strato di legno da carbonizzarsi preparato in randelli della lunghezza di circa 30 cm. Quando questo s'infiamma si aggiungono dei nuovi randelli disponendoli regolarmente gli uni stretti agli altri ed in modo da soffocare le fiamme sviluppatasi onde diminuirne l'attività, e così si continua finchè la caldaia è piena di legno incandescente. Quando la superficie di questo si copre d'una fine efflorescenza bianca, si chiude ermeticamente la caldaia, per impedire ogni accesso all'aria, con un apposito coperchio di lamiera munito di due sfatatoi circolari per lo sfogo

dei prodotti gaseiformi della combustione, che si svolgono in fumo denso ed abbondante. Quando questo sta per cessare si turano accuratamente gli sfatatoi e si lascia raffreddare per tre o quattro giorni il carbone così ottenuto.

Il rendimento di tale metodo è di circa il 20 %, ed il carbone è migliore quanto più è stagionato il legno carbonizzato. Tuttavia non essendo possibile regolare la temperatura di carbonizzazione per produrre un bel carbone uniforme atto alla fabbricazione di una buona polvere da guerra o da caccia, il sistema delle *caldaie* non è conveniente che per le piccole fabbriche di polveri da mina ordinarie per le quali è ammessa una certa tolleranza sulla qualità del carbone.

§ 4. *Carbonizzazione per distillazione.*

Il carbone da adoperarsi per la preparazione di una buona polvere da guerra o da caccia dev'essere fabbricato col *sistema della distillazione* essendo questo un metodo di gran lunga migliore di quelli già descritti e capace di produrre carbone a determinate temperature di carbonizzazione, tanto che con apparecchio ben costruito diretto da un abile operaio si può ottenere carbone rosso o carbone nero a volontà.

Il legno, come ho già detto, si compone di sostanze solide, liquide e gaseose. Nella carbonizzazione al contatto dell'aria, i liquidi ed i gas si sviluppano sotto l'azione del calore e partè evaporano col fumo, parte si svolgono nella fiamma la quale non è che la combustione delle materie volatili del legno.

Invece il legno esposto al calore al riparo dell'aria in

un recipiente ben chiuso, abbandona a poco a poco i liquidi ed i gas, e non ne resta che la parte solida, cioè il carbone il quale sarà perfettamente puro se sarà del tutto libero da ogni traccia di gas come nel carbone nero, oppure conterrà ancora dei composti idrogeno-carbonati se l'azione del calore sarà moderata onde ottenere del carbone rosso atto alla fabbricazione della polvere.



Il sistema di carbonizzazione per distillazione è denominato anche *sistema dei cilindri* e si suddivide nei due metodi dei *cilindri fissi* e dei *cilindri mobili*.

Tale processo di carbonizzazione venne ideato dal vescovo inglese Landloff verso la fine del sec. XVIII e fu successivamente perfezionato, tanto che oggi dà un ottimo carbone.

In un vasto ed alto locale rettangolare munito di ampi finestroni per facilitare il rinnovarsi dell'aria, è disposta una serie di cilindri in ghisa incastrati orizzontalmente in una costruzione in muratura in modo che questa ne sostenga le due estremità e le tenga sollevate dal pavimento di circa m. 0.80. I cilindri sono accoppiati a due a due, ed in ogni coppia un cilindro è lontano dall'altro m. 0.25. Ciascuna coppia è riscaldata dallo stesso focolaio che è sottoposto al centro d'ogni accoppiamento e che si stende su tutta la loro lunghezza. La parte superiore del focolaio porta una leggera vòlta in mattoni munita di lunghi spiragli per dare passaggio alla fiamma ed al fumo senza che i cilindri vadano soggetti ai colpi di fuoco. I cilindri sono circondati superiormente ed in tutta la loro lunghezza da una vòlta in ghisa od in muratura a loro

concentrica, ma staccata dalla loro superficie esterna circa cm. 5, in modo che i gas sviluppati dal combustibile del focolaio passando dagli spiragli della volticella, montino fra il cilindro e la volta che lo circonda e ridiscendano dalla parte opposta esteriore riscaldandola, finchè mettano capo ad un lungo tubo che attraversa tutto il forno sotto la fila dei focolai comunicando con il camino, il quale deve essere alto non meno di 18 a 20 metri per esercitare un conveniente tiraggio. Il tubo di comunicazione è munito ad ogni focolaio di una serranda che regola lo sviluppo della fiamma.

I cilindri hanno il diametro di m. 0.65 e sono lunghi da m. 1.30 ad 1.50. Il loro spessore è di cm. 4 in tutta la loro lunghezza, ma vanno ispessendosi esternamente sino a 5 cm. nel bordo che cinge l'apertura sporgente dal muro di sostegno.

L'apertura è munita di un pesante coperchio di ghisa girante su due cardini fissati al bordo del cilindro. Il coperchio, al fine di chiudere ermeticamente il forno quando si attiva la carbonizzazione, porta internamente un listello circolare di ottone corrispondente al bordo del cilindro e viene stretto fortemente a questo mediante quattro grossi cavalletti in ferro avvitati sul bordo stesso.

Il fondo del cilindro è massiccio, ma ha nel centro del suo asse un foro circolare del diametro di circa cm. 10 per lo sfogo dei prodotti della distillazione. Alla parte esterna del fondo è fissato un tubo a gomito in ghisa col foro interno corrispondente a quello di eguale diametro praticato nel fondo stesso. Il gomito piega verso il centro dello spazio intermedio dell'accoppiamento dei cilindri ed ha una leggera inclinazione che permette lo scolo dei liquidi. L'estremità inferiore del fondo è fissata ad una cas-

setta in ghisa forata internamente in modo da combaciare col foro del gomito. Tale cassetta è unica per ogni coppia di cilindri, e riceve naturalmente i prodotti portati dai due gomiti opposti. Nella cassetta i liquidi ed i gas si dividono e, mentre i primi sono condotti da tubi di rame verticali in mastelli sottoposti, i gas passano in tubi di ghisa orizzontali applicati alla cassetta e stendentesi nel vano interno del forno interposto fra i due cilindri parallelamente a questi, ma un po' al disotto del loro asse. Tali tubi sono fusi in un solo pezzo e portano lateralmente delle lunghe fenditure dalle quali sfuggono i gas infiammati che servono, alla loro volta, da combustibili per la completa carbonizzazione del legno chiuso nei cilindri. I tubi stessi si allungano per tutta la larghezza del forno, vale a dire la loro parete anteriore o testa poggia sulla muratura anteriore al disopra della bocca del focolaio fra le aperture dei due cilindri accoppiati, e porta ad ogni tubo un piccolo foro cilindrico a guisa di traguardo per verificare il colore dei gas e il grado di procedimento della carbonizzazione. Una lastrina in ottone girante sopra un perno eccentrico serve a chiudere o ad aprire il traguardo.

Così disposto l'apparecchio, un tempo si procedeva alla carbonizzazione immettendo nei cilindri fissi il legno a fasci finchè ne fossero riempiti, avendo cura però che tra il legname e le due teste del cilindro restasse uno spazio libero, perchè i prodotti della distillazione non trovassero intoppo al loro lento sviluppo dai vasi longitudinali del legno.

Compiuto il caricamento si chiudeva accuratamente il coperchio spalmando della creta su ogni minimo spiraglio per impedire qualsiasi passaggio all'aria e si accendeva il

fuoco. Però tale processo avea il grave inconveniente di rendere penoso all'operaio il caricamento fra una cotta e l'altra essendo i cilindri oltremodo caldi, ed inoltre lo scarico del carbone finito, per quanto fatto con sollecitudine, dava luogo troppo di sovente all'incenerimento del carbone che ancor caldo si accende e brucia rapidamente al contatto dell'aria. Infine la carbonizzazione non era uniforme perchè le pareti interne dell'accoppiamento dei cilindri essendo direttamente colpite dalla fiamma si riscaldavano maggiormente ed il legno a quella aderente subiva un'eccessiva carbonizzazione.

Per ovviare a tali inconvenienti, nei migliori polverifici si adottarono dei cilindri in lamiera di ferro dello spessore di mm. 3, lunghi m. 1 e del diametro di cm. 60, massicci nel fondo ed aperti all'altra estremità dalla quale s'immette il legno preparato della lunghezza di un metro ed in bacchette se trattasi di steli di canape, od in stecche se di legno di salice od altro. I cilindri sono disposti su cavalletti di legno per operarne il carico, il quale è fatto con cura affinchè i pezzi di legno da carbonizzarsi siano stretti gli uni agli altri e non lascino vani interposti fra loro. Con apposita carriola munita di ganci che afferrino l'orlo del fondo dei cilindri ed a guisa di leva li sollevi dal cavalletto, vengono portati al forno ed introdotti nei cilindri fissi già descritti in modo che la parte aperta del cilindro mobile, nella quale si presenta la superficie del cilindro immessovi, corrisponda al fondo del cilindro fisso senza però toccarlo, ed il fondo massiccio del primo si trovi nella parte anteriore del forno, cioè all'apertura del secondo. Nel centro del coperchio che chiude il cilindro fisso è praticato un foro che permette d'introdurvi una chiave quadrata applicabile ad un incastro opportuno fisso

al fondo del cilindro di lamiera, e ciò al fine di poterlo far girare durante il lavoro di carbonizzazione e rendere questa più uniforme e regolare in ogni parte della carica.

Finalmente per regolare la temperatura di carbonizzazione, sarà applicato ad ogni cilindro un *pirometro* che segni i gradi di calore sviluppatasi nel suo interno.

Caricati i forni e chiusi perfettamente i coperchi, si accende il fuoco nei focolai alimentandolo però moderatamente affinché le fiamme non si allungino e vadano a colpire i cilindri. Siccome tutta l'importanza dell'operazione risiede nel modo di regolare il fuoco, così questo richiederà la massima diligenza da parte dell'operaio il quale avrà cura di mantenerlo sempre della stessa intensità.

Dopo tre ore circa che il fuoco è acceso comincia la decomposizione del legno, ossia la distillazione propriamente detta; il fumo da bianco diventa giallastro e denso, e spande un odore piccante empireumatico. I prodotti della distillazione si svolgono abbondanti, e mentre i vapori d'acqua e l'acido pirolignoso si condensano e colano nell'apposito mastello, i gas sono ricondotti nel forno dai tubi già descritti e si accendono avvolgendo con la loro fiamma i cilindri. Questi vengono di tempo in tempo, mercè l'apposita chiave quadrata, fatti girare su se stessi nell'interno del forno in modo che ogni parte del cilindro subisca a suo tempo l'azione diretta del focolaio. Cominciata la combustione dei gas si lascia spegnere il fuoco nel focolaio, ed il processo di carbonizzazione continua e si compie a spese della stessa. Dai fori già indicati dei tubi, l'operaio sorveglia la combustione dei gas, la quale in principio si manifesta con una fiamma rossa e viva, e mano mano si trasforma in una fiamma blanda e d'un bel colore azzurro, finchè in ultimo si spegne affatto perchè

è esaurita la produzione dei gas. Nella preparazione del carbone rosso per le polveri da caccia, si arresterà la carbonizzazione al punto della fiamma azzurra perchè, come ho già detto, è necessario che esso contenga ancora dei composti idrogeno-carbonati. Aperto allora il coperchio del primo forno e fatta scorrere dinanzi alla sua bocca una carriuola ayente la superficie superiore composta di curri (volgarmente chiamati *curletti*) giranti sui loro assi, un operaio afferra con un lungo gancio il fondo del cilindro mobile di lamiera o *soffocatore* che, tirandosi il gancio, viene estratto dal forno e scivola sui curri finchè va a cadere verticalmente sul pavimento. Un secondo operaio chiude immediatamente con un robusto coperchio di lamiera l'imboccatura aperta del soffocatore onde togliere ogni contatto del carbone con l'aria, e fa scorrere il cilindro sino al locale disposto per il raffreddamento. Nel forno vuoto s'introduce un nuovo soffocatore pieno di legname da carbonizzarsi e successivamente si ripete quest'operazione negli altri forni del laboratorio mano mano che in ognuno di essi sia al giusto punto il lavoro di carbonizzazione. L'intero processo per produrre del buon carbone rosso ha la durata dalle 10 alle 12 ore, ed è più o meno rapido secondo la qualità del legno ed il suo grado di stagionatura od essiccamento.

Il carbone viene lasciato raffreddare nei soffocatori per tre o quattro giorni al massimo, in capo ai quali viene estratto pezzo per pezzo onde farne la cernita, e separarne quei pezzi che insufficientemente cotti hanno ancora una consistenza legnosa. Questi vengono collocati nel centro della massa del legno del quale viene riempito un nuovo soffocatore per la successiva carbonizzazione destinata a preparare carbone per le polveri da mina. La loro

produzione però è minima quando al lavoro della distillazione è preposto un abile operaio.

Il carbone così ottenuto viene estratto dai soffocatori in bacchette intiere, della lunghezza e forma primitiva del legno, ma un po' rattratte. I pezzi sono lisci, privi d'incrostature di catrame, senza fenditure, d'un bel colore nero caffè, ricoperti alla superficie d'un tenue polverino grigio; sono leggerissimi e d'una relativa elasticità, tanto che si piegano sino ad un certo punto senza rompersi; spezzandoli emettono un suono secco e la superficie della spezzatura è d'un bel nero caffè vellutato e, direi quasi, morbido.

Il carbone estratto dai soffocatori, scelto e frantumato a grossi pezzi, dev'essere, possibilmente, adoperato in giornata. Se dovesse ritardarsene l'uso, sarà bene conservarlo in recipienti perfettamente chiusi per evitare l'assorbimento dell'umidità della quale il carbone è avidissimo.

La carbonizzazione nei cilindri fissi, per quanto perfezionata e resa quasi del tutto uniforme con l'impiego dei soffocatori mobili nell'interno del forno, presenta tuttavia l'inconveniente di avere una maggiore intensità di calore nella parte posteriore cagionata dallo sviluppo dei gas che sfuggendo dall'unico orifizio praticato nel fondo del cilindro fisso danno luogo ad un maggiore riscaldamento di quell'estremità, essendo la loro temperatura superiore a quella della carica.

L'abilità dell'operaio, che ad un certo punto della carbonizzazione deve mantenere il fuoco soltanto sulla bocca del focolaio evitando il riscaldamento dell'altra estremità, pone riparo a siffatto inconveniente e permette di ottenere un prodotto finale uniforme.



Un più importante perfezionamento per ottenere un'assoluta uniformità di carbonizzazione venne realizzato con la soppressione dei cilindri fissi sostituiti interamente da cilindri mobili, sorretti da sostegni scorrenti su rotaie e disposti in modo che possano girare agevolmente in tutti i sensi ed essere tolti dal forno quando la carbonizzazione sia compiuta. Ogni cilindro viene riscaldato da un proprio focolaio. I prodotti della distillazione escono in quantità eguali da ambo le estremità del cilindro mercè un tubo semicilindrico interno che li riceve e li distribuisce in modo eguale alle due estremità facendoli colare da aperture esattamente calcolate. A queste è applicata una tubulatura tronco-conica che si adatta perfettamente ad un orifizio praticato nel fondo del fornello, e versa i prodotti suddetti in un apparecchio di distribuzione, in rame, che permette di condurli a volontà in ognuno dei focolai, e di ripartire i gas non condensati, per mezzo di speciali biforcazioni, tra i vari forni ove s'opera la loro combustione in tubi orizzontali di ghisa situati circa 10 cm. sotto ai cilindri parallelamente ai loro assi e forati superiormente da due lunghe scanellature longitudinali. Ciascun cilindro è munito di un *pirometro* per conoscerne ad ogni istante la temperatura interna.

Tale sistema, se dà dei prodotti di un'assoluta omogeneità e permette di regolare esattamente il processo di lavorazione in ogni minimo dettaglio ed in modo da avere costantemente la temperatura di carbonizzazione desiderata, è però di un impianto troppo complicato e costoso, e richiede dei particolari così minuti nella lavorazione, che

è ancora preferibile il primo metodo di distillazione, tanto più che questo, con un esperto fuochista, può dare dei prodotti così perfetti quanto il secondo.



Il rendimento in carbone del legno assoggettato al processo della distillazione, è molto superiore a quello delle cataste o delle caldaie, e raggiunge sino il 40 % secondo la qualità del legno ed il suo grado di stagionatura.

Del legno di salice scortecciato e ritirato da due anni sotto ampie tettoie esposte a mezzogiorno mi diede in replicati esperimenti il 35 % in carbone, mentre lo stesso legno custodito in tettoie esposte a settentrione rese solo il 31 % e ciò a cagione della maggiore umidità che esso aveva assorbita dall'aria.

In generale il rendimento medio in carbone del salice scortecciato secco è del 33 % e quello degli steli di canape è del 37 % circa.

Considerato che il rendimento della carbonizzazione nelle caldaie, anche con le migliori qualità di legni e nelle più felici condizioni non raggiunge mai il 25 %, ognuno vede che, prescindendo anche dalla migliore qualità dei carboni ottenuti col sistema della distillazione, questo è pur sempre più conveniente di quello delle caldaie perchè il maggiore rendimento in carbone del primo compensa la spesa maggiore ch'ei richiede in confronto del secondo.

Il miglior combustibile che si possa usare nei focolai dei forni di distillazione è la torba perchè non dà che pochissima fiamma mentre è dotata di un considerevole calore raggiante. Inoltre una volta accesa non ha più bi-

sogno d'essere attizzata, e trovandosi la stessa in commercio in forma di piccoli panelli, si presta moltissimo per regolare il fuoco quando, nel corso dell'operazione, lo si debba limitare a qualche solo punto del focolaio.

In mancanza di torba è consigliabile l'uso di legna dolce, per es. il pioppo e simili, perchè con questa è più facile mantenere un fuoco moderato di quel che lo sia con legna forte e, mentre la prima favorisce un funzionamento più regolare del lavoro di carbonizzazione, offre anche il vantaggio di un sensibile risparmio di spesa in confronto della seconda.

I prodotti liquidi della distillazione raccolti nei mastelli non sono che acqua e acido pirolignoso nel quale si condensa del catrame impuro che precipita al fondo. Non fornendo generalmente i carbonizzati dei polverifici del catrame nè in quantità nè in qualità che meriti un successivo lavoro di purificazione, desso vien raccolto ed impastato con della segatura di legname o simili per formarne dei panelli infiammabilissimi ed eccellenti per sostituire il combustibile nei focolai.

L'acido pirolignoso chiarificato può essere utilizzato sia trattandolo con rottami e torniture di ferro per trasformarlo in pirolignite di ferro che, debitamente concentrata, viene ricercata ed apprezzata dalle fabbriche di tinte; sia assoggettandole ad una distillazione speciale per estrarne l'acido acetico che vi si trova in ragione del 12 al 15 % circa.

Oltre i sistemi di carbonizzazione sin qui descritti e divisi in due classi, l'ing. Violetto ideò ed impiantò nel polverificio di Esquerdes (Francia) da lui diretto, un si-

stema speciale di carbonizzazione mercè la decomposizione del legno in una corrente di vapor d'acqua portato alla temperatura del carbone rosso facendola passare attraverso ad una serpentina di ferro quasi arroventato.

Il suo apparecchio si componeva di due cilindri concentrici di lamiera di ferro, di cui l'uno serviva d'inviluppo all'altro nel quale era chiuso il legname da carbonizzarsi. Al disotto trovavasi una serpentina in ferro comunicante da un'estremità con una caldaia a vapore e dall'altra col cilindro avviluppante. La serpentina è riscaldata, mercè apposito focolaio sottoposto, al grado corrispondente alla temperatura di carbonizzazione. Il vapore d'acqua circolando nella serpentina acquista lo stesso grado di calore, passa nel cilindro maggiore, scorre nell'intervallo fra questo e quello interno, nel quale s'introduce passando dalla sua parte anteriore aperta, penetra a poco a poco nel legno insinuandosi ne' suoi pori e deponendovi il calore di cui è caricato. Allora la temperatura del legno si eleva al punto da determinarne la carbonizzazione, ed il vapore associandosi i prodotti volatilizzati della distillazione li trascina seco sfuggendo da un tubo speciale che lo conduce in un apparecchio di condensazione.

Il carbone così prodotto era bellissimo, libero affatto da ogni minima traccia di catrame e perfettamente omogeneo; ma le spese elevate d'impianto, di mano d'opera, di combustibile e di manutenzione, ne resero quasi impossibile l'applicazione, tanto che le poche fabbriche che avevano adottato siffatto sistema dovettero ben presto abbandonarlo.

Gossart modificò più tardi il sistema Violette ed installò nel 1855 nello stesso polverificio di Esquerdes un nuovo apparecchio a circolazione continua del calorico, ma gli

stessi motivi che fecero abbandonare il primo, troncarono gli esperimenti del secondo ed i loro sistemi, benchè razionali e bellissimi restarono nel campo teorico.

Finalmente in Germania nel 1889 H. Güttler ideò un sistema di carbonizzazione rapido ed efficace facendo attraversare la massa del legno racchiuso nei cilindri di lamiera riscaldati, da una corrente di acido carbonico caldo. In pari modo, compiuta la carbonizzazione, si accelera il raffreddamento del carbone con una nuova corrente di acido carbonico freddo.

PARTE SECONDA.
FABBRICAZIONE DELLA POLVERE

SEZIONE PRIMA

Dosamenti.

CAPITOLO I.

Generalità.

La polvere nera è un miscuglio, reso più intimo possibile, di nitro, zolfo e carbone, vale a dire è il miscuglio di corpi combustibili (zolfo e carbone) con un corpo comburente (nitro), capace di produrre l'esplosione mercè l'azione reciproca de' suoi componenti. Tale azione è più o meno intensa, più o meno utile, a seconda delle proporzioni in cui ciascuno dei componenti entra nel miscuglio e la razionale determinazione delle proporzioni stesse è ciò che costituisce il *dosamento*.

Questo varia con gli effetti che si vogliono ottenere da una determinata qualità di polvere e giova apprezzare gli uffici speciali cui ogni qualità è destinata a compiere per stabilire un dosamento efficace e conveniente per ciascuna.

La polvere da guerra deve avere la maggiore forza e potenzialità che si possa ottenere; quella da caccia richiede una grande rapidità d'inflammazione e di combustione, e finalmente la polvere da mina deve fornire un volume abbondante di gas per aumentare gli effetti propulsivi e di rottura.

Il dosamento influisce grandemente sulla forza e la potenzialità della polvere perchè queste dipendono essenzialmente dal volume dei gas prodotti e dalle calorie sviluppate all'atto della combustione.

Le piccole variazioni nei dosamenti non hanno una azione apprezzabile nè sull'inflammabilità della polvere, nè sulle sue proprietà balistiche; ma conviene tener calcolo che, mentre un eccesso di carbone accelera la combustione con danno del grado di calore sviluppato, un eccesso di nitro la rallenta aumentando i gradi di calore da un canto e sviluppando dall'altro una minore quantità di gas; infine mentre la presenza dello zolfo regolarizza la mutua decomposizione dei tre componenti e ne abbassa la temperatura iniziale, un eccesso di zolfo va a detrimento della vivacità della polvere ma giova alla sua conservazione.

A tali considerazioni teoriche confermate dalla pratica bisogna aggiungere le seguenti puramente meccaniche ma che pure hanno un'importanza nella determinazione dei dosamenti, cioè:

1° Il carbone che s'impiega nella fabbricazione della polvere per quanto di recente produzione è tenuto al riparo dall'aria, contiene sempre dell'umidità in quantità variabile;

2° Il miscuglio dei tre elementi della polvere, per quanto accurato, non è mai assolutamente intimo;

3° Le proporzioni dei componenti il miscuglio subiscono delle continue alterazioni nel passaggio dei vari stadi di lavorazione della polvere, perchè il carbone finissimamente polverizzato ed asciutto è di una straordinaria leggerezza e necessariamente si stacca dal miscuglio per unirsi al pulviscolo atmosferico in proporzioni molto maggiori di quanto possa avvenire per gli altri componenti, nitro e zolfo, corpi molto più pesanti.

I dosamenti adunque di una data polvere devono avere proporzioni armoniche che elidano e compensino gli inconvenienti prima accennati e in maniera da dare alla polvere le volute proprietà.

In origine sembra che si mescolassero il nitro, lo zolfo ed il carbone in parti eguali, ma non si tardò a modificare siffatto dosamento perchè la pratica e gli studi diligenti cui in ogni tempo venne fatto segno la polvere da fuoco, indicarono ben presto le doti d'ogni singolo componente e la necessità di armonizzarne le proporzioni.

CAPITOLO II

Dosamento delle polveri da guerra, da caccia e da mina.

Polveri da guerra. — È naturale che la polvere da guerra fosse la più studiata e fin dal 1568 si fecero a Bruxelles degli esperimenti che stabilirono essere la miglior polvere da guerra preparata con :

Parti 75.000 di nitro
» 15.625 » carbone
» 9.375 » zolfo.

In ogni Stato si adottarono per le polveri da guerra propri dosamenti che vennero col tempo mano mano modificandosi, facendosi però distinzione in alcuni Stati tra il dosamento delle polveri da fucileria e quelle da cannone, con aumento del quantitativo di nitro nelle prime per dare loro maggiore potenzialità balistica ed aumento invece nelle proporzioni dello zolfo in quelle da cannone per aumentarne la stabilità.

Oggi, in generale, le polveri nere sono state quasi completamente abbandonate per gli usi di guerra e il loro impiego è per lo più esclusivamente limitato agli spari a salve.



Polveri da caccia. — Non sarebbe possibile rintracciare le vicende dei dosamenti delle polveri da caccia perchè le opere antiche non si occupano che di quelle da guerra.

Oggi che l'industria è libera, la concorrenza, l'avidità di lucro ed il fatto che in molti polverifici di poca importanza la fabbricazione della polvere da caccia è affatto empirica ed unicamente subordinata al guadagno, si lavora coi più disparati dosamenti che non hanno nessun rapporto coi sani insegnamenti della teoria corroborati dalla pratica, e fanno sì che si trovano in commercio dei prodotti deficienti sotto ogni aspetto che sono la disperazione dei proiettili cacciatori.

Una buona polvere da caccia si distingue specialmente dalle polveri da guerra per un aumento nelle proporzioni del nitro, e le migliori polveri da caccia che oggi si fabbricano sono basate sui tre dosamenti seguenti:

| | | | | | | |
|----|-------|---------|---------|---------|-------|--------|
| 1° | nitro | 78.500; | carbone | 11.500; | zolfo | 10. —; |
| 2° | » | 78. —; | » | 12. —; | » | 10. —; |
| 3° | » | 75. —; | » | 13. —; | » | 12. —; |

Il primo dosamento è praticato in Germania; il secondo ed il terzo sono generalizzati in Italia ed in Francia, trattandosi sempre, ben inteso, delle qualità superiori le quali, per essere tali, richiedono poi anche cure e trattamenti speciali come descriverò in seguito.

Polveri da mina. — Nella fabbricazione delle polveri da mina bisogna proporsi soprattutto di aumentare il volume dei gaz diminuendone per quanto è possibile il costo. Questo doppio scopo lo si ottiene impiegando in minore misura il quantitativo del nitro in confronto delle polveri da guerra e da caccia ed aumentando in proporzione il carbone e lo zolfo.

I dosamenti ora adottati nei diversi paesi per la preparazione delle polveri da mina differiscono gli uni dagli altri, e d'altronde i diversi scopi cui può essere destinata tale polvere impongono talvolta la necessità di fabbricarne delle qualità varie con dosamenti distinti perchè infatti se le mine in rocce durissime richiegono dalla polvere una grande vivacità di esplosione con abbondantissima produzione di gas, le mine occorrenti alle cave di marmo, dei tufi, ecc., esigono un'azione più lenta e, dirò così, più uniforme.

Sebbene la scala dei dosamenti per le polveri da mina possa variare da un minimo di parti 62 di nitro sino ad un massimo di parti 72, tuttavia il dosamento il più razionale per la fabbricazione di una buona polvere da mina è così distinto:

| | |
|---------|-----------------|
| Nitro | da 66.— a 70.—; |
| Carbone | da 16.— a 14.—; |
| Zolfo | da 18.— a 16.—; |

perchè un eccesso di nitro, se aumenta la potenzialità della polvere per ciò che si riferisce al tiro dei proiettili nelle

bocche da fuoco, rallenta però la combustione della materia al punto da paralizzarne in parte le qualità propulsive, ed un eccesso di carbone sviluppa una gran quantità di ossido di carbonio sfavorevole agli effetti di rottura.

Col generalizzarsi dell'impiego della dinamite è diminuita assai la produzione generale delle polveri da mina; queste però non cessano di essere di un'utilità grandissima per i minatori che adoperandole intelligentemente fanno trarre, mercè loro, dalle cave i più bei pezzi di marmo, di granito o simili, nelle dimensioni da loro desiderate, ciò che sarebbe quasi impossibile ottenere con la dinamite che per la sua eccessiva violenza di esplosione è più atta a spaccare, sminuzzare e distruggere le rocce, anche le più dure, sulle quali esercita la sua azione.

SEZIONE SECONDA

Triturazione, mescolamento e compressione delle materie prime.

CAPITOLO I

Triturazione e mescolamento.

§ 1. Generalità.

Le materie prime (nitro, zolfo e carbone) che entrano nella composizione della polvere, erano nei primi secoli raccolte in un mortaio di legno o di pietra, inumidite ora con acqua pura, ora con aceto e talvolta persino con le urine, e quindi triturate e compresse contemporaneamente mercè un pesante pestello di legno durissimo manovrato sia a mano, sia con una leva automatica. Siccome tale sistema, affatto primitivo, non solo dava dei prodotti imperfetti, ma richiedeva anche un abbondante personale per una minima produzione, non si tardò a perfezionarlo e ad impiantare delle serie di pestelli meccanici che accelerarono e migliorarono la fabbricazione.

Tuttavia i progressi non si arrestarono a così poco, e mentre i pestelli venivano perfezionati, si idearono e si ap-

plicarono nuovi sistemi di triturazione e di mescolamento delle materie prime in modo da rendere sempre più intimo ed omogeneo il miscuglio, più sicura ed efficace la lavorazione, più regolare e potente il prodotto.

Oggi sono generalizzati tre sistemi diversi di triturazione e mescolamento.

Le tre operazioni di triturazione, mescolamento e compressione sono talvolta eseguite in una sola operazione, talora in tre operazioni distinte e talvolta infine i tre componenti vengono tritati ciascuno isolatamente e quindi mescolati e compressi ora in una sola, ora in due operazioni distinte.

Gli apparecchi adottati per tali operazioni diverse, danno appunto il nome ai tre diversi metodi prima accennati e si distinguono:

1° Nel sistema dei *pestelli*;

2° » » delle *macine*;

3° » » delle *botti tritatorie e strettoio idraulico*.

La tendenza quasi generale di separare le tre operazioni di triturazione, mescolamento e compressione, e la necessità di migliorar sempre i prodotti, ha introdotto l'uso di incrociare, dirò così, il 2° ed il 3° sistema.

§ 2°. Dei *pestelli*.

L'apparecchio in origine era costruito da un gran ceppo di quercia dello spessore non inferiore ai metri 0,60, lungo dai 5 ai 6 metri e solidamente fisso al suolo. Nel ceppo erano scavate delle cavità (nei primi tempi cilindriche e

più tardi quasi sferiche) che costituivano dei veri mortai, profonde metri 0,50 e larghe metri 0,40. Fra una cavità e l'altra si lasciava un intervallo solido circa metri 0,30 perchè potesse resistere alle scosse impresse dai pestelli durante il lavoro. In tempi più recenti il legno fu sostituito dal metallo e s'installarono nei polverifici delle serie di veri mortai in ghisa od in bronzo dalla cavità quasi sferica e dalle dimensioni presso a poco eguali a quelle sopra indicate. Stante però il rapido consumo dei metalli impiegati nella costruzione dei mortai, si ritornò al legno avendo cura di sceglierlo di qualità durissima. Il mortaio ha l'imboccatura allargata superiormente a forma d'imbuto (volgarmente *svasata*) ed ha incastrato nel fondo un cilindro di legno durissimo collocato nel senso longitudinale delle sue fibre.

La serie dei mortai è disposta in fila, murata solidamente sul pavimento, ed ogni mortaio ha un proprio pestello.

I pestelli o *piloni* propriamente detti sono costituiti da lunghi travetti di quercia dalla forma parallelepipedica, dello spessore di centim. 8 a 10 e terminati da una pera massiccia in bronzo durissimo. Nella metà superiore d'ogni travetto e lungo la superficie rivolta agli apparati di trasmissione della forza, avvi incastrato ad angolo retto un ascialone destinato a ricevere l'impulsione della forza stessa.

Questa è trasmessa da un albero orizzontale girante sul suo asse e munito di mensole od ascialoni disposti ad elica e corrispondenti agli ascialoni dei pestelli, in modo che durante la rotazione dell'albero i pestelli si sollevino e s'abbassino alternativamente.

L'albero orizzontale riceve il movimento di rotazione sia da un maneggio in comunicazione con la motrice dello stabilimento sia da una ruota idraulica applicata all'officina

dei pestelli e comunicante con l'albero mercè opportuni ingranaggi.

La costruzione dell'intero apparecchio dev'essere robustissima e ben solide saranno le committiture tra i travetti, la pera in bronzo e gli ascialoni, perchè le forti scosse impresse dai pestelli a tutto l'apparato non tarderebbero a sconquassarlo se la costruzione ne fosse debole.

Il processo di lavorazione può riassumersi come segue:

Lo zolfo ed il carbone vengono previamente triturati a parte da appositi frantoi e ridotti ad un grado di finezza che ne permetta la loro setacciatura per liberarli dalle sostanze eterogenee che fossero per contenere. Il nitro, perfettamente raffinato, subisce la stessa setacciatura ed i tre componenti vengono pesati ciascuno secondo i dosamenti stabiliti per la qualità di polvere che si vuole produrre proporzionalmente alla capacità di ciascun mortaio.

Indi s'introduce preventivamente il carbone nel mortaio e lo si inaffia con circa litri 1 ed $\frac{1}{4}$ d'acqua rimuovendolo con un bastone perchè la massa sia tutta inumidita. Trasmessa la forza al pestello, si regola la motrice in modo che batta da 25 a 30 colpi al minuto accelerando in seguito sino a colpi 50; si ha cura durante tale operazione di mantenere la massa allo stato pastoso ed omogeneo. Trascorsa mezz'ora si arresta il movimento e si aggiungono lo zolfo ed il nitro debitamente setacciati e pesati nelle dovute proporzioni mescolando il tutto accuratamente. Chiuso il mortaio con un coperchio che abbia un foro centrale per dar passaggio al braccio del pestello, lo si lascia cadere sul miscuglio contenuto nel mortaio.

Dato allora il movimento all'apparecchio, in modo che i pestelli abbiano una velocità da 55 a 60 colpi per minuto, si vigila il procedere della lavorazione affinchè la materia

battuta dal pilone e da questo ributtata contro le pareti del mortaio ricada continuamente sotto al pilone stesso in modo che questo non batta mai a nudo sul fondo del mortaio. Il grado d'umidità del miscuglio influisce interamente su tale operazione perchè infatti, se fosse troppo umido aderirebbe tenacemente alle pareti nè potrebbe ricadere sotto al pilone, e se fosse troppo secco si solleverebbe e sfuggirebbe in polveraccio dal mortaio nè vi resterebbe che un leggero strato di materia.

Malgrado un'assoluta perfezione negli apparecchi ed un grado razionale d'umidità nel miscuglio, tuttavia appena che la battitura sia un po' prolungata si forma sotto ai piloni e sul fondo del mortaio un doppio strato di materia indurita, aderente agli stessi, materia che in seguito ad un eccessivo indurimento potrebbe esplodere. Inoltre quando una parte del miscuglio è ammassata ed indurita sul fondo del mortaio, l'altra parte che è ricacciata contro le pareti sale e ridiscende continuamente senza più subire l'azione del pilone, per cui la prima sarebbe troppo battuta e l'altra troppo poco.

Per porre riparo a simili inconvenienti è necessario operare il *ricambio* o travasamento del miscuglio da un mortaio all'altro.

I ricambi si fanno ogni ora, avendo cura d'inaffiare di tempo in tempo il miscuglio con piccole quantità d'acqua affinchè lo stesso conservi un'umidità costante dall'8 al 10 % circa.

La battitura nei pestelli per la preparazione di una buona polvere da caccia dev'essere prolungata sino alle ore 24, mentre per la polvere da mina si può limitarla dalle 8 alle 12 ore. Le operazioni di ricambio si fanno sempre ogni ora, salvo nelle ultime due ore in cui la battitura non sarà interrotta.

Terminata la battitura si vuotano i mortai e si trasportano le materie battute nell'apposito magazzino per sottoporle al processo di granulazione di cui dirò in seguito.

§ 3. *Delle macine.*

Quando e da chi fossero inventate le macine non è noto; è certo però che erano conosciute ed in qualche luogo adoperate fino dalla metà del secolo decimosesto, ma il loro uso non si generalizzò che lentamente a cagione della poca sicurezza che esse offrivano. Oggi sono impiegate quasi dovunque, o per lo meno il loro uso è alternato con gli altri sistemi come dirò in seguito.

Le macine adottate nei principali Stati d'Europa differiscono di poco fra loro e solo in alcuni particolari. La differenza sostanziale è quella del peso delle macine che varia, secondo i luoghi, dai 2000 ai 5500 chilogrammi.

In generale le macine sono costituite da due pesantissimi cilindri verticali che fanno un doppio movimento di rotazione e di circolazione sopra una tavola orizzontale di forma circolare. Questa, che più propriamente si può chiamare *bacino* perchè è rialzata ai bordi con una inclinazione di 45°, è rare volte di rame, e più comunemente è di ghisa speciale durissima, assai resistente affinchè lo sfregamento dei cilindri non la consumi di troppo.

Tale bacino, non è sostenuto da una costruzione in muratura, ha lo spessore di circa 10 centimetri e il diametro interno di circa metri 1,80. È rialzato nel centro, ov'è praticato un foro che dà passaggio ad un albero verticale che gira sul suo asse mercè un ingranaggio conico fissato al suo piede e comunicante con altro ingranaggio simile

al quale è trasmesso il movimento sia da una motrice speciale, sia dalla motrice generale della fabbrica a seconda del sistema d'impianto. L'albero è in ferro ed ha una lunghezza di circa metri 5. Le due macine sono pure di ghisa compatta e durissima, e per essere efficaci devono avere un peso non inferiore ai 5000 kg. La loro forma è cilindrica e sono disposte in modo che le basi dei cilindri siano verticali al bacino o pista. Il diametro delle basi è di circa metri 1,60 e lo spessore dei cilindri è di circa metri 0,40. Le due macine sono attraversate nei loro centri da un albero orizzontale di ferro che va ad inguainarsi in apposito foro praticato nell'albero verticale sopra indicato, dal quale necessariamente le macine ricevono il loro movimento circolare attorno al bacino, nel tempo stesso che esercitano quello di rotazione attorno all'albero che le attraversa. A tal uopo al centro di ogni cilindro e su ciascuna delle sue facce si trova un risalto a guisa di testa da ruote che serve di appoggio all'albero. Su questo sono fissati degli anelli di pressione leggermente aderenti alle teste predette onde impedire lo scartamento dei cilindri durante il movimento. Le due macine sono ad ineguale distanza dall'albero verticale affinché la materia che sarebbe respinta verso l'interno della macina più lontana venga triturata da quella più vicina e così viceversa. Inoltre esse sono disposte in modo che il cerchio mediano abbia una curva pronunciata e inclinata tanto che esse acquistino non solo un movimento di rotazione, ma anche uno di strisciamento sulla pista, moto vantaggiosissimo al lavoro cui sono destinate perchè la materia viene così perfettamente schiacciata, divisa e triturata.

Ad evitare l'indurimento della materia sia sul fondo del bacino che sulla fascia delle macine, sono annessi

all'apparecchio sin qui descritto dei raschiatoi di bronzo automatici, il cui ufficio è quello di staccare le materie incrostate sui cilindri e ricondurle sotto gli stessi. I raschiatoi generalmente sono in numero di quattro, di cui due sono sospesi e presentano alla fronte della fascia circolare di ciascun cilindro una specie di lama in bronzo che compie il vero ufficio di raschiatoio, perchè stacca dalla macina le materie ivi accumulate per indurimento; gli altri due esercitano il doppio ufficio di ripulire il fondo del bacino e ricondurre verso il centro del bacino le materie che durante la lavorazione sfuggono verso il bordo. I bracci di sospensione dei raschiatoi sono raccordati all'albero centrale ove ha sede la generatrice dei loro movimenti, ed inoltre sono snodati in modo che si possano sollevare dalla loro posizione normale onde agevolare all'operaio il carico e lo scarico delle materie nonchè la pulitura dell'apparecchio.

Completa l'apparecchio uno spazzatoio sospeso per l'innaffiamento della materia in lavorazione.

La velocità normale delle macine è dai 10 agli 11 giri al minuto, velocità rallentabile anche ad un solo giro, e meno, quando la macina debba esercitare l'ufficio di strettoio.

Le tre sostanze, nitro, zolfo e carbone, previamente triturate a parte vengono mescolate nelle dovute proporzioni e inumidite uniformemente.

Il miscuglio così ottenuto viene steso a strato regolare sul bacino, dopo di che si mettono in movimento le macine, dapprima lentamente e dopo breve tempo con una velocità da 10 ad 11 giri al minuto. La velocità delle macine ed il loro peso influiscono grandemente sulla perfezione dei prodotti, ed è dimostrato che una rotazione

rapida, se anche di corta durata, compie un lavoro di triturazione e di mescolamento molto più efficace di quello operato da una rotazione lenta sebbene più prolungata. Tuttavia, data pure una velocità massima di 11 giri al minuto, importa dare al lavoro di triturazione e di mescolamento una discreta durata perchè va a vantaggio della densità della polvere aumentandone la forza. Infine la maggiore velocità di rotazione delle macine e la sua durata riscaldano la pista e le materie ivi lavorate perfezionandone con ciò l'intimità del miscuglio.

La durata di triturazione e mescolamento per una buona polvere da caccia è prolungata sino ad ore cinque. Dopo un'ora di lavoro si ripete l'innaffiamento con circa un litro d'acqua pura, e così si continua d'ora in ora aumentando o diminuendo la quantità d'acqua a seconda del grado d'umidità della massa, grado dipendente dallo stato igrometrico dell'aria e dalla temperatura diversa secondo i luoghi e le stagioni. In generale si deve aver cura che l'acqua contenuta dal miscuglio non sia mai inferiore al 2 % ^{più} che, con un po' di pratica, si può valutare dall'aspetto e dalla tinta della massa in lavorazione. Si porrà poi attenzione di cessare a tempo debito gli innaffiamenti, affinchè al termine dell'operazione la massa sia piuttosto asciutta perchè conservi una sensibile consistenza e non si polverizzi nel successivo lavoro di granulazione.

Compiuto il processo di triturazione e mescolamento, le materie contenute nel bacino sono pastose ma friabili perchè difettano ancora di consistenza. Questa si ottiene con la stacciatura che viene operata nello stesso apparecchio dando alle macine un movimento lentissimo e tale che impieghino 10 minuti per compiere solo mezzo giro sulla

pista. Gravitando per tal modo con tutto il loro peso per qualche tempo sovra ogni parte della materia, questa si fa compatta e s'indurisce, con vantaggio della densità della polvere che è perciò sensibilmente aumentata.

Il sistema delle macine è di gran lunga superiore a quello dei pestelli, poichè la pressione esercitata dalle prime dà alle polveri una densità quasi costante e maggiore di quella che si possa ottenere coi secondi.

§ 4. *Delle botti tritatorie.*

Generalità. — Il sistema delle botti tritatorie, che è stato l'ultimo ed il più utile perfezionamento nel lavoro di triturazione e mescolamento delle materie prime costituenti la polvere nera, venne ideato da Carny nel 1791 in Francia per aumentare la produzione delle polveri che in quei tempi di rivoluzioni e di guerre necessitavano senza posa, mentre che i pestelli e le macine non bastavano a sopperire ai bisogni del momento.

Però, come in ogni innovazione, il metodo d'allora era affatto primordiale e solo trent'anni dopo venne perfezionato, apprezzato e adottato dalle principali fabbriche in Italia, in Francia, in Germania, in Russia ed in altri stati minori.

Tale processo, che è conosciuto col nome generico di *sistema delle botti tritatorie*, comprende tre distinte specie di apparecchi, cioè:

a) Le *botti binarie* che servono per la triturazione delle materie prime combinate due a due, cioè *nitro* e *carbone* che costituiscono il primo composto binario, e *xolfo* e *carbone* che ne formano il secondo.

b) Le *botti ternarie* il cui ufficio è quello di mescolare assieme nelle dovute proporzioni i due composti binari, di formare così il vero miscuglio dei tre corpi costituenti la polvere nera.

e) Lo *strettoio idraulico* (1) che serve a comprimere il miscuglio onde formare le stacciate e dare alle polveri la voluta intensità e consistenza.



Frantoi. — Come accessori vanno notati nel sistema delle botti tritatorie, due frantoi per la preventiva frantumazione del carbone e dello zolfo, e due setacci automatici detti di *sicurezza* che servono per setacciare, il primo i prodotti delle binarie innanzi che questi passino alle ternarie ed il secondo i prodotti delle ternarie prima che subiscano la successiva pressione allo strettoio idraulico.

Il *frantoio del carbone* consta di una tramoggia di ghisa in fondo alla quale gira su sè stesso un cilindro di bronzo con striscie sporgenti elicoidali. Il carbone in pezzi, di cui è riempita la tramoggia, viene travolto dal cilindro nel suo movimento e frantumato fra il cilindro stesso e le pareti della tramoggia, cadendo in minutissimi pezzi in un cassone sottostante all'apparecchio. Si avrà cura di non frantumare il carbone che nel momento in cui lo si deve adoperare per il caricamento nelle binarie ed in quantità strettamente necessaria a seconda dei dosamenti, e ciò affine di evitare l'assorbimento dell'umidità e l'accensione spontanea così facile nel carbone accumulato in minuti pezzi.

(1) Vedi Capitolo secondo.

Il *frantoio dello zolfo* è perfettamente identico a quello del carbone, salvo che allo stesso va unita una macina formata di due cilindri lisci orizzontali dello stesso diametro applicati l'uno contro l'altro mercè un contrappeso e giranti sui loro assi in senso reciprocamente contrario. I cilindri sono chiusi in un cassone di legno nella cui parte superiore vi è la tramoggia che riceve lo zolfo rotto grossolanamente dal primo frantoio e lo fa cadere lentamente fra i cilindri in mezzo ai quali passa polverizzandosi. Uno staccio meccanico sottoposto divide lo zolfo finamente polverizzato da quello che non lo è a sufficienza e sia l'uno che l'altro vanno a finire nelle apposite cassette disposte a tal uopo al piede del cassone che chiude ermeticamente tutto l'apparecchio onde impedire il disperdimento del polverino.



Botti binarie. — La *botte binaria* è un cilindro di lamiera di ferro montato sopra un albero orizzontale, che ne è l'asse centrale, sostenuto da due alti sostegni di ghisa fissi solidamente al suolo e muniti in alto di cuscinetti con relative bronzine nelle quali è inguainato l'albero. Questo si prolunga da una parte oltre il sostegno e comunica coi meccanismi di trasmissione del movimento. Il diametro del cilindro generalmente è di metri 1.10 o la sua lunghezza varia dai metri 0.65 ai metri 1.25 secondo la capacità che si vuol dare alla botte.

Lo spessore della lamiera è di mm. 3 circa.

Dalla superficie curva interna della botte su tutta la sua lunghezza sporgono 8 costole o nervature di lamiera di ferro ripiegata in modo da presentare uno spessore di

6 mm. almeno ed un risalto di 4 centimetri. Tali costole, che sono fra loro equidistanti, vengono fissate solidamente alla parete interna della botte con grossi bulloni ribaditi, e così pure lo sono tutte le commettiture fra le teste e la fascia della botte e sulle linee di congiunzione dei fogli di lamiera che la costituiscono. Questi particolari sono di un'importanza grandissima perchè hanno lo scopo di togliere qualsiasi benchè minimo spiraglio dal quale possa sfuggire il miscuglio che nella botte è talmente polverizzato da divenire impalpabile.

Il carico e lo scarico delle materie si operano da una apertura praticata lungo la superficie curva della botte. Tale apertura è naturalmente proporzionata alle dimensioni del cilindro e deve essere in ogni modo molto ampia perchè vi si possano far passare in un attimo le materie da lavorarsi. L'apertura è chiusa da un coperchio di lamiera di ferro montato sopra una cornice di ottone foderata nella superficie interna con striscie di pelle di montone conciata col pelo e ciò per rendere perfetta la chiusura. Il coperchio porta delle maniglie di ferro che lo rendono maneggevole e chiude l'apertura poggiando la sua cornice sulla botte alla quale è stretta robustamente con dei cavallotti di bronzo portati dalla botte stessa.

La triturazione delle materie prime è compiuta nella binaria per mezzo di pallottole di bronzo durissimo composto di parti 77 di rame, 8 di fosforo e 15 di stagno; le pallottole hanno il diametro di mm. 20 ed il loro peso complessivo dev'essere proporzionato al peso delle materie da tritursi che sono in maggiore o minor quantità secondo la capacità della botte.

Le botti fin qui indicate prendono il nome di *botti binarie* perchè servono alla triturazione dei due composti binari distinti in 1° e 2°.

Il primo composto binario è costituito dal miscuglio di nitro e carbone, ed il secondo lo è da quello di zolfo e carbone. Ciascun composto è triturato nella apposita botte.

Il carbone è comune ai due binari perchè, meno denso degli altri due componenti, occupa un maggior volume e la sua triturazione essendo più difficile di quella del nitro e dello zolfo, ripartendolo fra questi si tritura a perfezione e s'immedesima con loro omogeneamente. Inoltre il carbone per la sua eccessiva infiammabilità spontanea se fosse triturato in troppa quantità col nitro cagionerebbe una esplosione, e se in quantità minima non si triturebbe a sufficienza. In difetto di una legge assoluta che determini le proporzioni, l'esperienza insegna che il giusto termine sta nel ripartire il dosamento del carbone in due parti circa uguali, di cui una va a far parte con lo zolfo del secondo composto binario, ed una si aggiunge al nitro per formare il primo.

Prima di procedere alla pesatura, il carbone è grossolanamente frantumato dall'apposito frantoio; lo zolfo è ridotto in polvere dalle relative macine e finalmente il nitro è accuratamente setacciato.

Ognuno dei tre componenti è pesato separatamente non solo, ma è suddiviso in varie pesate perchè possa essere contenuto in più cassette maneggevoli fornite di maniglia onde agevolare l'operazione del carico nelle botti.

Compite tali disposizioni preliminari, s'introduce nelle tre botti il carbone per ciascuna destinato e si dà loro il movimento. La loro velocità dev'essere dai 20 ai 22 giri al minuto; dopo mezz'ora si arrestano le botti e si aggiungono nelle due assegnate al primo composto binario le rispettive quantità di nitro, e nella terza destinata al secondo composto la dovuta quantità di zolfo. Messe allora in moto le tre binarie in modo che abbiano ancora una velocità dai 20 ai 22 giri al minuto, si lasciano in movimento per 12 ore continue senza interruzione.

L'importanza del numero di ore continuative di triturazione ha un certo limite oltre il quale le polveri nè acquistano nè perdono nelle proprietà loro. È certo però che una buona polvere deve subire un lungo lavoro nelle binarie perchè allora la triturazione riesce perfetta e tanto il nitro che lo zolfo si immedesimano talmente in ogni loro particella con il carbone, che il miscuglio successivo dei due composti binari riesce agevole ed intimamente omogeneo.

Per le polveri da caccia si adopera il carbone di steli di canape e, data la velocità di 20 a 22 giri al minuto, la triturazione viene prolungata per 14 ore almeno.

Per le *polveri da mina* si abbrevia di molto la durata del lavoro di triturazione alle binarie; tuttavia questa non dev'essere inferiore alle ore 6 se si vuol ottenere un buon prodotto.

Terminata la triturazione si procede allo scarico delle materie triturate applicando all'apertura delle botti delle apposite griglie che impediscono l'uscita delle pallottole tritatorie. I prodotti scaricati si denominano *farine binarie* e vengono riposti in opportuni mastelli e trasportati nei magazzini a loro destinati.

Tali magazzini sono due, uno cioè per le farine dei primi binari e l'altro per quelle del secondo. Essi vengono eretti a distanza l'uno dall'altro, o se trovansi in un sol corpo di fabbricato sono divisi fra loro da un tagliafoco che impedisce alle farine del secondo binario, facili ad un'accensione spontanea, di comunicare il fuoco a quelle del primo che son già per la loro natura esplosivi. Giova anzi rinchiodare le farine del secondo binario in soffocatoi a chiusura ermetica per togliere qualsiasi pericolo d'accensione al contatto dell'aria.

Lasciate per alcuni giorni le farine a raffreddarsi nei magazzini, vengono quindi pesate nelle dovute proporzioni per subire il lavoro di mescolamento nelle botti ternarie.

Botti ternarie. — Le botti ternarie sono identiche per la forma e per la capacità alle botti binarie, con la differenza però che se le binarie sono di lamiera di ferro, le ternarie hanno invece le teste di legno di noce o di quercia, e la fascia circolare di corame montata sopra un'intelaiatura dello stesso legno delle teste. Le costole interne sono pure di legno, larghe centim. 7 ed alte centimetri 4 $\frac{1}{2}$. Invece l'albero di ferro che attraversa la botte e che le serve di asse è ricoperto in tutta la sua lunghezza da un rivestimento di legno; infine ogni ternaria è divisa in due scompartimenti eguali mediante una sezione centrale di noce dello stesso spessore di cent. 4 parallela alle due teste. Le portine di chiusura sono anch'esse di corame con intelaiatura di legno rivestita con pelle di montone col pelo, lungo la superficie interna della

propria cornice. Queste vengono, all'atto dello scarico, sostituite da altre portine identiche ma col fondo di lamiera di ottone forata.

Ufficio delle ternarie è quello di mescolare intimamente a secco i tre componenti triturati o combinati pure a secco nelle binarie.

Le farine dei due binari pesate, mescolate e riposte in appositi mastelli che ne facilitano il trasporto, passano ad un setaccio di sicurezza automatico dal fondo di tela di ottone di tessitura finissima per essere liberate da qualsiasi sostanza estranea che le medesime possano contenere, come frantumi di pallottole di bronzo, pezzi di legno non perfettamente carbonizzati, e così via.

Compiuta la setacciatura, le farine vengono caricate nelle botti ternarie, le quali, chiuse ermeticamente, sono messe in moto dando loro una velocità dai 12 ai 14 giri al minuto.

Il movimento è continuativo per ore 6 quando trattasi di polveri da caccia finissime, ed è limitato ad ore 4 trattandosi di polveri da mina.

Operato il miscuglio, le materie, che allora denominansi farine ternarie, sono scaricate e trasportate quindi nel locale della bagnatura per subire man mano le successive lavorazioni.

CAPITOLO II

Compressione.

§ 1. *Bagnatura.* -- La farina proveniente dal caricamento di una botte ternaria viene debitamente stacciata e quindi stesa sopra un tavolo di noce o di quercia (lungo m. 3,50 e largo m. 1, fornito di sponde alte m. 0,30 che gli danno l'aspetto di una vasta madia) per essere bagnate. All' altezza del soffitto e al disopra del centro del tavolo viene applicato un opportuno serbatoio d'acqua munito di spruzzatoio di rame per il regolare inumidimento della farina, e dotato di volta in volta della sola quantità d'acqua necessaria alla bagnatura dello strato di materia steso sulla tavola.

L'inaffiamento è fatto con acqua distillata ed in quantitativo proporzionato alla temperatura ed allo stato igrometrico dell'aria, per determinare i quali si consulta ogni volta lo *Psicrometro d'August* che è costituito da due termometri, la vaschetta d'uno dei quali è fasciata da uno stoppino di bambagia comunicante con un vaso ripieno d'acqua. È naturale che i gradi segnati dai due termometri differenzieranno quasi sempre fra loro e non saranno eguali che nel caso in cui l'aria esterna fosse satura di vapore acqueo. Determinata la differenza dei gradi fra i due termometri, l'operaio incaricato della bagnatura trova indicato

da un'apposita tabella il quantitativo d'acqua occorrente all'inaffiamento, il quale per cento chilogrammi di farina è, secondo esperimenti fatti dal colonnello Bosani, così stabilito:

| Differenza dei gradi | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Litri d'acqua % | { Estate | 2.10 | 2.30 | 2.50 | 2.55 | 2.75 | 2.85 | 2.95 | 3.05 | 3.15 | 3.25 | 3.35 |
| | { Inverno | 1.80 | 2.— | 2.20 | 2.35 | 2.45 | 2.55 | 2.65 | 2.75 | 2.85 | 2.95 | 3.05 |

Ripartita l'acqua, mercè lo spruzzatoio, su tutta la massa, questa viene rimossa per qualche tempo in lungo ed in largo con una spatola di legno, dopo di che si accumula tutta la farina nel minore spazio possibile e la si lascia posare mezz'ora affinchè ogni molecola assuma il voluto grado d'umidità. L'operaio ripassa quindi accuratamente ed a poco a poco tutta la farina stemperandola, dirò così, sotto ad una larga spatola di legno ricurva, in modo che venga disfatto ogni benchè minimo grumo, e finalmente la trasporta, mediante appositi mastelli, al locale dello strettoio per formarne le stiacciate.

§ 2. *Strettoio idraulico.* — L'apparecchio destinato alla compressione delle farine, il più diffuso, il più conveniente, e perciò adottato ormai dai principali polverifici è lo *strettoio idraulico*.

Il casello che lo contiene è diviso in due locali distinti separati fra loro da un largo e robusto tagliafuoco in muratura. Nel 1° locale è collocata la pompa che deve fornire

la pressione idraulica. Il tubo conduttore dell'acqua parte dalla pompa, si stende lungo una cavità sotterranea, attraversa sempre sotterra il tagliafoco e va a comunicare con la base di un pesante stantuffo cilindrico di ghisa collocato verticalmente in una camicia di ferro interrata. Lo stantuffo è alto circa m. 1,10 ed ha un diametro da m. 0,40 a 0,50. La sua estremità superiore che sporge dal pavimento nel 2° locale, porta una pesantissima piattaforma di ghisa, lunga m. 1 e larga m. 0,45 circa.

L'acqua iniettata dalla pompa esercita una forte pressione sullo stantuffo; questo si alza lentamente e con esso la piattaforma.

Su ciascuno dei due lati minori di questa è applicata una specie di piuolo di ferro che serve di asse ad una ruota di bronzo dal diametro di circa m. 0,30 che gira lentamente fra due colonne verticali mano mano che la piattaforma s'innalza, servendole così di guida. Le colonne, che sono perciò in numero di quattro, cioè due per parte, sono di ferro e hanno un diametro di m. 0,10 ed un'altezza di m. 2,60. Esse sono fisse ad una larga base di ghisa robustissima interrata nel pavimento e sorreggono con le loro quattro estremità superiori, alle quali è fortemente avvitato, un pesantissimo cappello di ghisa la cui superficie inferiore perfettamente piana è parallela alla piattaforma della quale ha le stesse dimensioni.

Sulla piattaforma infine è fissato un parallelepipedo rettangolo di legno di noce lungo m. 0,70, largo m. 0,50 ed alto m. 0,05.



Per procedere alla pressione delle farine provenienti dalla bagnatura si comincia dal collocare sul piano di legno

ora descritto della piattaforma, una lastra di rame perfettamente piatta e ben levigata lunga m. 0,66, larga m. 0,46 e dello spessore di mm. 3. Su questa si stende uno strato di farine e così successivamente si alternano lastre e farine, finchè l'intera bagnata sia caricata sullo strettoio in modo che l'assieme formi come un alto pilastro rettangolare. Lo spazio fra l'ultimo foglio di rame che ricopre superiormente la massa e la superficie inferiore del cappello dello strettoio è riempito da grossi spessori di legno di noce, e finalmente si rettilinea il pilastro in modo che sia perfettamente perpendicolare alla sua base. Messa in moto la pompa, lo stantuffo e la piattaforma s'innalzano lentamente ed il pilastro di farine chiuso fra questa ed il cappello, va sempre più accorciandosi mano mano che viene compresso. Ogni centimetro quadrato di stacciata subisce una pressione superiore ai 100 chilogrammi. Questa viene sospesa quando un manometro applicato all'apparecchio indica avere essa ottenuto il suo effetto, e dopo alcuni istanti è diminuita alquanto e quindi ripresa per altri cinque minuti, trascorsi i quali è interrotta affatto. Ogni stacciata viene quindi stesa sopra un tavolo e mercè un largo coltello di rame se ne taglia via da ogni lato circa un centimetro di margine, il quale naturalmente non ha potuto acquistare la densità del resto della stacciata. I margini sono raccolti in appositi mastelli per essere quindi rilavorati.

La densità delle materie così compresse sta nei limiti da 1,700 a 1,720.

Ai fogli di rame si sostituiscono da alcuni anni, in molti polverifici, dei fogli di ebanite indurita dello spessore di 10 mm. ed il loro uso è proficuo alla qualità delle stacciate che riescono ben levigate e di una densità più co-

stante, non essendo i fogli di ebanite soggetti a curvarsi come quelli metallici.



Oltre il sistema di pressione sin qui descritto, col quale si ottengono delle stacciate dello spessore di mm. 5, si adottano, per la preparazione delle polveri dai grani molto grossi, degli apparecchi press'a poco identici a quello già indicato ma che differenziano nel metodo di caricamento delle farine. Queste ad esempio sono introdotte in una cassa rettangolare di legno munita di robusti cerchi di ottone, al fondo della quale è collocata una placca di rame. Su questa si stende un alto strato di farina ricoperto da una nuova lastra, e così via come nel primo sistema. Gli spessori di legno in alto hanno le stesse dimensioni dei fogli di rame e degli strati di farina, per cui alzandosi la piattaforma essi penetrano nella cassa e comprimono le materie ivi contenute.

CAPITOLO III

Sistema misto.

Il sistema delle botti tritatorie con successiva compressione delle farine così ottenute è superiore indiscutibilmente al metodo delle macine ed a quello dei pestelli perchè in esso i miscugli riescono più omogenei, e la densità delle polveri è maggiore ed è più costante con vantaggio della regolarità del tiro, principalmente nelle grosse artiglierie.

In questi ultimi anni però va generalizzandosi la tendenza di fondere assieme i due sistemi delle botti e delle macine affine di migliorare i prodotti. Infatti replicati esperimenti hanno dimostrato che le macine possono sostituire con grandissimo vantaggio le botti ternarie perchè i composti binari si assimilano fra loro con maggiore intimità in quelle che in queste e quindi il miscuglio riesce più omogeneo. Inoltre si sopprime in tal modo anche la bagnatura perchè, come ho già detto, le materie mescolate con le macine vengono inumidite più volte durante tale operazione.

Il sistema adunque consiste nella preparazione a secco dei composti binari colle botti, nel successivo mescolamento ad umido con le macine ed infine nella compressione allo strettoio idraulico.

SEZIONE TERZA

Lavorazioni successive della polvere da fuoco.

CAPITOLO I.

Granulazione.

§ 1. *Generalità.* — Fin verso la metà del secolo dici-
moquinto le polveri, che erano unicamente lavorate coi
pestelli, venivano adoperate allo stato di polverino, nè si
avea altra preoccupazione che di triturare le materie prime
e di mescolarle assieme il più intimamente possibile. Non
si sa con precisione in quale epoca e da chi fu ideato il
primo sistema di granulazione conosciuto, ma è certo che
già nel 1445 si granulavano le polveri per l'artiglieria,
perchè un manoscritto di quell'epoca dice che le polveri
erano lavorate coi pestelli e quindi confezionate a forma
di pallottole, e constatava che tali polveri avevano una
maggiore potenzialità di quelle usuali allo stato di pol-
verino.

La granulazione, nei primi tempi, la si otteneva rom-
pendo con un mazzuolo di legno i pezzi di stacciata pro-
venienti ancora umidi dai pestelli e forzandoli quindi a
passare sminuzzati attraverso i fori d'un setaccio dal fondo
metallico a larga tessitura. Il setaccio era sostenuto da

tre corde riunite in alto e fisse ad un travicello nel soffitto dell'officina. Nel setaccio erano posti i pezzi di stacciata contenenti ancora il 3 % circa d'umidità e con questi vi si metteva un pesante disco di legno. Al disotto del setaccio stava aperta una larga cassa. L'operaio, caricato regolarmente il setaccio, gli imprimeva colle mani un forte movimento rotatorio. Il disco ed i pezzi di stacciata erano allora trascinati da tal movimento, ma il primo essendo più pesante girava più lentamente e mano mano schiacciava i secondi sminuzzandoli. Naturalmente i pezzi minuti passavano attraverso i fori del setaccio andando a cadere nella cassa sottostante, e l'operazione non cessava che quando l'ultimo pezzo di stacciata era passato col resto nella cassa, dalla quale si ritiravano le polveri così granulate.

Si comprese ben presto tutta l'importanza di una perfetta granulazione che facilita l'impiego della polvere e ne garantisce la conservazione. Il sistema venne quindi a poco a poco perfezionato, prima col sostituire alle maglie grosse, dei setacci con fondi a tessitura minuta per produrre polveri di grana fina, quindi col dare ai setacci un movimento automatico e finalmente modificandoli nella loro struttura ed accoppiandoli a 5, a 6, a 10 e più, in modo da ottenere un lavoro perfetto ed una produzione remunerativa. Si giunse così all'attuale granitoio meccanico di Lefebvre, più conosciuto sotto il nome di *granitoio francese* perchè usato specialmente in Francia.



§ 2. *Botte-granitoio*. — Altro sistema piuttosto primitivo è quello della *botte-granitoio* che gira su sè stessa

come le tritatorie, ma la cui fascia circolare è di tela metallica a maglie più o meno fitte montata sopra una carcassa di legno. I pezzi di stacciata sono immessi nella botte unitamente ad una certa quantità di grosse pallottole di legno durissimo dalle quali essi vengono frantumati durante il movimento rotatorio della botte. La grana ed i polveracci così formati passano attraverso la maglia della tela metallica e vanno a cadere sopra un setaccio automatico sottostante, il cui ufficio è di separare la prima dai secondi riversandoli ognuno in apposite cassette.

Il tipo originale della botte-granitoio ora descritto venne migliorato raddoppiandone la parete circolare mercè la sovrapposizione, ad una certa distanza fra loro, di due tele metalliche, a maglie larghe quella interna e a tessitura più fitta l'esterna. Le materie insufficientemente granulate e che non passano dai fori della seconda tela, sono ricondotte, per effetto della forza centrifuga e mediante un canaletto inclinato posto fra le due tele, nell'interno della botte e quivi frantumate più finamente.



§ 3. *Granitoio a cilindri.* — Le polveri lavorate sia con le macine che con le binarie e quindi compresse allo strettoio, vengono ormai granulate quasi unicamente coi *granitoi cilindrici* che presentano grandissimi vantaggi in confronto degli altri granitoi conosciuti, sia riguardo alla produttività giornaliera, sia per l'aspetto della grana prodotta che è molto più bella ed uniforme, sia infine per la regolarità di combustione che essa acquista grazie alla maggiore uniformità di granulazione ottenuta coi cilindri.

Vari sono i sistemi conosciuti di granitoidi cilindrici, ma essi differiscono ben poco fra loro, e tutti sono basati sul tipo originale inventato dal colonnello inglese Congrève nel 1819.

Il granitoio cilindrico consta di due alti e lunghi sostegni di bronzo o di ghisa, sui quali sono ordinate simmetricamente diverse coppie di cilindri di bronzo orizzontali. Le coppie generalmente sono tre, disposte le une rispetto alle altre secondo un piano inclinato di 35° a distanze verticali di circa 35 cm.

La prima coppia in alto ha le superfici circolari tagliate a punta di diamante, in modo da essere tutte a denti della sporgenza di mm. 10, e i due cilindri sono così disposti che le sommità dei denti dell'uno corrispondono ai vani di quello opposto. La seconda coppia è pure dentata ma con punte più fitte, smussate e sporgenti solo 3 mm. La terza coppia infine è liscia e lungo la faccia libera dei propri cilindri è munita di spazzoloni automatici che ne staccano la grana od il polveraccio che vi restassero aderenti.

In ogni coppia l'asse d'uno dei cilindri gira su punti fissi, e quello dell'altro poggia su cuscinetti mobili che sono mantenuti allo scartamento dovuto mercè una vite di pressione. Tali cuscinetti sono poi divisi ognuno verticalmente in due parti di cui, mentre l'una è tenuta fissa dalla detta vite, l'altra è mobile e, non essendo ritenuta che da speciali contrappesi, può muoversi orizzontalmente permettendo lo spostamento del cilindro quando tra la coppia passasse un pezzo di stacciata soverchiamente dura od una materia estranea non suscettibile di frantumazione.

Lo scartamento dei due cilindri è maggiore nella prima

coppia in alto e va gradatamente diminuendo nelle inferiori. Inoltre esso è variabile a seconda delle granellature che si vogliono ottenere ed è fissato di volta in volta manovrando opportunamente le viti speciali già indicate.

Sotto ad ogni coppia di cilindri avvi un setaccio a piano leggermente inclinato col fondo di tela metallica a tessitura decrescente mano mano che diminuisce lo scartamento dei cilindri, e scopo di tali setacci è quello di guidare alla coppia successiva i pezzi di stacciata che ne furono sufficientemente granulati da quella antecedente.

Una cassa si stende sotto alle coppie dei cilindri parallelamente al loro piano inclinato e su tutta la lunghezza del granitoio. Essa è tenuta sospesa da quattro tiranti di bronzo articolati che le permettono un movimento di va e viene impressole da una biella eccentrica comunicante con la motrice principale dell'intero apparecchio. La cassa è munita di tre fondi distinti di tela metallica a tessiture diverse, onde separare la grana troppo grossa da quella utile e questa dai polveracci, e versa ciascuno di tali prodotti in apposite cassette sottostanti.

Finalmente al di sopra dell'apparecchio, verso la sua linea mediana ed a circa m. 0,30 dalla prima coppia dei cilindri, elevasi una tramoggia di legno ove si riversa la grana troppo grossa proveniente dalla prima frantumazione delle stacciate, la quale grana è condotta a strati sottili dal moto lento e misurato di una tela senza fine fra la prima coppia dei cilindri per essere più finamente granulata.

Le stacciate provenienti dallo strettoio idraulico dopo alcuni giorni di stagionatura, e perfettamente essiccate, sono assoggettate al lavoro di granulazione.

Si fanno perciò passare ad una ad una fra la prima coppia dei cilindri dentati, in alto, che le frantuma grossolanamente. Il setaccio sottostante accompagna subito tale grana fra la seconda coppia e così successivamente finchè si ottiene una grana con quella forma di scaglietta lamellare che è caratteristica delle polveri lavorate coi granitoidi cilindrici. Il cassone in basso riceve mano mano i prodotti della granulazione e divide la grana utile dai polveracci e dalla grana troppo grossa. Questa è allora portata nella tramoggia per essere ricondotta fra i cilindri, ed i polveracci sono rilavorati alle botti ternarie per essere quindi compressi di nuovo.



Siccome il lavoro fatto dai cilindri dentati è assai più rapido di quelli lisci, in molte fabbriche il granitoio cilindrico è diviso in due parti distinte, collocate in separati caselli.

La prima, che in tal caso è indicata col nome di *rompitoio*, consta delle sole due coppie di cilindri dentati, e la seconda che è denominata particolarmente *granitoio* porta soltanto una o due coppie di cilindri lisci. Nel rompitoio si lavorano le polveri da mina scagliata e si rompono grossolanamente le stacciate delle polveri da caccia o da fucileria, le quali passano quindi al granitoio per essere debitamente granulata. Con tale divisione si accelererà la produzione e si ottiene il vantaggio di avere meccanismi di proporzioni modeste per i quali bastano piccoli caselli e tolgono la necessità di pericolosi ammassamenti di polveri, di grana, di stacciate, ecc.

§ 4. *Botte Champy*. — Un altro metodo speciale di granulazione è dovuto al francese Champy che inventò nel 1795 la botte che porta il suo nome per la produzione delle polveri da mina rotonde.

L'apparecchio è semplicissimo e consiste in una botte di legno di noce del diametro di m. 1,60 e della larghezza di m. 0,60, munita di due fondi in uno dei quali è praticata un'apertura circolare centrale del diametro di m. 50.

La botte ha l'aspetto di un grandissimo tamburo ed è fissata dalla parte del fondo pieno ad una larga placca circolare di ghisa. Questa è sorretta da un albero orizzontale di ferro che serve di asse alla botte nel suo movimento di rotazione. Lungo la superficie circolare esterna della botte sono avvitati robustamente dodici risalti di legno fatti a cuneo. Un grosso martello, pure di legno, avente l'estremità del manico articolata e fissa alla parete del casello, poggia colla sua mazza sopra uno dei cunei predetti. Nel movimento della botte, il cuneo solleva il martello che va quindi a cadere pesantemente sul cuneo vicino e così successivamente in modo da scuotere continuamente le pareti della botte onde impedire che vi aderiscano le materie ivi lavorate. Finalmente al di sopra della botte e ad una certa altezza sulla parete del casello è appeso un vasto serbatoio di ghisa ripieno d'acqua distillata, dal cui fondo si diparte un tubo di rame per lo spruzzamento delle materie da lavorarsi.



La granulazione alla Champy è basata sulla proprietà che hanno le farine ternarie di agglomerarsi in pallottole quando, alquanto inumidite, vengano sufficientemente agitate da un regolare movimento rotatorio.

La granulazione alla Champy è riservata alle sole polveri da mina inferiori perchè è rapida, economica e produttiva, ma dà alle polveri una minima densità per cui sono molto inferiori a quelle da mina scagliata che, lavorate a dovere, acquistano mercè la compressione allo strettoio una straordinaria potenza.

Gran vantaggio della Champy si è quello di poter in essa granulare i polveracci provenienti dalle scopature dei caselli di separazione senza presentare alcun pericolo.

CAPITOLO II

Essicazione.

L'essicazione delle polveri, sia allo stato di stacciate, sia granulate, ha lo scopo di liberarle dall'umidità che ancora contengono ed è preceduta generalmente da un periodo da sei ad otto giorni di stagionatura delle stacciate in apposito magazzino. L'essicazione precede il processo di granulazione, quando trattasi delle stacciate preparate con lo strettoio idraulico e lavorate quindi con granulazione a cilindri; lo segue invece quando si fabbricano o coi pestelli o con le macine per essere poscia granulate al granitoio francese, od infine se si tratta di polveri agglomerate nella botte Champy.

Nelle fabbriche di polveri si adottano a seconda delle stagioni e delle località, due specie di essicazione, cioè *naturale* od *artificiale*.

L'*essicazione naturale* la si ottiene esponendo le polveri all'aria ed all'azione diretta del sole.

Riesce perfetta se l'aria è secca e se l'azione del calore solare agì sulle polveri con intensità gradatamente crescente in modo da toglierne l'umidità anche dalle molecole interne, sia che si tratti di stacciate come di polvere in grana.

È ovvio però che in un polverificio appena appena un

po' importante, il solo essicatoio naturale non basterebbe a soddisfare ai bisogni della fabbricazione per cui si ricorre all'*essicazione artificiale* che ha il vantaggio di poter essere applicata in tutte le stagioni dell'anno qualunque sia lo stato igrometrico dell'aria.

I primi essicatoii *artificiali* erano fatti con l'applicazione diretta del calore raggianti da una stufa centrale alle polveri stese in giro nello stesso locale e ad una certa distanza da quella. Ma è naturale che tale sistema era troppo pericoloso perchè non fosse ben presto modificato, e la stufa venne quindi portata all'esterno dell'officina, ove il calore penetrava da apposite aperture munite di serrande per regolarlo. Tuttavia il nuovo sistema non era per questo meno pericoloso del primo e terribili e replicate esplosioni lo fecero quasi del tutto abbandonare. Ora è in uso soltanto in alcuni paesi del Nord, come ad esempio in Svezia.

Il più utile e sicuro perfezionamento nell'essicazione artificiale nelle polveri venne adottato in Inghilterra verso la fine del secolo XVIII ove si utilizzò l'aria riscaldata da una corrente di vapor acqueo, o dall'acqua calda.

Tale sistema consta di tre apparecchi distinti che sono: una caldaia a vapore, un ventilatore e l'essicatoio propriamente detto. Gli ultimi due trovansi in due locali adiacenti e divisi fra loro da un largo tagliafuoco in muratura. La caldaia a vapore è situata nella parte non esplosiva della fabbrica e ad una distanza non minore di 100 m. dall'essicatoio.

Il vapor acqueo generato dalla caldaia scorre lungo un

condotto sotterraneo, giunge alla cassa di riscaldamento situata fra il ventilatore e l'essicatoio e va a scaricarsi, mercè un tubo di ferro, in un pozzo scavato nelle vicinanze. L'aria della cassa corre nell'interno di una serpentina seguendola nelle sue lunghe sinuosità, si riscalda e va ad essiccare per mezzo del ventilatore le polveri stese nell'essicatoio.

La durata dell'essicazione dipende dal grado di umidità contenuta dalla polvere, dalla temperatura dell'aria riscaldata e dalla corrente impressa a questa dal ventilatore.

La pressione della caldaia è così regolata che il vapore riscalda gradatamente l'aria dell'essicatoio in modo che la sua temperatura si elevi a poco a poco a 60°, grado di calore al quale essa è poi mantenuta fino al termine dell'operazione.

In tali condizioni dopo 9 o 10 ore l'essicazione è perfetta, e la si riconosce strofinando fra le mani alcuni granelli di polvere. Se questa è secca lascia un polverino biancastro che non aderisce alla pelle; se invece contiene ancora dell'umidità, il polverino è nericcio e aderisce alle mani.

Altri sistemi di essicazione sperimentati con qualche successo, ma meno convenienti di quello ora accennato sia per il costo o d'impianto o di produzione, sia anche per risultati finali, sono: *l'essicazione all'aria fredda*, e *l'essicazione a vuoto*.

La prima consiste nello spingere, mercè un ventilatore, dell'aria atmosferica attraverso a dei grossi strati di calce

viva o di cloruro di calce, facendola quindi passare sotto alle tavole di essicazione ed attraverso agli stati di polvere stesa sulle medesime.

La seconda invece la si ottiene collocando la polvere da essicare nella campana di una macchina pneumatica e formandole attorno il vuoto.

CAPITOLO III

Lisciatura e agguagliamento delle grane.

La polvere granulata, sia che provenga direttamente dal granitoio sia che abbia già subita l'essicazione, ha la superficie dei granelli ruvida al tatto, angolosa, friabile e porosa. A togliere siffatte asperità, smussarne gli angoli, levigarne la superficie turandone i pori e per dare alla grana una maggiore compattezza, la si assoggetta alla lisciatura la quale, oltre donare alla polvere un bell'aspetto brillante, ne diminuisce l'igrometricità e ne impedisce la decomposizione in polveraccio.

Come in tutte le diverse lavorazioni della polvere, vari sono gli apparecchi adottati per la lisciatura, ma i più convenienti ed i più usati consistono in botti di legno di noce che si denominano *botti lisciatricie*. Anche queste differiscono fra loro nei diversi paesi e per la forma o per qualche minuto particolare di costruzione trascurabile; ma tutti s'informano sullo stesso principio, che la grana cioè ammassata in una certa quantità sul fondo della botte, nel movimento di rotazione di questa, gira su sé stessa ed i granelli di polvere sdruc-ciolando e pesando gli uni sugli altri ne operano e compiono la vicendevoles lisciatura.

Le botti lisciatricie migliori sono perfettamente identiche alla botte Champy già descritta, della quale hanno la stessa

forma, le dimensioni medesime e lo stesso modo di rotazione mercè un albero fisso alla placca che le sorregge. Sole lievi differenze consistono in ciò:

1° Che nella botte lisciatoria sono soppressi i cunei esistenti attorno alla fascia circolare esterna della Champy;

2° Che su questa stessa fascia è applicata un'apertura rettangolare munita di una porticina di legno, foderata all'ingiro con striscie di pelle di montone col pelo per ottenerne la chiusura ermetica;

3° Che all'apertura circolare del fondo anteriore è applicata un'altra porticina pure foderata alla sua circonferenza con pelle di montone col pelo e portante nel suo centro uno spiraglio circolare del diametro di 10 cm. Ambo' le porticine sono mobili e vengono fissate solidamente alla botte mercè cavallotti di bronzo o di legno.

Il serbatoio d'acqua distillata per l'inaffiamento appeso alla parete del casello, anzichè un tubo di rame come nella Champy, porta invece un tubo di gomma terminante con uno spruzzatoio di rame munito di un rubinetto il quale non è introdotto nella botte che allorquando debbasi operare l'inaffiamento.



La lisciatura della grana è preceduta dalla spolveracciatura della stessa, fatta con un setaccio meccanico il cui fondo è costituito da una tela metallica a tessitura finissima che permetta il passaggio del solo polverino il quale viene raccolto in un cassone sottostante.

Ciò fatto si dà alla botte ancor vuota una velocità di 5 a 6 giri al minuto e se ne inumidiscono le pareti mercè lo spruzzatoio. Vi si immettono allora, dall'apertura circolare del fondo anteriore, da 250 a 300 kg. di grana pu-

lita, la quale, dovendo avere un'umidità in ragione circa del 2 ‰, viene di conseguenza sufficientemente spruzzata coll'acqua del serbatoio. Chiusa allora l'apertura colla relativa porticina già descritta, dopo circa un'ora si aumenta la velocità della botte sino a farle fare dai 12 ai 14 giri al minuto.

La polvere naturalmente sdruciolando e gravitando continuamente su sè stessa si riscalda e, mediante il calore sviluppato, acquista consistenza e lucentezza. Tuttavia si deve curare che tale calore non oltrepassi i 40° onde evitare un principio di fusione del nitro e dello zolfo che aggrumerebbe la materia e ne altererebbe la composizione.

Per dare alle polveri sia da caccia che da mina un aspetto brillante, e per renderle più resistenti all'azione del tempo e della igrometricità dell'aria, si completa la lisciatura con un'addizione di *grafite* (piombaggine) che per le polveri da caccia si impiega in ragione di un quarto di chilogramma per kg. 100 di grana al massimo, mentre che per le polveri da mina si può arrivare sino al $\frac{1}{2}$ per ‰.

L'aggiunta della grafite è fatta quando la grana è quasi al termine della lisciatura e mercè la sua naturale essudazione si è liberata da tutta l'umidità che essa conteneva. Siccome la qualità della grafite influisce sulle proprietà della polvere, così è necessario adoperare le grafite le più pure e fine che si conoscono e possibilmente quelle preparate col processo di Brodie, il quale consiste nel trattare a caldo la grafite ordinaria con l'acido solforico concentrato e con il clorato di potassa, nonchè nella successiva lavatura ed essiccazione della grafite al calore rosso, in modo da ridurla in polvere finissima.

La lisciatura, oltre assicurare la conservazione delle polveri, aumenta la loro densità effettiva non solo, ma anche la densità gravimetrica, la quale si accresce in ragione della durata dell'operazione.



La grana proveniente dalle botti lisciatricie contiene ancora una piccola quantità di polveracci e d'altronde non è uniforme perchè costituita da granelli di grossezze varie.

Per operarne la pulitura e la separazione delle diverse grane sono adottati dei buratti identici a quelli dei mulini per la divisione dei vari prodotti della macinazione dei cereali, oppure si usano anche dei lunghi setacci meccanici ai quali è impresso un movimento di va e vieni da alberi a gomito o da bielle eccentriche.



Nel casello dei setacci o dei buratti di separazione sono generalmente installati anche degli apparecchi semplicissimi destinati a mescolare le grane provenienti da diverse lavorazioni e ciò allo scopo di avere delle partite di polveri di densità omogenea.

L'apparecchio di *mescolazione* consta di otto o dieci tramogge nelle quali si versano le grane ottenute da 8 o 10 lisciature diverse. Ogni tramoggia termina in un canaletto che accompagna lentamente le polveri in un tubo unico ove si mescolano versandosi successivamente in appositi barili.

Le grane ben lavorate e divise secondo le rispettive grossezze, presentano un bello aspetto uniforme sia per le loro dimensioni che per la colorazione regolare ora d'un bel nero brillante ed ora d'una lecentezza argentea e viva, a seconda che la lisciatura venne compiuta con o senza l'aggiunta di grafite.

Una buona polvere da fucileria o da caccia stesa sopra un foglio di carta bianca e quindi accesa s'infiama con una viva deflagrazione e sviluppa un fumo abbondante accompagnato da un odore nauseante di zolfo e di idrogeno solforato. Lascia il foglio di carta intatto senza residui e solo leggermente affumicato ma privo affatto di macchie caratteristiche.

La polvere che lasciasse dei fori nella carta darebbe indizio d'essere ancora umida o male lavorata; i residui dipenderebbero da difetto del miscuglio delle materie prime o da impurità in queste contenute; infine delle macchie gialle indicherebbero un eccesso di zolfo nella composizione della polvere mentre macchie nere sarebbero prodotte da un eccesso di carbone.

CAPITOLO V

Disposizione e costruzione delle Officine di un Polverificio.

Negli scorsi secoli le polveri si fabbricavano nell'interno delle città, nè venivano curate troppo minutamente le norme di sicurezza e le speciali cautele che occorrono per una lavorazione così delicata e pericolosa.

Gli immani disastri però cui di tempo in tempo ed in più luoghi cagionò siffatta imprevidenza, imposero non solo la necessità di impiantare i polverifici ad una certa distanza dall'abitato e dalle vie carreggiabili, ma anche la norma di suddividere le varie lavorazioni delle polveri in più caselli od officine diverse, eretti a distanza fra loro per evitare la comunicazione del fuoco da un casello all'altro in caso d'esplosione.

La costruzione dei caselli è fatta normalmente in legno onde presentare la minore resistenza possibile allo sviluppo dei gas prodotti dallo scoppio delle polveri, ed il tetto pure in legno di ogni casello è ricoperto di un impasto speciale di cartone imbevuto di catrame che lo rende affatto impenetrabile all'acqua. Il legname adoperato per la costruzione di tali caselli è previamente imbevuto con una soluzione di silicato di soda o di potassa che lo rende inattaccabile all'azione rapida ed immediata della fiamma sviluppantesi dall'esplosione delle polveri.

Quando però, o per ragioni di clima o per altri motivi, fosse necessario costruire i caselli in muratura, si avrà cura di erigere i quattro muri in modo che tre sieno ben forti e massicci e l'altro esilissimo, tanto che le esplosioni si trovino dirette in senso determinato.

I meccanismi di trasmissione del movimento saranno tutti situati fuori del casello il quale non deve contenere che la macchina speciale adottata per ogni singola operazione e la materia in corso di lavorazione. I vari meccanismi poi siano costrutti in modo che si eviti assolutamente ogni percussione tra ferro e ferro, e per quanto è possibile anche tra ferro e bronzo, tra bronzo e rame, e tra rame e rame. Conviene inoltre mantenere in buone condizioni ogni minima parte dei meccanismi perchè le rotture e gli sfregamenti possono produrre dei riscaldamenti pericolosi.

La distanza fra casello e casello non sarà mai inferiore ai m. 50 e superiore invece possibilmente ai m. 60. I caselli poi non verranno mai disposti sopra una sola linea, ma in guisa che i loro angoli s'intersechino reciprocamente, perchè l'esperienza ha dimostrato che negli scoppi difficilmente i proiettili vengono lanciati nella direzione degli angoli dei caselli, ma bensì verso le loro quattro facce laterali.

Ogni officina esplosiva sarà circondata da alti terrapieni a larga base fittamente ricoperti da piante di alto fusto e di rapido sviluppo. Così pure tutto il terreno situato fra casello e casello sia ben piantumato e ciò allo scopo di obbligare a ricadere quasi sul posto i materiali lanciati in aria in caso di scoppio. I terrapieni presentano poi anche il vantaggio di opporsi alla dilatazione orizzontale dell'aria scossa potentemente dall'onda esplosiva, e di imprimerle una nuova direzione verso l'alto.

La forza motrice dev'essere possibilmente idraulica, ed ogni officina dovrebbe avere il suo motore speciale. In caso di una motrice unica, la trasmissione della forza preferibile è quella telodinamica, la sola che permette lontane ed economiche diramazioni. Trattandosi poi di motrici a vapore, queste saranno fissate a distanze non inferiori ai 100 m. dai caselli esplodenti, e le bocche superiori dei camini saranno munite di apparecchi metallici reticolati, atti ad impedire lo spandimento delle faville.

Infine tutte le officine saranno fornite di uno o più parafulmini a seconda della loro ampiezza, e questi saranno di preferenza innalzati isolatamente dai fabbricati, ma abbastanza vicini naturalmente da poterli proteggere con la loro azione. L'impianto accurato ed esatto dei parafulmini è cosa della massima importanza, nè si dovranno giammai trascurare le visite e le prove periodiche onde assicurars che funzionino sempre perfettamente.

Il trasporto delle materie in lavorazione da un casello all'altro è fatto d'ordinario con vagoncini scorrenti su rotaie di ferro e spinti a mano, coll'avvertenza di procedere sempre al passo. Le ruote di ghisa dei vagoncini sono talvolta cerchiato col cautchouc.



Osservate scrupolosamente tali norme, od altre che le equivalgono nel senso d'impedire possibilmente le esplosioni, od almeno localizzarne gli effetti, la disposizione razionale dei fabbricati costituenti un ben ordinato polverificio, sarà fatta sovra una vasta estensione di terreno e nel modo seguente:

All'entrata vi saranno i fabbricati di abitazione, gli uffici d'amministrazione, le stalle, le rimesse, ecc. A questi faranno seguito i depositi delle scatole e delle casse vuote, le tettoie per i legnami e simili. Isolatamente e ad una certa distanza da tali costruzioni vi sarà il carbonizzatoio costruito in muratura con tetto di lamiera metallica di vaste proporzioni e munito di grandi finestroni per assicurare una ventilazione energica. Verranno quindi le officine meccaniche coi relativi depositi di materiali per le riparazioni o per nuove costruzioni, ed il locale riservato alla caldaia a vapore già indicata per l'essiccazione delle polveri. Seguiranno i depositi delle materie prime, le officine di macinazione del carbone e dello zolfo, di setacciatura del nitro e di pesatura per le composizioni.

Siffatti locali sono tutti in muratura e costrutti colle regole d'arte seguite nell'impianto di ogni stabilimento industriale.

Vengono infine, alle volute distanze ed eretti colle norme prima enunciate, i caselli di lavorazione delle polveri, cominciando dalla triturazione delle materie prime e terminando con l'incassamento delle polveri finite.

Lontano almeno un centinaio di metri dall'ultimo casello esplosivo si troverà il deposito o magazzino generale delle polveri, il quale sarà edificato in muratura, circondato da terrapieni e da alberi di alto fusto, munito di parafulmini e costruito in modo che le polveri sieno preservate principalmente dall'umidità. Si avrà perciò cura di ben ventilarlo aprendo porte e finestre dal levare al tramontar del sole quando l'aria è secca.

Alle precauzioni già enumerate, converrà aggiungere che per evitare accidenti nella fabbricazione delle polveri occorrono infinite cautele minute che, per quanto ripetute,

non saranno mai troppe. Accennerò intanto essere necessarie in tutto e per tutto una massima nettezza, una grande regolarità nei processi di lavorazione ed un'analisi minuziosa delle materie prime per assicurarsi della loro purezza. Non si trascureranno mai le setacciature e si eviterà assolutamente l'accumulazione delle polveri nei caselli. I pavimenti di legno saranno inchiodati con punte di rame o con stecche di legno, e le adiacenze delle officine saranno, principalmente nell'estate, inumidite di frequente. I meccanismi verranno spesso ingrassati con olii lubrificanti in ogni parte ove siavi contatto od attrito, e dovendosi o montarli o ripararli, si toglierà dal casello ogni minima quantità di polvere, lo si inonderà in seguito completamente con acqua limpida e finalmente si eseguiranno con precauzione le volute riparazioni.

Gli operai non entreranno in fabbrica che dopo aver sostituiti i propri indumenti con abiti e calzature forniti dallo stabilimento. Le calzature avranno la suola ed il tacco o di corda od anche di corame, ma confezionate in modo che non v'entrino per nulla i chiodi metallici.

PARTE TERZA.

POLVERI SPECIALI
E PROPRIETÀ
DELLE POLVERI NERE DA FUOCO

CAPITOLO I

Polveri speciali per l'artiglieria.

I processi di fabbricazione descritti nel precedente libro costituiscono i metodi perfezionati ora in uso per la produzione delle polveri nere da fucileria, da caccia e da mina, e sino ai primordi della seconda metà del secolo passato anche per quella delle polveri da cannone.

Però i rapidi e immensi progressi fatti delle artiglierie dal 1848 in poi, resero insufficiente la polvere nera ordinaria da cannone, e crearono la necessità di modificarne la lavorazione in modo da renderla idonea alle nuove esigenze.

Fin dal 1852 il conte di San Roberto aveva ideato delle cariche compresse trasformando direttamente le farine ternarie in cartucce, mediante una speciale compressione.

Il sistema venne migliorato, prima dagli Americani i quali sostituirono alle farine della grana già fatta che veniva impastata, mercè un intonaco di zucchero, di collodio e simili in modo da formarne la cartuccia di un pezzo solo durissima; finalmente Doremus nel 1862 perfezionò il sistema macinando la grana, con un congegno di sua invenzione, in quantità sufficiente per una carica e comprimendola contemporaneamente con uno stantuffo speciale.

Le cartucce compresse però vennero ben presto abbandonate perchè presentavano dei difetti di combustione, e le ricerche degli studiosi e degli artiglieri si rivolsero alle polveri dai grani grossi che diedero dei migliori risultati.

La necessità di tali ricerche venne dal fatto che con l'aumento del calibro dei cannoni e del peso dei proiettili le polveri dei grani di 2 a 3 mm. adoperate a forti cariche compromettevano seriamente la sicurezza del tiro e la conservazione dei pezzi a cagione della loro combustione troppo viva. Si sentì quindi il bisogno di dare alle polveri da cannone *progressività* e *regolarità* di combustione.

La progressività la si ottiene da una polvere così costituita che ardendo nell'anima di una bocca da fuoco non generi nel principio della sua combustione che una debole quantità di gas atta a dare il primo impulso al movimento del proiettile, il quale accelera in seguito la propria velocità in successivo, rapido e progressivo aumento dei gas sviluppati mano mano che procede la combustione, la quale a sua volta è accelerata dal maggiore sviluppo dei gas stessi. Questo, nelle polveri a pressione costante, essendo in pari tempo proporzionato alla super-

ficie d'inflamazione della grana che abbrucia ed alla velocità di combustione, è naturale che una polvere sarà *progressiva* quando avrà una struttura, un volume ed una densità tali che le permettano di realizzare le suestposte condizioni.

La regolarità poi è dipendente dalla omogeneità della costituzione intima della polvere e dalla uniformità dei grani, ciò che si può anche ottenere nelle forti cariche dei cannoni di grosso calibro con polveri che per ogni carica diano una media costante nel numero dei grani sebbene questi non siano eguali fra di loro.

Stabilito il principio non si tardò a tradurlo in fatto come adozione delle **Polveri dei grani grossi** e nel 1859 il generale americano Rodman, con tipi di polveri da lui ideate sperimentati con un apparecchio pure di sua invenzione, provò che aumentando la grossezza dei grani ed accrescendo in pari tempo la carica si manteneva al grado voluto la velocità di combustione, mentre diminuiva la pressione nell'anima della bocca da fuoco.

L'adozione recente dei nuovi esplosivi nitrocomposti anche per le artiglierie ha fatto presso che abbandonare l'uso delle polveri nere speciali per cui riuscirebbe superfluo trattarne ampiamente e descrivere ora tutti i tipi preposti o adottati per il passato.

Per la cronistoria però delle polveri gioverà farne almeno un cenno, e perciò dirò solo che per la progressività della combustione diedero i migliori risultati quattro tipi principali, ai quali si rannodano quasi tutte le polveri dei grani grossi finora inventate, e cioè le *polveri prismatiche*, le *comprese*, quelle a *strati concentrici* e le *progressive*.

Polveri prismatiche. — Precursori delle polveri pri-

smatiche fu il generale americano Rodman il quale nel 1860 modificando la sua *polvere dai grani grossi* propose di fabbricare una nuova varietà dai grani modellati nello strettoio idraulico in forma cilindrica con fori prolungantisi tra le due superfici piane. Colla sovrapposizione di più dischi così formati, produceva una scarica cilindrica che entrava nel cartoccio destinato al cannone. A questo genere di polvere venne dato il nome di **Cakes perforate**, le quali presentano il vantaggio che, mercè i fori interni della carica, la combustione si sviluppa dal centro alla circonferenza, con aumento progressivo della superficie di infiammazione. Tale risultato nella combustione imprime anche una maggiore regolarità di movimento del proiettile, influenzando grandemente sulla maggiore precisione di tiro.

I grani modellati cilindrici vennero in seguito trasformati in Europa in grani prismatici *esagonali* fabbricati con macchine speciali e traversati da sette fori disposti, l'uno al centro del grano e gli altri sei concentrici al primo in ciascuno dei sei angoli del prisma.

Una terza varietà di tali polveri si ha nella

Pellet polvere cilindrica modellata nello strettoio Anderson e un tempo usata in Inghilterra nei cannoni di grosso calibro.

Polveri compresse. — Se le cartucce compresse ideate dal San Robert nel 1852, e delle quali ho già parlato, non ebbero fortuna, dopo l'adozione delle polveri prismatiche si pensò di produrre per le artiglierie delle *polveri compresse*, e nel 1865 comparve in Inghilterra la polvere

Pebble che si otteneva dalle solite stiacciate prodotte allo strettoio idraulico e quindi frantumate a grossi pezzi

mercè un mazzuolo di legno duro o un martello di rame. Con dei setacci dai fori di mm. 12,7 e mm. 24,4 si raccoglievano agguagliandoli in grani utilizzabili dalle dimensioni regolamentari e che erano in seguito lisciati e grafitati coi soliti mezzi.

Successivi perfezionamenti nella fabbricazione diedero alla *Pebble* una densità costante, di modo che nel 1870 sostituì in Inghilterra completamente la polvere *Pellet*.



Anche in Francia, nel Belgio, in Italia e altrove si vennero mano mano adottando le polveri compresse per le grosse artiglierie.

Polvere a dadi. — In Italia si diede ai grani la forma parallelepipedica, comprimendo le farine ternarie con speciale torchio idraulico e tagliando le grosse stacciate ivi ottenute in *dadi* a regolari dimensioni con apposito meccanismo denominato *tagliadadi*. Si ebbero così delle polveri a volume e densità costanti le quali erano tanto più efficaci nel tiro, quanto minore era la superficie di infiammazione delle facce laterali di ciascun dado.

Analoga alla polvere a *dadi* è la

Polvere piatta Castan i cui grani parallelepipedi hanno le dimensioni di millimetri $2 \times 10 \times 10$, e colle quali si formavano le cariche per i cannoni di piccolo calibro.

Polveri a strati concentrici. — Il terzo tipo comprende le polveri a strati concentrici nelle quali la combustibilità aumenta dalla superficie al centro, come ad esempio nella *polvere a compensazione* ideata dall'Americano *Totten*, che componeva dei grossi grani sferici di polvere

nera dal diametro di mm. 25,4 con nocciolo centrale di fulmicotone del diametro di mm. 12,7.

Allo stesso tiro appartengono le polveri *agglomerate* e costituite dall'amalgama di polveri nere già granulate compresse una seconda volta allo strettoio idraulico e quindi ridotto, con vari metodi, in nuovi grani per lo più sferici dalle dimensioni regolamentari. Fra le agglomerate si possono annoverare le polveri **C** e le **S P** francesi, come anche la polvere americana **Schaghticoke cubical**.

Polveri progressive. — Una variante alle polveri agglomerate è stata introdotta in Italia e in Svezia, nei quali paesi si producono ancora delle polveri dette appunto *progressive*, ottenute dal miscuglio proporzionale di materia, già granulata, con nuove farine ternarie, compresso e rilavorato in modo da produrre dei grani durissimi a dimensioni determinate e della densità costante di 1,777. La carica così composta esplodendo nell'anima del cannone si disgrega nei suoi elementi granulari primitivi, la combustione successiva dei quali determina un notevole aumento nella pressione dei gas sviluppati, con acceleramento progressivo della velocità impressa al proiettile.

A questa specie appartengono le polveri italiane dovute al colonnello De Maria, e designate coi nomi di *progressive* 4 a 5 con le quali si caricano i pezzi da mm. 450, e *progressive* 20 a 24 per i cannoni da 120 mm.

Polveri brune. — Un nuovo progresso nella produzione delle polveri nere per le artiglierie, determinato specialmente dalla necessità di proporzionare i mezzi di attacco, nelle guerre di mare, alla formidabile azione difensiva del progredito blindaggio delle navi, si ebbe nell'adozione della *polvere bruna* brevettata in Germania, a Rottweil-Hambourg, nel 1852 e che rapidamente sostituì le polveri

a *dadi*, la *Pebble*, ecc., nella carica dei cannoni a bordo delle navi da guerra e nei forti a difesa delle costiere marine.

La specialità di composizione della *polvere bruna* è quella di avere fra i suoi componenti il carbone ottenuto dalla torrefazione della paglia di segale preparata in condizioni particolari, oppure di quella del legno di salice o di altro legno dolce e leggero, mercè l'azione del vapore ad una temperatura mai superiore ai 150°.

Il dosamento, in Germania, della polvere bruna è di:

| | |
|------------------|----------|
| Nitro. | parti 77 |
| Carbone. | » 20 |
| Zolfo. | » 3 |

La polvere bruna ha una densità da 1.800 a 1.815 e abbrucia lentamente dando ai proiettili una grande velocità iniziale progressivamente crescente sino all'uscita dalla bocca del cannone, mentre esercita solo deboli pressioni sulle pareti interne dell'arma.

Fra le polveri brune sono da notarsi:

la *polvere cioccolata* italiana che presenta solo una leggera variante nel dosamento che è costituito da

| | |
|------------------|----------|
| Nitro. | parti 79 |
| Carbone. | » 18 |
| Zolfo. | » 3; |

la *bruna* 152 italiana per i cannoni da mm. 149 e mm. 152;

la *bruna* 531 italiana per i cannoni da mm. 254, mm. 343 e mm. 431;

la *E. X. E.* polvero inglese di colore grigio ardesia per carica dei cannoni da 152 mm.;

la *Slove Burning Cocoa Powder*, altra polvere bruna prismatica inglese che serve alla carica dei cannoni di calibro superiore al precedente;

le *polveri P. B.* francesi per le artiglierie da cm. 14 a 16, 24 a 34, 37 a 42;

la *polvere P. B.* austriaca adottata da quella marina nel 1885 per i cannoni di grosso calibro, destinata ai cannoni da mm. 120 a mm. 305.

CAPITOLO II

Proprietà della polvere nera e suoi effetti balistici.

Un'esposizione accurata e minuziosa delle proprietà della polvere da fuoco e la descrizione di tutti i congegni ideati per sperimentarle richiederebbero da sole un intero volume. Per non uscire quindi dai modesti limiti di un manuale, esporrò brevemente le proprietà stesse rilevandone la loro importanza e accennerò sommariamente i congegni più pratici ed efficaci finora adottati per misurare gli effetti balistici delle polveri.

Le proprietà della polvere da fuoco si dividono in tre categorie, cioè:

- 1^o *Proprietà fisiche;*
- 2^o *Proprietà meccaniche;*
- 3^o *Proprietà chimiche.*

§ 1^o *Proprietà fisiche.*

Le proprietà fisiche si compendiano in : aspetto esterno dei grani, durezza, grossezza, umidità ed igrometricità, residui o feccie, densità.



Aspetto esterno. — L'aspetto della polvere non grafiata deve presentare un colore uniforme di un bel nero brillante tendente al grigio; la superficie dei grani deve essere perfettamente levigata, e la polvere scorrendo leggermente o sulla mano o sopra un foglio di carta bianca non deve lasciare traccia alcuna. Il difetto di talune di queste condizioni è indizio che la polvere è ancora umida o contiene troppo carbone, o che infine il miscuglio non è omogeneo.



Durezza. — La durezza della polvere deve essere tale che, trattandosi di grana minuta, questa possa resistere ad una certa pressione nella mano e trattandosi di grana grossa non sia possibile spezzarla con le dita e solo mercè un grande sforzo.



Grossezza. — La grossezza dei grani deve corrispondere alle dimensioni stabilite per ciascuna qualità, e dev'essere, per quanto è possibile, uniforme tanto che per un peso determinato il numero dei grani di ogni specie di polvere sia compreso entro limiti fissi.



Umidità ed igrometricità. — La polvere da fuoco ha in generale la tendenza di assorbire dell'umidità dall'am-

biente in cui si trova, e la maggiore o minore rapidità con la quale avviene tale assorbimento è detta *igrometricità*.

Questa è proporzionale alla quantità di carbone contenuto nella polvere non solo, ma dipende anche dalla temperatura di carbonizzazione del legno, dalla purezza del nitro e dal grado di lisciatura della grana. Il carbone rosso è più igrometrico di quello fabbricato ad altissime temperature, e la polvere assorbe tanto maggiore umidità quanto è meno densa e lisciata.

L'umidità della grana si manifesta alla sua superficie con delle piccole asperità biancastre le quali non sono altro che la sfioritura del nitro, ed allora comincia ad alterarsi l'intimità del miscuglio. Una pronta essiccazione ridona alla polvere le sue proprietà, salvo una leggera diminuzione nella densità. Se invece, oltre acquistare la debole efflorescenza ora accennata, la grana si fa molle e si gonfia, allora l'umidità assorbita è eccessiva e per utilizzare una polvere così avariata non resta che rilavorarla come materia prima.



Residui. — La polvere deve lordare il meno che sia possibile l'arma e la quantità di fecce che essa lascia dipende in gran parte dal dosamento delle materie prime, dall'intimità del miscuglio, dalla lisciatura e dall'umidità della grana; per cui una buona polvere nella quale le materie prime entrano in proporzioni razionali perfettamente triturate e mescolate il più intimamente possibile, la cui grana sia accuratamente lisciata e bene essicata,

una tal polvere lascerà pochissimi residui e non lorderà che lievemente l'arma.



Densità. — La densità delle polveri si distingue in:

1° *Densità gravimetrica*, vale a dire il peso in chilogrammi di un determinato volume di polvere compresi l'aria atmosferica interposta fra i grani;

2° *Densità reale*, cioè il peso specifico dei grani isolati e comprendenti solo l'aria contenuta nei pori;

3° *Densità assoluta*.

Siccome la densità ha un'influenza grandissima sugli effetti che la polvere deve produrre, così interessa determinarla con esperimenti pratici onde conoscere le applicazioni delle quali è suscettibile ogni singola qualità.

1° *Densità gravimetrica.* — L'istrumento che serve alla determinazione della densità gravimetrica è costituito da un recipiente di rame della capacità esatta di un litro sormontato da un vaso pure di rame foggiato quasi ad imbuto e di capacità un po' più grande. Alla base del vaso che ne è anche la parte più piccola, è applicata un'apertura munita di un'animella che serve a turarla, e questa si trova lontana dalla superficie di rasamento del litro sottoposto circa 20 centimetri.

La polvere da sperimentarsi è messa nel vaso, riempito il quale si rimuove con leggerezza l'animella e la polvere scorre lentamente e con moto uniforme versandosi nel litro sottostante. Questo ricolmo, si rinchiude l'animella e si spiana la superficie del litro togliendo la polvere eccedente con una bacchetta di rame, dopo di che si pesa il litro pieno e con la deduzione della tara già

nota se ne rileva il peso della polvere contenuta in un litro.

2° *Densità reale.* — La densità reale, o peso specifico della polvere, è determinata immergendo una data quantità di grani in un mezzo qualunque che non alteri la composizione della polvere e del quale si osservano le variazioni di volume.

Si ricorse per tale ricerca alla polvere di licopodio, all'acqua satura di nitro, all'alcool assoluto, al mercurio e simili, ma dal più al meno ogni mezzo portava seco qualche causa d'errore, e solo il mercurio cogli apparecchi perfezionati ora in uso dà dei risultati i più prossimi al vero.

Si conoscono varie specie di densimetri a mercurio e lunga sarebbe la descrizione di ognuno. Mi accontenterò di accennare il *densimetro Bianchi* come quello che meglio risponde allo scopo cui è destinato. Esso consta di un vaso cilindrico, o sferico, di vetro, aperto nelle due estremità opposte e fornito in ciascuna apertura di un coperchio mobile munito di rubinetto che lo turi perfettamente. Al coperchio inferiore ed in corrispondenza col foro centrale è avvitato un tubo di vetro terminante a becco che pesca in un recipiente ripieno di mercurio; parimenti si avvita al coperchio superiore un altro tubo di vetro diritto ed alto dai 60 ai 70 centimetri messo in comunicazione, mercè un tubo di gomma, con una macchina pneumatica.

Riconosciuto il peso del recipiente chiuso e determinata la densità del mercurio impiegato per l'esperimento, si stabilisce la comunicazione dell'apparecchio col recipiente del mercurio e con la macchina pneumatica. Formato il vuoto, si lascia salire il mercurio sino ad una altezza

prossima all'altezza barometrica. Con la macchina pneumatica si imprime al mercurio stesso una pressione di 2 atmosfere. Il vaso turato così perfettamente, e ripieno di mercurio compresso è pesato accuratamente, dopo di che si lascia colare il mercurio nel recipiente primitivo. Asciugato bene il vaso s'introduce una determinata quantità di polvere, si rifà il vuoto, si lascia rimontare il mercurio, e lo si sottopone ad una pressione di due atmosfere come nella prima volta, tanto che il mercurio penetra fra gl'interstizi della polvere, prima per aspirazione e quindi per compressione. Si pesa infine di nuovo il vaso con la polvere ed il mercurio contenuti.

Dal peso (P) del vaso ripieno di solo mercurio prima verificato e tenuto calcolo della temperatura del mercurio, si toglie il peso (P') del vaso ripieno di polvere e di mercurio, ed al residuo si aggiunge il peso (A) della polvere che servì alla prova. Il totale così risultato serve di divisore al prodotto del peso della polvere libera moltiplicato per la densità (D) già determinata del mercurio ed il quoziente rappresenterà la densità (d) della polvere, per cui si avrà la formola :

$$d = \frac{A D}{P - P' + A}.$$

Densità assoluta. — La densità assoluta, la quale non è che il peso specifico della polvere fatta astrazione dall'aria contenuta ne' suoi pori, è misurata sia col *Volumenometro di Kopp* o di *Regnault*, sia con lo *Stereometro di Say*. Siffatti istrumenti sono notissimi e si trovano descritti ampiamente in ogni trattato di fisica. D'altronde la determinazione della densità assoluta delle polveri ha

una importanza relativa poichè nella pratica applicazione della polvere da fuoco conviene anzi tener calcolo dell'aria che essa contiene ne' suoi pori.

§ 2^o. *Proprietà meccaniche.*

Le proprietà meccaniche della polvere sono: infiammabilità, combustione, potenzialità, forza e pressione di gas.

La determinazione di tali proprietà dal punto di vista militare e da quello del lavoro delle mine è importantissima, e lo studio paziente e profondo fattone principalmente in questo secolo da chimici insigni condusse appunto alla scoperta di nuovi prodotti esplosivi, i quali modificarono sostanzialmente l'arte della guerra e resero necèssaria una completa trasformazione dell'armamento e del munizionamento.

Non permettendomi la natura di questo libro di sviluppare nè i teoremi, nè le ricerche che si riferiscono a siffatta parte dello studio sulle polveri, accennerò di volo i particolari delle proprietà suddette e le conseguenze sommarie che se ne possono dedurre, salvo ritornare sull'argomento nella parte che tratterà dei nuovi esplosivi.



Infiammabilità. — L'infiammazione od accensione della polvere può essere prodotta:

1^o Dalla percussione violenta per esempio del ferro sul ferro, del granito sul ferro, del granito sul granito,

sul marmo, e così via, sempre quando tale percussione sviluppi il calore necessario ad infiammare la polvere, calore che generalmente è accompagnato dallo sviluppo di una o più scintille;

2° Dalla elevazione di temperatura che, secondo Horsley, deve raggiungere i 315° per accendere la polvere, ma che da replicati esperimenti fatti da Violette variò dai 270° ai 320°. Infatti l'infiammabilità della polvere varia secondo il suo stato pulverolento o granuloso ed a seconda anche della maggiore o minore grossezza dei grani. In generale i grani grossi sono meno infiammabili dei minuti, e questi del polverino.

3° Dal contatto dei corpi infiammati od in ignizione portati ad un'alta temperatura. Così la scintilla elettrica prolungata mediante l'interposizione di un corpo cattivo conduttore, o prodotta da forti correnti d'induzione è un potente e il più sicuro agente di infiammazione della polvere, utilizzabile in particolare nei lavori delle mine.

La velocità d'infiammazione della polvere, che è nulla nel vuoto, è subordinata alla pressione esercitata nell'interno della carica ed è favorita dalla maggiore grossezza dei grani. È minore però nelle polveri fabbricate con carbone rosso, dense e ben lisce, che in quelle prodotte in condizioni opposte.



Combustione. — La combustione delle polveri se avviene in un vaso perfettamente chiuso si effettua senza esplosione e lascia nel fondo del vaso un residuo di prodotti solidi. Quando invece la combustione della polvere

avviene sia all'aria libera, sia in un recipiente aperto almeno da una parte o che in qualche punto non presenti una sufficiente resistenza, allora essa produce sempre l'esplosione la quale, nel secondo caso, è anche accompagnata da una forte detonazione.

La *velocità* di combustione della polvere dipende dalla pressione sotto la quale essa ha luogo, dal mezzo ambiente in cui avviene e dalla composizione della polvere. L'abbondanza in carbone aumenta la velocità di combustione e quella in nitro la rallenta. Così pure essa diminuisce se aumenta l'umidità. Sotto pressione costante la velocità di combustione della polvere è in ragione inversa della densità. Sotto pressioni variabili diminuisce invece quando la pressione s'abbassa al di sotto di un'atmosfera ed aumenta rapidamente ad alte pressioni.

I *prodotti* della combustione della polvere variano e di natura e di proporzioni a seconda della pressione, del modo e della velocità di combustione, del dosamento, della densità, ecc.

In una polvere ricca d'ossigeno al punto da trasformare gli elementi esplosivi in composti stabili e portati al più alto grado di ossidazione è possibile determinare quasi esattamente i prodotti dell'esplosione; ma nelle polveri nere nelle quali l'ossigeno non basta per ottenere un'ossidazione totale dello zolfo e del carbone, allora i prodotti dell'esplosione non possono essere specificati che da una analisi speciale, tenuto calcolo della temperatura, della densità, degli effetti meccanici, ecc.

A Gay-Lussac è dovuto il merito d'aver per il primo determinata la composizione approssimativa dei prodotti della combustione della polvere nera, che sono: Prodotti gassosi suddivisibili in

| | | |
|-----------------------------|-------|----|
| Acido carbonico | parti | 53 |
| Ossido di carbonio. | » | 42 |
| Azoto | » | 5; |

tracce di biossido d'azoto, di carburo idrogenato, di vapore acqueo; residui solidi costituiti da carbonati e solfati di potassa, solfuri, iposolfiti e simili.

Il *calore* sviluppato dalla combustione influisce sulla potenzialità della polvere e conviene determinarlo sia con esperimenti calorimetrici, sia con il calcolo. Siccome esso varia considerevolmente secondo la natura particolare della polvere impiegata non solo ma anche secondo la composizione chimica dei prodotti della combustione, così nel calcolare il calore sviluppato dalla combustione di una determinata polvere si dovrà prendere in considerazione:

1^o La costituzione intima della polvere stessa;

2^o La composizione chimica dei prodotti della sua combustione;

3^o La quantità dei calori di formazione dei composti dello stato iniziale e dello stato finale.

La differenza fra tali calori di formazione darà, come l'ha pienamente dimostrato Berthelot (¹), la quantità di calore di combustione ricercata.



Potenzialità. — Il potenziale, che non è che il lavoro massimo che può compiere una data quantità di materia

(¹) M. BERTHELOT, Sur la force des matières explosives d'après la *thermochimie*.

esplosiva agente sotto la pressione atmosferica, si ottiene moltiplicando il suo calore di combustione, vale a dire il numero delle calorie svolte dai gas prodotti dall'esplosivo, per il n.º 425 che è l'equivalente meccanico del calore.



Forza. — La forza della polvere non è che la pressione risultante dal volume che i gas occupano alla temperatura dell'esplosione ed il lavoro massimo dovuto al calore prodotto, lavoro che è proporzionato alla velocità della reazione chimica; è la pressione cioè che l'unità di peso dell'esplosivo, a una data unità di volume, esercita sopra l'unità di superficie del recipiente nel quale avviene l'esplosione.



Pressione dei gas. — La pressione dei gas infine è variabile secondo le condizioni speciali in cui si verifica l'esplosione, condizioni che vennero riassunte da Berthelot in tre elementi principali:

« 1º la durata delle reazioni molecolari;

« 2º la propagazione successiva della trasformazione
« in tutta la massa;

« 3º la dissociazione avvenuta durante la reazione,
« cioè la produzione di nuove sostanze nel periodo dell'esplosione partendo dal momento in cui il sistema è « portato alla più alta temperatura ».

A condizioni uguali, l'unità di peso di un esplosivo produrrà tanta maggiore pressione coi gas sviluppati nell'e-

splosione quanto più rapida sarà la trasformazione della sua massa. Infatti il fenomeno della dissociazione sembra influire sulla pressione. Se un esplosivo si decompone in gas composti suscettibili di dissociazione, la pressione comincia relativamente debole e va crescendo mano mano che i gas si scompongono in semplici. Se invece la reazione dell'esplosivo dà luogo alla produzione immediata di gas semplici, la pressione sarà energica, istantanea.

La misura della pressione, vale a dire quella del volume e della temperatura dei gas formati nella decomposizione di una sostanza esplosiva in una capacità costante, può essere fornita, come accennerò in seguito, sia da apparecchi fondati ora sul metodo statico, ora su quello dinamico, sia dal calcolo teorico secondo i precetti della termochimica stabiliti per primo dall'illustre Berthelot.

Siccome però, anche nello stesso esplosivo, la pressione non è sempre uniforme nè costante, ma può variare per molteplici e inapprezzabili circostanze, così le misure si ottengono sempre per approssimazione e mai in modo assoluto. È però sempre importante il determinarla sia per la sicurezza dell'arma alla quale l'esplosivo può essere destinato, sia per lo studio comparativo fra diversi esplosivi.

§ 3. *Proprietà chimiche.*

A compiere l'esame delle proprietà della polvere nera mi resta solo da indicare i processi di analisi chimica per determinare i quantitativi e le qualità delle materie prime che entrano a formare una data polvere.

Innanzitutto il campione da analizzarsi deve essere pesato esattamente e sottoposto ad una perfetta essiccazione per rilevarne quindi con una nuova pesata l'umidità che esso

conteneva. Tale essiccazione è compiuta sia con la macchina pneumatica, sia facendo attraversare la polvere da una corrente d'aria secca, o fredda o calda a seconda del sistema adottato.

Ciò fatto si divide il campione in tre porzioni perfettamente uguali fra di loro, e si riserva la prima per la determinazione del dosamento del nitro, la seconda per quello dello zolfo, e la terza infine per quello del carbone.



Prova del nitro. — La prova del nitro è fatta generalmente con lavature d'acqua bollente che discioglie il nitro contenuto nel campione, lasciando intatti lo zolfo e il carbone. L'operazione è fatta con lavature successive compiute in un filtro finissimo che non lasci passare in verun modo le particelle di carbone che in ogni polvere ben lavorata sono minutissime ed impercettibili.

Le acque filtrate vengono raccolte in apposito recipiente e le lavature sono prolungate sino a che l'acqua passando sulla materia ed attraversando il filtro non acquisti più alcun sapore, ciò che dimostra che il nitro fu interamente asportato. Si fa allora evaporare con precauzione il liquido così ottenuto ed il nitro, che naturalmente resta in fondo al recipiente, viene sottoposto all'essiccazione portandolo al calore di 280°, dopo di che lo si pesa e si fa la dovuta proporzione per stabilire il suo dosamento.



Prova dello zolfo. — La prova dello zolfo può essere fatta dosandolo direttamente con il solfuro di carbonio che

discioglie lo zolfo e lascia intatti il nitro ed il carbone, o meglio ancora si dosa lo zolfo trasformandolo in acido solforico e dosando quindi il solfato ottenuto.

Uno dei migliori processi della seconda maniera è dovuto a Gay-Lussac che mescolò grammi 5 di polvere con altrettanto carbonato di potassa pura. Triturato finemente questo miscuglio vi aggiunse gr. 5 di nitro e gr. 20 di cloruro di sodio puro, egualmente triturati. Mescolato il tutto e reso ben intimo il miscuglio, lo sottoponeva in una capsula di platino al calore dei carboni ardenti, finchè, avvenuta la combustione dello zolfo, la massa s'era fatta bianca. Ritirata dal fuoco e lasciatala raffreddare la scioglieva nell'acqua saturando la soluzione con dell'acido cloridrico e precipitando l'acido solforico con una soluzione titolata di cloruro di bario finchè quella che conteneva l'acido solforico non produceva più alcun precipitato. Filtrato allora il liquido restava il solfato di bario dal quale Gay-Lussac rilevava il dosamento dello zolfo contenuto nel campione analizzato. Infatti sapendo che parti 152,440 di cloruro di bario cristallizzato corrispondono a parti 20,116 di zolfo, ed indicato con $Ba\ Cl^2$ 2 acq. il peso del cloruro di bario impiegato e con S quello dello zolfo cercato, si avrà la proporzione

$$152,440 : 20,116 :: Ba\ Cl^2\ 2\ acq. : S.$$



Prova del carbone. — Per far la prova del carbone si mette il campione ben secco in una boccetta di vetro e vi si aggiunge una soluzione di potassa all'alcool che non segni più di 5° all'areometro Baumé. Si fa bollire per

qualche tempo il liquido mettendo la boccetta a bagnomaria e si versa quindi il tutto in un apposito filtro. Il liquore che ne scola è di un bel giallo dorato carico. Si fa intanto bollire una seconda, e se occorre, anche una terza soluzione come la prima versandole successivamente sul residuo rimasto nel filtro. Vi si fa quindi passare dell'acqua distillata finchè questa sortendo dal filtro non abbia più alcun sapore nè solforoso nè nitrico. Lavato accuratamente tutto il filtro e lasciandolo ben gocciolare, lo si colloca sopra un foglio di carta asciugante ove rimane finchè il suo contenuto sia bene asciutto. Si espone finalmente il filtro al calore di un fuoco dolce e lo si gira di tempo in tempo affinchè la dissecazione sia completa in ogni sua parte. Pesatolo ancor caldo e detratto il peso già noto del filtro, ne resta il peso netto del carbone.

§ 4. *Effetti balistici.*

Gli effetti balistici prodotti dalla esplosione delle polveri nelle armi da fuoco si misurano calcolando la *velocità*, la *penetraxione* e lo *spostamento* impressi ai proiettili, nonché la *pressione dei gas* sulle pareti interne della canna o della camera dell'arma.

Apparecchi speciali che andarono mano mano modificandosi e perfezionandosi vennero adottati per calcolare gli effetti balistici delle polveri.

La *velocità*, la *penetraxione* e lo *spostamento*, dalle più semplici prove fatte coi *provini* propriamente detti e vari nel congegno perchè ora a molla, ora a peso, ora ad ingranaggio, ora a mortaio e simili, giunsero alle determinazioni più esatte ottenute, un tempo col *fusile* e col *can-*

none a pendolo, ed oggi con gli apparecchi elettro-balistici. Questi, applicati alle prove sulla portata dei proiettili, hanno lo scopo di determinare la durata del tempo impiegato dal proiettile a colpire un dato punto, sia direttamente, sia deducendo tale durata da noti fenomeni osservati simultaneamente.

Fin dal 1840 Wheatstone inventò un *cronoscopio elettro-magnetico* che però non entrò mai nel campo della pratica.

Più tardi, ma non con migliore successo per ciò che riguarda l'applicazione agli esperimenti balistici, Pouillet costruì un *galvanometro* per la valutazione della velocità iniziale della palla mercè lo spostamento dell'ago calamitato sottoposto all'azione di una corrente elettrica di forza conosciuta.

Di utilità pratica maggiore perchè maneggevole e preciso è il *Cronografo elettro-balistico* ideato da Le Boulangé nel 1867 per misurare la velocità dei proiettili, e perfezionato più tardi dallo stesso Le Boulangé e da Bréger.

Il principio sul quale si fonda il *cronografo di Le Boulangé e Bréger* sta nell'interruzione di due circuiti elettrici nel momento in cui parte il colpo e in quello in cui il proiettile giunge ad un bersaglio posto ad una distanza nota.

Sulla legge della caduta dei corpi viene fondato il principio per la misura del tempo interposto fra le due interruzioni dei circuiti indicati.

L'apparecchio consta di due elettrocalamite i cui circuiti passano, l'uno avanti alla bocca del fucile con un filo di rame argentato, l'altro sulla piastra che serve da bersaglio.

Le elettro-calamite possono tener sospesi due cilindri di

acciaio di dimensioni e di peso noti: l'uno corto e l'altro lungo e rivestito di una camicia di metallo dolce (zinco).

Conoscendo la massa dei due cilindri, si può calcolare la velocità con la quale essi cadono, quando i circuiti vengano interrotti e le elettro-calamite non abbiano più la proprietà di sorreggerli.

L'apparecchio è disposto in modo che quando il cilindro più corto cade, viene ad urtare una molla per la quale una punta di acciaio giunge a imprimerè un segno sul rivestimento di zinco del cilindro lungo vicino.

Se i due circuiti si interrompono contemporaneamente, l'incisione sul cilindro lungo verrà fatta in un punto determinato. Se passa un certo numero di secondi fra l'interruzione del primo circuito (a cui è legato il cilindro lungo) e l'interruzione del secondo, la punta urterà il cilindro dopo che esso avrà percorso un certo spazio, ossia il segno sarà ad una distanza dal segno precedente corrispondente allo spazio percorso dal cilindro nel tempo passato tra le due interruzioni. Ma siccome è nota la massa del cilindro, per la legge sulla caduta dei pesi si calcola la sua velocità. Da questa e dallo spazio misurato fra i due segni si calcola il tempo passato fra i due momenti di interruzione.

Il primo circuito, a cui è legato il cilindro lungo, è in comunicazione col filo di rame argentato che passa avanti alla bocca del fucile, l'altro è collegato al bersaglio. I circuiti si interrompono, il primo al momento in cui parte il proiettile, il secondo al momento in cui il proiettile giunge al bersaglio. Abbiamo visto come si misura il tempo trascorso tra le due interruzioni: la distanza tra il fucile e il bersaglio è nota. Quindi si calcola la velocità del proiettile.

Per abbreviare il calcolo vi sono tabelle speciali per ogni apparecchio.



Assai preciso, ma molto delicato è il *Cronografo di Schultz* il quale è basato sullo stesso principio del precedente.

I due momenti di interruzione dei circuiti vengono registrati, mediante un apparato elettrico, su un cilindro che ruota lentamente sul proprio asse con leggero spostamento, e che è rivestito da un foglio di carta affumicata. Sul cilindro vengono impresse le vibrazioni di un diapason mediante una leggera punta metallica attaccata al diapason stesso. Le registrazioni dei due momenti in cui vengono interrotti i circuiti, limitano un tratto della linea indicante le vibrazioni.

Si conosce il numero di vibrazioni al secondo del diapason: è chiaro che il numero di anse della linea darà il tempo trascorso fra le due interruzioni, e cioè il tempo impiegato dal proiettile ad andare dall'arma al bersaglio: di qui la velocità cercata.

Si comprende che la delicatezza dello strumento non permette di fare un grande numero di determinazioni in breve tempo.

Perciò, come ho già detto, si impiega molto vantaggiosamente il Cronografo Le Boulangé che, se non ha l'esattezza dello Schultz, ha il vantaggio di poter essere adoperato per un gran numero di determinazioni.



La *pressione dei gas* sulle pareti interne dell'arma sviluppata al momento della reazione esplosiva varia enor-

memente secondo la natura della polvere e le condizioni speciali della esplosione. Essa può venire misurata sia direttamente, sia con calcoli teorici fondati sulla densità, le pressioni specifiche, i prodotti caratteristici, ecc.

La misura diretta è data da apparecchi che si dividono in due specie, cioè: quelli fondati sul *metodo statico*, che consiste nell'opporre alla forza da calcolarsi una forza conosciuta e che deve equilibrarsi con la prima; e quelli sul *metodo dinamico* basato sullo studio della legge del movimento comunicato a un corpo pesante, movimento che gli è impresso dalla forza da valutarsi.

Il primo a fare esperimenti col *metodo statico* fu Rumford che costruì a tal uopo nel 1792 un apparecchio speciale col quale cercava per tentativi replicati il peso capace di equilibrarsi con la pressione dei gas della polvere. Le prove e gli apparecchi andarono mano mano perfezionandosi, finchè si giunse alla *Bilancia manometrica* di Deprez che è sensibilissima e perfetta.

Del *metodo dinamico* fu un valente cultore il generale Cavalli il quale fece dal 1845 al 1860 moltissimi esperimenti per determinare prima la pressione sviluppata dall'esplosione della polvere nei vari punti dell'anima del cannone, e più tardi per paragonare la resistenza relativa dei cannoni lisci e di quelli rigati.

Gli apparecchi più noti per siffatti esperimenti sono dovuti a Deprez ed a Sébert, i quali con lo *Accelerometro* e con lo *Accelerografo* diedero modo di studiare la legge del movimento di un corpo pesante prodotto dall'azione dei gas esplosivi. La possibilità di adattare i loro apparecchi alle stesse bocche da fuoco arreca gran vantaggio alla speditezza della prova ed alla sua pratica applicazione.

Finalmente il *Velocimetro* di Sébert è di una sensibilità

tale che permette anche di studiare la legge del movimento di qualunque corpo che riceva qualsiasi scossa rapida e violenta.

Oggi il più usato è il cosiddetto *Crusher*, italianamente *Piesimetro*, che si basa sulla misura dello schiacciamento subito da un metallo dolce sottoposto all'azione della pressione dei gas sviluppati dall'esplosione nella canna dell'arma da fuoco.

L'apparecchio consiste in un cilindro di rame rosso di determinate dimensioni posto fra una specie di incudine fissa in acciaio ed un pistone mobile pure in acciaio e munito di scanalature di chiusura. Il tutto è montato nella culatta d'un cannone in modo che la base del pistone sia rivolta verso l'apertura della culatta medesima. Il cilindro di rame è sostenuto da una specie di supporto in caoutchouc. Dal centro dell'incudine fissa parte verso la bocca dell'arma un orificio per l'evacuazione dell'aria.

Dalla bocca verso l'interno della culatta è applicato un tappo con vano cilindrico centrale nel quale scorre con dolce sfregamento il pistone. La carica è preparata sotto la forma di una cartuccia cilindrica attraversata da un filo di ferro che è portato al rosso dalla scarica elettrica. Sotto la pressione dell'esplosione il pistone comprime il cilindro di rame, il cui schiacciamento totale, ove avvenga, corrisponde alla pressione massima.

Vieille per misurare lo sviluppo della pressione che si produce nell'interno dell'arma, ha applicato all'apparecchio una lamina che vibra in rapporto ai movimenti del pistone, e le cui vibrazioni sono registrate mediante una punta sopra una placca ricoperta di nero fumo annessa al pistone. Dal numero di vibrazioni al secondo della lamina

si deduce il grado di pressione subita dal cilindro in funzione del tempo (1).

§ 5. *Esame fisico della polvere nera.*

Riepilogando quanto ho scritto finora sulle proprietà della polvere nera, presentandosi questa ad un esame rapido e superficiale, per essere buona offrirà i seguenti caratteri:

1° Il suo aspetto sarà di colore perfettamente uniforme e di un bel nero-ardesia brillante. Se il nero è cupo o tende all'azzurro è segno che vi è un eccesso di carbone nella composizione della polvere o che questa è umida.

2° Macinata finamente, la grana manterrà il suo colore uniforme. Se presenta all'occhio dei punti luccicanti e biancastri denoterà che la polvere subì l'azione dell'umidità e che ne restò alterata al punto da provocarne delle efflorescenze nitrose.

3° I granelli dovranno resistere ad una certa pressione, e quando fossero compressi energicamente sul palmo della mano, si romperanno risuonando con leggero crepitio. Se la grana si rompe con troppa facilità è segno che è umida o che non fu bene lavorata; se premendola dopo schiacciata si sentono sul palmo della mano delle asperità acute, ciò dimostrerebbe che lo zolfo che entra nella sua composizione non venne sufficientemente polverizzato.

4° Facendo scorrere leggermente della polvere nera sopra un foglio di carta bianca, questa non deve lordarsi;

(1) Veggasi a pag. 162 Apparecchi per la valutazione dello proprietà degli esplosivi.

accesa sul foglio stesso, la polvere, se buona, svilupperà una gran vampa esplosiva ma il foglio resterà intatto come dissi a pag. 134. Un'altra prova identica a questa ma più sensibile venne ideata da Chabrier ⁽¹⁾ che procedeva nel seguente modo:

Preparato un foglio di carta comune tinto ad acquarello con amido-iodurato lo incollava sopra una lastra di vetro. Ciò fatto vi stendeva sopra mezzo grammo di polvere, disponendola a cerchio ed in modo che i granelli fossero aderenti ma senza sovrapporsi. Dato fuoco alla polvere questa esplodeva decomponendo in parte l'amido-iodurato di cui era tinto il foglio, per cui restavano su questo delle tracce che variavano con delle gradazioni diverse di tinte secondo che la polvere era più o meno lavorata. Così, ad esempio, una sfumatura di punti nero-rossicci fini e compatti dimostrerebbe che la triturazione delle materie prime fu accurata ed il mescolamento perfetto; larghe macchie sparse oscuro-caliginose indicherebbero una triturazione imperfetta e per conseguenza difettosa la qualità della polvere sperimentata.

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, 1874.

Questo testo è stato scandito
e riprodotto in formato digitale
da Edoardo Mori titolare del
sito <http://mori.studionet.it>

LIBRO TERZO

ESPLOSIVI MODERNI.

PARTE PRIMA.

POLVERI DERIVATE DALLA POLVERE NERA

CAPITOLO I

Polveri diverse.

I crescenti bisogni dell'industria mineraria, la concorrenza che imponeva di ridurre più che fosse possibile il prezzo delle polveri da mina, il desiderio di aumentarne la propulsività ed infine anche l'amore di novità, indussero i fabbricanti di polveri e gli studiosi a modificare ora i dosamenti delle polveri ordinarie, ora a sostituire l'uno o l'altro de' suoi componenti con altre sostanze analoghe destinate però a compiere lo stesso ufficio ma con vantaggio o della forza o del costo, o d'amendue ad un tempo.

Le polveri così modificate sono numerosissime e talune anche ebbero risultati soddisfacenti, ma in conclusione tutte le nuove scoperte fatte in proposito non ottennero nè il pubblico favore nè perfettamente lo scopo per il quale erano state fatte. Tuttavia ebbero il vantaggio reale di

condurre alla scoperta dei nuovi prodotti esplosivi che ormai sostituiscono in gran parte la polvere nera, e che avvantaggiarono ora gli effetti delle mine, come la dinamite, ora la potenzialità e l'aggiustatezza del tiro, come le polveri così dette senza fumo.

Come ho prima dimostrato, gli effetti balistici delle polveri si dividono in due specie, di cui una è utilizzabile per espellere il proiettile dall'arma, mentre l'altra, cioè la pressione dei gas sulle pareti interne della canna, è al contrario nociva, sia per il deterioramento che arreca alle armi, sia per la parte sensibile di potenziale che sottrae alla spinta che deve subire il proiettile.

Or dunque una polvere sarà tanto più efficace quanto minore sarà la pressione laterale dei gas e maggiore l'impulso esercitato sul proiettile.

Giova poi anche osservare che una buona polvere non deve essere nè troppo viva, perchè comprometterebbe la sicurezza dell'arma, nè troppo lenta, perchè allora si completerebbe la sua combustione innanzi che il proiettile acquisti la massima velocità.

Le polveri nere, compresse, granulate, lisce, quali oggi si fabbricano nei migliori polverifici, hanno raggiunto in parte il duplice scopo di aumentare la velocità iniziale del proiettile diminuendo in pari tempo la pressione dei gas; ma ciò non ostante sono lungi dall'essere il prototipo di una polvere ideale perchè sporcano eccessivamente le armi e svolgono un fumo denso, abbondante e lento a dissiparsi, che si oppone alla rapidità del tiro.

Inoltre il grande progresso fatto in questo mezzo secolo dalle armi da fuoco, principalmente con la progressiva riduzione del calibro dei fucili e la conseguente diminuzione di peso del proiettile, impose la necessità di aumentare la

forza espansiva della polvere per accrescere la velocità iniziale del tiro.

Raggiunto il massimo perfezionamento possibile nei metodi di fabbricazione della polvere nera, gli inventori si rivolsero alla ricerca di nuovi composti esplosivi che dassero i risultati sperati.

Indipendentemente dalle ricerche sulla nitrificazione delle sostanze organiche e che condussero alla scoperta delle nitrocellulose e della nitroglicerina, delle quali tratterò poi ampiamente, i tentativi di migliorare la polvere nera ne' suoi effetti di propulsione e balistici si rivolsero per molto tempo alla sostituzione di una o più delle sostanze che compongono la nota polvere pirica, o all'aggiunta di altre materie, in modo da ottenere una maggiore e più efficace ossidazione delle parti combustibili per opera del comburente a queste mescolato, con vantaggio dello sviluppo dei gas nella esplosione.

Come ho già accennato al capitolo che tratta della scoperta dei nuovi esplosivi, il chimico francese Berthollet trovò nel 1785 il clorato di potassa e lo sostituì al nitrato di potassa nella fabbricazione della polvere nera.

In apposito capitolo mi occuperò degli esplosivi clorati, avendo questi oggi assunta nuova importanza colle ultime applicazioni fattene dall'industria.

Ripeterò qui soltanto che le polveri al clorato di potassa ebbero per molto tempo cattiva fortuna, e i fabbricanti cercarono altri mezzi per ottenere polveri piriche più potenti, oppure anche di minor costo, di quella composta con nitrato di potassa, zolfo e carbone.

Le prime modificazioni si sono fatte con la polvere da mina sostituendovi il nitrato di soda a quello di potassa. Sebbene il nitrato di soda sia avidissimo dell'umidità del-

l'aria, e renda perciò deliquescenti le polveri delle quali entra a far parte, è tuttavia un efficace comburente nelle polveri da mina se queste sono mantenute in locali asciutti prima del loro impiego. Il nitrato di soda offre il vantaggio di costare poco e di rendere perciò possibile la produzione di un esplosivo da mina molto economico.

La **Polvere da mina Freiberg** fu il primo tipo di tale specie di polveri nere e viene composto con:

| | |
|---------------------------|------------|
| Nitrato di soda | parti 64 — |
| Zolfo | » 18,25 |
| Carbone | » 17,75 |

Totale parti 100 —

Seguirono, fra le più notevoli:

la **Polvere di Vetzlar**, a base di nitrato di soda, e nella quale il carbone è sostituito dai residui essiccati della concia delle pelli;

la **Polvere Davay** brevettata nel 1858 è composta di:

| | |
|------------------------------------|----------|
| Nitrato di soda (o di potassa) . . | parti 65 |
| Zolfo | » 15 |
| Carbone | » 12 |
| Crusca, amido o farina | » 8 |

il **Pyronome De Tret** brevettato nel 1859, costituito da:

| | |
|-----------------------------|-------------|
| Nitrato di soda | parti 52,50 |
| Zolfo | » 20 — |
| Residui di concia | » 27,50 |

la **Polvere Oxland** comparsa nel 1860, nella produzione della quale si purifica il nitrato di soda impiegando la soda per precipitare i sali di calce e di magnesia, è dosata in:

| | |
|---------------------------|------------|
| Nitrato di soda | parti 70 — |
| Zolfo | » 12,50 |
| Carbone | » 17,50 |

la **Polvere Roberts et Dale**, nella quale si cercò di attenuare l'igroscopicità del nitrato di soda addizionandolo con del solfato di magnesia anidro.

La **Polvere Eisler** composta di nitrato di soda, zolfo e zucchero;

la **Gunn**, polvere da mina americana fabbricata con:

| | |
|------------------------------------|----------|
| Nitrato di soda | parti 63 |
| Catrame ricco di prodotti volatili | » 22 |
| Zolfo | » 15 |

la **Violette** costituita da:

| | |
|---------------------------|-------------|
| Nitrato di soda | parti 62,50 |
| Acetato di soda | » 37,50 |

polvere eccessivamente igroscopica. Vi si aggiunge talvolta dello zolfo in ragione di $\frac{1}{10}$ per rendere più deflagrante il miscuglio.

Altri tentativi di trasformazioni delle polveri furono fatti con costituzione o aggiunta di nuove sostanze. Così, ad esempio, nel 1856 venne brevettata in Inghilterra la

Polvere Murtineddu, miscuglio di:

| | | |
|------------------------------|-------|-----|
| Nitrato di potassa | parti | 100 |
| Zolfo | » | 100 |
| Segatura di legno | » | 50 |
| Sterco di cavallo | » | 50 |
| Cloruro di sodio | » | 10 |
| Melassa | » | 4 |

Lo sterco di cavallo era impiegato per utilizzare i prodotti ammoniacali che contiene, e la melassa per dare coesione al miscuglio.

La polvere Murtineddu fu ben presto abbandonata, e lo sterco di cavallo venne lasciato in pace. Ma verso l'anno 1896 Fulöph e Lakovic a Budapest lo richiamarono all'onore di componente di un esplosivo che denominarono **Fülöpít** e composero con:

| | | |
|------------------------------|-------|----|
| Sterco di cavallo | parti | 60 |
| Nitrato di potassa | » | 26 |
| Fiore di zolfo | » | 10 |
| Materie coloranti | » | 4 |

Il **Fülöpít** è un miscuglio grossolano, di colore grigiastro, nel quale si scorgono all'evidenza le parti legnose dello sterco che vi entra in gran parte, igroscopico, che abbrucia all'aria libera con fiamma viva ma senza esplodere sviluppando un fumo denso e lasciando abbondanti residui solidi. Impiegato nelle mine ha un'azione lenta e utilizzabile nell'estrazione di grossi blocchi di minerale dalle cave.

Si producono anche delle polveri nere impiegando nello stesso miscuglio ambo i nitrati di potassa e di soda e fra le più note si annoverano:

la **Polvere di Schäffer et Badenberg** che dal 1863 si fabbrica mescolando nitrato di soda e di potassa, zolfo, carbone di legna, polvere di carbon fossile, tartrati di soda e di potassa;

la **Pyrolite** composto di nitrati di soda e di potassa, fiore di zolfo, segatura di legno, polvere di carbone e carbonati o solfati di soda;

la **Polvere di Terré** brevettata nel 1871 e composta di:

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| Nitrato di potassa | parti 51,50 |
| Nitrato di soda | » 16 — |
| Zolfo | » 20 — |
| Segatura di legno | » 11 — |
| Polvere di carbon fossile | » 1,50 |

la **Pyronitrina** proposta nel 1983, identica alle precedenti e che contiene inoltre della resina e del catrame;

la **Lithotrito** che dal 1885 si produce nel Belgio col miscuglio di:

| | |
|------------------------------|------------|
| Nitrato di potassa | parti 50 — |
| Nitrato di soda | » 16 — |
| Fiore di zolfo | » 18 — |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| Segatura di legno forte . . . | parti 8 — |
| Carbone | » 1,50 |
| Carbonato d'ammonio | » 3,50 |
| Ferrocianuro di potassio . . . | » 3 — |

la **Bielefeld** che contiene nitrati di potassa e di soda, zolfo, catrame e bicromato di potassa;

la polvere **Hardy**; la **Hérackline**; la **Miller**; infine la **Petroclastite** composta di:

| | |
|--------------------------------|----------|
| Nitrato di soda | parti 69 |
| Nitrato di potassa | » 5 |
| Zolfo | » 10 |
| Catrame di litantrace | » 15 |
| Bicromato di potassa | » 1 |

Questo miscuglio è fortemente compresso fra due piastre di metallo riscaldate. Il catrame di litantrace rammollendosi al calore assicura la coesione del miscuglio, e ne diminuisce di molto l'igroscopicità. La temperatura di infiammazione della *petroclastite* è a 350°. La sua combustione è lenta, e la sua forza è intermedia fra quella della polvere pirica da mina e quella della dinamite.



Nella composizione delle polveri nere si sostituirono talvolta al nitrato di potassa, o si unirono a questo, ora il nitrato di bario, ora quello di ammonio.

Fino dal 1862 si produsse la

Saxifragine composta di:

| | |
|------------------------------|----------|
| Nitrato di bario | parti 77 |
| Carbone | » 21 |
| Nitrato di potassa | » 2 |

Nel 1872 comparve la

Pudrolite nella quale entrano:

| | |
|--------------------------------|----------|
| Nitrato di potassa | parti 68 |
| Nitrato di soda | » 3 |
| Nitrato di bario | » 3 |
| Zolfo | » 12 |
| Carbone | » 6 |
| Segatura di legno | » 5 |
| Residui delle concie | » 3 |

Nella *pudrolite* i nitrati di soda e di bario sono prima sciolti nell'acqua calda; vi si aggiungono in seguito la segatura di legno e i residui di concia; si fa essiccare tale impasto, dopo di che si procede al miscuglio del medesimo con le altre sostanze.

Il nitrato d'ammonio, o di ammoniaca, venne per la prima volta nel 1867 impiegato nella fabbricazione degli esplosivi, ed ebbe larghe applicazioni malgrado la sua igroscopicità di molto superiore a quella dello stesso nitrato di soda.

Il nitrato d'ammonio viene oggi combinato con i clorati, con la nitroglicerina, e con molte altre sostanze nella fabbricazione dei più moderni e potenti esplosivi. Me ne occuperò adunque di nuovo nella parte del libro che li ri-

guarda. Qui basterà che accenni come il nitrato di ammonio sia stato utilizzato anche nelle polveri nere, e così fra le più note merita menzione la

Polvere amido brevettata nel 1885 e composta di:

| | |
|------------------------------|-------------|
| Nitrato di potassa | parti 48,50 |
| Nitrato di ammonio | » 38,50 |
| Carbone | » 13 — |

Questa polvere, oltre che per le mine, potrebbe servire anche per le armi da fuoco essendo poco fumigena e non esercitando che una debole pressione sulle pareti della canna, mentre sarebbe dotata di energiche proprietà balistiche.

Altra applicazione del nitrato di ammonio si ha nel miscuglio detonante

Nitro cupro-ammonico composto di:

| | |
|----------------------------------|----------|
| Nitrato cupro-ammonico | parti 20 |
| Nitrato d'ammoniaca | » 80 |

e che serve come esplosivo da mina.

Altre varietà ancora della polvere pirica comune sono:

la **Polvere Bennet** costituita da

| | |
|------------------------------|----------|
| Nitrato di potassa | parti 65 |
| Zolfo | » 10 |
| Carbone | » 18 |
| Calce diluita | » 7 |

la quale ultima serve a dare maggiore durezza alla grana;

la **Haloxillina** la cui specialità è quella di non avere lo zolfo fra i suoi componenti, che sono: nitrato di potassa, carbone, segatura di legno e ferrocianuro di potassio, oppure prussiato rosso di potassa. Questa polvere è molto più potente della polvere nera solita da mina, e si vuole che ne sia meno pericolosa la fabbricazione;

la **Polvere Amidogene** che si fabbrica in Svizzera con:

| | |
|-------------------------------|----------|
| Nitrato di potassa | parti 73 |
| Zolfo | » 10 |
| Crusca | » 8 |
| Carbone | » 8 |
| Solfato di magnesia | » 1 |

la **Courteille** nella quale al salnitro, zolfo e carbone sono aggiunti della torba e dei solfati metallici;

le **Carboazotina** composta di salnitro, zolfo, nero fumo e segatura di legno finamente macinati e quindi mescolati in una soluzione calda di solfato di ferro. Viene in seguito essiccata e granita coi soliti sistemi.



L'elenco delle polveri derivate dalla polvere nera non terminerebbe così presto, ma per lo più si tratta di esplosivi che si assomigliano molto fra loro e che testimoniano soltanto della varia fantasia degli inventori, senza risolvere però il problema di un vero ed efficace progresso,

Sarebbe quindi superfluo proseguire nella enumerazione di tante varietà di polveri. Dirò soltanto, per concludere, che si tentò anche di dare maggiore potenza alle polveri nere da mina imbibendole di nitroglicerina, e si produsse ad esempio la **Janite** che fu impiegata nei lavori di scavo nell'istmo di Corinto (¹); la **polvere Allison** e simili.

Le leggi inglesi, che sono severissime in fatto di esplosivi, determinano in modo perentorio e con apposito elenco le polveri e gli esplosivi dei quali è permesso l'impiego nelle miniere di carbon fossile, antraciti, ecc., ove cioè si svolge facilmente il grisou, allo scopo appunto, come è agevole comprendersi, di evitare possibilmente i terribili disastri che, a somiglianza di quello notissimo di Courrières in Francia, fanno tante vittime umane. Fra le varie polveri ammesse in tale elenco accennerò:

la **Polvere Elefante** composta di zolfo, nitro e carbone, che deve essere caricata nelle mine coll'addizione del 50 % in peso di oxalato neutro di ammoniaca, diviso però dalla polvere che costituisce la carica, mercè un diaframma leggero di tela, di carta, o simili che ne impedisca il miscuglio. L'oxalato di ammoniaca può essere anche sostituito da bicarbonato di soda che, come l'oxalato di ammoniaca, eserciterebbe un'azione di raffreddamento sui prodotti dell'esplosione;

la **Polvere Aposite** costituita da nitrato di ammonio, nitrato di potassa, carbone, segatura di legno, zolfo e acqua;

(¹) DANIEL, *Dictionnaire des matières explosives*.

l'esplosivo **Monachit** che si fabbrica in Baviera ed è un composto di nitrato di ammonio, trinitroossilolo, nitrato di potassio, cotone collodio, ossalato di ammonio, idrocarburi e farine vegetali.

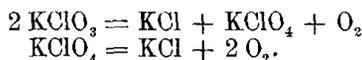
L'uso delle polveri per le miniere è limitato da molte e varie prescrizioni sulla grossezza della grana, sulla temperatura di combustione dell'esplosivo, sul confezionamento delle cartucce, sul borrhaggio, ecc., tendenti tutte a garantire l'incolumità degli operai e quella delle cave.

CAPITOLO II

Polveri al clorato.

§ 1. *Clorato di potassio* (KClO₃).

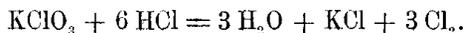
È un corpo solido, bianco, salato al gusto, che cristallizza in tavole del sistema monoclinico. Insolubile nell'alcool, è poco solubile in acqua fredda (5 %), mentre la sua solubilità aumenta col calore; fonde a 334°. A temperatura più elevata (352°) sviluppa ossigeno dando luogo a cloruro e perclorato il quale ultimo, per un ulteriore innalzamento di temperatura, sviluppa anch'esso ossigeno trasformandosi in cloruro



In questa trasformazione si sviluppa calore (7960 calorie, corrispondenti al lavoro di 33.4 Kjul).

Esposto il clorato di potassa a un brusco elevamento di temperatura acquista una sensibilità eccessiva e può esplodere per l'azione di un piccolo urto o anche per un leggero strofinamento.

Con acido cloridrico il clorato potassico sviluppa cloro



Si ottiene facendo gorgogliare un eccesso di cloro in una soluzione di potassa caustica o a freddo, o, meglio, alla temperatura di 90°



oppure riscaldando l'ipoclorito



che si forma per azione del cloro sulla potassa quando il cloro non è in eccesso e la reazione avviene a freddo.

Industrialmente oggi si prepara elettroliticamente.

Oettel dimostrò che facendo l'elettrolisi di una soluzione alcalina e calda di cloruro di potassio, si ottiene il clorato.

L'elettrolisi si fa in vasche di legno rivestite di piombo o in vasche di grès isolate. Gli anodi sono formati da lastre di platino iridiate (col 10 % di iridio) di 1 mm. di spessore; i catodi da una lega di ferro e nichel rivestita di amianto per facilitare lo svolgimento di idrogeno.

Si mantiene il bagno ad una temperatura fra i 45° o i 70°, con correnti da 4 a 5 volts.

Si forma dapprima dal cloruro l'ipoclorito, e poi da questo il clorato, che per raffreddamento del bagno si separa cristallizzato.

In Italia vi è un'importante fabbrica di clorato elettrolitico a Legnano. Nella fabbrica di Bussi (Abruzzo) si ottiene clorato di sodio, come prodotto secondario, nella fabbricazione della soda caustica elettrolitica.

Vi sono importanti fabbriche di clorato elettrolitico in Svizzera, Francia, Svezia e Norvegia, ecc. là dove si trovano abbondanti forze d'acqua.

Oltre che nell'industria degli esplosivi, il clorato è adoperato anche in tintoria.

§ 2. *Perclorato di potassio* (KClO_4).

È difficilmente solubile in acqua, si trova spesso nel salnitro del Chili, grezzo, si prepara per via elettrolitica partendo dal cloruro di sodio. Da questo, elettroliticamente si passa al clorato di sodio (NaClO_3) che, in soluzione concentrata e fredda, per nuova elettrolisi e mantenendo la temperatura bassa mediante appositi refrigeranti, aggiunge un nuovo atomo di ossigeno, trasformandosi in perclorato sodico (NaClO_4).

Questo viene poi trattato con soluzione concentrata di cloruro potassico, e si separa cristallino il perclorato di potassio perchè è molto solubile in acqua come ho già detto.



La presenza di bicromato potassico pare aumenti la resa.

È usato nell'*industria degli esplosivi* per la sua ricchezza di ossigeno. Il suo potere ossidante però non si esplica che allo stato solido e ad alta temperatura.

È più stabile del clorato, e perciò sviluppa una combustione meno rapida e meno violenta.

§ 3. *Perclorato d'ammonio* ($\text{NH}^+ \text{ClO}_4^-$).

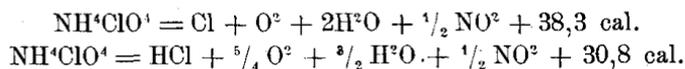
È un corpo poco solubile nell'alcool, solubile nell'acqua fredda, solubilissimo nella calda.

Cristallizza in prismi bianchi ed ha un sapore caratteristico.

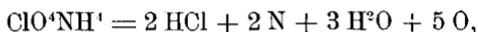
È più stabile del nitrato d'ammonio e non è igrometrico.

Sottoposto al calore si fonde e quindi sviluppa dei vapori. Si decompone assai lentamente e, mentre il processo di dissociazione comincia dai 110° ai 140° C., la decomposizione isotermica si produce a 200° C. con esalazioni fumigene e biancastre di acido cloridrico.

La sua formula di decomposizione è pur tuttavia incerta, e così varia, ad esempio, come segue (1):



Secondo il Chalon, la formula teorica di decomposizione del perclorato d'ammonio è



pari ad una temperatura di detonazione di 1084° e ad uno sviluppo di 1615 litri di gas.

Il perclorato di ammonio si ottiene mercè la doppia decomposizione del nitrato d'ammonio e dal perclorato di sodio. Per gli usi industriali è fabbricato elettroliticamente.

Serve di base alla produzione degli esplosivi tipo « Alvisi » ai quali dà una elevata energia potenziale con sviluppo di un grande volume di gas.

§ 4. *Composti esplosivi.*

Il clorato di potassa, benchè sia meno ricco del nitrato in ossigeno, tuttavia decomponendosi con maggiore facilità e completamente, ispirò nel 1785 al chimico Berthollet l'idea di sostituirlo al nitrato nella composizione della pol-

(1) VENNIN ET CHESNEAN: *Poudres et Explosifs*.

vere nera ritenendo di dotarla di una maggiore velocità di combustione accompagnata da uno sviluppo straordinario di calore e da forti pressioni iniziali.

La **Polvere Berthollet** era composta di

| | |
|------------------------------|------------|
| Clorato di potassa | parti 75,— |
| Zolfo | » 12,50 |
| Carbone | 12,50 |

Ma l'eccessiva sensibilità del clorato, anche se mescolato a sostanze combustibili, diede luogo ben presto a una formidabile esplosione che fece delle vittime umane e distrusse la fabbrica dove si produceva la polvere Berthollet.

Si fecero dei nuovi tentativi anche per l'impiego del miscuglio di clorato nelle bocche da fuoco di artiglieria, ma furono presto abbandonati sia per l'azione corrosiva che esercitava sulle pareti interne dell'arma, sia per l'estrema facilità che aveva quel miscuglio di esplodere spontaneamente.

Nel 1849 Augendre combinò il clorato di potassa col prussiato giallo di potassa e con lo zucchero. Ne ottenne un potente ma pericoloso esplosivo da mina che denominò **Polvere bianca**.

Nel 1850 si ebbe la **polvere Melville** composta di clorato di potassa misto all'arsenico solforato giallo e al prussiato di potassa; però le esalazioni arsenicali che sviluppava tale composto nell'esplosione lo resero impraticabile.

Non cessarono per questo le prove intorno al clorato di potassa e così si ebbero:

nel 1852 la **Polvere Daway** nella quale il clorato era unito al nitrato e al prussiato giallo di potassa, con aggiunta di bicromato di potassa e di solfuro di antimonio;

nel 1862 la **Polvere Kellow et Short** composta di clorato e nitrato di potassa, nitrato di soda, zolfo e segatura di legno; nonchè

le **Polveri Riker** nelle quali, alle sostanze componenti la Kellow, erano aggiunti ora il bicarbonato di soda, ora delle alghe marine, ora anche della polvere di carbone.

Numerosi altri composti con base di clorato di potassa si potrebbero qui elencare, ma come ho già detto ebbero tutti un favore momentaneo ben presto svanito a causa della loro eccessiva instabilità. Li ometto perciò, non presentando la loro enumerazione che un limitato interesse, e accennerò soltanto a un esplosivo originale che usciva dal carattere comune delle polveri granite, cioè alla

Polvere-carta Melland, brevettata nel 1865 e fabbricata sciogliendosi:

| | | |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Carbonato di potassa | parti | 9.— |
| Nitrato di potassa | » | 4.50 |
| Prussiato giallo di potassa | » | 3.25 |
| Carbone | » | 3.25 |
| Cromato di potassa | » | 0.10 |
| Amido | » | 0.05 |
| Acqua | » | 79.85 |

Totale 100.—

Portata la soluzione all'ebollizione, vi si immerge della carta assorbente, che mano mano viene arrotolata in forma

di cartucce. Queste sono poscia essicate a 100° e finalmente intonacate con una soluzione di

| | |
|-------------------------|---------|
| Nitro-amido | parti 1 |
| Acido nitrico | » 3 |

la quale avvolge la cartuccia con una specie di vernice che la preserva dall'umidità.

Un altro tipo di

Polvere-carta fu brevettato nel 1873 e composto di

| | |
|---|------------|
| Nitrato di potassa | parti 54.— |
| Clorato di potassa | » 33.— |
| Polvere di carbone | » 6.50 |
| Segatura finissima di legno forte | » 6.50 |

Queste sostanze sono amalgamate in una madia con sufficiente quantità d'acqua nella quale fu disciolta della gomma arabica o della destrina, in modo da ottenere una specie di pasta che viene poi stirata a forma di fogli di carta per farne in seguito delle cartucce.

Alla stessa categoria, sebbene a componenti diversi, appartengono gli esplosivi noti sotto i nomi di: **Pyropapier**, **Dinamogeno**, **Spiralite**, **Gelbite**, **Carta esplosiva Peley**, ecc.

Nonostante le replicate delusioni patite, nonostante le sorprese troppe volte disastrose riserbate dal clorato di potassa nelle sue applicazioni agli esplosivi, nonostante l'apparente rinuncia infine a tal genere di composti tanto nell'impiego con le armi da fuoco, quanto in quello per le mine, limitandone la produzione alla fabbrica per inneschi, il clorato di potassa continuò ad esercitare un fascino ten-

tatore sulle menti degli studiosi, e ciò in forza delle innegabili energie latenti di cui quel corpo è dotato.

Si proposero nuovi miscugli che offrissero maggiori garanzie di sicurezza, e nel 1881 il chimico americano Divine ideò per le mine il

Rackarock composto di

| | |
|---|----------|
| Clorato di potassa | parti 79 |
| Nitrobenzolo concentrato a 20° B, con addizione o no di acido picrico o di altre sostanze nitate | » 21 |

con la particolarità però che i due componenti vengono uniti soltanto al momento del loro impiego. Il clorato di potassa è preventivamente macinato e conservato a parte in sacchetti di tela. Il nitrobenzolo è ricavato dalla nafta del commercio e vi si aggiungono del nitrotoluolo, dell'acido picrico e talvolta anche del bisolfuro di carbonio. Il liquido che ne risulta è trasportato in recipienti appositi. Al momento dell'impiego, il sacchetto contenente il clorato è immerso nel recipiente del componente liquido, in pochi secondi si compie l'assorbimento e l'esplosivo è pronto per la carica. Sarebbero così eliminati i pericoli della conservazione e del trasporto.

Alla composizione originale del *Rackarock* vennero fatte in seguito delle varianti per modificarne gli effetti esplosivi, e così per esempio vi si aggiunge del fiore di zolfo che ne attenua il potere deflagrante.

Il procedimento Divine trovò imitatori, ed oggi si usano parecchi esplosivi al clorato composti di una materia pulverolenta e di una sostanza liquida che non esplodono.

finchè sono separate. Fra i più notevoli e di recente applicazione, noterò:

il **Prométhée** inventato da Jevler a Pietroburgo nel 1896 è formato da

| | | | |
|---------------------------------|----------|--------|-------|
| Clorato di potassa | parti 80 | oppure | 79.85 |
| Biossido di manganese | } » 20 | » | 20.15 |
| Ossido di ferro | | | |

componente solido;

| | | | |
|---|----------|--------|------|
| Mononitrobenzina | parti 65 | oppure | 14.— |
| Olio essenziale di trementina | } » 35 | » | 40.— |
| Olio di nafta | | | |

componente liquido.

Al momento dell'impiego si mescolano parti 80 del componente solido con 20 del liquido e se ne forma un impasto col quale si confezionano le cartucce da caricarsi nei fori delle mine. Il miscuglio è fatto: o versando il liquido sul composto solido a poco a poco, oppure immergendo la parte solida nel liquido per alcuni minuti e lasciando quindi sgocciolare.

Da qualche anno nella fabbricazione del *Prométhée*, si è sostituito al *clorato di potassa* il *perclorato di ammonio* perchè assai più stabile del primo (1).

il **Donnar** proposto anch'esso da un russo, il Fielder, che nel 1901 brevettò il miscuglio di

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Clorato di potassa | parti 70 |
| Permanganato di potassa | » 30 |

componente solido;

(1) Vedi pag. 188.

| | |
|----------------------------|----------|
| Mononitrobenzina | parti 80 |
| Trementina | » 20 |

componente liquido.

La **Sebomite**, composta di

| | |
|------------------------------|----------|
| Clorato di potassa | parti 90 |
| Nitrotoluol | » 5 |
| Sego | » 5 |

La **Pirodialite**, miscuglio di

| | |
|------------------------------|----------|
| Clorato di potassa | parti 80 |
| Resina | » 20 |



Nuove applicazioni del clorato di potassa agli esplosivi furono ideati da Street che riuscì ad aumentare la stabilità del miscuglio clorato facendolo assorbire da un elemento combustibile disciolto nell'olio.

Basata su tale principio comparve nel 1897 la

(¹) **Cheddite** che in origine era composta di

| | |
|------------------------------|----------|
| Clorato di potassa | parti 80 |
| Mononitronaftalina | » 12 |
| Olio di ricino | » 8 |

Questo miscuglio, noto sotto il nome di **tipo 41**, venne integrato coll'aggiunta dell'acido picrico, e si ebbe la **Cheddite tipo 60** costituita da

| | |
|------------------------------|----------|
| Clorato di potassa | parti 80 |
| Mononitronaftalina | » 12 |

(¹) Vedi pag. 200 e 202.

| | |
|--------------------------|---------|
| Olio di ricino | parti 6 |
| Acido picrico | » 2 |

Successive modificazioni sostituirono l'acido picrico col dinitrotoluene per dare una maggiore stabilità all'esplosivo, e si adottò il

Tipo 60 bis composto di

| | |
|------------------------------|----------|
| Clorato di potassa | parti 80 |
| Mononitronaftalina | » 13 |
| Olio di ricino | » 5 |
| Dinitrotoluene | » 2 |

Si è infine sostituito al *clorato* il *perclorato di potassa* per conferire all'esplosivo una maggiore stabilità.

Il *processo di fabbricazione* è semplicissimo. In una vasca che contiene la dovuta quantità di mononitronaftalina si fa entrare una corrente di vapor acqueo a 80°, e quasi contemporaneamente vi si versa l'olio di ricino. Quando la naftalina è ben sciolta nell'olio, si aggiunge il dinitrotoluene e, a soluzione compiuta, il clorato o il perclorato di potassa preventivamente finamente macinato è versato poco alla volta nel liquido, rimestando continuamente la massa, mercè un conveniente congegno meccanico. Si ottiene un impasto che viene in seguito compresso e plasmato a cartucce.

Si produce anche della cheddite granulata aggiungendo all'impasto della paraffina mentre viene lavorata in botti identiche a quelle per la granulazione delle polveri nere.

La forza della cheddite è doppia di quella della polvere pirica da mina, e aumenta con l'aumentare della resistenza che deve vincere. In un mezzo chiuso la sua detonazione si trasmette a 4 centimetri di distanza, e non avviene a 6 cm.

La sua temperatura di detonazione varia da 3220° sviluppati dal tipo 41 a 3440° del tipo 60.

Caratteristica delle *chedditi* è la plasticità che non si altera neppure alle più basse temperature, alle quali conservano le loro proprietà normali.



Del tipo *Street* è notevole l'esplosivo **Pierrite** usato per la prima volta nei lavori del Sempione e fabbricato dalla Società Svizzera di Gamsen.

La **Pierrite** è composta di

| | |
|------------------------------|----------|
| Clorato di potassa | parti 80 |
| Mononitronaftalina | » 11 |
| Olio di ricino | » 7 |
| Acido picrico | » 2 |

Così gli esplosivi *Street* sono entrati con discreta fortuna nell'uso comune per l'impiego delle mine, e in pari modo altra applicazione del tipo *Street* si è fatta con la

Picronitronaftalina che si produce sciogliendo nella mononitronaftalina fusa e riscaldata sino a 100° un pari peso di acido nitrico.

Un'ultima modificazione alla composizione delle *polveri Street* è data dall'aggiunta dello zolfo sciolto a caldo nell'olio di lino che, a 180° circa, fissa lo zolfo in modo da non più separarsene col raffreddamento. Tale aggiunta aumenta l'energia potenziale dell'esplosivo.



Considerevole progresso però nei miscugli cloratati si ebbe sostituendo il clorato di potassa con il perclorato di

potassa prima, e poi con quello di ammonio. Simile progresso è dovuto alla scoperta del metodo di produrre direttamente i perclorati con i processi elettrolitici di cui ho in precedenza scritto e che ne diminuirono grandemente il costo e li resero commerciabili.

Un tipo di esplosivo al perclorato di potassa si ha nella **Polvere Nisser** brevettata fino dall'anno 1865 e composta di

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| Perclorato di potassa | parti 10.50 |
| Nitrato di potassa | » 44.50 |
| Bicromato di potassa | » 2.— |
| Prussiato giallo di potassa | » 1.50 |
| Carbone | » 19.50 |
| Zolfo | » 15.50 |
| Materie vegetali | » 6.50 |

In Germania si è adottata quale esplosivo di sicurezza nelle miniere di carbon fossile la

Permonite composta di

| | |
|---------------------------------|----------|
| Perclorato di potassa | parti 25 |
| Clorato d'ammonio. | » 29 |
| Nitrato di sodio | » 25 |
| Trinitrotoluol | » 7 |
| Nitroglicerina | » 6 |
| Glicerina | » 1 |
| Farina di grano | » 4 |
| Segatura di legno | » 3 |

Di maggiore importanza fu l'adozione del perclorato di ammonio dovuta al chimico italiano Ugo Alvisi che ha brevettato diversi esplosivi di tale natura.

Una delle prime applicazioni fatte dall'Alvisi fu proponendo l'esplosivo

Manlianite composta di

| | |
|--------------------------------|------------|
| Perclorato d'ammonio | parti 72.— |
| Carbone | » 14.75 |
| Zolfo | » 13.25 |

Tali dosamenti furono in seguito modificati, restando però sostanzialmente identico il composto.

Nel 1900 brevettò la

Polvere Cannel che ottenne con

| | |
|--|----------|
| Perclorato d'ammonio. | parti 80 |
| Carbone di Scozia detto Cannel | » 20 |

Macinate a parte ciascuna delle due sostanze e mescolate quindi intimamente, la farina così ottenuta è leggermente bagnata con acqua nella quale sia sciolta della gomma arabica o della destrina, si comprime allo strettoio idraulico e si granula come si pratica con la polvere nera.

Nel 1902 l'Alvisi propose infine la

Cremonite composta di

| | |
|-------------------------------|-------------|
| Perclorato d'ammonio. | parti 48.85 |
| Picrato d'ammoniaca | » 51.15 |

Altri composti esplodenti dell'Alvisi sono noti sotto il nome di

Kratiti, miscugli cioè di perclorato di ammonio ora con nitroglicerina, ora con nitrocellulosa, ora con amendue queste sostanze.

Gli *esplosivi Alvisi* al perclorato d'ammonio sono indi-

scutibilmente superiori a quelli prodotti dalle miscele al clorato ed al perclorato di potassa.

Dagli esperimenti e dalle ricerche fatte dallo stesso Alvisi risulta che « la miscela a base di perclorato di ammonio si risolve *tutta* nel momento dell'esplosione in prodotti gassosi, sviluppando così una grande pressione che non può essere raggiunta dalle altre miscele sopra ricordate ».

Perciò le supera per l'*energia potenziale* e per la *pressione*. Le varie forze propulsive si possono rappresentare come segue:

| | |
|--------------------------------------|---------|
| Polvere al clorato di potassio . . . | parti 2 |
| » al perclorato di potassio . . . | » 2,4 |
| » al perclorato d'ammonio . . . | » 3 |

Nel cilindro di Trauzl l'effetto dei miscugli al perclorato di ammonio è tre volte superiore a quello delle altre miscele.

Oltre che negli *esplosivi Alvisi*, il perclorato di ammoniaca entra anche negli esplosivi belga detti

Yonckiti e composti di

| | |
|--------------------------------|----------|
| Perclorato d'ammonio | parti 20 |
| Nitrato d'ammonio | » 27 |
| Nitrato di soda | » 27 |
| Nitrato di bario | » 6 |
| Dinitrotoluene | » 20 |

nonchè in nuovi tipi di

(¹) **Cheddite** in cui entrano ad esempio:

| | |
|--------------------------------|----------|
| Perclorato d'ammonio | parti 82 |
| Dinitrotoluene | » 13 |
| Olio di ricino | » 5 |

(¹) Vedi pag. 195.

Cheddite tipo 86/14.

| | |
|---------------------------------|----------|
| Perclorato di ammonio | parti 86 |
| Paraffina | » 14 |

Cheddite tipo 90/10.

| | |
|--------------------------------|----------|
| Perclorato d'ammonio | parti 90 |
| Paraffina | » 10 |

Cheddite speciale P.

| | |
|--------------------------------|----------|
| Perclorato d'ammonio | parti 53 |
| Nitrato di soda | » 35 |
| Paraffina | » 12 |

Nei tre tipi ora indicati la paraffina viene talvolta sostituita da un miscuglio di paraffina e vasellina.

Nella numerosa serie di esplosivi clorati si trovano o il clorato o il perclorato di potassa mescolati alle materie più strane. Così, per esempio, si hanno le polveri:

Harvey con noce di galla.

Himly con catrame.

Nitrocaillebotte con latte coagulato.

Belton con melassa.

Ward con fosforo.

Comète con resine di pino.

Graham con zucchero e piombo rosso.

Knaffl con ulmato d'ammonio ⁽¹⁾.

Goetz con glucosio,

e così di seguito.

⁽¹⁾ L'ulmato di ammonio è prodotto sottoponendo un tessuto di lana e cotone all'azione del vapore soprariscaldato, per la quale la lana si trasforma, mentre il cotone resta intatto. (DANIEL: *Dictionnaire des matières explosives*).

Finalmente l'inglese **Hawkins** ideò un composto liquido esplosivo nel quale entrano nitrato di soda, clorato di potassa, bicromato di potassa e sciroppo di zucchero con forte addizione di acqua, per impiegarne l'energia deflagrante come motore in un apparecchio identico ai soliti motori a gas o simili.



Con l'adozione delle chedditi, del Promethée, delle polveri Alvisi e simili, gli esplosivi al clorato di potassa sono entrati trionfalmente nel novero delle applicazioni pratiche e normali.

Giova però sempre tener presente che le polveri al clorato di potassa sono particolarmente deflagranti, perchè i prodotti della loro combustione sono tutti composti binari, come il cloruro di potassio, l'ossido di carbonio, l'acido solforico, e perciò i fenomeni della loro dissociazione avvengono a una temperatura altissima che precipita rapidamente per la facilità di combinazione dei due nuovi prodotti. Avviene quindi che le pressioni sviluppate sono brusche e violente, al contrario di quanto succede nella combustione ad esempio delle polveri nere con le quali le pressioni sono rallentate dal formarsi successivo di prodotti complessi quali i solfati e i carbonati di potassa.

Inoltre il clorato di potassa ardendo sviluppa una grande quantità di calore che dalle prime molecole accese si trasmette alle vicine elevandone la temperatura, proprietà che rende il clorato sensibilissimo all'urto, sotto l'azione del quale facilmente detona.

È quindi necessario che la macinazione del clorato sia sempre fatta separatamente da quella delle sostanze com-

bustibili con le quali dovrà poi essere mescolato. Anche l'operazione del miscuglio sarà fatta senza urti nè sfregamenti, e con tutte le cautele possibili.

Altra applicazione di notevole importanza degli esplosivi a base di clorato di potassa, è quella per la produzione di inneschi e per la carica delle torpedini e dei proiettili cavi. Coi miscugli di clorato di potassa e zucchero, oppure di clorato di potassa e trisolfuro di antimonio, si preparano degli esploditori automatici che agiscono sotto l'azione di poche gocce di acido solforico. Questo decompone istantaneamente il clorato alla temperatura ordinaria e ne libera tutto l'ossigeno che combinandosi alle sostanze combustibili, zucchero o antimonio, ne determina l'immediata esplosione.

Assolutamente vani invece furono i tentativi per adottare i composti cloratati per le armi da fuoco, e ciò per la incostanza dei loro effetti balistici, dovuta anche alla facilità di decomposizione del clorato di potassa in presenza del vapore acqueo, sotto l'azione del quale formasi del cloruro di potassio inesplosivo, restando libero l'ossigeno.

PARTE SECONDA.

DEL FULMICOTONE

CAPITOLO I.

Cellulose e nitrocellulose.

La scoperta del fulmicotone che, come abbiamo visto al libro primo, ha preceduto di poco quella della nitroglicerina, segnò un gran passo sulla via della produzione di nuovi esplosivi formidabili in tutte le loro applicazioni. Fu l'inizio della nitrificazione di sostanze vegetali di ogni specie, fu il germe di un nuovo mondo di composti esplosivi allo sviluppo dei quali la chimica organica offerse vasti orizzonti, fu la spinta alle più ardite invenzioni molte delle quali trovarono campo favorevole di azione ora nelle mine, ora nelle armi da fuoco, ora infine nei proiettili esplosivi e nelle insidie sottomarine alle navi belligeranti.

Le materie prime che necessitano alla produzione del cotone fulminante sono:

- acido nitrico;
- acido solforico;
- cellulosa.

Dei due acidi, nitrico e solforico, ho trattato diffusamente nel libro II^o parte 1^a (1).



Cellulosa — La cellulosa, o celluloso, idrato di carbonio la cui formola è rappresentata da $(C^6H^{10}O^6)$ e il peso specifico da 1.25 a 1.50, è la sostanza che costituisce l'involucro delle giovani cellule vegetali, e talvolta si presenta anche tra le fibre legnose.

Nella classe delle cellulose si distinguono le *paracellulose*, le *metacellulose*, le *vascolose* e le *cellulose* propriamente dette. Quest'ultime sono quasi pure nella midolla del sughero, nella canape, nel lino, nel cotone, nelle fibre tessili in genere; sono invece mescolate con vascolose e con molte altre sostanze estranee nelle fibre legnose.

La cellulosa pura per la fabbricazione delle nitrocellulose si ottiene normalmente trattando il cotone idrofilo, prima con potassa caustica diluita calda, poi con acido cloridrico diluito caldo, successivamente con alcool e infine con etere per separare le materie grasse.

La cellulosa perfettamente pura è una sostanza soffice, leggera, insipida, inodore, incolore, nè si colora sotto l'azione dell'iodio, ma prende però una tinta bluastra quando sia stata prima intaccata dall'acido solforico concentrato.

La cellulosa pura è insolubile nell'acqua, nell'etere, nell'alcool e negli oli grassi o volatili; è solubile invece nel liquore cupro-ammoniacale di Schweitzer, mentre non lo

(1) Vedi pag. 38 e 59.

sono le paracellulose, le metacellulose e le vascolose, dalle quali appunto si distingue per tale sua proprietà.



Nitrocellulosa. — La cellulosa nelle sue diverse forme, come cotone, sughero, fibre tessili, paglia, ecc., si combina con l'acido nitrico in proporzioni diverse, sia per essere questo più o meno concentrato, sia in ragione della struttura delle fibre cellulosiche, sia infine anche in rapporto alle proporzioni degli acidi nel miscuglio o in quello fra la cellulosa e gli acidi stessi, alla durata del tempo in cui è mantenuto il contatto cogli acidi, ed alla temperatura sviluppatasi durante la reazione.

Così, ad esempio, il cotone sottoposto all'azione dell'acido nitrico ben concentrato, con o senza addizione di acido solforico monoidrato, subisce rapidamente il massimo grado di nitrificazione necessario alla produzione del fulmicotone, bastando solo l'impiego di acidi deboli per ottenere le nitrocellulose dette solubili. Con le fibre legnose invece occorrono sempre degli acidi ben concentrati anche nella preparazione delle nitrocellulose della seconda specie.

Secondo Berthelot, Vieille ed altri sperimentatori la cellulosa può combinarsi con 1 a 12 atomi di *nitrile*, e formare 12 gradazioni diverse di cellulose nitriche fra le quali le più importanti sono quelle descritte nella seguente tabella, cioè ⁽¹⁾:

⁽¹⁾ CHALON, *Explosifs modernes*.

| QUALITÀ | FORMOLE | AZOTO | |
|-------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------|
| | | Quantità teorica | Dosamento (NO) in c. c. |
| Cellulosa dodecanitrica | $C^{24}H^{28}(NO^2)^{12}O^{20}$ | 14.14 | — |
| » endecanitrica | $C^{24}H^{29}(NO^2)^{11}O^{20}$ | 13.47 | 214 |
| » decanitrica . | $C^{24}H^{30}(NO^2)^{10}O^{20}$ | 12.75 | 203 |
| » enneanitrica . | $C^{24}H^{31}(NO^2)^9O^{20}$ | 11.97 | 190 |
| » ottonitrica . | $C^{24}H^{32}(NO^2)^8O^{20}$ | 11.11 | 178 |
| » eptanitrica . | $C^{24}H^{33}(NO^2)^7O^{20}$ | 10.18 | 162 |
| » esanitrica . | $C^{24}H^{34}(NO^2)^6O^{20}$ | 9.13 | 146 |
| » pentanitrica . | $C^{24}H^{35}(NO^2)^5O^{20}$ | 8.32 | 128 |
| » tetranitrica . | $C^{24}H^{36}(NO^2)^4O^{20}$ | 7.65 | 108 |

Come si vede, le differenze dei caratteri intimi fra i termini vicini delle varie gradazioni di nitrocellulosa sono pressochè insensibili e quasi si confondono fra di loro. Non sarebbe quindi possibile produrre ciascuno dei dodici diversi derivati in modo netto e preciso senza che si confonda con quelli che immediatamente lo seguono e lo precedono.

Il massimo grado di nitrificazione indicato dalla tabella, cioè il *dodecanitrico* che dovrebbe contenere 14.14 di azoto, si può dire puramente teorico poichè nessuno è ancor giunto ad ottenerlo. Chi più vi si avvicinò fu il professor Hoitsema di Breda (1) che ottenne 13.90 ed anche 14.00 sostituendo l'anidride fosforica all'acido solforico come agente di assorbimento dell'umidità.

Si può dunque affermare che l'*endecanitrico* (13.47 di

(1) DANIEL, *Dictionnaire des matières explosives*.

azoto) è il massimo di nitrificazione utile che si ottiene nella pratica con il miscuglio sulfo-nitrico, ciò che corrisponde alla formula del fulmicotone, indicata dal Berthelot in



Impiegandosi mano mano acido nitrico sempre meno concentrato, si ottengono le cellulose:

decanitrica, che è ancora del fulmicotone, ma meno ricco in azoto del primo;

enneanitrica e *ottonitrica*, che danno luogo alla produzione del cotone collodio;

eptanitrica, che conserva ancora l'aspetto del cotone, ma che diventa gelatinosa, senza veramente dissolversi, nell'etere alcool o nell'etere acetico;

esanitrica, *pentanitrica* e *tetranitrica*, che sono sempre meno solubili nell'etere acetico, e affatto insolubili nell'etere-alcool.

Molti autori, considerata appunto la difficoltà di fissare nella pratica ciascuna delle dodici diverse gradazioni di nitrocellulose, le riunirono in tre gruppi diversi formandone tre distinte categorie, aventi ognuna caratteri propri, cioè (1):

mononitro-cellulosa, $\text{C}^6 \text{H}^9 (\text{NO}^2) \text{O}^5$, azoto 6.76 % azotile 22.22 %, la quale non è che del cotone debolmente e solo in parte nitrificato, insolubile nell'etere acetico che la gonfia soltanto trasformandola in una massa gelatinosa.

È anche insolubile nel miscuglio di etere e di alcool, all'azione del quale è affatto insensibile;

(1) CHALON, *Note sur les poudres sans fumee*. Paris 1890.

binitro-cellulosa o *pirosillina*, $C^6H^5(NO^2)^2O^5$, azoto 11,10 %, azotile 36,40 %, solubile nell'etere acetico e nell'etere-alcool. Questa seconda specie è utilizzata anche nella produzione del *colloidio* impiegato in chirurgia, nell'arte fotografica e nella fabbricazione di moltissimi oggetti di uso domestico;

trinitro-cellulosa ossia *fulmicotone* propriamente detto, $C^6H^7(NO^2)^3O^5$, azoto 14,14 %, azotile 46,47 %, solubile nell'etere acetico ma insolubile, salvo condizioni speciali, nella maggior parte degli altri dissolventi, come acqua, alcool, etere, acido acetico, ecc.

CAPITOLO II

Fabbricazione del fulmicotone.

Le operazioni che si succedono nella trasformazione del cotone in fulmicotone sono:

- 1^o depurazione del cotone;
- 2^o nitrificazione;
- 3^o stabilizzazione e polpaggio;
- 4^o plasmazione o modellamento.

§ 1^o *Depurazione del cotone.*

Nella fabbricazione del fulmicotone, fra le cellulose il cotone è la sostanza preferita per la sua purezza e per la tenuità e finezza del suo tessuto che lo rende sensibilissimo all'azione degli acidi.

Il cotone che proviene generalmente dai cascami delle filature, deve essere perfettamente ripulito da qualunque impurità; viene a tal uopo liberato dai corpi estranei e filamenti di corda che eventualmente contiene, diligentemente cardato per sbarazzarlo dai pezzi di seme e dalla polvere terrosa che vi si trovano con facilità. È così ridotto allo stato di una massa spugnosa a fibre non troppo corte, per sottoporlo quindi alla depurazione propriamente detta, la quale ha lo scopo di liberarlo da tutte le sostanze

oleose, grasse o resinose contenute nel suo tessuto. Siffatta operazione è importantissima e sarà compiuta con la massima cura ed esattezza perchè la presenza anche in minima parte di tali sostanze nel fulmicotone ne comprometterebbe la stabilità generandone facilmente col tempo la decomposizione spontanea.

La depurazione deve però essere preceduta dall'esame del cotone da impiegarci, dovendo questo avere i requisiti speciali necessari a dare un prodotto utile e stabile.

Se ne determina l'umidità per essiccazione; si dosano le materie grasse con l'**apparecchio di Soxhlet**, nonchè le sostanze solubili che contiene mercè il bagno nella soda caustica; si determinano le ceneri, le quali non devono restare che in minima quantità contenendo solo delle tracce di ferro, magnesia, calce, cloro, acidi solforico e fosforico; se ne misura infine il potere assorbente, il quale deve essere abbondante affinchè la nitrificazione del cotone sia perfetta e se ne ottenga un prodotto stabile.

Dopo ciò il cotone, ridotto dalla cardatura in fiocchi leggerissimi e piuttosto lunghi come sopra ho accennato, viene sottoposto, mercè un'immersione di pochi minuti, all'azione di una soluzione bollente di potassa caustica della densità di 1.02. Si opera su kg. 100 di cotone con kg. 16 di potassa diluita in circa litri 1200 d'acqua purissima e preventivamente filtrata. Ciò fatto lo si sciorina all'aria lasciandolo sgocciolare per dieci ore circa, dopo di che viene diligentemente lavato di nuovo con acqua pura ed abbondante e quindi essicato.

Per rendere l'essiccazione più rapida, perfetta e meno costosa, si sottopone preventivamente il cotone, ben lavato ed ancora imbevuto d'acqua, all'azione meccanica di un *idroestrattore* per toglierne quanta più acqua sia possibile,

e quindi lo si sciorina in una camera riscaldata con l'aria portata ad una temperatura almeno di 65°.

L'essicazione poi è compiuta in un essicatoio costituito, nel sistema Abel, da un gran cilindro verticale a doppia parete con circolazione continua del vapore, e munito di un ventilatore aspirante. L'operazione è fatta introducendo contemporaneamente nel cilindro predetto tre rotoli di cotone del diametro di m. 0,50 e della lunghezza di m. 1 ciascuno. La temperatura dell'ambiente si eleva sino a 90° e dopo 10 ore il cotone non contiene più che il $\frac{1}{2}$ per cento circa d'acqua.

Altri e vari metodi di essicazione del cotone, con impianti più o meno complicati, si usano nelle diverse fabbriche.

Il sistema più semplice adottato da molti, è quello di disporre il locale di essicazione a modo di un grande armadio i cui vari ripiani sono costituiti da larghe e lunghe tele metalliche sulle quali è disposto a sottili strati il cotone da essicarsi. L'ambiente, ermeticamente chiuso, viene riscaldato dal vapore mercè tubi e serpentine disposti al basso.

Questo sistema è meno costoso del primo, ma l'essicazione è più lenta.

Ad ogni modo è necessario che questa sia spinta per quanto è possibile perchè ogni benchè minima traccia di umidità nel cotone andrebbe a danno del successivo lavoro di nitrificazione, sia perchè l'acido nitrico s'indebolirebbe, sia perchè l'acqua potrebbe cagionare una reazione durante il processo chimico.

Compiuta l'essicazione, il cotone viene riposto in grandi scatole di zinco o di ferro galvanizzato e quivi lasciato completamente a raffreddare.

§ 2^o Nitrificazione.

I primi esperimenti di nitrificazione delle cellulose vennero fatti col solo acido nitrico, ma la grande instabilità dei prodotti così ottenuti indusse appunto Schönbein a modificarne il sistema mercè un miscuglio di acido nitrico e di acido solforico, miscuglio che designerò col nome di *acido sulfo-nitrico*. La presenza dell'acido solforico nel processo della nitrificazione offre il vantaggio di conservare all'acido nitrico la sua concentrazione perchè il primo assorbe l'acqua formantesi durante la reazione.

L'acido sulfo-nitrico impiegato nella fabbricazione del fulmicotone è composto di

parti 1 in peso di acido nitrico della densità di 1,52, monoidrato 93 % almeno;

parti 3 in peso di acido solforico della densità di 1,84, monoidrato 97 %.

È assolutamente necessario che gli acidi siano purissimi e ben concentrati, sia per avere un maggior prodotto, sia per ottenerlo perfetto, poichè l'impiego di acidi più deboli va a danno della qualità dei prodotti non solo, ma può renderli anche meno stabili.

E perciò l'acido nitrico deve essere libero più che sia possibile dal perossido di azoto.

L'acido solforico e l'acido nitrico vengono normalmente conservati ciascuno in appositi serbatoi di ghisa, od anche di legno foderati di piombo o in damigiane di vetro, sotto tettoie che li ripari dalla pioggia e dal sole. Le bocche dei serbatoi, o delle damigiane, saranno sempre ermeticamente chiuse per impedire che si mescolino agli acidi sostanze estranee, e specialmente organiche, le quali po-

trebbero dare luogo a delle reazioni nei successivi processi di miscuglio e di nitrificazione.



Il miscuglio dei due acidi, nelle dovute proporzioni previamente misurate, è fatto in un mastello di ghisa, in fondo al quale gira su sè stesso un albero a palette. Gli acidi vi si versano scorrendo lentamente lungo tubi esterni di piombo muniti di rubinetto, e che partono dai rispettivi serbatoi prima accennati. Compiuto il miscuglio lo si lascia riposare per un giorno o due perchè si raffreddi completamente e quindi lo si fa scorrere per mezzo di un tubo di piombo o di ghisa sino alle caldaie d'*immersione*. Queste sono pure di ghisa e hanno le pareti doppie nel cui vano interposto circola una corrente di acqua fredda. In ogni caldaia sono versati kg. 115 d'acido sulfo-nitrico nei quali si immergono a poco a poco kg. 0.500 di cotone perfettamente purificato come prima ho descritto. L'*immersione* dura non più di cinque minuti durante i quali il cotone è continuamente rimosso mercè una lunga forchetta di ferro per evitare una soverchia elevazione di temperatura che potrebbe produrre delle reazioni secondarie con danno della qualità del fulmicotone ed a svantaggio del suo rendimento. Dopo ciò viene estratto dal liquido e messo a gocciolare su grate di ghisa smaltata sovrapposte alle caldaie, premendolo di tempo in tempo con una placca scanellata manovrata da una leva, e ciò per togliervi una parte del liquido di cui è imbevuto.

Lo si ripone quindi in vasi di arenaria inaffiandolo con 100 cc. di acido sulfo-nitrico. Tutta la serie di questi vasi

riempiti di cotone nitrato viene messa nelle fosse di refrigerazione, le quali hanno le pareti laterali ed il fondo intonacati di cemento e sono percorse da una abbondante corrente di acqua fredda.

L'acido sulfo-nitrico rimasto nelle caldaie viene rinforzato con l'addizione di kg. 5 di acidi nuovi e serve alle successive nitrazioni.

Dopo quarantotto ore il cotone è tolto dai vasi refrigeranti e sottoposto all'azione di *asciugatrici* centrifughe costituite da idroestrattori forniti di panieri dai fili di rame foderati di gomma indurita.

L'operazione dura cinque minuti, ma deve essere diretta con infinite cautele, onde evitare il contatto del cotone acido con qualsiasi sostanza estranea, come grassi lubrificanti od acqua, perchè potrebbero provocare delle pericolose reazioni.

Gli acidi che se ne estraggono vengono automaticamente, e per mezzo di tubi in piombo, raccolti in apposito serbatoio per servire a nuove nitrazioni, mentre il cotone è levato dall'apparecchio e versato lentamente in vasche di cemento o in grandi tini di legno, ove è assoggettato ad abbondanti lavature mercè una rapida corrente d'acqua pura. Questa si versa nelle vasche facendola cadere da una certa altezza e in misura abbondante.

Le vasche, o i tini, per le lavature sono a doppio fondo il primo dei quali è munito di piccoli fori per il passaggio dell'acqua, in modo però da non lasciar sfuggire il cotone. Il secondo fondo porta invece un tubo di scarico per la continuità di ricambio della corrente d'acqua.

Il fulmicotone immerso nell'acqua viene intanto agitato continuamente con un rastrello di legno per facilitarne la lavatura. Essendo pericoloso il subitaneo contatto del ful-

micotone acido con l'acqua, è necessario che la sua massa sia versata nei tini di lavatura poco per volta di maniera che le quantità successive si aggiungano alle prime dopo che queste abbiano già persa una parte della loro acidità. Quando tutta la massa non ne conserva che una piccolissima quantità, si sottopone una seconda volta il cotone all'azione dell'idro-estrattore per circa dieci minuti, dopo di che passa in nuove vasche o in tini di legno ove è ancor lavato in acqua addizionata con una leggera quantità di carbonato di soda, dall'1 all'1 $\frac{1}{2}$ ‰ di cotone. Infine viene riscaldato sino all'ebollizione per liberarlo dalle parti imperfettamente nitrificate. L'ebollizione avviene in una vasca con doppia parete di legno e piombo, nel cui interstizio circola il vapore.

Dopo una prima ebollizione l'acqua è cambiata e la lavatura si prolunga altre otto o dieci ore in capo alle quali si opera un ultimo lavacro con acqua fredda. Si cessa quando il cotone non lascia più veruna traccia di acidità alla carta di tornasole.

Guttmann, Thomas, Weber, Hemming e qualche altro chimico, proscrivono l'uso del carbonato di soda nelle lavature perchè esercita un'azione saponificante, la quale potrebbe generare delle decomposizioni. Thomas suggerisce invece, come sostanza neutralizzante, la creta; Weber l'impiego di una soluzione ammoniacale molto diluita; Fleming quello della nitroguanidina.

È certo che la stabilità del fulmicotone, più che dalla aggiunta di materie neutralizzanti, è assicurata dalle diligenti lavature, per cui queste si ripeteranno senza risparmio e quanto basti per ottenere la perfetta alcalinità del cotone. L'aggiunta di sostanze neutralizzanti deve in ogni modo essere fatta con grandissima parsimonia.

Il rendimento teorico di 100 parti in peso di cotone secco sarebbe, secondo Cundill, di parti 218.4 di fulmicotone e secondo Chalons solo di 184. Effettivamente però il prodotto reale non supera quasi mai il 175 % e varia sovente da 150 a 175 a seconda del sistema di fabbricazione, ed in rapporto alla purezza del cotone ed alla concentrazione degli acidi.



Il processo di nitrificazione sin qui descritto è noto sotto il nome di *sistema Abel* ed è il più comunemente usato.

Nel 1905 però venne perfezionato e in parte semplificato col riunire alla operazione di centrifugazione quella di nitrificazione, mercè un apparecchio detto *nitratore centrifugo a circolazione d'acidi*.

Consta di una vasca a doppia parete di cui l'interna è a foggia di panierino a fori. Ha una copertura in alluminio comunicante con un ventilatore aspirante per l'uscita dei vapori nitrosi. All'apparecchio sono fissati dei tubi a rubinetto per il movimento degli acidi.

Introdotti gli acidi nel nitratore mentre questo ha un piccolo movimento di rotazione sul proprio asse, quando gli acidi hanno ricolmo lo spazio fra la parete esteriore e il panierino si colloca in questo il cotone gradatamente a piccole masse, dopo di che si accelera il movimento del nitratore in modo che gli acidi circolino vivamente nella massa del cotone.

Compiuta la nitrificazione si apre il rubinetto per lo scarico degli acidi, usciti i quali si accelera di nuovo il movimento per espellere per forza centrifuga il residuo rimastovi.

Estratto allora il cotone dal nitratore, passa al lavaggio ed alle successive operazioni di cui si occupa il presente capitolo.



Un ultimo perfezionamento nella fabbricazione del fulmicotone venne ideato e praticato da Thomson a Waltham Abbey, in Inghilterra, col « *sistema dello spostamento* ».

Mercè tale sistema si compiono, con la sola immersione del cotone nel bagno acido, tutte le operazioni di immersione, digestione, reiezione degli acidi, lavaggi.

In un tino circolare di grès sorretto da un piede cilindrico e avente un coperchio di alluminio con tubo aspirante dei vapori nitrosi, nonchè un fondo leggermente conico provvisto di vaschetta al centro coperta da una lastra bucherellata, si colloca un falso fondo bucherellato sul quale dovrà collocarsi il cotone destinato alla nitratura ed al lavaggio.

Apposito tubo con rubinetto a tre riparti porta nel tino il miscuglio acido che ha una temperatura di circa 15°.

Si immerge in seguito il cotone, sulla massa del quale si colloca una nuova lastra a segmenti bucherellati per ottenere la completa immersione del cotone nel miscuglio acido.

Si fa allora giungere superiormente l'acqua della temperatura di circa 10° che si posa sulla lastra e sulla massa acida senza mescolarvisi perchè questa è più densa e quindi la ricopre senza sviluppo eccezionale e pericoloso di calore.

La nitratura compiuta (nel periodo dalle due alle tre ore circa), si inizia l'eliminazione lenta del miscuglio acido

in eccesso mercè l'apposito rubinetto di scarico, mentre contemporaneamente si introduce dall'alto nuova acqua in quantità equivalente all'acido uscito, e così successivamente in modo metodico e regolare su tutta la massa del cotone nitrato finchè il lavaggio sia perfetto.

Tale processo assicura una nitratura uniforme e di maggiore rendimento degli altri sistemi.

Inoltre è meno soggetto allo sviluppo di vapori nitrosi, poichè questi cessano completamente quando lo strato d'acqua copre il miscuglio acido, tanto che da quell'istante si toglie la cappa d'alluminio.

È infine più conveniente essendo minimo il consumo di acidi la cui diluizione è piccolissima e progressiva.

§ 3° Stabilizzazione e Polpaggio.

Prima di procedere all'operazione del *polpaggio* si sottopone in certi casi la nitrocellulosa alla *stabilizzazione* che ne garantisca la sua conservazione.

Le lavature a freddo sino a reazione neutra e quindi per ebollizione con soluzione debolmente alcalina, di cui ho parlato al precedente § 2°, non sono del tutto sufficienti ad assicurare la perfetta stabilizzazione delle nitrocellulose.

Venne perciò adottato il metodo proposto da Robertson in Inghilterra, per il quale la nitrocellulosa prodotta col sistema dello spostamento dopo liberata dalla miscela acida è assoggettata a dieci ebollizioni successive con acqua pura in grandi vasche, per mezzo del vapore e di aria smossa. Le prime due bolliture hanno la durata di dodici ore ciascuna; ne seguono altre cinque da ore quattro, e infine tre da ore due ciascuna. In tutto ore cinquanta. Dopo le due prime ebollizioni si lava per spostamento con dell'acqua fredda.

Questo sistema assicura un prodotto perfettamente puro e stabile, ma è eccessivamente lungo e perciò costoso.

A rendere più rapida l'operazione, il compianto dottore Adolfo Baschieri di Bologna propose utilmente un processo di lavaggi alternati in acqua fredda e per ebollizione in soluzioni alcaline a basso titolo per evitare la saponificazione della nitrocellulosa.

Il sistema Baschieri consisterebbe nel sottoporre la nitrocellulosa, dopo lo spostamento della miscela acida, ai seguenti lavaggi:

1° Due lavaggi in acqua fredda in modo che al termine rimanga una soluzione acida al 5 % di acido solforico;

2° Ebollizione per due ore di detta soluzione;

3° Due nuovi lavaggi in acqua fredda;

4° Ebollizione per due ore con acqua, cui siasi aggiunto tanto carbonato sodico da precipitare i sali calcari, ed avere un eccesso di 1 % di carbonato di sodio;

5° Due ultimi lavaggi in acqua fredda.

L'operazione dura meno della metà del tempo occorrente al sistema Robertson, mentre assicura la medesima stabilità nel prodotto.

Il fulmicotone deve essere in seguito ridotto in polpa morbidissima per venire quindi plasmato in differenti modi a seconda dell'uso cui è destinato. È perciò finissimamente sminuzzato da una macchina così detta *raffinatrice* identica alla notissima *Hollander* delle fabbriche della carta. È questa costituita da un robusto tino rettangolare di lamiera di ferro, oppure di cemento, od

anche di legno foderato internamente di piombo. Nel suo centro si muove un grosso cilindro armato di parecchie lame affilatissime di acciaio e sospeso ad un asse di rotazione le cui due estremità appoggiano sulle due maggiori pareti opposte del tino, prolungandosi da una parte all'esterno per ricevere la trasmissione del movimento, il quale è rapidissimo compiendo circa 150 giri al minuto. Al disotto del cilindro si stende un piano inclinato che termina nella sua parte superiore in una curva parallela a quella del cilindro stesso. Sul piano inclinato è solidamente fissata una piastra di rame munita anch'essa di lame taglienti. Con tale disposizione avviene che il tino è diviso in due parti di cui l'anteriore, nella quale comincia ad elevarsi il piano inclinato, è riempita di fulmicotone da sminuzzarsi, e la posteriore di acqua pura. Il rapido movimento rotatorio del cilindro trascina il cotone fra le sue lame e quelle sottoposte e lo divide in minutissime particelle. Queste sono spinte sino all'estremità superiore del piano inclinato da dove vanno a cadere nell'acqua del riparto posteriore, assorbendo la quale si riducono in un ammasso polposo.

La parte superiore del tino è chiusa da un apposito coperchio per evitare il disperdimento del fulmicotone durante il lavoro.

La polpa così ottenuta viene ancora lavata in un grande tino detto *Poacher*, dalla forma cilindrica, dal fondo piatto, e munito, nel suo interno, da una ruota a palette per agitare continuamente la massa del cotone da lavarsi.

L'acqua per queste lavature deve essere abbondantissima e viene leggerissimamente addizionata con del carbonato di soda o del lattato di calce per neutralizzare ogni possibile sviluppo successivo di vapori nitrosi. L'acqua è ri-

cambiata cinque o sei volte, al qual fine è applicata al fondo del *poacher* una rete metallica a maglie fitte che permetta l'estrazione dell'acqua senza asportarvi del cotone.

Le lavature cessano solo quando la *prova del calore*, che descriverò al capitolo VI, dia buoni risultati. Allora si lascia depositare la polpa al fondo del tino, dopo di che la si raccoglie e si sottopone all'azione di un idro-estrattore, dal quale è ricavata allo stato di una pasta compatta contenente però ancora il 30 % in peso di umidità.

In generale le acque delle lavature non vanno disperse, ma vengono raccolte e lasciate depositare in apposite vasche di cemento per il ricupero dei residui di nitrocellulosa che eventualmente trascinarono seco.

§ 4^o *Plasmazione o modellamento.*

Il fulmicotone viene infine plasmato in cartucce di varie dimensioni e talvolta anche di forme diverse, a seconda che debba servire per usi militari, per la marina o per le mine.

Il fulmicotone compresso in cartucce acquista una maggiore densità con vantaggio degli effetti esplosivi, e la sua combustione riesce più regolare.

Innanzitutto si depura il fulmicotone facendolo passare attraverso a un setaccio per toglierne le sostanze estranee che eventualmente vi si fossero mescolate durante le precedenti operazioni. Quindi lo si modella in grossi pezzi mercè uno strettoio verticale. Dopo ciò passa ad uno strettoio orizzontale ove è compresso in cartucce fra due lastre d'acciaio perforate, e quivi subisce delle diverse e successive pressioni dai kg. 600 ai kg. 900 per centimetro quadrato. Viene così ridotto in dischi dello spessore di

om. 5 e contenenti ancora circa il 15 % d'acqua. Vi si aggiunge allora tant'acqua, preferibilmente con una soluzione di soda o di acido fenico, che basti a ricondurlo al 30 % d'umidità, nel quale stato non presenta più alcun pericolo e può essere segato o tagliato per dargli le volute dimensioni, o perforato per applicarvi gli inneschi.

Il fulmicotone, che dev'essere adoperato asciutto per la composizione degli inneschi od altro, viene essiccato rapidamente stendendolo sovra una placca di ferro esposta ad una corrente d'aria calda.

Il fulmicotone umido è conservato in casse di legno foderate internamente con lamiera di zinco ed a chiusura ermetica. In tale stato può durare degli anni senza punto alterarsi nè presentare alcun pericolo.

Secondo il prof. Parazzani (1) il rendimento teorico della nitrificazione del cotone è di 1.8 in fulmicotone; praticamente raggiunge 1.6 al massimo.

§ 5^o *Fulmicotone in matasse o in fiocchi.*

Il processo di fabbricazione sin qui descritto riguarda in modo speciale la preparazione del fulmicotone compresso sistema Abel. Quando si volesse invece avere del fulmicotone in matasse od in fiocchi, allora si omette il lavoro di riduzione in polpa e subito dopo la nitratura lo si sottopone ad abbondantissime lavature per liberarlo dagli acidi di cui è imbevuto. Lo si tratta quindi con una soluzione bollente di potassa della densità di 1.02, dopo di che viene ancora lavato con acqua pura e poi essiccato. Per toglierne infine le ultime tracce acidule ch'ei possa

(1) G. PARAZZANI, *Gli esplosivi moderni*, 1903.

ancora contenere lo si tratta un'ultima volta con una soluzione di silicato di soda della densità di 1.07, e finalmente viene dolcemente lavato ed essiccato ad una temperatura dai 30° ai 35° ed in modo che non sia colpito dai raggi diretti del sole.

§ 6° *Vivificazione del miscuglio acido.*

Gli acidi in eccesso della nitrificazione del cotone, vale a dire le prime parti di miscuglio acido che si estraggono dall'apparecchio Thomson, sono raccolti in appositi recipienti a parte e, mentre le successive acque deboli passano ai laboratori di denitrificazione e di concentrazione, le prime sono rinvigorite con aggiunta di acidi, nitrico e solforico, concentrati.

Così, ad esempio, a Waltham Abbey mentre si impiega per la nitrificazione un miscuglio acido di:

| | |
|---|------------|
| Acido solforico a 96 % di SO^4H^2 | parti 73,5 |
| Acido nitrico a 91,5 % di NO^3H | » 23,- |
| Acqua | » 3.5 |

il primo miscuglio diluito proveniente dalla nitrificazione consta di:

| | |
|------------------------------------|------------|
| Acido solforico (come sopra) . . . | parti 75.5 |
| Acido nitrico | » 19.5 |
| Acqua | » 5.- |

Portando da 3.5 a 5 parti d'acqua il primo miscuglio normale si avrà:

| | |
|---------------------------|-------------|
| Acido solforico | parti 102.5 |
| Acido nitrico | » 32.- |

Di conseguenza per vivificare il miscuglio diluito bisognerà portare:

| | |
|---|----------|
| l'acido solforico da 75.5 a 102.5 aggiungendo | parti 27 |
| l'acido nitrico da 19.5 a 32 aggiungendo | » 12 |

Le proporzioni del miscuglio ridotte a 100 sono adunque:

| | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Miscuglio debole | 100.- = parti 72 |
| Acido solforico aggiunto | 27.- = » 19 |
| Acido nitrico aggiunto | 12.5 = » 9 |
| Miscuglio vivificato | 139.5 = parti 100 |

e cioè parti 100 di miscuglio vivificato ne contengono 72 di miscuglio debole.

CAPITOLO III

Cotone-collodio.

Come ho dimostrato al capitolo I, le nitrocellulose hanno caratteri diversi secondo il loro grado di nitrificazione, il quale è massimo nel fulmicotone che è una trinitrocellulosa.

Nelle varie applicazioni delle nitrocellulose, trovano larghissimo posto anche le gradazioni intermedie e inferiori, e nella industria le *binitrocellulose* o *pirosilline* hanno oggi assunto notevole importanza.

Infatti dissolvendole in un miscuglio di alcool e di etere ci danno il *collodio* che è così largamente impiegato nella moderna chirurgia non solo, ma anche nella preparazione di certi medicinali che vengono racchiusi in capsule costituite appunto da una tenue pellicola di collodio. Al collodio ricorre spesso la misera umanità sofferente di calli, alla estirpazione dei quali giovano le pennellazioni del benefico composto; al collodio deve largo sviluppo l'arte fotografica; al collodio si devono molte applicazioni industriali di pratica utilità.

Con la binitrocellulosa, alla quale va aggiunta della canfora per diminuirne la sensibilità all'urto, si produce anche la *celluloide* che serve alla fabbricazione di infiniti arnesi di uso domestico, quali colli, polsi, pettini, scatole, cornici, piccoli mobili, oggetti di ornamento, ecc.

Però l'importanza straordinaria della binitrocellulosa risiede specialmente nelle sue applicazioni agli esplodenti, poichè, come vedremo in seguito, sotto il nome di *cotone-collodio* non solo si combina con la nitroglicerina per formare lo gelatine esplosive, ma entra anche come materia prima nella composizione della maggior parte delle moderne polveri senza fumo.

§ 1° *Fabbricazione del collodio-cotone.*

Nella produzione del cotone-collodio, il miscuglio acido sulfo-nitrico deve essere più debole di quanto si richiede per il fulmicotone. Si mescoleranno perciò, in un recipiente di arenaria:

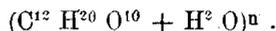
- parti 1 in peso di acido nitrico della densità di 1.42,
- parti 2 in peso di acido solforico della densità di 1.83.

Il cotone, preventivamente depurato e purificato con la potassa caustica, come ho già descritto al capitolo II, viene immerso lentamente nell'acido sulfo-nitrico, ma l'immersione durerà solo tre minuti avendo cura che la temperatura del miscuglio non oltrepassi i 19°. Il cotone impregnato d'acido è collocato a riposare in altri vasi di arenaria evitando lo sgocciolamento, al contrario del fulmicotone, poichè il processo di nitrificazione non è compiuto che dopo quarantotto ore circa. Si procede allora alle successive operazioni di lavatura, polpaggio, ecc., come per il fulmicotone.

Il chimico francese *De Chardonnet* consiglia di esporre il cotone destinato alla nitrificazione, alla temperatura di 170° per la durata di almeno sei ore, e ciò per agevolare il processo di purificazione del medesimo.

§ 2° Nitro-idrocellulosa.

La cellulosa, sotto l'influenza degli acidi, quali il solforico a 45° Baumé ed alla temperatura di 15°, il cloridrico idrato, e gli acidi minerali in genere, si trasforma in una sostanza denominata *Idrocellulosa*, la cui formola è secondo Girard,



Una parte in peso di questa materia immersa nel miscuglio di

parti 1 di acido nitrico,

parti 3 di acido solforico,

e trattata in seguito come il fulmicotone, dà la *nitro-idrocellulosa*, che è paragonabile alle nitrocellulose.



Identicamente, oltre che il cotone, sono nitrificate le cellulose del legno, la carta, la paglia, la juta, la canna da zucchero, la mannite, e si producono: *nitropestolegno*, *fulmipaglia*, *nitrojuta*, *nitrosaccarosio*, *nitromannite*, ecc.

Un sistema pratico di nitrizzazione della cellulosa del legno è suggerito dall'inglese Cross, il quale tratta:

parti 1 di legno ridotto in trucioli, con parti 3 di acido nitrico riscaldato a 80°.

Dopo un conveniente assorbimento, si preme il liquido acido esuberante e si sottopone la materia a lavature nella lisciva di soda, continuate sino alla neutralizzazione. Si

aggiunge allora della soda caustica e si procede alla evaporazione riscaldando a 300° la materia, la quale assume ben presto una consistenza sciropposa e mano mano si riduce in una pasta bruna.

Questa è allora bollita con acqua pura, e finalmente, con un processo di cristallizzazione frazionata, si libera la materia dai residui di ossalato, di acetato e di carbonato di soda che ancora conteneva.



A titolo di curiosità accennerò che la nitrocellulosa solubile serve anche come materia prima per la fabbricazione della *seta artificiale*.

La prima applicazione venne fatta dal chimico De Charbonnet già ricordato, il cui sistema consiste nel far disciogliere della nitrocellulosa in un miscuglio di tre parti di etere e due di alcool, passando quindi la densa soluzione attraverso a tubi capillari dai quali esce in fili tenuissimi che con idoneo processo si solidificano e acquistano la resistenza e la lucentezza della seta naturale.

CAPITOLO IV

Proprietà del fulmicotone.

Come ho già fatto per le polveri da fuoco passerò rapidamente in rassegna le proprietà del fulmicotone, le quali si possono anche riassumere in:

- 1° Proprietà fisiche,
- 2° Proprietà meccaniche,
- 3° Proprietà chimiche.

Proprietà fisiche. — Il fulmicotone in matasse od in fiocchi ha l'aspetto esteriore perfettamente eguale a quello del cotone ordinario, salvo che il primo è un po' più rigido e rude al tatto. Inoltre i fili od i fiocchi del fulmicotone perfettamente asciutto si elettrizzano anche con un semplice sfregamento, e se questo è fatto nell'oscurità essi diventano luminosi. Siffatta proprietà del fulmicotone è così pronunciata che si fabbricarono perfino delle placche per macchine elettriche con della carta nitrificata.

Il fulmicotone compresso come nel sistema Abel si presenta allo stato di una pasta compatta di un color bianco tendente al paglino.

Il fulmicotone è poco igrometrico, inodoro, insipido ed insolubile nell'acqua, nell'alcool, nell'etere e nell'acido

acetico. È leggermente solubile nell'etere acetico poco concentrato e tale solubilità è favorita dal calore.

La sua densità assoluta è da 1.40 ad 1.50 ma presenta delle apparenti densità diverse secondo il modo col quale venne preparato. Così s'egli è in fiocchi ha una densità di 0.10, se è filato di 0.25 e se è compresso col sistema Abel raggiunge una densità di 1.—

Il cotone collodio è solubile nel miscuglio di alcool ed etere, e nell'etere acetico. È meno potente del fulmicotone nella esplosione.

La nitroidrocellulosa ha l'aspetto pulverolento; è più sensibile all'urto del fulmicotone.

Proprietà meccaniche. — Il fulmicotone perfettamente puro, accuratamente preparato e messo al contatto di un corpo riscaldato s'infiama alla temperatura di 172° e, se è in fili, scoppia violentemente. Se è compresso abbrucia invece lentamente sviluppando una viva fiamma. Riscaldato progressivamente s'accende ad una temperatura di 136° ed ha, secondo Piobert, una velocità di combustione otto volte maggiore di quella della polvere nera. Riscaldato rapidamente, la sua temperatura d'esplosione varia dai 136° ai 180° secondo la sua struttura.

Il fulmicotone abbrucia senza lasciare residui, nè sviluppa fumo sensibile, ma svolge una quantità considerevole di gas, quali ossido di carbonio, acido carbonico, azoto, vapore acqueo, ecc., ciò che appunto gli dà una straordinaria potenza esplosiva.

La luce solare provoca una lenta decomposizione del fulmicotone; lo stesso fenomeno avviene se il fulmicotone è mantenuto per lungo tempo in un ambiente riscaldato da 80° a 100°, ciò che indicherebbe una certa instabilità

del prodotto, spesse fiate dovuta alla presenza di impurità e di residui di acido nitrico nel preparato.

Luck e Cross ritengono invece che nella fabbricazione del fulmicotone si formi un sottoprodotto del celluloso che intimamente unendosi ai nitrati, non si potrebbe togliere da questi con gli usuali mezzi di lavatura perchè insolubile nell'acqua anche calda, nell'etere, nell'alcool, nella benzina e nemmeno nelle soluzioni di soda, mentre sarebbe invece solubilissimo nell'acetone. Luck et Cross consigliano perciò l'addizione di acetone alle nitrocellulose, cosa che darebbe a queste, purezza, stabilità e l'aspetto di una polvere fina, densa, bianchissima, suscettibile di compressione a grandi masse.

Il fulmicotone è, secondo Berthelot, sensibilissimo alle esplosioni per influenza.

Il cotone fulminante secco esplose anche sotto l'azione dell'urto di una palla da fucile.

All'aria libera la velocità di combustione del fulmicotone venne calcolata da Piobert pari a otto volte quella della polvere nera.

Sebert trovò che il fulmicotone chiuso in tubi di piombo dà una velocità di esplosione di 4000 metri al minuto secondo, e di 6000 metri se racchiuso in tubi di stagno.

Il volume e la natura dei gas prodotti dalla combustione del cotone fulminante dipende dalle condizioni in cui ha luogo l'esplosione e variano con le densità di caricamento. Troppo lungo sarebbe il riassumere i risultati ottenuti in proposito dai migliori sperimentatori ed eccederebbe dal compito di un manuale essenzialmente pratico. Basti dire che la combustione di gr. 1 di fulmicotone nel vuoto diede dei volumi di gas da 480 a 535 cc., e, sotto pressioni elevate, Karolyi ottenne 755 volumi di

gas ridotti alla temperatura di 0° ed alla pressione di m. 0.760.

Quanto ai prodotti della combustione, secondo gli esperimenti di Karolyi, parti 100 di fulmicotone sotto pressione elevata avrebbero dato :

| | | |
|--|-------|-------|
| Ossido di carbonio | parti | 28.95 |
| Acido carbonico | » | 20.82 |
| Idrogeno protocarbonato | » | 7.24 |
| Azoto | » | 12.67 |
| Vapor acqueo | » | 25.34 |
| Idrogeno | » | 3.16 |
| Residui di carbonio non abbruciato | » | 1.82 |

Sotto deboli pressioni si ottiene anche del biossido d'azoto a spese dell'acido carbonico, dell'ossido di carbonio e del vapor acqueo. Siccome però il biossido d'azoto ha una forte azione corrosiva sui metalli, così è necessario, nell'impiego del fulmicotone per il tiro nelle bocche da fuoco, di ottenere l'esplosione a pressioni elevate onde evitarne gli effetti nocivi evitando appunto la produzione di biossido d'azoto.

La detonazione del cotone fulminante al 5% d'umidità si ottiene con capsule caricate con gr. 1.5 di fulminato di mercurio. Collocata la miccia nella capsula, questa viene introdotta nella cartuccia di fulmicotone. Gli effetti di rottura che se ne ottengono sono straordinari, tanto che la pressione iniziale prodotta dal fulmicotone è di kg. 8740 per centimetro quadrato. Tale pressione è ancora suscettibile di aumento comprimendo l'esplosivo in piccolo volume.

Il fulmicotone che contiene più del 15% d'umidità si accende al contatto di una certa quantità di fulmicotone

secco infiammato mercè una capsula al fulminato di mercurio. Le sole capsule ordinarie di gr. 1.5 di fulminato non basterebbero a produrre l'accensione. Aumentando l'umidità si deve sempre più aumentare l'energia dell'inesco con l'accrescere la carica del fulminato ed il quantitativo del fulmicotone secco da porsi a contatto con la massa umida.

Il calore di combustione del fulmicotone venne teoricamente calcolato da Berthelot pari a 1572 calorie rapportate a kg. 1 di materia. Effettivamente però le calorie sviluppate sono in proporzione minore, perchè anche nel cotone fulminante il meglio preparato vi sono delle quantità, anche minime, meno nitate e perciò solubili nell'acqua. Infatti Roux et Sarrau misurarono sperimentalmente il calore di combustione del fulmicotone e lo trovarono variabile da 1056 a 1123 calorie per centimetro quadrato.

Proprietà chimiche. — La costituzione chimica del fulmicotone non fu mai ben definita e diede luogo a svariate supposizioni. Esso era per l'addietro considerato come un corpo azotato per sostituzione; ora sarebbe dimostrato ch'egli è un vero e proprio etere nitrico della cellulosa.

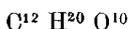
Le analisi operate da diversi chimici sul fulmicotone diedero dei risultati differenti fra loro, forse per difetto di omogeneità dei diversi campioni analizzati. Così ad esempio mentre Schönbein ottenne ne' suoi esperimenti su parti 100 di fulmicotone:

| | |
|--------------------|-------------|
| Carbonio | parti 27.43 |
| Idrogeno | » 3.54 |
| Azoto | » 14.26 |
| Ossigeno | » 54.77 |

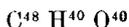
Sarrau e Vieille in esperimenti più recenti ottennero:

| | |
|--------------------|-------------|
| Carbonio. | parti 25.40 |
| Idrogeno | » 2.50 |
| Azoto | » 13.30 |
| Ossigeno. | » 58.80 |

Necessariamente anche la formula chimica del fulmicotone non è bene precisata ed ormai se ne conoscono quasi tante quante furono le analisi operate su questo composto. Partendo ogni esperimentatore dall'ipotesi che la formula della cellulosa sia un multiplo di



o, come supporrebbe Berthelot, che sia rappresentata da

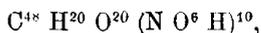


vennero attribuite al fulmicotone varie formule che si possono riassumere nelle seguenti:

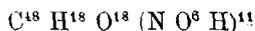


di Sarrau e Vieille;

oppure:

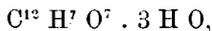


od anche

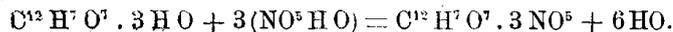


di Berthelot.

L'inglese Cundill invece considerando la cellulosa come rappresentata dalla formula



afferma che la formazione del fulmicotone è data dall'equazione:



CAPITOLO V

Uso ed impiego del fulmicotone.

Il fulmicotone è adoperato per lo più a scopi militari, sia che venga utilizzato nelle armi da fuoco, sia che lo s'impieghi nel caricamento delle torpedini o dei proiettili cavi. Viene usato anche, sebbene in minori proporzioni, nei lavori delle mine, e finalmente oggi entra in proporzioni notevoli come materia prima nella composizione delle gelatine esplosive, della maggior parte delle polveri nitrocomposte e in quella degli inneschi di varie specie.

Il primo che tentò praticamente l'uso del fulmicotone con le armi da fuoco fu il generale austriaco von Lenk, ma i suoi esperimenti furono ben presto abbandonati in seguito alla instabilità dei prodotti imperfetti allora ottenuti ed alle esplosioni che ne furono la conseguenza.

Tentativi simili furono ripetuti in tempi più recenti, ed i vantaggi che il fulmicotone presenta, come assenza quasi totale del fumo nella combustione, eliminazione delle fecce o residui, diminuito rinculo e maggiore aggiustatezza nel tiro in confronto delle polveri ordinarie, lo rendono indicatissimo come esplodente per le armi da guerra ed oggi è appassionatamente studiato con felici risultati nella preparazione dei nuovi esplodenti.

Il cotone fulminante preparato col sistema Abel è un elemento preziosissimo nel caricamento delle torpedini, alle quali occorrono esplosivi che non si alterino per l'azione dell'umidità. Così pure venne vantaggiosamente utilizzato nel caricamento delle granate finchè fu sostituito dall'acido picrico e da altri composti più adatti allo scopo.

Come esplosivo per i lavori nelle mine, il fulmicotone umido, compresso ed acceso con un innesco di fulmicotone secco, produce degli effetti otto a dieci volte più potenti della polvere nera non solo, ma produce anche nella roccia un maggior numero di fenditure, mentre ha qualità meno proiettorie. Presenta però l'inconveniente di sviluppare in gran quantità dell'ossido di carbonio che esercita degli effetti deleteri sull'organismo dei minatori, inconveniente che può essere eliminato mescolando il fulmicotone con del salnitro, per trasformare, all'atto dell'esplosione, l'ossido di carbonio in acido carbonico che è meno dannoso alla respirazione.

Il fulmicotone infine è utilmente impiegato nella pirotecnica, e viene utilizzato anche nella preparazione dei *segnali in caso di pericolo* per le navi, segnali che sviluppando contemporaneamente una luce vivissima e prolungata ed una fortissima detonazione, hanno sostituito i leggendari cannoni d'allarme ed i fuochi d'artificio altre volte usati dalle marine di tutto il mondo.

CAPITOLO VI

Prove del fulmicotone.

Prima di adoperare il fulmicotone, qualunque sia l'uso cui è destinato, lo si sottopone ad alcune prove per determinare la sua purezza e le sue proprietà, prove che riassumo brevemente nelle seguenti:

Aspetto fisico. — Le cartucce, i dischi, i cilindri o simili in cui è plasmato il fulmicotone non devono avere alcuna tendenza a fendersi o ad aprirsi; gli angoli devono essere dolcemente smussati e le dimensioni devono corrispondere a quelle regolamentari. Le sezioni delle cartucce devono essere compatte, levigate, omogenee.

Densità. — Questa dev'essere compresa fra 1.15 ed 1.20, nè in verun caso inferiore ad 1. La si determina essicando prima il saggio che si vuole sperimentare e quindi dividendone il peso per il volume, ottenuto misurandone le dimensioni.

Umidità. — Viene determinata disseccandone un campione alla temperatura di 50°, dopo averne prima verificato il peso allo stato normale. La differenza in peso è il grado di umidità cercato.

Incenerimento. — Si colloca una data quantità di fulmicotone, addizionato con della paraffina, in una capsula

riscaldata al punto da produrre l'accensione del miscuglio il quale non deve lasciare, dopo la sua completa combustione, più del 4 % di residui in ceneri.

Solubilità. — Si lava il campione di fulmicotone due volte con dell'acqua alla temperatura di 50°. Si sprema quindi e si essicca in una stufa a 100°, dopo di che se ne prendono gr. 3 e si sciolgono, in due riprese, in un miscuglio di parti 1 d'alcool a 40° B., e parti 2 di etere rettificato. Lasciato posare il tutto per un paio d'ore si filtra la materia attraverso ad una mussolina, la si comprime tra due fogli di carta a filtro, si elimina l'etere per evaporazione, poi la si essicca e si espone all'aria libera per due ore. La sua perdita in peso indica la quantità di nitrocellulosa solubile che conteneva e che non dev'essere superiore al 13 $\frac{1}{2}$ %.

Prova dell'alcalinità. — Questa è fatta allo scopo di riconoscere la quantità di carbonato di soda che il fulmicotone può contenere.

Si trattano perciò gr. 2 di cotone fulminante secco e polverizzato, con 10 centilitri di un liquore titolato contenente 20 cc. di acido cloridrico a 19° B. per litro; si decanta quindi e si lava sino a che le acque di lavatura non presentino al saggio del nitrato d'argento nessuna traccia di acidità. Si neutralizza infine un volume della soluzione così ottenuta con un volume eguale di acqua mescolata con 10 cc. di un liquore alcalino tipo, formato da una soluzione di gr. 200 di carbonato di soda per litro d'acqua. Il titolo trovato non deve superare il 2 %.

Prova dell'azoto. — A stabilire il grado di nitrificazione del fulmicotone, si ricorre generalmente al *nitrometro* di

Lunge. Allorchè l'acido nitrico, tanto se diluito come se concentrato, si trova a contatto del mercurio, avviene una reazione per la quale si forma del solfato mercuriale con sviluppo di biossido di azoto. Basandosi su tale principio, Lunge ha ideato un apparecchio mercè il quale, dopo avere disciolto un campione di fulmicotone nell'acido solforico, mette tale miscuglio alla presenza del mercurio col quale viene energicamente agitato. Si verifica allora la reazione, e tutto l'azoto allo stato di NO si accumula alla superficie del mercurio.

Il nitrometro di Lunge misura il volume di NO, e da tavole annesse all'apparecchio è agevolato il calcolo successivo per dedurne la quantità dell'azoto puro.

Prova del calore. — È praticata al fine di valutare la stabilità del fulmicotone, che deve essere perciò esente affatto d'acido libero.

Si essicano alcuni grammi di fulmicotone e, dopo averli esposti all'aria libera sino a completo raffreddamento, si ripongono in un tubo di prova sospeso nel centro di un bagno-maria alla temperatura di 65° a 70°. L'estremità superiore del tubo sporge da un foro praticato nel coperchio di rame che chiude il bagno.

Il tubo è turato da un tappo di gomma indurita, attraversato nel centro e in senso della sua lunghezza da una striscia di carta trattata preventivamente con una soluzione di amido e ioduro di potassio in parti uguali di acqua e glicerina.

Perchè il fulmicotone sia assolutamente puro deve subire il calore del bagno da 170° a 180° per quindici minuti senza che la carta s'imbrunisca.

PARTE TERZA.

NITROGLICERINA E DINAMITI

CAPITOLO I

Della glicerina.

In fatto di esplosivi, il secolo XIX ha segnato un'epoca così memorabile che, non è azzardato affermare, difficilmente potrà rinnovarsi nell'avvenire, perchè se è vero che non è detta al proposito l'ultima parola, tuttavia quanto si potrà anche fare sarà pur sempre una conseguenza del meraviglioso impulso dato dalle scoperte del secolo passato.

Fra queste, la più notevole senza dubbio è quella della nitroglicerina e della sua applicazione pratica con le dinamiti, delle cui vicende storiche ho già parlato al libro primo.

La nitroglicerina o *piroglicerina*, come la battezzò in origine il suo inventore, è il prodotto della nitrificazione della glicerina pura.

La *glicerina* venne scoperta nel 1779 da Scheele, ed ebbe il nome di glicerina nel 1814 da Chevreuil che ne studiò i caratteri e la composizione chimica.

Solo dopo il 1820 si cominciò ad utilizzarla su vasta scala come prodotto industriale.

La glicerina $C_3H_5(OH)_3$, è una sostanza che costituisce un elemento essenziale dei grassi animali, ed è ottenuta come prodotto secondario nella fabbricazione dei saponi e della stearina.

La glicerina pura è un liquido neutro, chiaro, viscoso, senza odore sensibile e dolce al gusto. È solubile nell'acqua, nell'alcool, nell'etere etilico; è insolubile invece nel cloroformio, nella benzina, nell'etere e nel bisolfuro di carbonio. Mescolata all'acido solforico conserva il suo aspetto fisico. È deliquescente, ed esposta all'aria ne assorbe avidamente l'umidità. Si congela facilmente al freddo anche se lieve; a 100° comincia ad evaporare, e bolle a 290° . Esercita un'azione dissolvente sulle terre alcaline, sugli alcali e sugli ossidi metallici. La sua densità allo stato di assoluta purezza è di 1.270 alla temperatura di 15° . La glicerina però che si trova in commercio contenendo facilmente dal 5 al 10 % d'acqua, la sua densità reale varia da 1.232 a 1.251.

La glicerina esiste abbondantemente in natura combinata con diversi acidi in tutte le sostanze grasse, sia animali che vegetali; non si trova mai allo stato libero.

In origine la glicerina si otteneva lasciando evaporare le acque depositate nella fabbricazione del sapone, trattate con l'acido solforico e con l'acido cloridrico.

In seguito si è notato che il miscuglio dell'acido stearico e dell'acido palmitico, col quale si fabbrica la stearina, dà luogo a un sottoprodotto di glicerina sciolto nelle acque residue. Queste vennero allora trattate con l'acido solforico per separarne la glicerina, la quale era in seguito distillata e filtrata.

Finalmente si ritornò all'estrazione della glicerina dai residui della fabbricazione dei saponi, come quella che dà maggiore rendimento e che è più sollecita nella produzione.

Nel sesto congresso internazionale di chimica applicata tenutosi in Roma nel 1906, il sig. E. Barbet di Parigi comunicò un suo procedimento per l'estrazione della glicerina dalle vinacce. Queste sarebbero evaporate nel vuoto e sotto pressione. Lo sciroppo che se ne ottiene è mescolato con della calce viva in polvere; tale miscuglio è poi lisciviato con dell'alcool denaturato ad alto grado di concentrazione. Si procede quindi alla distillazione, e mentre l'alcool è recuperato, nel fondo dell'apparecchio rimane la glicerina, che è in seguito purificata e concentrata.

La glicerina pura è impiegata nella preparazione di alcuni medicinali, ed è largamente utilizzata sotto forma di saponi per ammorbidire la muliebre epidermide vellutata, o in quella di cosmetici così cari ai vecchi eleganti che si illudono col loro uso di illudere le belle. La glicerina è utilizzata anche nell'industria tessile, e in quella della fabbricazione della birra, dei vini e dei liquori.

La glicerina adoperata nella preparazione della nitroglicerina deve avere all'apparecchio di Sprengel una densità almeno di 1.260, alla temperatura di 15°, ed al pesasciropi deve segnare non meno di 30°. Non deve manifestare reazioni acide; quando è versata nell'acqua, se assume un aspetto lattiginoso indica la presenza di acido oleico in proporzioni dannose; mescolata a volumi eguali coll'acido solforico e aggiuntovi dell'alcool, riscaldando tale miscuglio, se emana del profumo di ananasso denota l'esistenza di acidi grassi come il butirrico, il formico e simili; nel miscuglio infine con il solo acido solforico, la glicerina deve mantenersi limpida, incolore e inodore, e

se sviluppa invece dell'acido carbonico o dell'ossido di carbonio è segno che contiene dell'acido ossalico. Inoltre deve essere perfettamente pura e quindi esente da sali di calce o di piombo, da sostanze grasse e zuccherine, dalla destrina e da cloruri che ne altererebbero la purezza.

Si constata la presenza dei sali di calce trattando la glicerina con l'ossalato di ammoniaca che dà un precipitato di ossalato di calce; si riconosce quella dei sali di piombo mercè l'acido solfidrico che produce un precipitato nero; le sostanze zuccherine si riconoscono dalla colorazione bruna che prende la nitroglicerina quando sia bollita con della soda caustica; in pari modo bollendo gocce 5 di glicerina diluita in gocce 120 di acqua distillata con 4 centigrammi di molibdato di ammoniaca, si nota la presenza della destrina dalla colorazione turchina che prende il miscuglio.

Concludendo, la glicerina destinata alla nitrizzazione deve essere chimicamente neutra nè deve contenere possibilmente impurità di sorta, delle quali appena appena se ne potrà tollerare complessivamente il 0.25 %.

Tutto ciò è di capitale importanza per la sicurezza della fabbricazione e per la stabilità dei prodotti da ottenersi. Si pratica perciò spesse volte sulla glicerina il saggio della *nitraxione*. Si opera sopra una piccola quantità di glicerina destinata alla fabbricazione dell'esplosivo (50 cm³) che si fa sgocciolare in un miscuglio liquido, del volume di 400 cm³, composto di tre parti in peso di acido nitrico alla densità di 1.52 e di cinque parti di acido solforico di 1.84 previamente preparato e raffreddato. Si agita e si raffredda lasciando quindi il tutto in riposo per alcuni minuti, finchè la nitroglicerina formatasi, essendo meno densa, si separa dal miscuglio acido.

Se la glicerina era pura la linea di separazione sarà netta senza residui nel liquido acido.

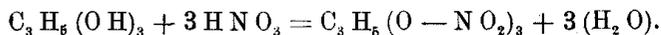
Liberata completamente dal miscuglio acido, la nitroglicerina viene lavata prima con molt'acqua, quindi con una soluzione diluita di carbonato di soda e finalmente nuovamente con abbondante acqua pura.

Ottenuta così la nitroglicerina, la si tratta con acqua alcalina. Se la neutralizzazione è completa senza produrre precipitati fioccosi, la glicerina era pura e quindi servibile; in caso diverso è da rifiutarsi perchè darebbe un prodotto instabile e pericoloso.

CAPITOLO II

Della nitroglicerina.

La *nitroglicerina* è il prodotto della nitrurazione della glicerina pura secondo la formula.



Sobrero produceva la nitroglicerina versando mezzo volume di glicerina goccia a goccia, in 1 volume di acido nitrico della densità di 1.52 e di 2 volumi di acido solforico della densità di 1.84, miscuglio convenientemente raffreddato ed energicamente agitato durante l'operazione, onde evitare una soverchia elevazione di temperatura (non superiore a 27°). Gettava, subito dopo, il tutto nell'acqua fredda in quantità pari a 20 volte il volume del liquido, e lo lasciava posare finchè si fosse interamente depositato al fondo, dopo di che lavava la nitroglicerina sino a neutralizzazione perfetta, la decantava ed infine l'essicava nel vuoto.

La produzione industriale della nitroglicerina richiede un impianto complesso e rispondente alle varie operazioni necessarie per dare un prodotto perfetto, le quali si riassumono in :

- 1° Miscuglio degli acidi ;
- 2° Nitrurazione ;

- 3° Separazione;
- 4° Lavatura;
- 5° Filtrazione;
- 6° Trattamento dei residui.

§ 1° *Miscuglio degli acidi.*

La stabilità del prodotto è basata specialmente sulla purezza delle materie prime e sulla qualità delle medesime che, per gli acidi, consistono specialmente nel loro grado di concentrazione.



L'*acido nitrico* deve perciò avere una densità non minore di 1.525 e deve essere libero più che sia possibile da ogni traccia di perossido di azoto, di cloro, di nitrati di soda o di zinco.



L'*acido solforico*, che è aggiunto perchè assorba l'acqua che si forma durante la reazione mantenendo così sempre all'acido nitrico una elevata concentrazione, avrà una densità minima di 1.84, e non dovrà contenere nè acido arsenioso, nè prodotti nitrosi, nè solfato di piombo.

Il miscuglio acido è fatto in una vasca di piombo nella quale sono versati

| | |
|---------------------------|---------|
| Acido nitrico | parti 1 |
| Acido solforico | » 2 |

che unite assieme passano, per mezzo di un monta-acidi, in altro serbatoio pure di piombo, dove riposano 24 ore

per raffreddarsi. Nel fare la miscela dei due acidi giova avvertire che occorre immettere, nella vasca apposita, prima l'acido nitrico e versarvi quindi lentamente l'acido solforico agitando in pari tempo la massa raffreddandola per impedire lo sviluppo di vapori nitrosi.

Questo secondo serbatoio è situato in modo che il miscuglio acido, a raffreddamento compiuto, possa scorrere lungo tubi di piombo e versarsi nel *nitratore*.

Liebert nel 1889 brevettò un sistema di preparazione della nitroglicerina, nel quale al miscuglio aggiungeva del nitrato di ammoniaca o del solfato di ferro per diminuirne la sensibilità, ed aumentarne la potenza.

Nella pratica viene da molti aggiunto invece del nitrato di soda oppure di potassa.

§ 2° *Nitraxione.*

L'apparecchio denominato *nitratore* e nel quale avviene il trattamento della glicerina con il miscuglio acido, è costituito da una grande vasca cilindrica di legno, foderata internamente di piombo, e fornita di due pareti fra le quali circola una corrente d'acqua fredda. Lungo la parete interna della vasca girano poi anche delle serpentine concentriche refrigeranti, nelle quali scorre perciò una rapida corrente d'acqua freddissima. Nel fondo è applicato un rubinetto di scarico che comunica con un gran mastello ripieno a metà d'acqua pura. La parte superiore è chiusa da una copertura convessa munita di laterali spiattoi di cristallo dai quali l'operaio addetto alla nitrificazione ne sorveglia il processo. Dal centro della copertura si eleva un camino per l'uscita dei vapori, comunicante perciò con l'aria esterna. Uno spiattoio di cristallo applicato alla

base del camino permette all'operaio di osservare il colore dei vapori. Dei tubi che dall'alto attraversano il recipiente per quasi tutta la sua lunghezza, e detti *barbotatori*, vi portano dentro dell'aria compressa destinata ad agitare continuamente la massa liquida durante l'operazione. Finalmente l'apparecchio è completato da due termometri che segnano le temperature degli strati superiore ed inferiore del liquido.

Le dimensioni del recipiente sono proporzionate all'importanza della produzione, ma devono essere tali che, in ogni carica, nella vasca non vi sia materia oltre i due terzi della sua capacità.

Per il processo di nitrificazione, è necessario che la glicerina, prima di passare al *nitratore*, sia filtrata, a maggiore garanzia della sua purezza. Dovrà inoltre essere fluida e scorrevole per cui necessita mantenerla alla temperatura di circa 20° affinché non si inspessisca per raffreddamento.

Introdotta nella vasca il miscuglio acido e messi in azione, opportunamente regolati, i refrigeranti e i barbotatori in modo che la temperatura del liquido non oltrepassi i 18°, la glicerina, in ragione di parti 0.50, è iniettata a guisa di pioggia fino al centro del miscuglio per mezzo di un apposito iniettore ad aria applicato alla vasca.

Durante siffatto lavoro necessita che la temperatura del miscuglio non oltrepassi mai i 30°, al quale fine si regola opportunamente l'immissione dell'aria compressa nella vasca.

Se ciò nonostante la temperatura oltrepassa i 30°, allora avviene la decomposizione, che si manifesta con una tinta rossastra seguita da un abbondante sviluppo di vapori ru-

tilanti. In tal caso, e non appena che la temperatura del liquido abbia raggiunto i 30°, l'operaio che osserva dagli spiatoi, apre immediatamente il rubinetto di scarico perchè la massa acida si versi nell'acqua del mastello e si arresti la decomposizione, evitando così un'esplosione.

Siccome all'atto dell'immersione nell'acqua del suddetto miscuglio acido si sviluppa una straordinaria quantità di calore, il mastello dovrà avere tale capacità che la sua metà, oltre quella occupata dall'acqua sia almeno otto a dieci volte superiore al volume del miscuglio acido, affinchè questo possa rapidamente raffreddarsi, coll'aiuto anche di aria compressa che viene con apposito congegno introdotta nel mastello per agitare continuamente la massa liquida.



Boutmy e Faucher per eliminare in gran parte il calore che si sviluppa durante la reazione, risparmiando così l'impianto degli apparati refrigeranti, modificarono il processo di nitratura della glicerina coll'impiego di due miscugli binari formati: il primo di parti 100 di glicerina e di parti 320 di acido solforico, miscuglio preparato versando goccia a goccia la glicerina nell'acido; il secondo di parti 280 di acido solforico e parti 280 di acido nitrico, mescolati con le solite norme. Raffreddati convenientemente i due composti binari, si versano successivamente in un recipiente cilindrico di arenaria ove il miscuglio è abbandonato a sè stesso almeno per 12 ore perchè la combinazione, in simili condizioni, si effettua in modo regolare ma lento assai.

Il rendimento di tale sistema raggiunge rare volte il 90 %, mentre il sistema prima descritto dà un rendimento in nitroglicerina che raggiunge persino il 215 % di glicerina impiegata.

§ 3° *Separazione.*

Il processo di separazione della nitroglicerina dagli acidi, era in origine operato nello stesso *nitratore*. Infatti, essendo maggiore la densità degli acidi di quella della nitroglicerina, bastava lasciar riposare a operazione compiuta il miscuglio, perchè l'eccesso degli acidi precipitasse al fondo della vasca, liberandosi dalla nitroglicerina che galleggiava alla superficie del liquido acido, e che veniva quindi decantata.

In seguito però il lavoro di separazione venne fatto in locale distinto, nel quale è situato il *separatore*, costituito da altra vasca identica a quella di nitratura, foderata anch'essa di piombo con copertura convessa e camino centrale per lo sfogo dei vapori, il tutto munito di spiattoi di cristallo per l'opportuna vigilanza. Anche al *separatore* sono applicati due termometri, e lateralmente porta un tubo per l'introduzione di aria compressa, ove occorra diminuire la temperatura nell'interno del recipiente.

Quando la nitratura della glicerina si è regolarmente compiuta, si mette in comunicazione, per mezzo di tubi di piombo, il rubinetto di scarico del *nitratore*, con il *separatore*, nel quale si versa il miscuglio e si lascia riposare, mantenendovi coll'aiuto dell'aria compressa la temperatura costante dai 18° ai 20°.

Lentamente la nitroglicerina si raccoglie nella parte superiore del liquido, e dopo un'ora circa la separazione è

compiuta come è facile arguire dalla linea perfetta di demarcazione che si nota fra lo strato inferiore composto di residui acidi dall'aspetto denso lattiginoso, e quello superiore che si presenta limpido dal colore giallo-chiaro costituito dalla nitroglicerina pura.

Questa viene tolta dal *separatore* per decantazione e versata in una vasca di legno rivestito di piombo ripiena a metà di acqua pura che si agita energicamente con opportuno barbotatore ad aria compressa.

Il *separatore* porta al suo fondo un tubo di scarico munito di spiattoio a cristallo, e quindi per mezzo di tre rubinetti distinti, diviso in altrettante condutture diverse.

Estratta la nitroglicerina pura, si fa funzionare il tubo di scarico, e aprendosi il primo rubinetto, la massa di residuo acido contenuta nel separatore passa in altro recipiente analogo per subirvi una seconda separazione con riacquisto di nitroglicerina che gli acidi avevano seco loro trascinata. Quando però gli acidi sono passati, l'operaio preposto all'operazione nota che il liquido residuo è torbido; allora chiude il primo rubinetto e apre il secondo, che porta quel miscuglio impuro in secchi dove è raccolto per venire in seguito distrutto. Il terzo rubinetto, detto di sicurezza, è aperto nel solo caso in cui, per una eccessiva elevazione di temperatura, urga rovesciare il contenuto del separatore in apposito recipiente ripieno a metà d'acqua pura, come già ho descritto per il nitratore.

§ 4^o *Lavature.*

La vasca che raccoglie la nitroglicerina proveniente dal *separatore*, è di forma cilindrica oppure troncoconica, a fondo inclinato e porta, come il separatore, un tubo in-

terno laterale che l'attraversa dall'alto al basso e gira nel fondo, per l'introduzione dell'aria compressa che regoli la temperatura del liquido di lavaggio, la quale temperatura deve mantenersi fra i 15° e i 30°. Al disotto dei 15° si provocherebbe il congelamento, al disopra dei 30° una reazione; il primo inconveniente è riparabile con l'aggiunta sollecita e graduale di acqua tiepida, il secondo non ha rimedio e deve perciò evitarsi assolutamente.

Immessa la nitroglicerina nella vasca di lavaggio, si aggiunge gradualmente dell'acqua pura che ha l'ufficio di asportare le tracce di acidi che accompagnano quasi sempre la nitroglicerina. Questa precipita quindi al fondo in grazia della sua densità, e l'acqua sovrapposta è ricambiata con sostituzione di altra acqua addizionata con carbonato di soda. La massa liquida è allora agitata dal barbotatore perchè si operi una seconda lavatura, la quale è seguita da una terza e, occorrendo, da una quarta, sino cioè a completa neutralizzazione.

Le successive lavature possono compiersi nello stesso recipiente, ma nelle fabbriche bene organizzate si succedono normalmente almeno in due recipienti diversi, facendo passare dall'uno all'altro la nitroglicerina per mezzo del tubo di scarico collocato al fondo della vasca.

§ 5° Nitrazione del sistema Nathan.

Da alcuni anni si è modificato il processo di fabbricazione della nitroglicerina riunendo di nuovo in un solo apparecchio perfezionato le operazioni di nitrazione e di separazione.

Il sistema conosciuto sotto il nome di *metodo Nathan* si basa sul criterio dello *spostamento*, per il quale: basta

un solo apparecchio, come sopra ho enunciato, per le due operazioni; il contatto della nitroglicerina cogli acidi è minimo; la loro separazione avviene per scolamento della nitroglicerina nella vasca di lavaggio; le spese di impianto sono minori, il rendimento è maggiore, e l'operazione è più igienica per chi vi è addetto.

L'apparecchio consiste in un recipiente cilindrico di piombo dal coperchio conico e dal fondo a piano leggermente inclinato. Al basso è inserito un tubo che proviene da tre branche esterne tubolari, delle quali una è in comunicazione con un serbatoio dell'acido da denaturare; un'altra con una vasca di diluizione per l'annegamento della materia esplosiva in caso di decomposizione; la terza finalmente si eleva dividendosi in due condutture di cui una comunica con il recipiente che contiene la miscela acida destinata alla nitrificazione, e l'altra con il serbatoio di una parte dell'acido riguadagnato dalla operazione precedente e che occorre per compiere la successiva, come si vedrà in appresso.

Nell'interno dell'apparecchio è disposta una serie sufficiente di serpentine di raffreddamento, e sul fondo inclinato è applicato un tubo forellato per l'immissione dell'aria fredda dall'esterno.

L'apparecchio è completato da un cilindro di piombo applicato alla parte superiore del coperchio conico, cilindro munito di uno sfioratore laterale dal quale parte un tubo per il deflusso della nitroglicerina al tino di lavaggio e quindi alla filtrazione di cui al paragrafo seguente.

Al tubo di scarico della nitroglicerina è applicato un altro tubo per la sfuggita dei vapori nitrosi.

Da apposita apertura del coperchio conico si fa passare il termometro per regolare la temperatura della opera-

zione, e da apposita finestrella a vetro, di cui è munito il cilindro di piombo or ora indicato, si sorveglia la eventuale produzione di vapori acidi nitrati.

Il lavoro di nitrurazione procede come segue:

Il miscuglio acido si fa nell'apposito recipiente immettendovi dapprima l'acido nitrico per mezzo di un montacidi, e quindi lentamente e dall'alto l'acido solforico, mentre si fa agire un energico gorgogliamento di aria compressa.

Ottenuto il miscuglio acido, questo passa dall'apposito tubo prima descritto e si versa nel nitratore. Si aggiunge allora dall'alto la glicerina che viene da uno speciale serbatoio con apposito iniettore e dopo alcuni minuti si fanno funzionare i serpentine di raffreddamento e si fa passare l'aria attraverso il tubo forellato del fondo per rimescolare la miscela.

Compiuta la nitrurazione ed abbassata la temperatura in misura però non inferiore ai 15°, si cessa il rimescolamento e si lascia il miscuglio in riposo affinché la nitroglicerina prodottasi si separi e venga alla superficie. Si fa allora arrivare dall'apposito tubo l'acido residuo di operazioni precedenti in modo da stendersi al disotto dei prodotti della reazione ed obbligare, per pressione progressiva, la nitroglicerina ad elevarsi a poco a poco sino a defluire dal livello di sfioramento del cilindro superiore verso il tino di lavaggio, e tanto lentamente da non trascinarvi dell'acido. Si arresta perciò l'immissione dell'acido al basso quando il livello di controllo segna che la linea di demarcazione fra l'acido e la nitroglicerina è prossima allo sfioratore e si lascia riposare il liquido.

Si scarica in seguito un po' di acido residuo, immettendo invece e lentamente dal 2 al 3% di acqua mentre

si agita con getti d'aria dal tubo forellato del fondo, per impedire alla nitroglicerina disciolta di scomporsi, eliminandosi con ciò i pericoli presentati invece dalla separazione lenta. Si aggiunge tuttavia, dal basso, nuovo acido residuo fino ad ottenere il livello primitivo per obbligare la nitroglicerina che aderisce alle pareti ed ai serpentinei di raccogliersi alla superficie e defluire anch'essa nel tino di lavaggio.

Ciò fatto si scarica l'apparecchio inviando parte dell'acido e in quantità necessaria al serbatoio per una nuova operazione, e il resto al recipiente di denitrazione.

Qualora però si dovesse sospendere per qualche tempo il lavoro del nitratore, questi sarà riempito di miscuglio acido residuale accuratamente depurato da ogni benchè minima traccia di nitroglicerina.

I vari tubi al servizio degli acidi, dell'aria compressa e dell'acqua annessi all'apparecchio funzionano a mezzo di rubinetti. Questi sono invece del tutto soppressi nel movimento della nitroglicerina.

Mentre nel processo Nobel e negli altri sistemi conosciuti il rendimento massimo per 100 parti di glicerina pura non oltrepassa il 210 in nitroglicerina, nel processo Nathan supera sempre il 230, elevandosi anche a 232, e ciò per effetto della più bassa temperatura alla quale si opera la separazione per semplice spostamento, come avviene nell'apparecchio Nathan, per cui si discioglie una quantità minore di nitroglicerina nel miscuglio acido.

§ 6^o *Filtrazione.*

L'apparecchio per la filtrazione è d'ordinario situato a' piedi delle vasche di lavatura della nitroglicerina, ed è

costituito da vasi cilindrici di legno rivestiti di piombo, portanti alla loro imboccatura in alto un doppio ordine di telai muniti di flanella per la filtrazione. Fra il primo e il secondo filtro è steso uno strato di sale grosso da cucina perfettamente essicato.

Compiute le lavature e decantata l'acqua, si apre il rubinetto di scarico della vasca di lavaggio e la nitroglicerina si versa sul primo filtro, vi lascia le ultime tracce di corpi estranei che eventualmente contiene e passa al secondo filtro. Quivi il sale suddetto assorbe i residui di acqua emulsionata che accompagnano la nitroglicerina, e questa si deposita al fondo del vaso. È poi raccolta, a filtrazione compiuta, a mezzo di secchie di caoutchouc e versata in serbatoi conici, dove è lasciata riposare ventiquattro ore affinché si liberi dalle ultime tracce d'acqua che monta alla superficie e viene decantata, restando nei serbatoi la nitroglicerina pura.

§ 7^o *Trattamento dei residui.*

Nella fabbricazione della nitroglicerina si producono abbondantissimi residui che richiedono uno speciale trattamento, non solo dal punto di vista del ricupero degli acidi, ma soprattutto per la sicurezza della fabbrica, degli operai e della incolumità pubblica.

I residui si distinguono in residui acidi della separazione, e in residui delle lavature.

I primi sono sempre ricchi di glicerina e di nitroglicerina, che si devono assolutamente raccogliere con un secondo processo di separazione identico al primo, ma in locale e con *separatore* appositi. L'estrazione della nitroglicerina che mano mano si separa dal miscuglio acido

si agita con getti d'aria dal tubo forellato del fondo, per impedire alla nitroglicerina disciolta di scomporsi, eliminandosi con ciò i pericoli presentati invece dalla separazione lenta. Si aggiunge tuttavia, dal basso, nuovo acido residuo fino ad ottenere il livello primitivo per obbligare la nitroglicerina che aderisce alle pareti ed ai serpentini di raccogliersi alla superficie e defluire anch'essa nel tino di lavaggio.

Ciò fatto si scarica l'apparecchio inviando parte dell'acido e in quantità necessaria al serbatoio per una nuova operazione, e il resto al recipiente di denitrazione.

Qualora però si dovesse sospendere per qualche tempo il lavoro del nitratore, questi sarà riempito di miscuglio acido residuale accuratamente depurato da ogni benchè minima traccia di nitroglicerina.

I vari tubi al servizio degli acidi, dell'aria compressa e dell'acqua annessi all'apparecchio funzionano a mezzo di rubinetti. Questi sono invece del tutto soppressi nel movimento della nitroglicerina.

Mentre nel processo Nobel e negli altri sistemi conosciuti il rendimento massimo per 100 parti di glicerina pura non oltrepassa il 210 in nitroglicerina, nel processo Nathan supera sempre il 230, elevandosi anche a 232, e ciò per effetto della più bassa temperatura alla quale si opera la separazione per semplice spostamento, come avviene nell'apparecchio Nathan, per cui si discioglie una quantità minore di nitroglicerina nel miscuglio acido.

§ 6^o *Filtrazione.*

L'apparecchio per la filtrazione è d'ordinario situato a' piedi delle vasche di lavatura della nitroglicerina, ed è

costituito da vasi cilindrici di legno rivestiti di piombo, portanti alla loro imboccatura in alto un doppio ordine di telai muniti di flanella per la filtrazione. Fra il primo e il secondo filtro è steso uno strato di sale grosso da cucina perfettamente essicato.

Compiute le lavature e decantata l'acqua, si apre il rubinetto di scarico della vasca di lavaggio e la nitroglicerina si versa sul primo filtro, vi lascia le ultime tracce di corpi estranei che eventualmente contiene e passa al secondo filtro. Quivi il sale suddetto assorbe i residui di acqua emulsionata che accompagnano la nitroglicerina, e questa si deposita al fondo del vaso. È poi raccolta, a filtrazione compiuta, a mezzo di secchie di caoutchouc e versata in serbatoi conici, dove è lasciata riposare ventiquattro ore affinché si liberi dalle ultime tracce d'acqua che monta alla superficie e viene decantata, restando nei serbatoi la nitroglicerina pura.

§ 7^o *Trattamento dei residui.*

Nella fabbricazione della nitroglicerina si producono abbondantissimi residui che richiedono uno speciale trattamento, non solo dal punto di vista del ricupero degli acidi, ma soprattutto per la sicurezza della fabbrica, degli operai e della incolumità pubblica.

I residui si distinguono in residui acidi della separazione, e in residui delle lavature.

I primi sono sempre ricchi di glicerina e di nitroglicerina, che si devono assolutamente raccogliere con un secondo processo di separazione identico al primo, ma in locale e con *separatore* appositi. L'estrazione della nitroglicerina che mano mano si separa dal miscuglio acido

deve essere fatta a frequenti periodi di tempo per evitare dei pericolosi accumulamenti; la temperatura del miscuglio sarà costantemente mantenuta intorno ai 20°; l'operazione non soffrirà interruzioni e procederà sotto la continua vigilanza dell'operaio che, al primo apparire di vapori rutilanti, farà funzionare l'aria compressa e, ove ciò non bastasse ad arrestare la reazione, aprirà la valvola di scarico perchè il liquido si rovesci nelle vasche di sicurezza.

Il miscuglio acido, libero completamente dalla nitroglicerina, è generalmente utilizzato nella produzione di concimi chimici, trattandolo con dei fosfati naturali. In alcune fabbriche invece è denitrato, vale a dire si separa l'acido nitrico dal solforico con un processo conveniente, che non è qui il caso di descrivere, e ciascuno dei due acidi è debitamente purificato e concentrato. In altre fabbriche si preferisce ravvivare il miscuglio aggiungendo le quantità di acidi, nitrico e solforico, necessari a raggiungere il titolo primitivo utilizzabile per nuove lavorazioni (1).

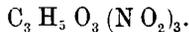
(1) Vedi *Fulmicotone* pag. 224.

CAPITOLO III

Proprietà della nitroglicerina.

La nitroglicerina perfettamente pura ha l'aspetto di un liquido oleoso, inodoro e quasi incolore salvo una leggerissima tinta giallo chiara. Ha un sapore caustico e, anche in piccolissime dosi, ha marcatissime proprietà velenose che agiscono principalmente sulla vista e al capo producendo in pari tempo una prostrazione generale in tutto l'organismo. L'avvelenamento è prodotto per lo più dal contatto diretto del liquido con la pelle della mano o di qualunque altra parte del corpo. Il riposo, la ventilazione, le compresse ghiacciate, le frizioni con soluzioni di potassa caustica o d'acido iodidrico e l'uso di caffè nero ben carico sono i rimedi più indicati contro un principio d'avvelenamento di nitroglicerina. Convieni poi, nel maneggiarla, far uso di guanti di caoutchouc per evitarne ogni contatto diretto.

La nitroglicerina è il più energico esplosivo che finora si conosca. La sua costituzione chimica è data, secondo Berthelot, dalla formula



Il suo equivalente è 227, composto, secondo la formula, come segue :

| | | |
|--------------------|-----|-----|
| Carbonio | gr. | 36 |
| Idrogeno | » | 5 |
| Azoto | » | 42 |
| Ossigeno | » | 144 |

Totale 227

Così adunque la nitroglicerina che era considerata quale un composto nitrato per sostituzione, parrebbe invece che essa sia un etere nitrico della glicerina.

La nitroglicerina alla temperatura di 15° ha una densità di 1.60.

È insolubile nell'acqua, nella trementina, nella soluzione di soda caustica, nell'acido cloridrico; è lentamente solubile nell'alcool puro, nell'alcool metilico, nell'etere, nell'acetone, nell'olio d'oliva, nella benzina, nel fenol, nel toluol, ecc. Quando è in stato di soluzione non presenta più alcun pericolo di esplosione.

Alla temperatura ordinaria la volatilizzazione della nitroglicerina è quasi insensibile; a 40° tramanda un odore caratteristico e aumenta la sua solubilità nell'alcool; a 50° comincia a vaporizzarsi ed aumentandone gradatamente il calore sviluppa a 100° dei vapori di acido ipoazotico, finchè oltre i 110° finisce col decomorsi lentamente e senza esplosione. Invece una rapida elevazione di temperatura la fa scoppiare istantaneamente e con violenza a 217°.

La nitroglicerina esplose sotto l'azione del fulminato di mercurio ed anche mercè un urto un po' sensibile. Questi agenti la fanno scoppiare con enorme violenza, e la sua facilità d'esplosione è aumentata dal calore.

Mentre teoricamente la nitroglicerina chimicamente pura non gela che a — 20°, di fatto a 8° la nitroglicerina del-

l'industria si congela assumendo la forma di lunghi aghi prismatici opachi ed aumentando la propria densità sino a 1.735. In tale stato è poco sensibile all'azione dell'urto. Il disgelo avviene elevando la temperatura a 11° e lo si ottiene immergendo la nitroglicerina in un bagno-maria d'acqua tiepida. Per siffatta operazione bisogna assolutamente astenersi dall'uso del calore emanante direttamente dal focolaio, perchè il disgelo avvenendo allora troppo rapidamente si svilupperebbero con facilità dei vapori nitrosi che ne provocherebbero l'esplosione.

La facilità di congelazione della nitroglicerina e i gravi inconvenienti a cui tale difetto può dare luogo, stimolarono le ricerche di molti chimici per trovare delle sostanze che unite alla nitroglicerina ne abbassassero la temperatura effettiva di congelamento, avvicinandola per quanto è possibile al grado teorico (Tratterò di tale argomento al capitolo VI § 6° *Dinamiti incongelabili*).

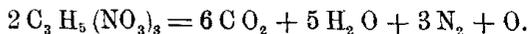
La nitroglicerina chimicamente pura presenta dei caratteri di stabilità quasi assoluta, tanto che può conservarsi indefinitamente. Tuttavia è di natura così delicata, che basta l'azione anche leggerissima dell'umidità per alterarla e provocarne la spontanea decomposizione. Similmente il contatto con quasi tutti i composti nitrici, la presenza di semplici tracce di acido libero, l'azione dei raggi solari, determinano la decomposizione della nitroglicerina, che comincia a manifestarsi con delle macchie verdastre alla superficie del liquido, sviluppa in seguito dei vapori nitrosi, del protossido di azoto e dell'acido carbonico i quali, col progredire della reazione, si infiammano e producono l'esplosione della materia.

La nitroglicerina sotto l'azione dell'acido iodidrico si decompone in glicerina e in perossido di azoto. Anche i

metalli avidi di ossigeno, quali il ferro, lo stagno, il piombo, ecc., possono determinare delle reazioni lente della nitroglicerina, con sviluppo di vapori nitrosi.

La nitroglicerina in piccola quantità al contatto della fiamma abbrucia senza esplodere. Si accende, ma con difficoltà, sotto l'azione della scintilla elettrica. Delle forti scintille multiple possono però provocarne l'esplosione.

L'equazione di decomposizione della nitroglicerina è la seguente:



La quantità esuberante di ossigeno che la nitroglicerina contiene, produce la completa trasformazione de' suoi elementi nell'esplosione e ne spiega in parte la potenza straordinaria.

La nitroglicerina, a cagione della sua eccessiva sensibilità all'urto, non è mai impiegata pura come esplosivo, ma è invece fabbricata su vasta scala per la sua trasformazione immediata in dinamiti, o in altri numerosissimi esplosivi che l'hanno per base, come dirò in seguito.

È però la nitroglicerina utilizzata direttamente in diverse applicazioni terapeutiche, e così è somministrata: per iniezione in alcuni casi di intossicamento; in soluzioni alcoliche per la cura delle malattie asmatiche, arteriosclerosi, angina pectoris e simili; in pillole per combattere le emicranie, le nevralgie, le malattie renali, e tanti altri malanni più o meno gravi che affliggono la misera umanità, la quale trova sovente il bene negli stessi agenti che malamente impiegati arrecano troppo spesso guai e rovina.

CAPITOLO IV

Classificazione delle dinamiti.

Come ho già detto nel libro 1^o, scoperta dei nuovi esplosivi, la *dinamite* venne inventata dall'ingegnere svedese Nobel il quale rese possibile l'impiego della *nitroglicerina* come esplosivo mescolandola con una sostanza porosa e finemente triturrata che, assorbendola intimamente, ne rendesse possibile la separazione per semplice azione meccanica. Inoltre il Nobel fece l'importantissima scoperta che l'esplosione propriamente detta della *dinamite* non può essere prodotta che da un innesco speciale al fulminato di mercurio.

Infatti uno dei caratteri delle *dinamiti* è quello di non scoppiare nè per semplice infiammazione, nè per l'urto moderato, ma bensì di esplodere con forza straordinaria, anche sott'acqua, mercè la violenta percussione prodotta dall'accensione del fulminato di mercurio.

La prima *dinamite* fabbricata dal Nobel era preparata con l'impiego di una silice speciale ed estremamente porosa che non agiva che come mezzo assorbente della *nitroglicerina* e non entrava in verun modo nella sua azione esplosiva.

Il Nobel stesso perfezionò più tardi il suo trovato sostituendo a tale base una nuova base per sè stessa esplo-

siva e suscettibile quindi di aggiungere la propria all'azione della nitroglicerina, trasformando la potenza deflagrante di questa in una potenza più domabile e propulsiva.

Sorse da allora in poi una folla d'inventori che utilizzò la nitroglicerina per produrre una varietà infinita di esplosivi compresa sotto il nome generico di dinamiti, le quali tutte si possono classificare in due grandi gruppi:

1° *Dinamiti a base inerte;*

2° *Dinamiti a base attiva.*

Il secondo gruppo poi è, a sua volta, suddivisibile in tre classi a seconda della natura degli esplosivi che servono loro di base, cioè:

1° *Base di nitrati;*

2° *Base di clorati;*

3° *Base di pirossili* o sostanze ottenute dalla nitrificazione delle cellulose.

CAPITOLO V

Dinamiti a base inerte.

La dinamite a base inerte si ottiene dal miscuglio della nitroglicerina con una sostanza fine e porosa. Si produce così una massa plastica alla quale si possono dare tutte le forme, e che si può incartare, incassare e trasportare sia per ferrovia che su vie ordinarie, senza che essa presenti maggiore pericolo della polvere ordinaria.

La prima dinamite Nobel è fabbricata coll'impiego del *kieselguhr* che si trova in gran quantità nell'Annover e che non è altro che una specie di silice quasi pura, friabile, porosa, bianca, dolce al tatto quando è finamente polverizzata e costituita da una miriade di avanzi d'infusorii fossilizzati.

Il prodotto Nobel è ordinariamente composto di

| | |
|--------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 75 |
| Kieselguhr | » 25 |

Tale dosamento è adottato per la produzione della

Dinamite n. 1. Con la graduale diminuzione del quantitativo della nitroglicerina, e analogo aumento del *kieselguhr*, si producono le **dinamiti n. 2 e n. 3.**

Fabbricazione. — Il kieselguhr destinato alla preparazione della dinamite non deve contenere nè frammenti di quarzo, nè sostanze organiche, nè umidità.

Il quarzo è tolto con una scelta accurata.

Le sostanze organiche e l'umidità sono eliminate mercè la calcinazione del kieselguhr, che è fatta in un forno a riverbero, ove il minerale è steso in sottile strato, rimosso di frequente con un rastrello di ferro, e riscaldato al rosso. È in seguito raffreddato, macinato e setacciato finalmente. Riposto in sacchi è conservato al riparo dall'umidità.

Il lavoro di assorbimento della nitroglicerina è fatto nelle madie dette di *petrinaggio*. Quivi è collocato il kieselguhr nelle volute proporzioni. La nitroglicerina, che deve essere limpida e completamente libera da qualunque traccia di umidità è portata, per mezzo di secchie di caoutchouc ripiene per due terzi, con grandi cautele affine di evitare ogni benchè minima sgocciolatura di liquido sul pavimento, nel locale di petrinaggio. Quivi è versata sul kieselguhr che l'assorbe, e mano mano l'operaio incaricato del lavoro l'impasta con diligenza, finchè ne abbia ottenuto un'amalgama omogeneo e dalla tinta uniforme, il quale è poi fatto passare attraverso le maglie di un setaccio e finalmente confezionato in cartucce.

Le *cartucchiere* consistono in strettoi a mano che modellano la dinamite in cilindri di determinate dimensioni, detti *cartucce* od anche *patrone*.

Ogni cartuccia è avvolta in cartapeccora o in carta paraffinata, e quindi condizionate in cassette di legno normalmente della capacità di kg. 25 ciascuna e immagazzinate.

La fortunata scoperta del Nobel che permetteva di utilizzare la meravigliosa potenza della nitroglicerina, trovò ben presto nuove e numerose applicazioni.

Lo stesso composto Nobel acquistò maggiore potenza con la preparazione della

Dinamite n. 0 composta di

| | |
|--------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 90 |
| Kieselguhr | » 10 |

La base del kieselguhr venne anche associata ad altre sostanze aventi l'ufficio di abbassare la temperatura di esplosione della nitroglicerina, e così si produce la

Wetterdinamite alla soda composta di

| | |
|-----------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 52 |
| Carbonato di soda | » 34 |
| Kieselguhr | » 14 |

Alla categoria delle wetterdinamiti appartiene la

Ardeer costituita da

| | |
|--------------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 34.— |
| Kieselguhr | » 14.— |
| Solfato di magnesia | » 51.— |
| Carbonato di soda | » 0.50 |
| Carbonato di ammonio | » 0.50 |

Talvolta alla composizione della *ardeer* viene aggiunto del nitrato di potassa. Della stessa categoria è la

Carbodinamite fatta con

| | |
|-------------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 90.— |
| Sughero carbonizzato. | » 8.50 |
| Carbonato di soda. | » 1.50 |

Secondo Reid e Borland, che furono gli inventori della *carbodinamite*, il sughero carbonizzato assorbirebbe la nitroglicerina in modo tale da renderne impossibile qualunque essudazione, anche dopo una lunga immersione nell'acqua.

Notevole è altresì la

Pantopolite, miscuglio di

| | |
|--------------------------------------|----------|
| Nitroglicerina e naftalina | parti 70 |
| Kieselguhr | » 20 |
| Solfato di bario | » 7 |
| Creta | » 3 |

Ma altre sostanze porose costituirono la base inerte delle dinamiti, come la silice, il tripolo, l'arena comune, il cok polverizzato, i mattoni tritutati, la mica, e si ebbero:

la **Dinamite rossa**

| | |
|--------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 68 |
| Tripolo | » 32 |

la Dinamite bianca

| | |
|----------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 75 |
| Terra silicea naturale | » 25 |

la Dinamite nera

| | |
|-------------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 45 |
| Cok polverizzato e sabbia | » 55 |

la Fulgorite solida

| | |
|---|----------|
| Nitroglicerina | parti 60 |
| Farina di frumento e carbonato di magnesia | » 40 |

la Fulgorite liquida

| | |
|------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 90 |
| Farina e carbonato | » 10 |

la Boratina

| | |
|--------------------------|-------------|
| Nitroglicerina | parti 37.50 |
| Kieselguhr | » 12.50 |
| Acido borico | » 50.— |

la Jones

| | |
|---|----------|
| Nitroglicerina | parti 35 |
| Kieselguhr o solfato di calce | » 65 |

la Dinamite Mowbray

| | |
|--------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 52 |
| Mica | » 48 |

la **Dinamite americana**, miscuglio di nitroglicerina e polvere di coke con acetato di calce;

la **Dinamite al Boghead**, nella quale la nitroglicerina è assorbita dalle ceneri del minerale bituminoso di Boghead (Scozia), che sono un miscuglio di silice e di alumina.

Alcune di queste basi però non possono assorbire la nitroglicerina nel vero senso della parola, ma la suddividono soltanto superficialmente e si intercalano fra le sue molecole, per cui presenta facilmente e bene spesso gli inconvenienti della nitroglicerina pura.



Anche la lana e il cotone diedero il loro contributo alla produzione delle dinamiti a base inerte, e si ebbero:

la **Fulminatina**, nella quale si impiegano le cimature dei tessuti di lana come assorbente della nitroglicerina;

la **Dinamite di Graydon**, che si ottiene immergendo del tessuto di lana o di cotone nella nitroglicerina fino a saturazione, e ricoprendola in seguito con carta paraffinata fissata al tessuto, il quale è poi arrotolato in forma di cariche cilindriche.

Si sono infine sperimentati altri assorbenti inerti, però subito abbandonati perchè contenevano sostanze suscettibili di reazione, o che reagivano al contatto di acidi o di altre materie.

CAPITOLO VI

Dinamiti a base attiva.

Le dinamiti a base inerte ebbero ben presto il primato sugli altri esplosivi del tempo e furono per molti anni impiegate su vasta scala nelle mine. Tuttavia gli studiosi non cessarono di occuparsi del nuovo trovato e cercarono di perfezionarlo per ottenerne sempre maggiori effetti ed eliminare possibilmente gli inconvenienti presentati dalla dinamite ordinaria. Si giunse per tal modo all'impiego di sostanze esplodenti per sè stesse come base per la preparazione delle nuove dinamiti.

Si fabbricarono delle dinamiti mescolando la nitroglicerina, ora con la polvere nera, ora con un composto binario di nitro e carbone, ora con nitrato di bario e resina, ora con altri miscugli identici ed infine coi pirossili.

I vantaggi presentati da queste nuove composizioni in confronto della dinamite ordinaria sono sensibilissimi, perchè l'esplosivo che serve di base alla nuova dinamite aggiunge non solo la propria azione a quella della nitroglicerina, ma ne moltiplica anche gli effetti risultanti perchè la polvere nera, ad esempio, che nelle condizioni ordinarie esplose con effetto relativamente lento e progressivo, scoppia istantaneamente sotto l'azione della nitroglicerina e la sua temperatura di esplosione raggiunge

un grado molto più elevato con maggiore sviluppo conseguente di gas. In conclusione aggiunge la sua forza esplosiva a quella della nitroglicerina con la quale è combinata.

Grandissimo è il numero delle dinamiti a base attiva finora ideate e fabbricate. Si possono comprendere tutte nelle tre classi prima enunciate, cioè: *dinamiti a base di nitrati*, *dinamiti a base di clorati*, *dinamiti a base di pirossili*.

§ 1° *Dinamiti a base di nitrati.*

Le dinamiti a base di nitrati sono quelle che comprendono fra i loro componenti dei nitrati o di potassio, o di sodio, o di ammonio. Nella sostituzione di tali sostanze alla base inerte, oltre che aumentare la potenza dell'esplosivo come ho già detto, si volle anche diminuire il difetto di essudazione della nitroglicerina, marcatissimo nelle dinamiti a base silicea, specialmente per azione dell'umidità, nonchè ad abbassare il grado di congelazione che nelle dinamiti a base inerte è molto elevato.

Fu lo stesso Nobel che per il primo ebbe nel 1867 l'idea di sostituire al kieselguhr, come assorbente, la polvere nera finamente macinata, e produsse la

Dinamite grigia composta di

| | |
|--------------------------------|---------------|
| Nitroglicerina | parti 20 a 25 |
| Polvere nera da mina | » 80 a 75 |

A questa fece seguito un nuovo tipo costituito da

| | |
|-----------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 52.— |
| Nitrato di potassa. | » 30.50 |
| Carbonato di soda | » 1.50 |
| Segatura di legno | » 16.— |

Questa nuova specie di dinamiti ebbe in breve tempo favorevole successo, e il Nobel trovò naturalmente numerosi imitatori che brevettarono non poche varietà del suo esplosivo.

Fra le più notevoli abbiamo le

Dinamiti Judson brevettate nel 1876 e composte di

| | Tipo RRP | Tipo 3 F |
|------------------------------|-----------|------------|
| Nitroglicerina | parti 5.— | parti 20.— |
| Nitrato di soda | » 64.— | » 53.90 |
| Zolfo | » 16.— | » 13.50 |
| Carbone bituminoso | » 15.— | » 12.60 |

Le sostanze solide sono macinate in polvere granulata e mescolate fra loro alla temperatura di 140°, di maniera che lo zolfo si ripartisca nella massa, aderendo ai granelli senza agglomerarli. Si aggiunge allora la nitroglicerina che non è assorbita, ma si divide rivestendo superficialmente ogni granello.

La dinamite Judson ha la forza di una metà superiore a quella delle dinamiti a base inerte, ma è di fabbricazione più delicata e pericolosa.

Seguono per ordine di tempo: nel 1872

la **Sebastina** I

| | |
|------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 78 |
| Nitrato di potassa | » 8 |
| Carbone | » 14 |

Il carbone deve essere estremamente poroso ed infiammabile; nel 1878

la **Paleina**

| | |
|------------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 35.— |
| Paglia nitrificata | » 18.572 |
| Nitrato di potassa | » 32.500 |
| Fiore di zolfo | » 4.643 |
| Fecola | » 9.285 |

Mercè l'addizione di un idrocarburo qualunque, la paleina che è già per sè stessa poco sensibile alla percussione, resiste anche all'urto di una palla da fucile, e per esplodere richiede l'uso di potenti detonatori.

Fra le dinamiti idrocarburate sono da annoverarsi:

l' **Esplosivo Monakay**

| | |
|--------------------------------------|---------|
| Nitroglicerina | parti ? |
| Nero fumo | » 0.200 |
| Terra | » 2.— |
| Nitrato di soda | » 0.200 |
| Borace | » 0.200 |
| Carburo d'idrogeno liquido | » 0.125 |

Le **Litoclastiti** fabbricate in Spagna sino dal 1884, e nelle quali entrano degli idrocarburi in proporzioni tali da ottenere la completa ossidazione con l'eccesso di ossigeno fornito dalla decomposizione della nitroglicerina;

la **Nitromagnite** composto di nitroglicerina e idrocarburo di magnesia.

Tornando alle dinamiti a base di nitrati, seguono ancora: nel 1881 la

Petralite

| | |
|-------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 60 |
| Nitrato di potassa | » 16 |
| Palmitato di cetile | » 1 |
| Carbonato di calce | » 1 |
| Pestolegno | » 6 |
| Carbone | » 16 |

Il palmitato di cetile è la parte principale della materia grassa cristallina nota sotto il nome di *spermaceti* (1).

Nel 1882 il

Litofratore

| | |
|-------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 52 |
| Kieselguhr e sabbia | » 30 |
| Carbone fossile | » 12 |
| Nitrato di soda | » 4 |
| Zolfo | » 2 |

che, come si vede, non è che un impasto di dinamite con una specie di polvere nera:

nel 1883 la

Amidogene

| | |
|-----------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 75 |
| Nitrato d'ammonio | » 4 |
| Parafina | » 3 |
| Carbone | » 18 |

nel 1888 una nuova varietà di

(1) F. SALVALI, *Vocabolario di polveri ed esplosivi*.

Carbodinamite, nella cui composizione a base inerte si aggiunse del nitrato di potassa.

Molteplici altre varietà di tal genere di dinamiti furono proposte e adottate, come ad esempio:

la **Castellanos**

| | |
|------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 40 |
| Nitrato di potassa | » 25 |
| Picrato di potassa | » 10 |
| Sali insolubili | » 10 |
| Carbone | » 10 |
| Zolfo | » 5 |

la **Dinamite all'amido**

| | |
|---------------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 68 |
| Polvere d'amido nitrificata | » 32 |

le **Dinamiti Coads**

| | | | |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|
| Nitroglicerina | parti 75 | parti 30 | parti 30 |
| Nitrato di potassa | » 5 | » 50 | » — |
| Polvere di legno friabile | » 20 | » 20 | » 10 |
| Polvere nera da mina | » — | » — | » 60 |

la **Dinamite Etna**

| | |
|----------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 65 |
| Pestolegno nitrificato | » 35 |

la **Fowler**

| | |
|----------------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 20.— |
| Nitrato d'ammonio | » 56.25 |
| Solfato di soda anidro | » 18.75 |
| Carbone | » 5.— |

la **Fulmlson**, con assorbente di crusca nitrificata;

la **Kadmite**, con polvere nera;

la **Krümmel**, la **Meganite**, la **Rhexite**, la **Stonite**, con segatura di legno nitrificata e con l'aggiunta o meno di carbonati;

la **Kallenite** il cui assorbente è costituito da foglie di eucaliptus e cortecce d'alberi nitrificate;

la **Kelly** analoga alla precedente, e cioè con foglie di eucaliptus calcinate e polvere di legno di quercia nitrificata;

la **Norris**, brevettata nel 1891 e composta di

| | |
|--|----------|
| Nitroglicerina | parti 70 |
| Mononitrobenzina | » 15 |
| Olio empiaromatico del legno | » 14 |
| Magnesia | » 1 |

e non poche altre varietà press'a poco identiche alle precedenti.

Giova qui osservare però che il nitrato di ammonio e quello di soda, per quanto largamente usati nella fabbricazione delle dinamiti a cagione della loro grande energia, hanno il grave difetto di una eccessiva igroscopicità, per la quale si separano facilmente dalla nitroglicerina se l'esplosivo è esposto all'acqua. Fra i nitrati è perciò preferibile quello di potassa, essendo di tutti il meno igrometrico.

§ 2° *Dinamiti a base di clorati.*

Le dinamiti a base di clorati sono quelle nelle quali i nitrati sono accompagnati a clorati, o da questi sostituiti, con vantaggio è vero della loro potenza, ma con minore sicurezza, sia nella fabbricazione che nell'impiego.

Ciò spiega la limitata fortuna avuta da questo genere di dinamiti. Tuttavia accennerò alla composizione di qualcuno dei tipi principali, cioè:

il **Nitrolkrut** brevettato nel 1876 da Berg in Svezia, e composto di

| | |
|---------------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 24 |
| Clorato di potassa | » 30 |
| Nitrato di potassa o di soda. | » 46 |

la **Nisebastina** che pure rimonta al 1876, ed è un miscuglio di

| | |
|-----------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 55 |
| Carbone | » 22 |
| Clorato di potassa. | » 19 |
| Carbonato di soda | » 4 |

la **Gotham**

| | |
|---|----------|
| Nitroglicerina | parti 66 |
| Clorato di potassa | » 20 |
| Nitrato di potassa | » 4 |
| Corteccia di quercia in polvere | » 10 |

la **Kraft**

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| Nitroglicerina | parti 55.36 |
| . Clorato di potassa. | » 16.96 |
| Nitrato di potassa | » 15.18 |
| Polvere di legno di quercia | » 12.50 |

le dinamiti del tipo **Seranine**, quelle dette di **Ercole**, la **Fluorina** e simili, nelle quali la nitroglicerina è associata al clorato di potassa e a una o più sostanze organiche.

La fabbricazione delle dinamiti a base di clorati, richiede l'impiego di nitroglicerina assolutamente neutra, perchè anche una sola molecola di acido solforico al contatto del clorato di potassa ne determinerebbe l'accensione, e conseguentemente l'esplosione del miscuglio nel corso stesso della lavorazione.

§ 3^o *Dinamiti a base di pirossili.*

Per dinamiti a base di pirossili si intendono quelle che, generalmente sotto i nomi di *gelatine* e di *gomme*, hanno in più o meno larga base le nitrocellulose fra i loro componenti.

Un primo tentativo di simile composizione è stato fatto da **Traulz** in Austria, che nel 1867 associò la nitroglicerina al fulmicotone in pasta e produsse un esplosivo con

| | |
|--------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 75 |
| Fulmicotone. | » 23 |
| Carbone | » 2 |

L'esplosivo *Traulz* non si alterava per l'azione dell'ac-

qua, e anche dopo più giorni di immersione nella medesima si riusciva a farlo esplodere mercè un forte innesco al fulminato di mercurio. Ma il tentativo di Trauzl non ebbe allora pratiche applicazioni e la sua dinamite fu solo talvolta impiegata come innesco per produrre l'esplosione della dinamite ordinaria gelata.

Quasi contemporaneamente a Trauzl, nel 1867,

Abel in Inghilterra associò la nitroglicerina al cotone fulminante addizionato con un corpo ossidante, quali il clorato od il nitrato di potassa, e con un carbonato, producendo alcune varietà di dinamiti fra le quali, ad esempio, la

Glioxilina composta di

| | |
|-----------------------------|-------------|
| Nitroglicerina | parti 65.50 |
| Fulmicotone. | » 30.— |
| Nitrato di potassa. | » 3.50 |
| Carbonato di soda. | » 1.— |

Ma il fulmicotone propriamente detto, per la sua insolubilità caratteristica non poteva associarsi intimamente alla nitroglicerina, ed anche l'esplosivo *Abel* subì la sorte del *Trauzl*.

Fu ancora **Nobel** che trovò la formula decisiva del nuovo composto, quando nel 1875 scoperse che il *cotone-collodio* o dinitrocellulosa solubile, $C^6 H^8 (N O^2)^2 O^5$, si discioglieva nella nitroglicerina calda. Mescolò allora 93 parti di nitroglicerina e 7 di dinitrocellulosa solubile, con lieve addizione di canfora o di benzina, e produsse una dinamite che nominò

Gelatina esplosiva, la quale si impose subito per le sue eminenti qualità e sostituì rapidamente le dinamiti a base inerte che oggi sono quasi del tutto abbandonate.

§ 4^o *Fabbricazione delle gelatine esplosive.*

Innanzitutto è necessario che le materie prime, nitroglicerina, cotone collodio e quelle altre che, come dirò in seguito, concorrono alla produzione delle gelatine, siano della più assoluta purezza.

Il *cotone-collodio* o *pirossilina* $C^6 H^8 (N O^2)^2 O^5$, deve inoltre essere esente di nitrocellulosa insolubile, della quale se ne possono tollerare solo delle minime tracce.

La *pirossilina*, che normalmente è conservata allo stato umido, prima di essere unita alla nitroglicerina deve subire una perfetta essiccazione, la quale si opera in apposito locale dove il cotone-collodio è disposto in sottili strati sopra telai adatti, tra i quali si fanno circolare delle correnti di aria calda. La temperatura dell'ambiente non deve mai oltrepassare i 40°, e perciò è situato nell'interno del locale un termometro sulle cui indicazioni si regola il calore. Altro termometro immerso nella massa della pirossilina ne indica la temperatura. Il cotone è di tempo in tempo rimosso per agevolare il processo di essiccazione, compiuto il quale è passato attraverso un setaccio per dividerlo finamente, e quindi è racchiuso in sacchi di caoutchouc per impedirne il contatto con l'aria esterna.

La soluzione della nitrocellulosa nella nitroglicerina si dice *gelatinizzazione*, perchè la prima sciogliendosi nella seconda si trasforma in una sostanza gelatinosa di consistenza plastica. L'apparecchio destinato a simile lavoro consta di una serie di recipienti di legno a doppia parete e internamente foderati di piombo. Fra le due pareti circola una corrente di acqua calda per elevare sino a 50°

la temperatura nell'interno dei recipienti. Questi sono collocati in modo che una sola corrente d'acqua li riscalda contemporaneamente e in maniera uniforme. Ad evitare ogni eccessivo elevarsi della temperatura è disposto un serbatoio di acqua fredda, che è messo in comunicazione con la conduttura di quella calda non appena il termometro ne indichi il bisogno.

Messa in circolazione la corrente di acqua calda, e versata nei recipienti suddetti con le dovute cautele la nitroglicerina, quando la temperatura di questa ha raggiunto i 45°, vi si immerge a poco a poco la nitrocellulosa e si rimesta la massa con una pala di legno, evitando gelosamente ogni strofinio contro le pareti del recipiente. A operazione compiuta si lascia riposare per circa mezz'ora, mantenendo la temperatura dai 40° ai 50°. Dopo ciò, la materia ottenuta passa alla impastatrice, che consta di un tino di bronzo formato di due parti cilindriche sovrapposte a doppia parete per la circolazione dell'acqua calda o fredda secondo il bisogno. Nell'interno del tino trovansi due assi ai quali sono fissate delle palette elicoidali di bronzo. Gli assi girano con velocità differenti ed anche in senso inverso in modo che le palette col loro movimento impastino omogeneamente la gelatina, sia da sola che con altre sostanze quando ne debbano entrare nella composizione dell'esplosivo.

Finalmente si procede all'incartucciamento con sistema identico a quello che si opera con le dinamiti a base inerte.

La dinitrocellulosa o pirossilina, che nella nitroglicerina si scioglie solo a caldo, si scioglie invece rapidamente alla temperatura ordinaria nell'acetone, negli eteri acetico, etilico, metilico, nelle nitrobenzine, ecc. Si è adunque pensato di evitare l'operazione sempre pericolosa del riscaldamento.

damento della nitroglicerina, trattando il cotone-collodio con uno dei suddetti dissolventi; ottenutane la gelatinizzazione, lo si unisce alla nitroglicerina, ed eventualmente alle altre sostanze nella impastatrice, procedendo in seguito all'incartucciamento.



È facile immaginare come la nuova applicazione del Nobel abbia trovato solleciti imitatori e come numerose siano state ben presto le varietà di gelatine o dinamiti-gomme germogliate nel campo fecondo degli esplosivi.

Sarebbe ozioso elencare tutte le diverse nitrogelatine che sino ad oggi si sono brevettate, perchè per la maggior parte differiscono ben poco dalla dinamite-gomma del tipo Nobel la quale, in conclusione, è ancora quella che per gli usi industriali raccoglie in sè le migliori prerogative di stabilità, di forza, di plasticità, ecc., ragione per cui è fabbricata da tutti i dinamitifici, specialmente in Italia.

Accennerò tuttavia ad alcuni tipi che per la loro composizione meritano particolare menzione.

Una serie abbastanza importante di dinamiti è data dal tipo all'*ammonio*.

In origine troviamo

la **Ammoniakkrut** che fu inventata in Svezia fino dal 1867 e che è una dinamite a base di nitrati perchè è data dall'unione di

| | |
|----------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 14 |
| Nitrato d'ammonio. | » 80 |
| Carbone | » 6 |

Dopo l'applicazione Nobel della dinitrocellulosa solubile, questa entrò nella composizione delle così dette

Dinamiti all'ammoniaca, delle quali se ne fabbricano numerosi tipi basati press'a poco sulle seguenti dosature, cioè:

| | | | |
|----------------------------|------------|----------|----------|
| Nitroglicerina | parti 40.— | parti 40 | parti 20 |
| Nitrato d'ammonio. | » 45.— | » 45 | » 75 |
| Dinitrocellulosa. | » 10.— | » 10 | » 5 |
| Nitrato di soda. | » 4.70 | » 5 | » — |
| Oera | » 0.30 | » — | » — |

A correttivo della igroscopicità del nitrato di ammonio da taluni si aggiunge della paraffina.

Anche Nobel nel 1879 utilizzò il nitrato di ammonio e produsse la

Dinamite extra

| | |
|----------------------------|-------------|
| Nitroglicerina | parti 48.40 |
| Dinitrocellulosa. | » 1.60 |
| Nitrato d'ammonio. | » 34.50 |
| Carbone | » 5.— |
| Farina di segale | » 9.— |
| Soda | » 1.— |
| Oera | » 0.50 |

Le dinamiti all'ammoniaca hanno il difetto di essere deliquescenti e di lasciare facilmente essudare la nitroglicerina. Ciò nonostante se ne fabbricano in Francia, nel Belgio, in Inghilterra. Anche in Svezia già dal 1880 si produce

la Forcite

| | |
|--------------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 64.— |
| Cotone-collodio | » 3.50 |
| Nitrato d'ammonio. | » 25.— |
| Farina di legno secco. | » 6.50 |
| Magnesia | » 1.— |

Si producono parimenti:

la Gelatina all'ammonio

| | |
|-----------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 30.— |
| Nitrato d'ammonio | » 67.— |
| Cotone-collodio | » 3.— |

e la Gelnite all'ammonio

| | |
|-----------------------------|-------------|
| Nitroglicerina | parti 29.30 |
| Nitrato d'ammonio | » 70.— |
| Cotone-collodio | » 0.70 |

Sotto il nome generico di

Gelniti si fabbricano dal 1897 in poi delle dinamiti-gomme che incontrano speciale favore particolarmente nelle miniere di carbon fossile, e che sono costituite presso a poco da:

| | |
|------------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 59.— |
| Dinitrocellulosa. | » 4.— |
| Nitrato di potassa | » 29.— |
| Farina di legno | » 8.— |

Alcuni tipi di gelnite contengono anche dell'*ossalato alcalino*.

Al tipo delle gelniti appartiene la gelatina esplosiva **Dualina**, fabbricata in Svezia, in Inghilterra e in California, associando la nitroglicerina alla polvere Schultze (1).

(1) Polvere senza fumo di cui si tratterà nella Parte Quinta.

Anche il nitrato di soda, malgrado la sua deliquescenza, entra in gran numero di gelatine, che sotto il nome di **Dinamite alla soda**, si compongono all'incirca di

| | |
|----------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 40 |
| Nitrato di sodio | » 43 |
| Cellulosa | » 17 |

Di questo tipo è notevole la

Atlante, gelatina molto usata in Inghilterra e in America, e composta di

| | | |
|---------------------------------------|----------|----------|
| Nitroglicerina | parti 75 | parti 50 |
| Farina di legno nitrificata | » 21 | » 14 |
| Nitrato di sodio | » 2 | » 34 |
| Carbonato di magnesia | » 2 | » 2 |

Il nitrato di potassa, come quelli predetti di ammonio e di soda, non poteva essere negletto, per cui si ebbero le **Dinamiti alla potassa** composte di

| | |
|-------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 48 |
| Nitrato di potassio | » 39 |
| Cellulosa | » 13 |

Come vedesi, ve n'è per tutti i gusti, direi quasi per tutti gli appetiti. Infatti troviamo il solfato di magnesio e la trementina nella

Dinamite Brown

| | |
|-------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 30 |
| Nitrato di potassio | » 40 |
| Solfato di magnesio | » 24 |
| Trementina | » 4 |
| Cotone-collodio | » 1 |
| Carbonato di sodio | » 1 |

la nitrobenzina nella

Dinamite di Arles

| | |
|---------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 86 |
| Cotone-collodio | » 10 |
| Nitrobenzina | » 4 |

il nitrato di bario nella

Oarite

| | |
|--|----------|
| Nitroglicerina | parti 20 |
| Nitrocellulosa | » 10 |
| Dinitrobenzina | » 10 |
| Nitrato di bario e di potassio | » 60 |

l'ossalato di ammonio nella

Saxonite

nella quale si uniscono:

| | |
|-------------------------------|------------|
| Ossalato di ammonio | parti 27.— |
| con | » 73.— |

di un miscuglio composto di:

| | |
|-------------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 58.— |
| Nitrato di potassio | » 26.— |
| Nitrocellulosa | » 4.— |
| Farina di legno | » 6.5 |
| Acqua | » 5.— |
| Calce | » 0.5 |

L'ossalato di ammonio deve essere previamente e finalmente macinato.

L'aggiunta dell'ossalato di ammonio, idrato o no,

rende l'esplosione meno violenta, perchè abbassa la temperatura di decomposizione dell'esplosivo, assorbendo delle quantità considerevoli di calore.



Finalmente si sono prodotte delle dinamiti sopprimendo affatto, o quasi, la stessa nitroglicerina che venne sostituita da altre sostanze nitriche.

Infatti nelle miniere di Cornovaglia, in Inghilterra, si impiega la

Rheinisch dynamite, composta di

| | |
|---|----------|
| Soluzione di naftalina nella nitroglicerina | parti 75 |
| Kieselguhr. | » 23 |
| Calce | » 2 |

e in Scandinavia si produce la

Vigorina, nella quale si uniscono

| | |
|--------------------------------------|----------|
| Nitrolina oppure nitroglucosio . . . | parti 40 |
| Cellulosa nitrica | » 22 |
| Nitrato di potassio. | » 22 |
| Clorato di potassio. | » 16 |

§ 5° *Dinamiti senza fiamma o Grisoutiti.*

Al sesto congresso internazionale di chimica applicata tenutosi nello aprile 1906 in Roma, il prof. Watteyne di Bruxelles, promosse una interessante discussione intorno alla classificazione degli esplosivi detti di sicurezza in rapporto al loro impiego nelle miniere dove si sviluppano dei

gas esplosivi noti sotto il nome generico di *grisou*. A dire il vero la discussione non approdò a nulla perchè finì con un ordine del giorno, deliberato dal congresso, che si riduce a un voto molto platonico, poichè quell'ordine del giorno dice testualmente :

« Il 6° congresso internazionale di chimica applicata tenutosi in Roma nel 1906 :

« Viste le confusioni che si sono già a quest'ora riscontrate e che sono di tal natura da compromettere la sicurezza dei minatori, fa voti che siano adottate nomenclature differenti e distinte per separare gli *esplosivi di sicurezza* sotto l'aspetto del loro maneggio dagli *esplosivi di sicurezza* in rapporto al loro modo di comportarsi rispetto al *grisou* ed ai pulviscoli.

« I primi solamente potranno continuare ad essere chiamati *esplosivi di sicurezza* ».

Ad ogni modo va lodato il prof. Watteyne per la sua iniziativa, ed è da augurare che col tempo si risolva definitivamente la questione, perchè le conclusioni della commissione ufficiale nominata *ad hoc* in Germania nel 1908 e la nuova classificazione degli esplosivi di sicurezza adottata dall'Inghilterra nel 1910, lasciano tuttavia le cose allo stato primitivo.

Intanto però sarà utile accennare a simili specie di dinamiti che, nei paesi minerari, hanno assunta singolare importanza.

È facile comprendere come la fiamma sviluppata dagli esplosivi ordinari sia un immanente, costante e gravissimo pericolo nelle miniere dove si svolgono con facilità i gas detti *grisou*. A eliminare simile minaccia, Müller et Aufschläger di Colonia inventarono nel 1887 la

Grisoutite, composta di un miscuglio di dinamite ordinaria con il 50 % del proprio peso di carbonato o di solfato di magnesia, sostanze aventi la proprietà di tenere in combinazione col nuovo esplosivo una certa quantità di acqua di cristallizzazione che può raggiungere sino il 30 %. Questa, mettendosi in libertà, assorbe una certa quantità di calore che diminuisce la temperatura dei prodotti dell'esplosione, con soppressione appunto della fiamma, ma però con diminuzione anche nella forza dell'esplosivo.

Per la maggior parte, le dinamiti al nitrato di ammonio si sono prodotte precisamente per le loro qualità, direbbe il prof. Watteyne, *antigrisoutose* perchè in effetto danno piccolissima fiamma a cagione della bassa temperatura di decomposizione di tale nitrato. Con simile base si sono prodotte, come già si è visto, numerose varietà di dinamiti, alle quali si devono aggiungere quelle speciali per le miniere di carbon fossile, come ad esempio la

Bellite, miscuglio di

| | |
|---------------------------|---------------|
| Nitrato d'ammonio | parti 82 a 85 |
| Dinitrobenzina | » 18 a 15 |

Queste due sostanze solide sono finamente macinate, quindi mescolate intimamente in una botte cilindrica girante su sè stessa, riscaldata col vapore a 100°. La dinitrobenzina si fonde e avvolge le molecole del nitrato, dando loro così una specie di vernice che le protegge dall'azione dell'umidità. Prima del raffreddamento completo della massa, quando cioè questa serba ancora delle qualità plastiche, se ne modellano delle cartucce compresse.

La *bellite* esplose all'aria libera per l'azione di un innesco contenente mezzo grammo di fulminato di mercurio.

Del genere della *bellite* si può annoverare, fra molte altre dinamiti, la

Forcite antigrisoutosa

| | |
|-----------------------------|------------|
| Nitrato d'ammonio | parti 70.— |
| Nitroglicerina | » 29.40 |
| Nitrocellulosa | » 0.60 |

Altri tipi importanti di dinamiti antigrisoutose sono:

le Carboniti

| | | | |
|--------------------------------|------|------|------|
| Nitroglicerina | 25.— | 30.— | 25.— |
| Nitrato di soda | 34.— | —.— | 30.5 |
| Nitrato di potassa | —.— | 28.5 | —.— |
| Solfuro di benzolo | 0.5 | —.— | —.— |
| Farina di segale o di legno | 40.— | 36.5 | 39.5 |
| Carbonato di soda | 0.5 | —.— | —.— |
| Bicromato di potassa | —.— | 5.— | 5.— |

la Kinite

| | |
|-----------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 26.— |
| Nitrato di bario | » 33.— |
| Farina di legno | » 40.5 |
| Carbonato di soda | » —.5 |

la Grisoutite Matagne

| | |
|-------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 44 |
| Cotone nitrato | » 12 |
| Solfato di magnesia | » 44 |

Il solfato di magnesia abbassa notevolmente la temperatura di combustione;

la **Celtite**

| | |
|------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 59 |
| Cotone nitrato | » 2 |
| Nitrato di potassio. | » 17 |
| Ossalato d'ammonio | » 13 |
| Farina di legno | » 9 |

la **Russelite**

| | |
|------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 42 |
| Cotone nitrato | » 2 |
| Nitrato di potassio. | » 24 |
| Ossalato d'ammonio | » 22 |
| Trinitrotoluolo | » 5 |
| Farina di legno | » 5 |

e numerosi altri che sarebbe superfluo qui elencare.

§ 6° *Dinamiti incongelabili.*

Uno dei più gravi inconvenienti che presenta la dinamite, anche a base attiva come dirò nel capitolo seguente, è quello della congelazione che di solito comincia a $+ 10^{\circ}$. A eliminare simile inconveniente si sono volti le ricerche degli studiosi in materia e, malgrado replicati e in apparenza felici tentativi, sino ad oggi non ebbero applicazioni pratiche.

Già nel 1889 **Liebert**, in Francia, brevettò un metodo di preparazione della nitroglicerina che la renderebbe incongelabile, e cioè addizionando la glicerina da nitrificarsi, con il 5 % di alcool isoamilico.

Nel 1890 **Wohl**, a Berlino, propose invece di riscaldare alla temperatura di 130° la glicerina, prima della nitrifi-

cazione, con dell'acido solforico concentrato addizionato di alcool etilico. Si otterrebbe un prodotto incongelabile.

Ma come dissi, non si sono avute finora in pratica delle dinamiti incongelabili, e i trovati del genere rimasero nel campo teorico.

Oggi però sembra che il problema sia risolto, almeno secondo le importantissime comunicazioni avutesi al più volte nominato congresso di Roma.

Due furono le comunicazioni di tale natura. La prima fu del francese **dottor Leroux** che espose come il dinitrotoluol essendo solubile nella nitroglicerina e gelatinizzando la nitrocellulosa, lo impiegò associandolo in ragione del 10 % alle suddette due materie per produrre una dinamite-gomma. Ne ottenne un prodotto che non gela nemmeno alla temperatura di -20° , e che conserva tutta la forza e la sensibilità pratica delle dinamiti in genere.

L'altra comunicazione non meno importante fu dell'italiano **dottor Vezio Vender**. Questi accennò come i suoi primi tentativi di abbassamento della temperatura di congelazione della nitroglicerina furono fatti con l'aggiunta di nitrobenzina e poscia con quella dell'ortonitrotoluol. I risultati non furono allora del tutto soddisfacenti.

Tentò l'impiego di acidi organici e scelse le acetine come quelle che posseggono un grandissimo potere solvente sulle nitrocellulose, tanto che la triacetina, ad esempio, discioglie lo stesso fulmicotone dando una perfetta gelatina. Il Vender notò inoltre che tanto la dinitromonoformina come la dinitromonoacetina, mescolate con la nitroglicerina nella proporzione di 10 a 30 %, danno esplosivi che si solidificano solo a -20° circa. Siccome poi tali sostanze hanno per sè stesse una potenza esplosiva quasi pari a quella della nitroglicerina, unita a una maggior stabilità

al calore, e come la medesima sono insolubili nell'acqua, così le adottò associandole alla nitroglicerina per produrre delle vere e utilizzabili gelatine incongelabili, che hanno ormai una pratica applicazione sotto il nome di **Gelatina Vender**, il cui processo di fabbricazione comincia da quello dei suddetti eteri misti.

Questi, come espose il Vender al congresso (1):

« Si ottengono nitrando gli eteri monoacidi della glicerina con acido nitrico di densità superiore a 1.40, oppure con dei miscugli di acido nitrico. Si possono anche ottenere direttamente nitrando miscugli di formine od acetine monobasiche e glicerina.

« Ad esempio si ottiene la dinitromonoacetina con rendimenti di circa 95 % del teorico introducendo lentamente 40 parti di monoacetina in un miscuglio di 100 parti di acido nitrico a 1.530 e 25 parti di oleum al 25 % di SO_3 , raffreddando poi in modo che la temperatura non superi 25°. Si getta in acqua, si lava con soda diluita fredda, poi con soda diluita a 70°.

« La dinitracetina così ottenuta si presenta come un olio leggermente giallognolo, che al nitrometro mostra di contenere 12.5 % di azoto, della densità di 1.45 a 15°, insolubile nell'acqua, nel solfuro di carbonio, nella benzina; solubile inalterato nell'acido nitrico, nella nitroglicerina, nell'alcool etilico e metilico, nell'acetone e nelle acetine. Non esplose col martello sull'incudine, ma facilmente con la capsula. Nel cilindro di Trauzl normale 10 gr. forniscono una cavità di 450 C³. La dinitracetina possiede un grande potere solvente gelatinizzante per le nitrocellulose, e gelatinizza anche a freddo

(1) V. VENDER, Polveri ed esplosivi praticamente incongelabili.

« il fulmicotone con 13.4 % di N, fornendo gelatine molli
« sino a cornee perfettamente omogenee. Queste gelatine
« si possono mantenere a circa -20° in contatto con cri-
« stalli di nitroglicerina senza che si congelino.

« Analogamente si ottiene la dinotroformina, e nitrando
« il prodotto di riscaldamento di glicerina con metà del
« suo peso acido ossalico prima a 100° poi per circa 20 ore
« a 140° - 150° , lavando con soda diluita calda, si ottiene
« un miscuglio di nitroformina e nitroglicerina contenente
« circa 30 % di dinotroformina e 70 % nitroglicerina, mi-
« scuglio che può impiegarsi direttamente nella fabbrica-
« zione di gomme, gelatine, dinamiti, praticamente incon-
« gelabili ».

Le dinamiti incongelabili Vender si fabbricano nel di-
namitifacio di Cengio della Società Italiana Prodotti esplo-
denti.

CAPITOLO VII

Proprietà delle dinamiti.

§ 1^o *Proprietà delle dinamiti a base inerte.*

La *dinamite* ordinaria è una sostanza bianca, bruna o rossastra a seconda della base impiegata, inodore, pastosa, grassa e untuosa al tatto. Se è eccessivamente grassa e lascia essudare la nitroglicerina è segno che ne contiene troppa e in tal caso è quasi pericolosa come la nitroglicerina pura. Se invece è piuttosto secca allora, messa in contatto con la fiamma, s'accende ed abbrucia lentamente senza esplodere e può in egual modo resistere a qualsiasi percussione che non produca contemporaneamente una sufficiente elevazione di temperatura.

La dinamite ha una densità da 1.40 ad 1.60, ed ha in generale tutte le proprietà fisiche della nitroglicerina, comprese quelle tossiche. Gela con essa a $+ 8^{\circ}$ trasformandosi in una massa dura e non esplose che sotto l'azione di inneschi molto più potenti di quelli che richiede allo stato normale.

Il disgelo deve essere operato unicamente con l'immersione nell'acqua tiepida, perchè sarebbe pericoloso anche per una forte elevazione di temperatura dell'acqua stessa, per cui è necessario che questa non abbia una temperatura superiore ai 30° .

Per gli usi militari è inutile operare il disgelo della dinamite potendosi adoperarla anche gelata purchè s'impieghino degli inneschi caricati con gr. 2 di fulminato di mercurio. Per la dinamite invece allo stato naturale bastano gr. 0.6 di fulminato.

La costituzione chimica delle dinamiti a base inerte è quasi identica a quella della nitroglicerina pura. Per determinare il titolo della dinamite basta trattarne una data quantità coll'etere, che dissolvendo la nitroglicerina mette in libertà la base. Si evapora la soluzione mercè un bagno di sabbia e si pesa il residuo.

La sua temperatura di accensione è a 200°. Posta al contatto con un corpo in ignizione si accende ed abbrucia lentamente. Se però si trova rinchiusa ermeticamente in un recipiente dalle pareti robuste e la si assoggetta all'azione del calore, quando raggiunge il suo grado d'accensione esplose con violenza. Così pure quando è ammassata in gran quantità e si accende per una causa qualunque, gli strati interni della massa raggiungono la temperatura d'accensione quando ancora sono compressi dagli strati superficiali e cagionano soventi volte l'esplosione istantanea di tutta la materia.

La luce solare può influire sulla decomposizione della dinamite solo quando è accompagnata da un elevato calore come quello ottenuto dalla concentrazione dei raggi solari per mezzo di una forte lente.

Quanto più è elevata la temperatura tanto più la dinamite è sensibile alla percussione.

La dinamite fabbricata con nitroglicerina perfettamente neutra ha una grande stabilità e si conserva per lunghi anni. Essa non è igroscopica, ma se la si lascia lungo tempo a contatto dell'acqua, questa penetra a poco a poco

nei pori della silice e ne scaccia la nitroglicerina la quale essuda sotto forma liquida e rende la dinamite bagnata estremamente pericolosa.

La dinamite a base inerte è utilizzabile nei lavori delle mine essendo dotata di una straordinaria potenza dirompente. Per gli usi militari però è di applicazione pericolosa perchè non solo scoppia violentemente sotto la percussione diretta della palla da fucile, ma può anche esplodere per influenza in seguito all'esplosione di una cartuccia poco distante, vale a dire per *esplosione simpatica*.

§ 2^o *Proprietà delle dinamiti a base attiva e delle gelatine.*

La **Dinamite-gomma**, come tutte le gelatine esplosive in genere, è una sostanza di consistenza plastica, dal colore giallo-ambra, raramente suscettibile di essudazione, della densità da 1.50 a 1.60 e che si può modellare sotto ogni forma. Abbrucia senza esplodere all'aria libera, purchè non sia accumulata in grandi masse. Esplode sotto l'azione di inneschi contenenti non meno di un grammo di fulminato. Esposta al calore e riscaldata lentamente esplose a 204°.

La dinamite-gomma conserva le sue proprietà anche se mantenuta per un certo tempo sott'acqua. Questa esercita solo una leggerissima azione dissolvente sullo strato superficiale della dinamite, liberando un po' di nitroglicerina senza intaccare menomamente gli strati interni. Gela a 7°, pur conservando spesse volte la naturale plasticità. È quindi prudente, nelle stagioni e nei luoghi di bassa temperatura, disgelarla nell'acqua tiepida anche quando non presenti caratteri esterni di congelamento.

La dinamite-gomma ha una stabilità maggiore della dinamite a base inerte, ed è assai meno di questa sensibile all'urto.

L'aggiunzione di piccolissime dosi di canfora o di benzina la rende più maneggevole e di un trasporto più sicuro, e mentre non altera la sua potenza, impone però l'impiego d'inneschi più energici per farla esplodere.

Gelatina esplosiva di guerra. — Per il fatto ora accennato che l'aggiunzione della canfora rende quasi insensibile la dinamite-gomma alle azioni meccaniche, si cercò di aumentare tale insensibilità per utilizzarla come esplosivo di guerra, coll'accrescere il quantitativo della canfora. Si produsse così la

Gelatina esplosiva di guerra composta di

| | |
|--------------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 86.4 |
| Fulmicotone solubile | » 9.6 |
| Canfora | » 4.- |

La gelatina esplosiva di guerra ha lo stesso aspetto della dinamite-gomma e proprietà identiche. Ha però una maggiore insensibilità e resiste, senza esplodere, anche alla percussione di un proiettile lanciato da una bocca da fuoco posta a piccola distanza. Inoltre esplose difficilmente per influenza, ciò che la rende atta all'impiego nelle torpedini. È meno sensibile all'azione del freddo per cui gela più difficilmente ed il disgelo avviene rapidamente e senza produrre essudazioni di nitroglicerina. Gelata perde la sua elasticità e diventa più sensibile all'urto, ma non ne diminuiscono però le sue proprietà dilaniatrici. Per esplodere richiede un potente innesco generalmente costituito di gr. 50 di fulmicotone secco ed una capsula di gr. 1 di fulminato di mercurio.

La gelatina esplosiva di guerra benchè impiegata su larga scala venne ritenuta erroneamente di una stabilità superiore a quella di tutte le altre dinamiti; essa va invece soggetta col tempo ad una lenta decomposizione per la quale diventa acida e se ne alterano intimamente le proprietà aumentandosene in pari tempo la sensibilità.

CAPITOLO VIII

Prove della nitroglicerina e delle dinamiti.

Prove della nitroglicerina. — La nitroglicerina deve essere perfettamente neutra, libera affatto dall'acqua e resistente al calore.

La sua *alcalinità* si prova con la carta di tornasole. Se ne prende una striscia, un capo della quale è immerso nella nitroglicerina da sperimentarsi e l'altro in un vaso contenente dell'acqua distillata. L'esame successivo della carta dà la prova ricercata.

L'acqua è dosata per differenziazione mercè l'essiccamento al cloruro di calce.

La *resistenza al calore* è fatta nel tubo di prova già indicato nella parte seconda, capitolo sesto ⁽¹⁾ per il fulmicotone. La temperatura è portata a 70°. La nitroglicerina deve resistervi non meno di quindici minuti senza che si alteri la tinta della carta all'amido iodurato.

È utile anche il dosare l'azoto contenuto nella nitroglicerina, ciò che si fa al *nitrometro di Lunge*, come ho già detto per il fulmicotone ⁽²⁾.

(1) Vedi pag. 240.

(2) Vedi pag. 239.

Prove delle dinamiti. — Le prove alle quali si assoggettano le dinamiti riguardano generalmente l'umidità, l'acidità, l'essudazione, la resistenza al calore e stabilità, la dosatura.

Umidità. — È misurata sia per mezzo del prosciugamento mercè una speciale pompa pneumatica, sia con l'essiccazione al cloruro di calcio.

Acidità. — La dinamite spezzata e messa al contatto della carta di tornasole azzurra umida, non deve dare segno di acidità. Quando il colore della carta volgesse anche leggermente al rosso, la dinamite deve rigettarsi e distruggersi, perchè la sua conservazione costituirebbe un gravissimo pericolo.

Essudazione. — Se la cartapeccora che avvolge la dinamite è grassa e untuosa, è segno che vi ha un principio di essudazione della nitroglicerina. Questa può essere provocata da diverse cause, come il congelamento, l'elevarsi della temperatura, l'umidità, la fabbricazione difettosa. La dinamite perfetta assoggettata alla pressione dolce e graduale pari a chilogrammi cinque per centimetro quadrato non deve essudare la nitroglicerina. Inoltre la dinamite posta sotto una campana di vetro ove trovisi anche un vaso contenente dell'acqua, non deve presentare nemmeno dopo lungo tempo caratteri di deliquescenza. Infine non dovrà trasudare nè per successivi e replicati passaggi dal gelo al disgelo, nè per aumento di calore.

Stabilità. — L'esperimento di *resistenza al calore* per le dinamiti a base inerte è fatta separando prima la nitroglicerina che, isolata, viene sottoposta alla solita prova. Per le gelatine invece se ne prendono 40 gr. e si mescolano intimamente con gr. 100 di creta; il miscuglio che se

ne ottiene passa all'apparecchio di prova ove si opera col solito sistema.

Le prove di *stabilità* sono fatte allo scopo di assicurarsi che la dinamite possa essere conservata lungo tempo, trasportata e maneggiata senza pericolo. Senza ricorrere all'esperimento di resistenza al calore col tubo di cui sopra, una prova facile e rapida è quella di esporre un campione di dinamite ad una temperatura di 70° per qualche tempo. La dinamite perfetta non deve svolgere vapori nitrosi, nè tampoco decomorsi ed esplodere.

Dosatura. — Le *basi inerti* sono riconosciute, talune col microscopio, come il tripolo, la silice naturale, la segatura di legno e simili; altre, come il kieselguhr, con la potassa caustica bollente nella quale è solubile; altre infine mercè la loro solubilità negli acidi, come la magnesia. La loro dosatura è fatta per differenziazione nei pesi, sia separando preventivamente la nitroglicerina dalla base, sia dissolvendo questa come sopra ho detto, nei casi in cui è solubile e pesando poscia il residuo.

La *nitroglicerina* viene dosata trattando la dinamite con l'etere puro o con l'alcool metilico. Il liquido ottenuto è trattato con il cloroformio, oppure con l'etere alcool, per dosare la nitrocellulosa solubile; con una soluzione concentrata di soda caustica e quindi con l'acido cloridrico per le resine; con il solfuro di sodio per lo zolfo.

La *canfora* è dosata trattando la dinamite con l'etere alcool e quindi col bisolfuro di carbonio che trascina seco anche la paraffina, le resine e simili. Si pesa con esattezza questa soluzione, la si lascia quindi riposare; la canfora volatilizza rapidamente, e dalla differenza successiva di peso se ne deduce la quantità.

CAPITULO IX

Distruzione delle dinamiti e della nitroglicerina.

La dinamite che alle prove manifesti dei caratteri di acidità o che per qualunque circostanza dimostri un principio di decomposizione, deve essere immediatamente distrutta.

In tali casi si tolgono alla dinamite da distruggersi le capsule o gli inneschi e quindi la si accende all'aria libera con una miccia comune e senza capsula a piccola quantità per volta, oppure stendendo tutte le cartucce l'una a capo dell'altra ed a contatto, in modo che abbrucino lentamente e successivamente.

La miccia dovrà avere una sufficiente lunghezza per dar tempo agli operai di allontanarsi. L'operazione inoltre dovrà essere fatta all'aperto in luogo non pietroso e lontano dall'abitato.

Quando si tratti di dinamite gelata, oltremodo pericolosa nel maneggiarsi, dovrà evitarsi ogni benchè minimo urto nel trasporto al luogo di distruzione, e questa sarà fatta coll'esplosione di ogni cartuccia, una alla volta, mercè forti inneschi al fulminato.

Sarebbe pericoloso il voler distruggere la dinamite col gettarla nell'acqua, perchè questa libera la nitroglicerina.

La nitroglicerina pura è distrutta mescolandola previamente ed accuratamente con della segatura di legno finchè se ne sia formata una pasta consistente. Si procede quindi alla distruzione di tale impasto mercè l'accensione semplice come nelle dinamiti.

CAPITOLO X

Impianto ed esercizio di un dinamitificio.

L'impianto di una fabbrica di dinamite richiede una vasta estensione di terreno per tenere separate e sufficientemente lontane l'una dall'altra le varie officine nello quali si compiono le diverse fasi di lavorazione.

Indipendentemente da tutte le operazioni accessorio non pericolose e dai depositi delle materie prime non esplosive, ecc., una fabbrica di dinamiti deve avere locali distinti e separati per le seguenti funzioni:

- 1° Preparazione delle materie assorbenti inerti;
- 2° Miscuglio degli acidi;
- 3° Nitrificazione della glicerina;
- 4° Separazione;
- 5° Lavature e filtrazione;
- 6° Miscuglio della nitroglicerina con l'assorbente;
- 7° Cartuccciamento;
- 8° Imballaggio;
- 9° Depositi delle dinamiti.

Se poi si tratta di dinamiti a base attiva e di gelatine, alle suddette officine vanno aggiunte tutte quelle occorrenti alla fabbricazione delle nitrocellulose.



Come per le polveri nere, ogni officina deve essere isolata, lontana almeno cinquanta metri da qualunque altra e circondata da terrapieni o, per meglio dire, interrata fra robusti bastioni di terra piantumati e muniti di ampi corridoi di comunicazione con l'esterno disposti in modo da garantire la sicurezza degli operai che, per qualunque incidente, dovessero precipitosamente abbandonare l'officina.

Lungo la volta dei corridoi saranno praticate delle ampie aperture che diano sfogo all'aria compressa sviluppata in caso di scoppio, e lungo le pareti saranno scavate delle nicchie di rifugio per gli operai che, nella fuga, non riuscissero a raggiungere l'aperto.

Nel descrivere i vari stadii di lavorazione della nitroglicerina e delle dinamiti, ho già particolarmente o sommariamente indicata la natura dei macchinari e attrezzi, nonché la materia di cui sono composti.

Qui giova notare che le costruzioni in genere saranno sempre di materiale leggero per rendere meno gravi le conseguenze in caso di esplosione. I pavimenti dei locali ove si lavora la nitroglicerina saranno preferibilmente rivestiti di piombo senza fenditure nè commettiture per impedire ogni infiltrazione del liquido, il quale dovrà venire sempre diligentemente raccolto con delle spugne tutte le volte che se ne dovesse spandere anche in minime gocce. Si faranno frequenti e complete lavature dei locali, dei meccanismi e degli attrezzi, con acqua calda addizionata di soda caustica che decompone la nitroglicerina.

È assolutamente necessario evitare ogni accumulamento o assorbimento di nitroglicerina. Si adotta perciò il piombo

dovunque essa deve scorrere, soggiornare, manipolarsi. La manutenzione degli apparati, il funzionamento regolare dei rubinetti e delle valvole di scarico, le puliture, ecc., richiedono la più gelosa attenzione. Il piombo impiegato deve essere della più assoluta purezza.

Le materie raccolte nella pulizia dei locali, del macchinario, delle tubature, ecc., contenendo facilmente della nitroglicerina, devono essere distrutte in luogo isolato e sufficientemente lontano dalla fabbrica, nel modo indicato al capitolo precedente.

Bisogna evitare il congelamento della nitroglicerina nelle condutture lungo le quali deve passare. Queste, che sono di piombo, sono fasciate a tal uopo da materie cattive conduttrici del calore che proteggono i tubi dalle variazioni di temperatura. I locali attraverso i quali essi passano sono, al bisogno, riscaldati col vapore. Inoltre i tubi sono sempre disposti con tale pendenza che la nitroglicerina sia costretta a scorrere per effetto del proprio peso.

In caso di riparazioni, queste saranno precedute da accurate lavature di acqua calda con una soluzione di potassa caustica nell'alcool metilico.

Valgono per la sicurezza delle fabbriche di dinamite tutte le norme già enunciate precedentemente per quelle di polveri nere.

Di massima, i meccanismi devono sempre funzionare con la più assoluta precisione. Al verificarsi di qualunque, benchè minimo, inconveniente si dovrà sospendere il lavoro per accertarne le cause e provvedere a seconda dei casi, ma senza ritardo.

PARTE QUARTA
ESPLOSIVI DIVERSI. - FULMINATI

CAPITOLO I

Fenolo e derivati nitrici.

Una serie importantissima di esplosivi, specialmente per gli usi militari, è ottenuta dai derivati nitrici del *fenolo ordinario* o *fenolo della benzina*.

Il **Fenolo** $C^6H^5(OH)$ che è noto sotto il nome di *acido fenico*, è un corpo solido cristallino a lunghi aghi incolori, che fonde a 42° e bolle a 182° . Alla temperatura ordinaria è liquido perchè contiene dell'acqua e talvolta è altresì mescolato con del cresolo. È solubilissimo nell'alcool, nell'etere e nell'acido acetico. Ha un odore disgustoso caratteristico ed è un potente antisettico.

Il fenolo è ottenuto dagli olii di catrame trattati con una soluzione di soda caustica e con successive lavature a caldo finchè si ottiene fenolo greggio misto a cresolo, dal quale lo si purifica con ripetute distillazioni nel vuoto ad alta temperatura e successiva diluizione al 15 per cento di acqua. Si cristallizza in seguito a -10° , si centrifuga e

si distillano infine i cristalli allo stato di purezza quasi assoluta.

Nell'industria il fenolo è in genere prodotto col sistema sintetico. Si prepara anzitutto l'acido solfonico fumante che è quindi trattato con un latte di calce per separarne l'eccesso di acidi. Si aggiunge una soluzione di carbonato di soda sino ad ottenere il solfonato — $C^6H^5(SO^3NA)$ il quale, trattato con la soda caustica sino alla fusione, si trasforma in fenato che viene quindi decomposto dall'acido solforico. Si separa infine il fenolo sciogliendolo nell'etere e si purifica per distillazione.

Si ottiene così il fenolo puro sintetico che ha pochissimo odore leggermente profumato.



Nitrofenoli. — La nitratura del *fenolo ordinario* può dare tre *mononitrofenoli* i cui sali sono dei coloranti; tre *dinitrofenoli* nei quali si hanno qualità debolmente esplosive; tre *trinitrofenoli* dotati di forti proprietà esplosive come ad esempio l'acido picrico o cioè il trinitrosimmetrico di cui tratterò largamente al paragrafo seguente.

I *mononitrofenoli* si ottengono mercè la reazione diretta sul fenolo dell'acido nitrico molto diluito; i *dinitrofenoli* dalla reazione dell'acido nitrico alla densità di 1.37 sul fenolo sciolto nell'acqua; il *trinitrofenolo* si può produrre sia direttamente mediante la reazione di un miscuglio sulfonitrico sul fenolo disciolto in un idrocarburo; sia e meglio disponendo previamente il preparato solfonato con l'azione diretta dell'acido solforico e decomponendo quindi tale prodotto mercè l'azione dell'acido nitrico.



Acido picrico. — L'acido picrico è stato scoperto da Hausmann nel 1788, che l'ottenne trattando l'indaco con l'acido nitrico. Quasi contemporaneamente Amato di Welter lo produsse con la reazione dell'acido nitrico sulla seta.

Nel 1843 infine Laurent dimostrò che l'acido picrico è trinitrofenolo della formula $C_6H_2OH(NO_2)_3$: che si ottiene per nitratura della fibrina, della seta, della lana, della salicina, della resina ecc.

Industrialmente si prepara dal fenolo puro mescolandolo — parti uguali con acido solforico a 66° Bé e scaldando a circa 120° fino a che tutto il fenolo sia trasformato in acido fenosolforico ($C_6H_2 - OH SO_3 - H$). Questo viene poi versato in acqua fredda (nel rapporto di 2 parti di acqua per 1 d'acido) e quindi fatto passare poco per volta in recipienti di gres contenenti acido nitrico al 65 % ($3 \frac{1}{2}$ di acido nitrico per 1 di fenolo). Si scalda a bagnomaria prima lentamente poi all'ebollizione. I vapori nitrosi che si svolgono, vengono aspirati da apposite cappe. A reazione finita si raffredda la massa, si centrifuga e si lava.

Si separano i cristalli di acido picrico.

Si prepara l'acido picrico anche fondendo in storte di gres fenolo puro cristallizzato.

Il riscaldamento si fa sempre a vapore, e aggiungendo miscela di acido nitrico e solforico. Il rapporto degli acidi varia da fabbrica a fabbrica e i particolari del procedimento vengono tenuti segreti.

La composizione centesimale dell'acido picrico corrisponde a (1):

(1) DANIEL, Dictionnaire des matières explosives.

| | |
|--------------------|-------------|
| Azoto | parti 18.34 |
| Ossigeno | » 49.22 |
| Idrogeno | » 1.— |
| Carbonio | » 31.44 |

Il suo peso molecolare è 229.

L'*acido picrico* è un corpo di colore giallo carico, estremamente amaro, costituito da cristalli lamellari e friabili. È poco solubile nell'acqua, ma la sua solubilità aumenta col calore. È solubilissimo nell'alcool, nell'etere, nel solfuro di carbonio, nelle benzine, nella glicerina, e in genere in tutti i solventi. Esposto all'azione diretta del calore, fonde a 122°, ma se è riscaldato lentamente a piccole quantità, sublimizza senza decomporsi. Se invece lo si riscalda bruscamente, scoppia con violenza a 300°. La sua velocità di detonazione è di 8000 m. s.

Come avviene di molte altre sostanze esotermiche, l'acido picrico se passa istantaneamente in un ambiente a temperatura superiore a quella della sua fusione, ed è in piccola quantità in modo da non potere abbassare con la sua presenza la temperatura dell'ambiente, esplose anche in vaso aperto a pressione ordinaria.

L'acido picrico destinato alla fabbricazione degli esplosivi deve essere perfettamente anidro e non deve mai determinare reazioni alcaline, non deve contenere veruna sostanza estranea nè mutare aspetto o natura anche se sottoposto per più ore alla temperatura di 100°.

L'acido picrico fuso ha una minore rapidità e violenza di esplosione che allo stato primitivo, ma ha una potenza esplosiva da 10 a 12 volte superiore.

Il primo esplosente prodotto coll'acido picrico comparve nel 1867 sotto il nome di

Polvere Borlinetto composta di

| | |
|------------------------------|------------|
| Acido picrico | parti 10.— |
| Nitrato di soda. | » 10.— |
| Cromato di potassa | » 8.5 |

Altre polveri di simile tipo si sono prodotte o si producono per l'impiego nelle mine, come ad esempio la

Polvere Tschirner brevettata in Inghilterra nel 1880 e composta di

| | |
|-------------------------------|----------|
| Acido picrico | parti 57 |
| Clorato di potassio | » 38 |
| Resina | » 5 |

Il miscuglio è inaffiato di benzina per dissolvere la resina e trasformarlo in una massa pastosa che si modella poi in cartucce;

la **Polveri Boyd** costituita da

| | |
|-------------------------------|-------------|
| Nitrato di potassio | parti 43.75 |
| Zolfo | » 18.75 |
| Calce polverizzata | » 12.50 |
| Nitrato di bario | » 12.50 |
| Acido picrico | » 6.25 |
| Farina di legno | » 6.25 |

le polveri **Adams, Victorite, Ripplene** e diverse altre identiche alle sopra indicate, sia nei componenti che negli effetti.

Nessuno però di questi miscugli ha corrisposto agli scopi per cui furono ideati, sia perchè di effetti esplosivi inferiori a quelli dell'acido picrico isolato, sia perchè più sensibili e meno stabili. Inoltre l'unione dell'acido picrico con gli ossidanti richiedeva, per diminuire i pericoli della macinazione, l'aggiunta di acqua e questa determinava nell'acido picrico un'azione di spostamento sull'acido nitrico degli ossidanti, il quale volatilizzava in tutto o in parte durante l'essicazione.

È bensì vero che fino dal 1873, il **Dottor Sprengel** aveva constatato che l'acido picrico è per sè stesso abbastanza ricco di ossigeno da costituire anche isolato un vero e proprio esplosivo.

Ma questa proprietà dell'acido picrico ebbe applicazione pratica solo nel 1885 quando *Turpin* riconobbe, in seguito a replicate esperienze, che l'*acido picrico fuso* non solo era meno sensibile e più stabile dello stato *cristallino* o polverulento, ma perdeva altresì la proprietà di spostare l'acido volatile degli ossidanti come prima ho accennato, e ne propose quindi l'impiego nel caricamento degli obici.

L'**esplosivo Turpin** è composto di acido picrico fuso, compresso, agglomerato in grani e rivestito da una specie di vernice ottenuta coll'evaporazione della nitrocellulosa disciolta nell'etere.

Il successo avuto dall'esplosivo Turpin indicò l'acido picrico come elemento efficacissimo per la carica delle granate da scoppio, sia per la stabilità di cui è dotato, sia per gli energici effetti provocati dalla sua esplosione, come anche perchè non essuda nè congela, ed è insensibile all'azione dell'umidità.

Fra gli altri Stati, anche l'Italia adottò ben presto ed impiega tuttora l'acido picrico fuso per la carica delle granate da scoppio (¹).

Le esigenze di conservazione dei proiettili esplosivi prima del loro impiego, e la necessità che questi nell'uso non esplodano prematuramente, impongono che l'esplosivo del quale è costituita la loro carica interna sia soprattutto stabile. Il proiettile deve essere lanciato con sicurezza, e quando si tratti di proiettile perforante è necessario che questo attraversi il bersaglio corazzato e scoppi solo al di là, per quanto la piastra sia di considerevole grossezza.

La stabilità dell'esplosivo si può provare collocandone una piccola quantità sopra un'incudine e determinandone quindi l'esplosione per effetto della caduta di un grave da altezze variabili, ciò che permette di classificare la resistenza all'urto di più esplosivi a seconda dell'altezza di caduta del grave occorrente all'esplosione di ciascuno, rapportata ad un'altezza limite di confronto (²).

Così, ad esempio, Sir *Hiram Maxim* sperimentò che la

(¹) Vedi Cap. V.

(²) Vedi Parte VI, Capitolo II.

polvere nera scoppiava in seguito alla caduta di un dato peso da metri 3 di altezza, l'acido picrico fuso da metri 2.10.

La stabilità di un esplosivo per granate si prova anche con il calore, poichè non deve decomporsi quando per più giorni sia mantenuto alla temperatura costante di 49° in vaso ermeticamente chiuso.

Ho già detto che l'acido picrico riscaldato lentamente in recipiente aperto volatilizza a poco a poco; ma se egli è invece riscaldato bruscamente, oppure versato in un recipiente già riscaldato, esplose per effetto dell'istantaneo mutamento di temperatura che subisce.

Un fenomeno di tal genere sembra che avvenga qualche volta quando il proiettile carico di acido picrico urta contro un bersaglio corazzato, per cui esplose prima di attraversarlo. Ne consegue che per il suo impiego nei proiettili perforanti è necessario abbassare il punto di fusione dell'acido picrico perchè questo non si riscaldi bruscamente al di sopra del suo punto di ebollizione, ed esplosa solo al di là della piastra per effetto dell'innesco.

A tale scopo si cercò di aumentare la stabilità dell'acido picrico associandolo ad altre sostanze nitrate come dinitro o trinitro-benzol, toluol, cresol e simili, nitrobenzina, nitroglicerina, dinitronaftalina, nitrocellulosa, ed aggiungendovi vasellina, o paraffina od oli diversi.

La scelta però di una o più di tali sostanze è subordinata alle altre condizioni che si richiedono in un esplosivo per la carica di granate di scoppio, e cioè: che la detonazione sia completa e uniforme per effetto dell'innesco; che l'esplosivo non sia igroscopico; che la sua sensibilità all'urto non aumenti per l'aggiunta di nuove sostanze; che queste non ne diminuiscano la potenza; che l'esplosivo non intacchi i metalli del proiettile e della spoletta.

Il primo composto di talo natura fu la

Melinite che nel 1866 sostituì in Francia la dinamite come esplosivo regolamentare di guerra. È la *melinite* una sostanza di colore giallo composta in origine di

| | |
|--|----------|
| Acido picrico | parti 70 |
| Dinitrocellulosa disciolta nell'etere alcool | » 30 |

Oggi invece è costituita dal solo acido picrico fuso a 122°, e quindi colato nella granata la cui superficie interna è previamente riscaldata e ricoperta da un sottilissimo strato di una vernice speciale. La granata è poscia munita di una spoletta a tempo con innescio di fulminato di mercurio e acido picrico in polvere.

A pari peso la melinite è meno potente della dinamite, ma essendo più densa (melinite 1.6; dinamite 1.5), a pari volume la prima ha una maggior potenza della seconda.

La melinite è anche impiegata, sotto forma di cartucce cilindriche nelle mine. Per la sua incongelabilità venne più volte adoperata nella rottura dei ghiacci sulla Senna.

Esplosivo analogo alla melinite è la

Cresillite, composto derivato dalla reazione dell'acido nitrico sul cresolo in proporzioni da produrre il **Trinitro-cresoi** che in Francia figura tra gli esplosivi di guerra per la carica delle torpedini.

Anche l'Inghilterra, come d'altra parte tutti i maggiori Stati del mondo, apprezzò ben presto le qualità speciali

dell'acido picrico, e nel 1888 adottò per la carica delle granate e delle torpedini, la

Lyddite composta con

| | |
|--------------------------|----------|
| Acido picrico | parti 87 |
| Dinitrobenzolo | » 10 |
| Vasellina | » 3 |

La lyddite, il cui nome è dovuto alla località (**Lydd**) dove fu sperimentata la prima volta, accesa all'aria libera in piccola quantità abbrucia semplicemente con fiamma viva. Nello stesso modo non esplode se anche è collocata sopra una lastra di ferro rovente. Se in un miscuglio di polvere nera e di lyddite si accende la prima, questa scoppia senza accendere la lyddite. Non esplode neanche se è battuta con un pesante martello sopra un'incudine. Esplode invece quando è compressa in uno spazio ristretto e subisce l'azione di un urto violento.

Per formare la carica dei proiettili, si fonde la lyddite a bagno-maria e poi la si cola nel cavo della granata ove si solidifica in massa compatta. Il detonatore è al picrato d'ammonio. Il fondello delle granate cariche a lyddite è di spessore assai maggiore di quelle ordinarie.

Si vuole che tali granate producano degli effetti straordinari. Però nella guerra anglo-boera la lyddite fu causa di molte delusioni e i maligni pretesero che fosse micidiale più per le esalazioni tossiche determinate dalla decomposizione dell'acido picrico, che per la sua potenza esplosiva.

La lyddite è qualche volta impiegata con effetto utile nei proiettili perforanti, poichè con delle buone spolette

può anche esplodere solo dopo traforata la piastra delle corazze. È altresì efficace nei proiettili ben pesanti, come ad esempio in quelli dei cannoni da 23 e 25, mentre è quasi nulla nelle granate a calibro inferiore ai 15 centimetri.

La lyddite è però soggetta a deteriorarsi quando è da tempo caricata nelle granate e produce allora facilmente delle pericolose alterazioni chimiche.

Della stessa natura della lyddite, e di quasi identica composizione è la

Dunnite, esplosivo per torpedini e per granate, pure adoperato in Inghilterra.

Negli Stati Uniti di America si caricano i proiettili cavi con la

Emmensite, che si ottiene trattando l'acido picrico con l'acido nitrico fumante, addizionato con un idrocarburo nitrato per abbassare il punto di fusione.

L'*emmensite* venne adottata dal governo degli Stati Uniti come esplosivo di guerra dopo i felici risultati avuti al campo di tiro a *Sandy Hook*, dove si lanciarono proiettili carichi, ciascuno, di kg. 15 di emmensite.



I meravigliosi successi avuti dall'armata Nipponica nell'ultima guerra russo-giapponese, e specialmente la rapidità con la quale fu distrutta la flotta nemica, attrassero l'attenzione universale sugli esplosivi dal Giappone impiegati, ai quali l'immaginazione popolare attribuì senz'altro delle proprietà quasi favolose.

L'esplosivo adoperato dai giapponesi per la carica dei proiettili è ora noto sotto il nome di

Schimose, la quale non è altro che dell'acido picrico (trinitrofenolo) fuso, e si presenta sotto forma di polvere giallastra alquanto compressa.

Secondo gli esperimenti fatti dal dottor Saposchnikoff di Pietrogrado, la *schimose* presenta dei caratteri identici a quelli della *melinite*.

Solubile nell'etere, nell'alcool etilico, nell'acqua bollente, ha un peso specifico di 1.63. La temperatura di fusione varia dai 115° ai 117° e $\frac{1}{2}$, e i prodotti della sua combustione sono:

| | | |
|------------------|-----------|---------|
| C O ₂ | | 10.70 % |
| C O | | 55.56 % |
| H | | 7.48 % |
| CH ₄ | | 7.55 % |
| N | | 17.70 % |

La combustione di 1 gramma di *schimose* produce un volume di gas pari 863 .cm³.

Il dottor Saposchnikoff trovò inoltre che, mentre la *schimose* in polvere contiene il 100 % di trinitrofenolo, quella fusa ne contiene il 99.84 %.



Eteri fenilici della glicerina. — In vari paesi d'Europa, Italia compresa, si studiano e si vanno facendo con successo delle pratiche applicazioni come esplosivi per cariche da scoppio ed anche per mine, degli eteri nitrici della gli-

cerina e così, mentre si impiegano quali gelatinizzanti le nitroacetine e le nitroformine, si ottenne un esplosivo di una certa importanza industriale nella **Dinitromonocloridrina dissimetrica** data dalla reazione diretta e a caldo dell'acido cloridrico sulla glicerina e successivo trattamento con un miscuglio sulfonitrico concentrato (1).

In Italia la Società Dinamite Nobel di Avigliana brevettò alcuni suoi prodotti della nitratura degli *Eteri fenilici della glicerina* e applicandoli come esplosivi produce la

Nitropicrite il cui processo di fabbricazione consiste nello sciogliere l'etere fenilico in acido solforico e versando a poco a poco la soluzione, previamente raffreddata, nel miscuglio nitrante degli acidi nitrico e solforico. Si opera specialmente sull'etere dipicronitrico e si ottiene una sostanza giallognola, di sapore amaro, che fonde a 160° con parziale decomposizione e che alla berta deflagra solo al di là della caduta da metri 1.15 di un grave del peso di due chili. Al piombo di Trauzl l'esplosione della nitropicrite dà una cavità media di 350 c³.

(1) L. DENNIN et C. CHESNEAU - *Poudres et Explosifs*.

CAPITOLO II

Picrati.

Nuove e notevoli applicazioni ebbe l'acido picrico sotto la forma di picrati nella composizione degli esplosivi.

I *picrati* sono dei sali dell'acido picrico e si ottengono saturando questo in una soluzione acquosa con sale solubile alcalino, come un carbonato di potassa, di soda, di ammonio o simili.

I picrati, come l'acido picrico, hanno delle proprietà eminentemente esplosive.

Fu nel 1869 che si cominciò ad impiegare il picrato di potassio nella produzione delle polveri.

Il **Picrato di potassio** $C_6H_2O_2K(NO_2)_3$ si presenta in cristalli aghiformi, di colore giallo arancio a riflessi metallici. Poco solubile nell'acqua fredda, è però solubile nella calda e nell'alcool. Sensibilissimo all'urto, allo sfregamento, alla percussione, detona con violenza quando è esposto alla temperatura di 300° , od anche se è messo a contatto con un corpo igneo. Poco ricco di ossigeno, viene combinato con un nitrato per aumentarne le proprietà comburenti.

Le prime polveri al picrato di potassa si designano col nome di

Polveri di Designolle, dal loro inventore, e se ne fecero di più tipi, costituite da

| | parti | parti | parti | parti |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Picrato di potassa . | 55 | 9 | 28.6 | 22.9 |
| Nitrato di potassa . | 45 | 80 | 65.- | 69.4 |
| Carbone | — | 11 | 6.4 | 7.7 |

Le polveri Designolle erano fabbricate coi medesimi sistemi della polvere nera lavorata alle macine.

Per dare maggiore potenza alla polvere Designolle, nello stesso anno 1869

Fontaine ne produsse un nuovo tipo con l'aggiunta del clorato di potassa. Ma una terribile esplosione ne distrusse la fabbrica, e il composto Fontaine venne abbandonato.

Anche la polvere Designolle che, ne' suoi vari tipi, veniva sperimentata nelle mine, nella carica delle torpedini, nelle artiglierie e anche nei fucili da guerra, fu ben presto abbandonata a cagione dei gravi pericoli che presentava il picrato di potassio nella fabbricazione e nella manipolazione dell'esplosivo.

Questi successivi disinganni suggerirono a Brugère di sostituire al picrato di potassio quello di ammonio.

Il **Picrato di ammonio** $C_6 H_2 O N H_4 (N O_2)_3$, è anch'esso un sale cristallino aghiforme, di colore giallo aranciato, ma meno duro e meno sensibile all'urto del picrato di

potassio. Acceso all'aria libera non esplose, ma abbrucia rapidamente con una fiamma fuliginosa. In spazio chiuso e ristretto, oppure ammucchiato in grandi masse, la sua accensione può mutarsi in esplosione. Esposto al calore, il picrato di ammonio esplose a 310°.

La **polvere Brugère**, composta di

| | | |
|------------------------------|-------|----|
| Picrato d'ammonio. | parti | 54 |
| Nitrato di potassio. | » | 46 |

è di fabbricazione relativamente sicura, è stabile e di forza doppia della polvere nera.

Abel, il chimico inglese, consigliò l'impiego della polvere Brugère per il caricamento delle granate, e fece degli esperimenti dai quali risultò che tale polvere non si altera menomamente per l'azione dell'umidità, ciò che ne facilita e rende più sicuro il processo di lavorazione che si può operare ad umido.

Anche il **Picrato di sodio**, che come quello di ammonio è più stabile e meno sensibile all'urto del picrato di potassio, entrò nella composizione degli esplosivi, e nel 1885 si brevettò la

Bronolite composta di

| | | | | |
|-------------------------------------|-------|----|---|----|
| Picrato doppio di sodio e di bario | parti | 15 | a | 30 |
| Picrato doppio di sodio e di piombo | » | 8 | a | 30 |
| Picrato di potassio | » | 2 | a | 10 |
| Nitronaftalina | » | 5 | a | 20 |

| | | |
|-------------------------------|----------|------|
| Nitrato di potassio | parti 20 | a 40 |
| Zucchero | » 1.5 | a 3 |
| Gomma | » 2 | a 3 |
| Nero fumo | » 0.5 | a 4 |

La sufficiente stabilità del picrato di ammonio lo fece entrare in numerosi composti esplosivi che qui non è il caso di elencare e, come dirò al relativo capitolo, fa oggi parte di parecchie fra le più importanti polveri senza fumo in uso.

CAPITOLO III

Esplosivi al Nitrato d'Ammonio.

Non è esagerato l'affermare che tutte le sostanze organiche facilmente nitrificabili, come pure tutti i derivati dalla distillazione del catrame proveniente dal carbon fossile impiegato nei gasometri, furono o sono oggetto di prova per la fabbricazione degli esplosivi. Non è qui il luogo di una completa enumerazione di simili prodotti, e meno ancora di una descrizione ampia o ristretta dei loro metodi di fabbricazione, perchè d'altra parte sono per lo più identici a quelli fin qui esposti.

Meritano però un cenno speciale gli esplosivi ottenuti dalla associazione del nitrato d'ammonio con gli idrocarburi aromatici e i loro derivati nitrici, con le nitronaftaline e simili, perchè hanno ottenuto nell'uso larghissima applicazione, sia bellica che industriale.

Il Nitrato d'ammonio ⁽¹⁾ dà agli esplosivi nei quali entra a far parte una grande sicurezza di impiego per la loro bassa temperatura di esplosione mentre svolgono un enorme volume di gas esente, o quasi, di ossido di carbonio.

I composti al nitrato d'ammonio sono generalmente noti sotto il nome di

(1) Vedi pag. 37.

Esplosivi Favier, che brevettati nel 1985 nel Belgio, erano in origine costituiti da un miscuglio di

| | |
|------------------------------|------------|
| Nitrato d'ammonio | parti 91.5 |
| Mononitronaftalina | » 8.5 |

Questo miscuglio era compresso in cilindri con cavità centrale, riempita poi con dinamite, o fulmicotone, o simili, allo stato pulverulento.

Gli esplosivi Favier subirono delle successive varianti nella loro composizione, ed oggi, se ne producono diversi tipi, di cui i seguenti sono i principali, cioè:

| | | | | | |
|------------------------------|----------|-------|----|-------|-------|
| Nitrato d'ammonio | parti 88 | 80.57 | 82 | 17.48 | 70.— |
| Mononitronaftalina | » — | — | — | 13.52 | — |
| Dinitronaftalina | » 12 | 6.36 | — | — | — |
| Trinitronaftalina | » — | — | 5 | — | — |
| Nitrato di sodio | » — | — | — | 69 | — |
| Nitroglicerina | » — | — | — | — | 29.50 |
| Fulmicotone | » — | — | — | — | 0.50 |
| Cloruro d'ammonio | » — | 13.07 | 13 | — | — |

Essiccato il nitrato di ammonio, questo passa ad una macchina speciale riscaldata al vapore acqueo, e nella quale il nitrato di ammonio è primamente triturato e quindi mescolato con la nitronaftalina. L'impasto così ottenuto è compresso a caldo nella già indicata forma di cilindri cavi a determinate dimensioni, che sono poi immersi in un bagno di paraffina liquefatta. Il foro centrale è poi riempito con l'esplosivo pulverolento. Le due estremità del cilindro sono turate da due piastrine di ferro, a una delle quali è praticato un foro per l'innesco.

L'esplosivo Favier è stato introdotto in Inghilterra sotto il nome di

Ammonite, composta con

| | |
|-----------------------------|----------|
| Nitrato d'ammonio | parti 89 |
| Dinitronaftalina | » 11 |

oppure con

| | |
|----------------------------------|----------|
| Nitrato d'ammonio | parti 90 |
| Carbone rosso di legno | » 10 |

L'*ammonite* sviluppa nella combustione solo una insignificante quantità di ossido di azoto per cui impiegata nella carica dei cannoni quale esplosivo da lancio non danneggia le pareti dell'anima. Infatti, mentre con le cariche di balistite un pezzo anche di piccolo calibro è reso inservibile dopo poche centinaia di colpi, con le cariche di ammonite e con pressioni che raggiungono persino 3500 atmosfere si sparano migliaia di colpi senza effetti corrosivi molto sensibili.

L'*ammonite* è però assai igrometrica, e perciò deve essere preparata in grani speciali e conservata con speciali involucri che la difendano dall'azione dell'aria umida.

Per la carica delle granate il nitrato d'ammonio venne utilmente impiegato dall'Austria con l'esplosivo

Ammonal (di cui si conoscono più tipi) composto di:

| | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nitrato d'ammonio | 78.5; | 84.5; | 54.—; | 72.—. |
| Nitrato di potassio | 17.5; | 1.5; | —; | —. |
| Nitrato di bario | 0.5; | 0.5; | —; | —. |
| Nitrobenzolo | —; | —; | 20.—; | —. |
| Alluminio in polvere | 1.—; | 5.5; | 24.—; | 23.—. |
| Carbone | —; | 8.—; | 2.—; | 5.—. |
| Olio vegetale | 2.5; | —; | —; | —. |

L'aggiunta dell'alluminio in polvere agli esplosivi è basata sulla teoria del Bichel, e cioè: « L'azione di un esplosivo può essere scomposta in un *urto* ed in una *pressione*. L'effetto dell'urto è proporzionale al quadrato della velocità di detonazione ed alla quantità di gas formatisi. La pressione sviluppata da un esplosivo detonante nel suo proprio volume dipende dalla quantità dei gas, dalla temperatura di esplosione e dalla densità dell'esplosivo ».

Ora il Bichel trovò che l'aggiunta di alluminio al nitrato di ammonio aumentando la temperatura di combustione e la produzione dei gas ne aumenta la pressione.

Altri tipi importanti di esplosivi all'ammonio sono:

la **Densite** formata da

| | |
|-------------------------------|-------------|
| Nitrato d'ammonio | parti 81.10 |
| Nitrato di stronzio | » 10.40 |
| Trinitrotoluolo | » 8.50 |

la **Roburite**, composto di

| | |
|------------------------------------|-------------|
| Nitrato d'ammonio | parti 87.50 |
| Dinitrobenzina | » 7.— |
| Solfato d'ammonio | » 5.— |
| Permanganato di potassio | » —.50 |

la **Stibiovirite**, composto di nitrato di ammonio, dinitrobenzolo e solfuro di antimonio;

la **Imperialite**, miscuglio di

| | |
|---------------------------------|---------------|
| Nitrato d'ammonio | parti 85 a 90 |
| Alluminio a scagliola | » 15 a 10 |

Nella composizione della *imperialite* si è data la preferenza alla scagliola di alluminio ritenendola meno pericolosa nella lavorazione del miscuglio col nitrato di ammonio.

Sta di fatto però che per la rapidità della reazione nella combustione, è utile che l'alluminio sia finissimamente polverizzato, sebbene in tale stato vada soggetto alla ossidazione con danno della conservazione dell'esplosivo. Un'aggiunta di carbonio neutralizzerebbe in parte gli effetti dell'ossidazione.

Di applicazioni più recenti e non meno importanti dei composti precedenti si producono ora in Italia due nuovi tipi di polveri al nitrato d'ammonio per la carica delle granate e cioè:

la **Schneiderite** composta di

| | |
|------------------------------|----------|
| Nitrato di ammonio | parti 87 |
| Binitronaftalina | » 13; |

la **Siperite**

| | |
|------------------------------|---------------|
| Nitrato di ammonio | parti 82 a 87 |
| Binitronaftalina | » 18 a 13 |

al cui composto si mescola il 20 per cento di trinitrotoluene in cristalli.

La **Schneiderite** e la **Siperite** si fabbricano nel Polverificio di Fortemarmi della Società Italiana Prodotti Esplosivi.

Le Officine Elettrochimiche Dottor Rossi brevettarono e producono per usi di guerra:

la **Sabulite**, miscuglio di

| | |
|------------------------------|----------|
| Nitrato di ammonio | parti 78 |
| Trinitrotoluene | » 8 |
| Siliciuro di calce | » 14; |

la **Vibrite**, miscuglio di

| | |
|------------------------------|----------|
| Nitrato di ammonio | parti 78 |
| Trinitronaftalina | » 8 |
| Siliciuro di calce | » 14. |

Sia nell'uno che nell'altro tipo si macinano previamente allo stato impalpabile ciascuna delle tre sostanze delle quali si fa in seguito un miscuglio il più intimo possibile.

Della stessa natura è

l' **Esplosivo Echos** ora adottato per usi militari.

CAPITOLO IV

Del trinitrotoluene.

Nè l'acido picrico, nè gli esplosivi a base di ammonio, per quanto di formidabile potenza e di sufficiente stabilità, bastarono a soddisfare le esigenze della carica dei proietti perforanti.

Nuove combinazioni dei vari derivati nitrici della serie aromatica con metalli polverizzati, o con diversi corpi combustibili furono sperimentate per trovare l'esplosivo ideale che ad una straordinaria potenzialità dirompente associasse una stabilità quasi assoluta.

Attraverso vari tipi di nuovi composti ed a replicati tentativi, si concluse col riconoscere la superiorità, in fatto di conservazione, dei nitroderivati aromatici puri in confronto dei miscugli.

Abbiamo già notato come fra i nitroprodotti puri avesse per molti anni la preferenza il *trinitrofenole* (acido picrico). Ma questo, in primo luogo presenta l'inconveniente che tanto la sua polvere quanto i vapori che esso produce sono perniciosi agli organi della respirazione di chi lo maneggia; inoltre ha una discreta sensibilità all'urto ed infine ossida facilmente i metalli coi quali si trova a contatto con danno e pericolo sia delle granate che lo contengono come delle capsule di rame che le innescano.

Tutti questi inconvenienti sono ora eliminati dall'adozione decisiva fatta del composto nitrico del *toluolo* o *toluene* (uno dei sottoprodotti della distillazione del carbone fossile) per la carica delle granate e dei proietti perforanti.

Fu verso il 1900 che si iniziò in Germania la fabbricazione come esplosivo da guerra del *trinitrotoluene*, classificato subito sotto il nome di *trotyl* e in seguito di *tritol*.

Il **Toluolo** o *toluene* $C_6H_5CH_3$ è un liquido incolore, mobilissimo e di odore aromatico simile a quello della benzina. Bolle a 110° . La sua densità è di 0.882. Abbruciando all'aria libera sviluppa anidride carbonica ed acqua.

Trattato con acido acetico e limatura di ferro si trasforma in *toluidina* che serve alla produzione di colori, profumi, ecc.

Trattato con gli acidi nitrico e solforico serve di base alla fabbricazione dell'esplosivo forse il più stabile che oggi si conosca.

La nitrificazione del toluolo con graduale procedimento a determinate temperature produce successivamente *mononitro*, *dinitro*, *trinitrotoluolo*.

Dalla bontà delle materie prime dipende il prodotto. Occorre perciò purificare il toluolo grezzo liberandolo dagli idrocarburi della serie grassa che può contenere, trattandolo con acido solforico a cui si aggiunge piccola quantità di acido nitrico.

Il **Trinitrotoluene** $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ si ottiene sottoponendo il *dinitrotoluene* ad una nuova nitratura alla temperatura di 100° circa.

Si discioglie una determinata quantità di dinitro in un

miscuglio riscaldato di quattro parti del suo peso di acido solforico 95 a 96 % e di parti 1.5 di acido nitrico a 90-92 %. Si lascia la massa alquanto in riposo e quindi si eleva la temperatura fra i 90° e i 100° agitando finchè cessi la produzione di vapori nitrosi.

L'operazione dura circa cinque ore. Questa compiuta si lascia raffreddare, dopo di che si decantano gli acidi in eccesso e si lava il prodotto nitrato con acqua calda dapprima e quindi con una soluzione leggermente alcalinizzata.

Il trinitrotoluene che così si ottiene si distingue in due prodotti depositati per ordine di densità e che si differenziano dal punto di fusione da 72° a 74° l'uno, e da 77° a 79° l'altro.

Essendo però questi punti insufficienti per l'impiego del *tritolo* nelle artiglierie, il prodotto viene sottoposto a un processo di cristallizzazione mediante l'alcool che lo purifica e ne eleva il punto di fusione da 81° ad 82°.

Il *trinitrotoluene* si presenta allora in cristalli giallogliari fini e brillanti. Il suo rendimento teorico è pari a 150 % di dinitro impiegato. È un corpo chimicamente stabile pochissimo igroscopico, biancastro, di sapore amaro-gnolo, dall'odore caratteristico dei derivati aromatici. Quasi insolubile nell'acqua fredda e pochissimo nella calda, è solubile nel cloroformio e nell'alcool. Esposto a lungo alla luce modifica alla superficie il suo caratteristico colore giallo-arancio in color rosso-bruno. Conservato all'oscuro si mantiene inalterabile.

Non subisce alterazioni nella sua potenza esplosiva nè per l'azione della umidità nè per quella del calore. Riscaldato gradatamente a calore limitato si volatilizza senza esplodere; alla fiamma di Bunsen comincia col fondersi, e

quindi si accende, abbruciando regolarmente con fiamma fuliginosa. Posto sopra una lamiera incandescente si accende e brucia senza esplodere.

Il *tritolo* non intacca nè i metalli nè i loro ossidi, coi quali può trovarsi a contatto, per cui può conservarsi all'infinito nelle granate.

Fondendo a 81° non genera vapori molesti; solo a forti temperature sviluppa degli azoturi.

Allo stato cristallino detona per l'azione del fulminato di mercurio. Compresso o fuso, diminuendo tale sua sensibilità, per assicurarne la detonazione si interpone fra la carica e la capsula al fulminato un innesco di *tritolo* cristallino.

La sua velocità di detonazione è di 7.618 m. s. La temperatura di esplosione è a 242°.

La densità del *tritolo* fuso è di circa 1.50. Compresso va da 1.60 ad 1.62.

Secondo il Bichel i prodotti della decomposizione del tritolo sono:

| | |
|------------------------------|-------|
| Anidride carbonica | 3.70 |
| Ossido di carbonio | 70.50 |
| Idrogeno | 1.70 |
| Azoto | 19.90 |
| Carbonio | 4.20 |

Al mortaio di piombo del Trauzl, secondo esperimenti del Prof. Eschweiler di Amburgo, gr. 10 di tritolo diedero una convessità di 286 cc., mentre gr. 10 di acido picrico ne diedero 294, differenza assolutamente minima e che non compensa la grande superiorità del tritolo in tutte le sue altre proprietà.

Il tritolo infine non è dannoso alla salubrità di chi lo maneggia o lo impiega, nè allo stato pulverolento, nè coi vapori che sviluppa.



Il tritolo alla densità di 1.60 ÷ 1.62 è largamente usato nella carica di scoppio delle granate e delle torpedini.

Non essendo possibile ottenere nelle grosse cariche una densità uniforme perchè gli strati centrali subiscono naturalmente una compressione maggiore di quelli marginali, il Bichel adottò il sistema della pressione di tante piccole cariche riunite poi in una sola per mezzo del tritolo fuso che, spalmato sulle superfici di contatto delle varie cariche compresse da riunirsi, le cementa tenacemente fra loro.

Con tale processo si evita il pericolo dell'esplosione possibile sotto eccessive pressioni.

Il Bichel si preoccupò inoltre di aumentare la densità del tritolo fuso il quale ha una densità di 1.54 a 1.58. Assogettò la massa calda del tritolo in fusione alla pressione dell'aria in vaso chiuso. Con il successivo raffreddamento ne risulta una densità tanto maggiore quanto maggiore fu la pressione. Così con 2 atmosfere ottenne una densità di 1.60; con 4 atmosfere di 1.62.

Se si sottopone la massa al raffreddamento durante il processo di pressione d'aria con l'impiego di frigorifici, si ottiene un ulteriore condensamento del tritolo.

Compressa invece la massa cristallina in appositi stampi con torchio idraulico a più centinaia di atmosfere si raggiunge la densità di 1.60.

Altro e sensibilissimo aumento del peso specifico nel

tritolo si produce col sistema dell'Ing. Rudeloff di Schonebeck il quale lo mescola con del nitrato di piombo.

Ad aumentare la resistenza del tritolo all'urto, il Bichel lo associò alla *naftalina* che sarebbe aggiunta in ragione del 5 %.

Il *tritolo* o *trinitrotoluene*, per le sue proprietà veramente eccezionali che ho sin qui enunciate, per la sua potenzialità esplosiva quasi uguale e in certi stati speciali pari e forse superiore a quella dell'acido picrico, e soprattutto per la sua assoluta stabilità è oggi il migliore esplosivo ed il più efficace negli effetti che si conosca per la carica delle granate e dei proiettili perforanti. È altresì utilmente impiegato nella carica delle torpedini e delle mine subacquee.

Adottato, per la prima, dalla Germania sino dal 1902, il tritolo venne successivamente applicato alla carica delle granate nel 1907 dall'Italia che ne fece l'esperimento pratico con formidabili effetti nella guerra di Libia.

Oggi il suo uso va generalizzato presso tutti gli eserciti e le armate dei più grandi Stati del mondo.

CAPITOLO V

Nuovi esplosivi della serie aromatica.

Mentre il trinitrotoluene puro va sostituendo felicemente l'acido picrico come esplosivo da guerra, viene anche impiegato quale componente in composti adottati con maggiore o minore fortuna allo stesso scopo.

Così, per la carica delle torpedini e per quella delle mine subacquee, in Inghilterra è largamente impiegata anche la

Tonite composto di

| | |
|----------------------------|----------|
| Fulmicotone. | parti 50 |
| Nitrato di bario | » 40 |
| Trinitrotoluol | » 10 |

Nel 1899 l'ing. Macar ideò un esplosivo che, secondo il Bravetta⁽¹⁾ « si basa sul principio che il carattere di « rompente di un esplosivo è proporzionale alla quantità « di ossigeno contenuta nel suo peso fino al limite neces- « sario e sufficiente per convertire in ossido di carbonio « tutto il carbonio; nonchè sulla constatazione che il *tri-* « *nitrotoluene* produce, decomponendosi, delle quantità « abbastanza rilevanti di carbonio e di idrogeno allo stato « libero ». Si produsse quindi la

(1) Rivista di Artiglieria e Genio, anno 1911 volume I.

Macarite composta di

| | |
|-----------------------------|-------------|
| Nitrato di piombo | parti 71.90 |
| Trinitrotoluene | » 28.10 |

La *macarite* ha una densità di 2.7 a 2.8 ed è impiegata dall'esercito belga nella carica delle granate.

Di non scarsa importanza è l'esplosivo

Triplastite che si produce nella fabbrica di Allendorf per la carica dei proietti e composto di *nitrocellulosa* solubile e di *dinitrotoluene*.

Formatasi una pasta gelatinosa, questa è impastata di nuovo con del *tritolo* e del *nitrato di piombo*.

Se ne ottiene un corpo plastico ancor più stabile del trinitrotoluene, della densità di 1.85 ad 1.90 e che può essere fuso e compresso a volontà. La sua potenzialità è superiore a quella dell'acido picrico.

È da notarsi inoltre

Il **Plastrotyl** agglomerato di tritolo e di sostanze resinose e balsamiche usato in Germania nelle granate.



Una recente applicazione dei derivati aromatici alla fabbricazione degli esplosivi dovuta al Prof. Flürscheim di Fleet in Inghilterra, è la

Tetranitranilina ($C_6H(NO_2)_4NH_2$), un nitroderivato dell'anilina (amino benzolo o fenilamina $C_6H_5 \cdot NH_2$).

Il nuovo esplosivo si produce trattando il *dinitrobenzolo* con bisolfato di sodio ed acqua in modo da avere la *metanitranilina*. Questa è a sua volta trattata con *ni-*

trato di potassio ed acido solforico, e ne risulta la *tetranitranilina* in cristalli, i quali sono poi filtrati, lavati ed essiccati a 100°.

Il nuovo esplosivo così ottenuto ha un punto di fusione superiore ai 122°; si decompone a 216° ed esplose a 222°. Non lascia residui, nè produce vapori fuliginosi.

La sua densità è di 1.867. All'apparecchio di Tranzl 10 grammi di *tetranitranilina* producono un rigonfiamento di 430 cm³, superiore cioè, e di molto, a quello di ogni altro esplosivo.

A temperatura ordinaria è insolubile nell'acqua, e la sua igroscopicità è quasi insensibile.

Poco adatta alla carica da sola nelle granate, torpedini e mine subacquee a cagione del suo alto punto di fusione, la *tetranitranilina* è utilissima quando sia mista ad altri esplosivi poichè ne aumenta la capacità detonante.

Così, ad esempio, un miscuglio fortemente compresso di

| | |
|----------------------------|----------|
| Trinitrotoluene | parti 80 |
| Tetranitranilina | » 20 |

detona con un innesco di soli gr. 0.25 ed ha una velocità di detonazione di m. 6165 al minuto secondo.

Esplosivi alla Dicianodiamide. - Nella Scuola centrale Pirotecnica a Bourges (Francia) si sono fatti in questi ultimi anni dei riuscitissimi esperimenti di esplosivi ottenuti dal miscuglio delle *Cianamidi* o dei loro derivati ricchi di azoto, coi nitrati o i perclorati d'ammonio, associati ad altri composti comburenti e combustibili quali il trinitrotoluene e l'alluminio in polvere.

Si è così prodotto il tipico

Esplosivo di Bourges composto di

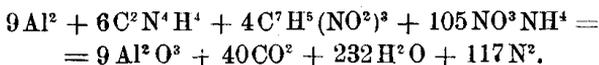
| | |
|--------------------------------|----------|
| Nitrato d'ammonio | parti 82 |
| Trinitrotoluene | » 9 |
| Dicianodiamide | » 5 |
| Alluminio in polvere | » 4 |

Ognuna di queste materie, nelle dovute proporzioni, è previamente essicata e quindi macinata allo stato impalpabile. Sono in seguito riunite e intimamente mescolate a umido in apposita macina. Il miscuglio che se ne ottiene è stacciato per liberarlo dai residui aggrumati, essicato e immediatamente incartocciato in carta paraffinata se deve servire per le mine, oppure ermeticamente imballato se destinato alla carica delle granate.

L'esplosivo alla dicianodiamide presenta dei caratteri di grande stabilità, tanto che ben difficilmente si accende al becco di Bunsen e, in ogni caso, si spegne non appena il becco venga allontanato.

La sua sensibilità all'urto resiste alla caduta di un peso di 5 chilogrammi dall'altezza di un metro e non esplose che a quella di metri 1.30.

Alla densità da 1.20 ad 1.30 esplose sotto l'azione di un innesco di grammi $1\frac{1}{2}$ di fulminato di mercurio. La sua formula teorica di esplosione viene indicata come segue:



Concludendo, si afferma che l'esplosivo di Bourges sarebbe superiore alla *melinite* e alla *schneiderite* sia per la stabilità e potenzialità come per la sicurezza della fabbricazione e dell'impiego.

CAPITOLO VI

Esplosivi diversi.

Per la carica dei proiettili si sono prodotti e si producono esplosivi anche con elementi diversi dall'acido picrico, e così per esempio vi ha la

Ecrasite adottata da tempo dalla armata austriaca e costituita, secondo Daniel, da nitrocesilato di ammonio addizionato con nitrato di potassio, e secondo Salvati invece da gelatina esplosiva trattata con idroclorato di ammonio.

La *ecrasite* ha delle proprietà press'a poco identiche a quelle della *lyddite*; fonde a 100°, e per esplodere richiede un potente detonatore al fulmicotone.

Altro esplosivo che ebbe momenti di grande notorietà, seguita però subito da disinganni fu la

Panclastite prodotta da Turpin nel 1881 mescolando del perossido di azoto con un carburo di idrogeno. Il perossido di azoto N^2O^4 , era impiegato allo stato liquido; l'idrocarburo, anch'esso liquido, era ricavato dalla distillazione del petrolio. Il perossido di azoto essendo un ossidante energico, la potenza della panclostite era formidabile.

Oltre la panclostite all'idrocarburo, Turpin produsse delle panclostiti dal miscuglio del perossido di azoto col bisol-

furo di carbonio, oppure con delle sostanze grasse, come olio di olivo, di cotone, di ricino, di pesce, stearina, burro, sego, ecc., od anche infine con dei nitrati, come nitrobenzina e simili.

Malgrado queste numerose varietà, la panclastite, sia perchè incomoda nell'impiego essendo liquida, sia per le esalazioni deleterie del perossido di azoto venne presto abbandonata.

Si ottennero anche delle panclastiti solide facendo assorbire il liquido da una sostanza porosa, come si pratica per le dinamiti, ma non ebbero fortuna.

Nel 1897 il *D. Dubois* propose un

Miscuglio all'acetilene per proietti cavi, composto di

| | |
|-------------------------------|---------|
| Acetilene | parti 1 |
| Protossido di azoto | » 5 |

Secondo il Dubois un chilogramma di tale miscuglio svilupperebbe nell'esplosione 1667 calorie, vale a dire molto più della nitroglicerina che a volume costante ne sviluppa solo 1526.

Ognuno sa che l'esplosivo teorico più potente conosciuto è il **Gas tonante**, miscuglio di idrogeno e ossigeno ($H^2 + O$). È però impossibile impiegarlo con una densità di caricamento pratica. Il Dubois propose adunque di sostituirlo con un miscuglio di gas più facili a liquefarsi, e cioè invece dell' H^2 consigliò l'acetilene, e al posto dell'O il protossido di azoto. Quest'ultimo è un comburente più energico dello stesso ossigeno, e molto superiore al perossido di azoto delle panclastiti.

Non risulta finora che l'esplosivo Dubois sia stato praticamente applicato.

Però in Germania venne nel 1902 brevettato un esplosivo confezionato in cartucce divise in due riparti sovrapposti o separati da un diaframma di stagno. Nel riparto inferiore è collocato un miscuglio di carburo di calcio e del perossido di bario, nel superiore un acido diluito. Questo intacca e corrode lo stagno del diaframma, si unisce al miscuglio dell'altro riparto, provocando la formazione simultanea di acetile, di idrogeno e di ossigeno, che combinandosi fra loro determinano una violentissima esplosione.



Numerosissima è la serie degli esplosivi brevettati nei quali entrano i nitrati di qualunque specie, come *Nitroanilina*, *nitroarabinosa*, *nitroeritrite*, *nitromannite*, *nitroglucosio*, *nitrooxilene*, *nitrocresol*, *nitrobenzol*, *nitrotoluol*, *nitrofenol*, ecc., ecc.



Esplosivi non meno importanti sono quelli compresi nella categoria degli

Esplosivi acidi di Sprengel, i quali sono composti di una sostanza comburente e di una combustibile, che si uniscono soltanto nel momento dell'impiego e la cui esplosione è determinata da un detonante. Gli esplosivi Sprengel sono a base di acido nitrico fumante al rosso, che è messo in presenza di sostanze ossidabili nelle varietà seguenti:

| | |
|--------------------------|------------|
| Acido nitrico | parti 83.3 |
| Nitroglicerina | » 16.7 |

oppure

| | |
|-------------------------|------------|
| Acido nitrico | parti 41.7 |
| Acido picrico | » 58.3 |

od anche

| | |
|--------------------------|------------|
| Acido nitrico | parti 71.9 |
| Dinitrobenzina | » 28.1 |

o infine

| | |
|--------------------------|------------|
| Acido nitrico | parti 82.6 |
| Nitronaftalina | » 17.4 |

Al tipo Sprengel appartiene la

Oxonite, miscuglio di acido nitrico e di acido picrico. Quest'ultimo è fuso e modellato in cartuccia cilindrica cava. L'acido nitrico è contenuto in un tubetto di vetro che entra nel cavo della cartuccia di acido picrico al momento della carica. Preparata la mina si rompe il tubetto di vetro e l'acido picrico assorbe il nitrico, mentre si fa agire contemporaneamente l'innesco.



Cianuri. — Anche i cianuri hanno dato il loro contributo alla produzione degli esplosivi la cui serie, detta *cianica*, conta esplosivi al *cianuro di potassio*, al *cianuro di mercurio*, al *cianidrato di ammoniaca*.

Inoltre vi si annoverano il

Nitroformio o **Nitrometano**, ricavato dal trinitrocetone, bollito nell'acqua e poscia trattato con l'acido solforico concentrato;

la **Nitropenteritrite** ottenuta dalla nitrificazione della penteritrite, e quindi addizionata con nitrocellulosa;

l'**Acido isocianurico** che si sviluppa dalla ebollizione del fulminato di mercurio con un cloruro o un ioduro alcalino;

la **Cianodibromopicrina** ottenuta dal trattamento del fulminato umido col bromo.

Tra gli esplosivi al cianuro noterò la

Nitroferrite, di cui si producono i due seguenti tipi:

| | | | |
|------------------------------------|----------|----|------|
| Nitrato d'ammonio | parti 93 | 77 | — |
| Nitrato di potassio | » | — | 9.60 |
| Ferrocianuro di potassio | » | 2 | 4 — |
| Zucchero cristallizzato | » | 3 | 4.80 |
| Trinitronaftalina | » | 2 | — |
| Farina abbrustolita | » | — | 1.80 |
| Paraffina | » | — | 2.80 |



Si è tentato anche l'impiego di composti minerali, come il cloruro, l'ioduro, il solfuro d'azoto o simili per la produzione di esplosivi, ma non ebbero possibile applicazione nè militare nè industriale perchè troppo pericolosi e di malsicura conservazione.

Tra gli esplosivi diversi di recentissima applicazione noterò ancora la

Raoulite (detta anche **Folgorite**), miscuglio di protossido di azoto con liquidi organici, come alcool, etere, o

simili e racchiuso in bottiglie di ferro fucinato, che si fanno esplodere mercè una corrente elettrica di 28 volts.

Raoul Pictet, l'inventore di tale esplosivo, afferma che la temperatura di esplosione della raoulite è molto più bassa di quella delle dinamiti, mentre il volume dei gas sviluppati ne sarebbe tre volte maggiore;

la **Hathamite** (inventata da Hathaway di Welsbore in America) che si confeziona in grani grossi di colore grigio bluastrò, e che esplode con effetti straordinari sotto l'azione di una grossa capsula carica di dinamite;

la **Galazite**, potente esplosivo da mine che da poco si fabbrica in Rumenia, e della quale non è ancora nota la composizione.

CAPITOLO VII

Fulminati.

I fulminati sono sali dell'acido fulminico, sostanza volatile, molto instabile, dall'odore simile a quello dell'acido cianidrico, e con proprietà fortemente tossiche. Varie furono le formule attribuite a questo acido dai vari autori; è certo un composto ossigenato dal cianogeno e l'ultima formula generalmente accettata è quella del Nef



I sali dell'acido fulminico risultano dalla costituzione dell'atomo d'idrogeno con radicale metallico e si ottengono per azione dell'acido nitrico e dell'alcool sul mercurio, sull'argento ecc.

Essi si distinguono per la loro eccessiva sensibilità al calore, all'urto, allo sfregamento.



Fulminato di mercurio $\text{Hg} \cdot \text{C}_2\text{N}_2\text{O}_2$. Nel 1799 Horward scopre il fulminato di mercurio che ottenne trattando il nitrato di mercurio con alcool ed acido nitrico. La troppo facile proprietà di esplosione del nuovo composto impedì sulle prime di usarlo praticamente.

Gli studi successivi di Gay-Lussac, di Berzélius, di Chandelon, di Liebig e d'altri chimici, indicarono il fulminato di mercurio come l'esplosente più adatto alla preparazione delle capsule, degli inneschi e simili, ed oggi è fabbricato quasi unicamente per tale impiego.



Fabbricazione (metodo Chandelon). — Il fulminato di mercurio si prepara soprattutto col metodo Chandelon che è quello che dà maggior rendimento:

In un matraccio di vetro si attaccano gr. 100 di mercurio con gr. 1000 di acido nitrico a 40° Bé (p. sp. 1.38) agitando. Ad attacco completo, quando cioè tutto il mercurio è disciolto, si lascia raffreddare fino alla temperatura di 20°, quindi si versa il liquido ottenuto in un pallone di almeno 5 litri di capacità, contenente già gr. 635 di alcool al 90 %.

Comincia ben presto la reazione, dapprima con sussulti, poi con ebollizione regolare.

Si sviluppano gas e vapori biancastri (di mercurio, alcool, etere, ecc.), poi vapori gialli di anidride nitrosa; tutti questi gas vanno aspirati da una cappa a forte tiraggio perchè sono nocivi all'organismo umano.

Durante la reazione la massa si scurisce; al punto di massimo sviluppo di gas vengono aggiunti, prima gr. 80 poi altri gr. 55 di alcool al 90 %. La violenza dell'ebollizione diminuisce, lo sviluppo dei gas si attenua e al fondo del recipiente si deposita il fulminato sotto forma di piccoli aghi bianco giallastri.

L'operazione dura circa un quarto d'ora a venti minuti. Il fulminato ottenuto si separa sopra un filtro e si lava

ripetutamente fino a che l'acqua di lavaggio non dà più reazione acida.

Indi si stende il fulminato all'aria, *non al sole*, per essiccarlo. Oggi si usano gli essicatori a vuoto nei quali, con molto minore pericolo che non all'aria, si essicca completamente riscaldando a 40° di temperatura.

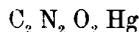
Il rendimento è di circa 125 di fulminato per 100 di mercurio (il teorico sarebbe del 142). Il fulminato se non viene usato subito, si conserva sott'acqua.

Se si vuole purificarlo si può scioglierlo in acqua calda e raccoglierlo per cristallizzazione.



Proprietà. — Il fulminato di mercurio ha l'aspetto di piccoli aghi cristallini formati dalla riunione di microscopici cristalli ottaedrici, di color bianchiccio tendente al giallo. Ha un sapore dolciastro ed è velenoso. È quasi insolubile nell'acqua fredda e lo è poco nella bollente (parti 1 su 130). Riscaldato esplose a 187°. La sua densità è di 4.43. È un composto endotermico e il suo calore di formazione è - 62°.9. È sensibilissimo all'urto ed anche al semplice sfregamento. Esplose con la massima facilità, e la sua esplosione è violentissima. Allo stato umido resiste anche all'urto moderato, ma se è messo in tale stato al contatto di metalli ossidabili si decompone lentamente.

La composizione chimica del fulminato di mercurio è data dalla formula



e la sua composizione centesimale è:

| | | |
|--------------------|-------|-------|
| Carbone | parti | 8.45 |
| Ossigeno | » | 11.30 |
| Azoto | » | 9.85 |
| Mercurio | » | 70.40 |

I prodotti della decomposizione sono soltanto ossido di carbonio, azoto e vapori mercuriali, corpi semplici che danno luogo appunto alla violenza di esplosione del fulminato di mercurio producendone effetti dilanianti, violenza ed effetti che resero possibile soltanto il suo impiego nella preparazione degli inneschi. A cagione però della sua energia nell'esplosione, prodotta dalla rapidità eccessiva con la quale si decompone, il fulminato di mercurio non è mai impiegato isolatamente nella preparazione degli inneschi e delle capsule, ma è sempre associato ad altre sostanze infiammabili ed esplosive, come il nitrato di potassa, lo zolfo, la polvere ordinaria, il clorato di potassa e simili. Il miscuglio deve essere assolutamente intimo per evitare che il fulminato esploda da solo senza infiammare la materia aggiuntagli, che in tal caso verrebbe semplicemente proiettata all'intorno. Le materie che vengono mescolate col fulminato aumentando il volume dei gas derivati dalla sua esplosione ne rallentano l'azione lacerante e permettono alla fiamma sviluppatasi nell'innesco di espandersi e di comunicare con la carica per produrne lo scoppio. Fra le sostanze impiegate per tale miscuglio è preferibile il nitro pei suoi effetti più regolari e sicuri; il clorato di potassa sarebbe da escludersi perchè rende l'innesco o la capsula straordinariamente sensibili e d'altra parte il processo di lavorazione del miscuglio e quello di riempimento nelle capsule riescono con il clorato molto pericolosi.

In Austria hanno ottenuto un fulminato di mercurio meno sensibile agli urti, mescolandolo con glicerina, olio di vaselina e di petrolio. Così è reso più facilmente maneggiabile, mentre conserva la sua forza d'esplosione, con un piccolo innesco di fulminato puro.

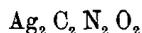


Fulminato di argento. — Il fulminato di argento, che è il solo del quale si conosca bene l'intima composizione, è un corpo cristallino aghiforme, bianco e brillantissimo. Poco solubile anche nell'acqua bollente, è molto più sensibile del fulminato di mercurio tanto che detona per un semplicissimo urto anche se immerso nell'acqua. Riscaldato esplose a 100°; esplose altresì al contatto di una goccia di acido solforico.

La composizione centesimale del fulminato di argento è data da Gay-Lussac e Liebig, in

| | | |
|--------------------|-------|-------|
| Carbone | parti | 7.92 |
| Azoto | » | 9.24 |
| Argento | » | 72.19 |
| Ossigeno | » | 10.65 |

e la formula è indicata da



Il fulminato di argento si prepara, secondo il processo Brugnatelli, versando l'alcool (gr. 31) sul nitrato d'argento in polvere (gr. 6.5) e aggiungendo poi gr. 31 di acido nitrico.

Si riscalda poi il tutto all'ebollizione, e si versa infine

nell'acqua fredda, ove precipita in polvere il fulminato che si separa per filtrazione.

Il fulminato d'argento esplose con maggior facilità del fulminato di mercurio, ma si prepara solo in piccolissime quantità.

Si adopera nei giocattoli a scoppio.

Altri fulminati metallici si sono prodotti, quali il

Fulminato d'oro identico per proprietà a quello d'argento;

il **Fulminato di rame** ottenuto con la decomposizione del fulminato di mercurio umido mescolato a polvere di rame;

il **Fulminato di sodio**, il **Fulminato di zinco**, ecc.

Oltre i fulminati propriamente detti, fin qui nominati, si sono prodotti degli esplosivi da impiegarsi come inneschi in sostituzione del fulminato di mercurio, e così ad esempio

Petkins brevettò nel 1870, in Inghilterra, un composto di fosforo amorfo con del solfuro di antimonio e del nitrato di potassio;

Chapman, nel 1888, un miscuglio di

| | |
|-------------------------------|-------------|
| Nitrato di potassio | parti 51.90 |
| Fosforo amorfo | » 15.90 |
| Clorato di potassio | » 10.90 |

| | | |
|----------------------------------|-------|--------|
| Magnesio | parti | 6.10 . |
| Perossido di manganese | » | 5.20 |
| Ossido di mercurio | » | 4 — |
| Carbonato di potassio | » | 2 — |
| Zucchero di canna | » | 2 — |
| Resina | » | 2 — |



Si sono anche prodotti numerosi composti fulminanti da impiegarsi nei proiettili esplosivi e nelle torpedini.

Fra questi è da notarsi il composto di

Hudson Maxim prodotto con un impasto di

| | | |
|---|-------|----|
| Nitroglicerina | parti | 75 |
| Dinitrocellulosa sciolta nell'etere | » | 25 |

addizionato con una sufficiente quantità di fulminato di mercurio.

Merita altresì menzione l'esplosivo per inneschi del

Tipo Claessen, brevettato in Germania, e che si ottiene da una parziale sostituzione del *fulminato di mercurio* con *trinitrotoluene* in ragione di 2 a 1.

La sua potenzialità detonante è doppia di quella del solo fulminato a peso uguale.

Nello stesso modo si preparano inneschi mercè la medesima parziale sostituzione del fulminato con acido picrico, con *tetranitroetilanilina* e simili, associati o meno con corpi ossidanti.

Tali inneschi servono per i siluri, per le torpedini e per le capsule speciali per le *ammoniti*.



Si sono infine studiate le proprietà anche degli

Azotidrati per la loro sostituzione ai fulminati.

Berthélot, Vieille, Will, Wohler, Lenz, Dennis, si occuparono in particolar modo di questi sali, nei quali trovarono bensì una maggiore sensibilità che nei fulminati, ma anche una potenza 8 a 10 volte superiore.

Così ad esempio per fare detonare gr. 5 di *tritolo* mentre occorrono gr. 0.25 di fulminato di mercurio, bastano gr. 0.03 di azotidrato di piombo.

Gli *Azotidrati* si preparano facendo precipitare una soluzione di azotidrato di sodio con una soluzione di un sale solubile del metallo di cui si vuole l'azotidrato. Il sale precipita in fini cristalli che si filtrano per aspirazione dell'aria, si lavano coll'alcool, e si asciugano nel vuoto.

Nessuna applicazione pratica si è fin qui fatta nella preparazione di inneschi agli *azotidrati* e così pure restarono in genere nel campo esclusivo dei laboratori gli esperimenti sugli **Azoturi di argento, di mercurio, di rame**, ecc. composti che secondo Berthélot e Vieille hanno grande analogia coi fulminati, ma ne sono però più sensibili.

CAPITOLO VIII

Esplosivi per granate a mano.

Lo sviluppo della navigazione aerea applicata all'arte della guerra ha conferito una notevole importanza alla preparazione delle granate o bombe a mano che dall'alto vengono lasciate cadere sul nemico.

L'impiego delle granate a mano negli eserciti è anteriore al XVII secolo. Ai granatieri era affidato un simile incarico. Sparsi in origine in ogni compagnia di linea vennero, negli eserciti europei, costituiti in seguito in corpi speciali.

Nel corpo reale di artiglieria del Piemonte si usavano:

Granate incendiarie da 15 cm., riempite di materia incendiaria composta di:

| | |
|----------------------|----------|
| Pece greca | parti 20 |
| Salnitro | » 28 |
| Zolfo | » 24 |
| Polverino. | » 28 |
| Innesco di stoppino. | |

Granate sferiche a mano, da 9 cm., costituite da proietti metallici dal peso di kg. 1.800 circa e caricati con gr. 160 di polvere nera. Il loro innesco consisteva in un

miscuglio di salnitro parti 3, zolfo 1 e polverino 4, che avvolgeva come un impasto lo stoppino.

Risparmio al lettore l'enumerazione delle altre diverse specie di granate usate in quei tempi, ricordando soltanto che venivano lanciate a miccia accesa tra le fila nemiche, ora a mano, ora per mezzo di apposita fionda.

L'impiego delle granate a mano venne però gradatamente in disuso, e tornò in onore solo recentemente per opera dei giapponesi nella guerra russo-nipponica.

Le **Granate a mano giapponesi** constano di un cilindro di ferro a grosso spessore, lungo 6 centimetri, carico di scimose con innesco al fulminato, e completato da una coda a cervo volante per determinarne la caduta in posizione verticale che assicuri la percussione sull'innesco.

Il successo avuto dalle granate giapponesi indusse gli altri Stati a studiare nuovi congegni del genere, e così nel 1909 gli spagnuoli nel Marocco adottarono la

Granata Hale formata da un cilindro di rame lungo 140 mm. e del diametro di 35 mm., munito di un detonatore con percussore reso immobile da una spilla di sicurezza che si toglie solo al momento del lancio. La carica è di 115 grammi di *tonite*. Il cilindro porta esteriormente un anello in acciaio scanellato che, al momento dello scoppio della granata, si frantuma in pezzi proiettati all'ingiro a guisa di mitraglia.

Una caratteristica *Granata a mano* è quella indiana che viene con speciale dispositivo adattata anche al fucile. È nota sotto il nome di

Granata universale Bangalore, costituita da un tubo metallico lungo 17 cm. con diametro interno di 3 cm., alla

cui bocca, che diremo anteriore, è applicato come *tappo fisso* un cilindro di legno della lunghezza di 3 cm., lungo il cui asse trovasi un foro nel quale si colloca una capsula al fulminato.

Un secondo cilindro di legno, lungo cm. 4 e del diametro di 3 cm. scarsi in modo da poter scorrere facilmente nell'interno del tubo prima indicato, funziona da *tappo percussore*. Questo porta perciò a una delle sue basi lungo l'asse una punta metallica sporgente circa cm. 5, la quale dovrà urtare a suo tempo la capsula. Il tappo è tenuto nella posizione normale da una spina mobile e da un filo di rame di sicurezza, in modo da sporgere cm. 1.3 dall'orlo del tubo metallico.

La *carica esplosiva* consta di gr. 28 di fulmicotone secco confezionati a cartuccia introdotta nel tubo metallico a contatto del tappo fisso nel punto in cui questo porta la capsula. Quivi anche la cartuccia di fulmicotone porta una capsula con l'apertura del tubetto rivolta verso la prima, mentre all'estremità opposta della cartuccia è collocata un'altra capsula con l'apertura del tubetto rivolta in senso opposto alla precedente e munita di una miccia lunga 9 cm.

L'estremità posteriore del tubo metallico viene chiusa per mezzo di una *impugnatura* di legno lunga 15 cm. la quale, penetrando nel tubo, comprime il fulmicotone contro il tappo fisso. È tenuta a posto da due viti e porta un foro lungo l'asse per farvi passare la miccia applicata al tubetto della capsula. L'impugnatura serve anche per lanciare a mano la granata, la quale porta come governale un nastro di tela lungo 75 cm. assicurato con spago alla impugnatura.

Finalmente il tubo metallico è esternamente fasciato da 20 sbarrette di ferro lunghe 9 cm., della sezione di 5 m/m e intaccate da intagli equidistanti che, all'atto dello scoppio, dividono le sbarre in altrettanti proiettili.

Per il funzionamento della granata si toglie, quando deve essere lanciata, la spina che assicura il tappo percussore perchè questo possa entrare in azione. Ove si operi in terreno molle che renda dubbio l'effetto della percussione, si dà fuoco alla miccia che brucia in sette secondi.

La *Granata Bangalore* a mano, con opportuna modificazione al sistema della impugnatura che viene trasformata in una specie di *asta-guida*, viene adattata anche alla canna del fucile e lanciata dallo scoppio di una cartuccia senza proiettile.

Oggi ogni Stato ha speciali e varie granate che lancia dai dirigibili e dagli aeroplani e sulle quali si cerca di serbare il più rigoroso segreto di preparazione.

D'altra parte si studiano anche i mezzi per offendere gli apparecchi aerei e fra i congegni ideati allo scopo merita menzione la

Torpedine aerea di Unge adottata in Svezia nel 1910, caricata con 2 kg. di esplosivo ad alto potenziale. Il Chalon afferma che tale congegno partendo da una velocità iniziale di 50 metri, l'aumenta rapidamente sino a quella di 300 metri al minuto secondo percorrendo con effetto utile sino a 4500 metri. Lo scoppio avviene ora per l'urto ed ora a tempo.



Nella confezione delle granate a mano giova ricordare che l'involucro deve essere proporzionato alla potenza dell'esplosivo in modo che le schegge prodotte dallo scoppio abbiano grossezza e velocità tali da raggiungere gli effetti voluti.

Occorre quindi fare previamente il calcolo delle pressioni massime in vaso chiuso sviluppate dagli esplosivi da impiegarsi, tenute presenti le differenze fra i risultati teorici e quelli sperimentali, nonchè il calcolo di resistenza dei metalli che costituiscono l'involucro.

Secondo esperimenti compiuti dal Dott. Finzi, capotecnico di artiglieria, su vari esplosivi in « un cilindro di « piombo dall'altezza e diametro di 60 cm., con cavità « centrale, secondo l'asse, di 7 mm. di diametro e 35 di « profondità, carica gr. 1 di esplosivo, l'aumento del volume di cavità dopo lo scoppio risulterebbe:

| | |
|---------------------------------------|----------------------|
| « Fulminato di mercurio | cm ³ 15.- |
| « Balistite in grani | » 11.8 |
| « Acido picrico | » 9.3 |
| « Polvere nera a grana fina | » 2.1 ». |

Per gli usi di guerra l'involucro preferito è costituito da una lega di:

| | |
|---------------------|----------|
| Alluminio | parti 90 |
| Zinco | » 9 |
| Rame | » 1; |

e gli esplosivi più indicati per la carica sono: fulmicotone solo o misto con acido picrico o con tritolo, dinamite, balistite, miscuglio di clorato di potassio zolfo e antimonio, fulminato con nitrato d'ammonio e simili.



La ferocia distruttrice della guerra ha creato nuovi e sempre più insidiosi mezzi di strage e così alle granate e

bombe esplosive sono seguiti i congegni incendiari e quelli asfissianti (1).

Applicazione tipica del genere è, ad esempio, la

Bomba incendiaria tedesca la quale è di acciaio, di forma tronco conica alta cm. 35, la cui base maggiore a forma di coppa del diametro di cm. 25 è in basso e la base minore è piana, in alto e porta un percussore. Nell'interno è collocato un tubo di lamiera perforata, anch'esso a forma tronco conica, e contenente della *termite*, un miscuglio cioè di ossido di ferro e polvere di alluminio con l'aggiunta di piccola quantità di ossido di bario e biossido di manganese. Il tubo in parola pesca in un recipiente contenente del fosforo bianco, e porta nella estremità superiore e a contatto del percussore un innesco fatto di un miscuglio di biossido di bario e di alluminio. Il tubo è, nel suo insieme, avvolto da una massa solida di materie resinose. La bomba è infine ricoperta da uno stretto involuppo di corda che ne forma così l'involucro esterno.

All'urto, il percussore batte sull'innesco che si accende e col calore che sviluppa determina un'energica reazione sulla termite per cui avviene una violenta ossidazione dell'alluminio e fusione del ferro liberatisi dell'ossido. Si incendiano in pari tempo il fosforo e le materie resinose che avvolgono il tubo, ciò che dà luogo a grave incendio quando la bomba cade ed esplose su fabbricati o depositi di materie infiammabili.

Del tipo asfissiante è nota la

Bomba asfissiante austro-ungherese composta di un involucro metallico ripieno di arsenico misto a una sostanza

(1) Vedi Rivista d'artiglieria e genio, anni 1913, 14 e 15.

combustibile in ragione di 5 a 3, e munito di innesco che esplose per percussione e provoca con l'ossidazione del combustibile una così elevata temperatura che genera lo sviluppo di gas venefici di arsenico.

Le *Bombe asfissianti* ora in uso nei diversi eserciti belligeranti variano di forma e di composizione, e le sostanze venefiche più in uso, oltre l'arsenico di cui sopra, sono: il *biossido di zolfo* allo stato liquido, l'*ossicloruro di carbonio* o *fosgeno*, il *cloro*, il *bromo*, il *tetrossido di azoto* e simili.

PARTE QUINTA.
POLVERI SENZA FUMO

CAPITOLO I

Origini e natura delle polveri senza fumo.

Il benevolo lettore che mi ha seguito fin qui, se anche completamente profano allo studio degli esplosivi ha però potuto giudicare e apprezzare la straordinaria importanza delle pratiche applicazioni fatte e possibili a farsi coi nuovi esplodenti, nelle infinite e multiformi combinazioni delle sostanze che li compongono. Gli sarà anche facile arguire come l'applicazione più importante sia quella di cui sto per trattare, e cioè l'impiego di simili composti nelle armi da tiro.

L'energia sviluppata dai prodotti nitrici, dalle nitrocellulose, dalla nitroglicerina, ecc., disciplinata con mezzi idonei a diminuirne le pressioni laterali, utilizzandola invece, tutta o quasi, all'aumento della velocità iniziale dei proiettili, portò una completa rivoluzione nelle armi, nel loro calibro, negli effetti balistici. Inoltre la soppressione, nello sparo delle nuove polveri, presso che completa del fumo e quella dei residui e delle fecce, costituì un van-

taggio considerevole che giovò al diffondersi del loro uso e stimolò gli studiosi alla ricerca di quelle formule che, mantenendo tutti i pregi suddetti, eliminassero nei nuovi prodotti gli inconvenienti, taluni anche abbastanza gravi, che li accompagnavano.

Fino dal 1847, dopo che Schönbein rese pubblica la sua scoperta, si cercò di utilizzare il fulmicotone nelle bocche da fuoco, ma l'imperfezione dei prodotti allora ottenuti, gli accidenti disastrosi che ne seguirono, e soprattutto la pressione eccessiva che i gas sviluppati dallo scoppio del fulmicotone esercitavano sulle pareti interne delle armi, ne fecero abbandonare per il momento l'impiego.

Tuttavia l'idea era lanciata e se il fulmicotone propriamente detto non ebbe, sulle prime, fortuna nelle armi da tiro, alla *pirossilina* sua sorella gemella era dato risolvere il problema.

Infatti, come ripeterò in seguito parlando della polvere Schultze⁽¹⁾, il primo composto nitrico (da non confondersi col miscuglio nitrico della polvere nera) utilizzato verso il 1867 nelle armi da tiro fu a base di pirossilina di legno combinata con idrocarburi e con nitrati. Tale composto, dotato di notevoli proprietà esplosive, presentò inoltre la qualità, nei primi tempi impressionante, di sviluppare nell'accensione solo un leggerissimo fumo prodotto dalla formazione di gas semplici, come acido carbonico, ossido di carbonio, vapore acqueo, idrogeno, azoto, ossigeno, mentre la polvere nera dà luogo, in seguito allo sparo, alla formazione nell'aria di solfati e di carbonati di potassa, i quali producono il fumo che è reso ancor più denso dalla presenza di un eccesso di carbone.

(1) Vedi pag. 371.

Questo fenomeno, che differenziava così nettamente le vecchie polveri da sparo dalle nuove, diede il nome a queste che vennero subito identificate per *polveri senza fumo*.

Se i primi tentativi col fulmicotone furono disgraziati per l'eccessiva violenza de' suoi prodotti esplosivi, l'applicazione successiva della pirossilina combinata con gli idrocarburi e coi nitrati, permise di fabbricare delle polveri adatte ai fucili da caccia, ma si dimostrò affatto insufficiente per quelli da guerra e per le artiglierie.

Fu nel 1884 che si iniziò il periodo invero fecondo per la produzione delle polveri senza fumo, poichè allora soltanto si riuscì a produrre composti che nell'esplosione, pure aumentando sensibilmente la velocità iniziale del proiettile, esercitavano appena una moderata pressione laterale sulle pareti delle armi. Successivamente anche queste subirono dei notevoli miglioramenti, specialmente per gli usi militari, ciò che permise di dare alle polveri una sempre maggior potenza, associando alle pirossiline il fulmicotone, la nitroglicerina e simili.

Le sostanze che vanno unite alla nitrocellulosa per formare una determinata polvere senza fumo, hanno normalmente il doppio ufficio di fornire ossigeno per provocarne la completa combustione e di moderare in pari tempo la rapidità di questa in modo che avvenga progressivamente, mano mano che il proiettile si sposta, percorre la canna nella sua lunghezza e ne esce. Avviene allora che l'arma non è soggetta a forti scosse e che l'effetto utile della combustione va tutto a vantaggio della velocità iniziale. I nitrati o di ammonio, o di potassio, o di sodio, o di bario, entrano generalmente a tale scopo nella composizione delle polveri senza fumo. Talvolta si impiegano invece dei cro-

mati, ma limitatamente alla produzione di polveri da caccia, mai per quelle dà guerra.

Quanto alla nitrocellulosa, si può usare sia allo stato di cotone-collodio, sia di fulmicotone, come anche l'uno e l'altro uniti. Giova però notare che la nitrocellulosa è per sé stessa inadatta all'impiego come mezzo balistico. Per darle la necessaria struttura trasformandola in una massa pastosa, e perchè produca pressioni regolari e non esagerate, la nitrocellulosa deve essere gelatinizzata, ciò che si ottiene dissolvendola in una sostanza rapidamente essicante, non igroscopica e tale che non alteri la natura e le proprietà della polvere. Fra i dissolventi conosciuti sono generalmente adoperati a tale scopo :

l'acetone,

l'etere acetico,

l'acetato di metile,

l'acetato di amile solo o con alcool amilico,

l'alcool etilico o metilico con l'etere solforico,

il cloroacetone di cloroamile,

la benzina raffinata e il nitrobenzolo puro,

gli idrocarburi nitrati aromatici.

Finalmente per regolare la combustione della polvere, assicurarne la stabilità, diminuirne la sensibilità, abbassarne lo sviluppo di calore, si aggiungono quasi sempre delle sostanze dette *correttivi*, le quali sono varie e numerose, come: la *canfora*, i *carbonati*, gli *oli*, la *vasellina*, la *paraffina*, le *benzine*, la *fenilamina*, il *toluol*, gli *ossalati*, l'*urea*, il *licopodio* e molti altri.

In alcuni dei tipi principali di polveri senza fumo da guerra, e in diversi anche da caccia, entra la nitroglicerina che fornisce una rilevante quantità di ossigeno atta a determinare la totale combustione della nitrocellulosa che da sola è a combustione incompleta.

La nitroglicerina non potrebbe servire da sola come mezzo balistico sia perchè al disopra degli 8° è liquida, sia perchè la troppo sua elevata temperatura di combustione determina una forte azione corrodente sul metallo delle bocche da fuoco. Viene perciò mescolata alla nitrocellulosa.

Quando la *nitroglicerina* è associata alla *dinitrocellulosa* esercita su questa anche l'azione di solvente; trattandosi invece di *trinitrocellulosa* occorre l'aggiunta di un solvente adatto come l'*etere acetico* riscaldato. Siccome poi il miscuglio puro e semplice di *nitrocellulosa* e *nitroglicerina* darebbe un prodotto poco stabile e di combustione rapidissima, si aggiunge sempre uno dei *correttivi* sopra indicati, o altro che li equivalga, per moderare la combustione e abbassarne la temperatura.

Con le polveri di *nitrocellulosa* mista a *nitroglicerina* si richiedono cariche minori perchè maggiore è la temperatura di combustione che in quelle a *nitrocellulosa pura*, per le quali la temperatura cresce solo aumentando il grado di nitrazione.

CAPITOLO II

Fabbricazione delle polveri senza fumo.

Là nitrocellulosa che, come più volte ho ripetuto, è normalmente conservata allo stato umido, deve essere invece perfettamente asciutta quando è lavorata per ricavarne della polvere senza fumo. Si comincia adunque dall'essiccazione della *nitrocellulosa*, che si opera in apposito essiccatoio ad aria calda, dove la materia è disposta in telai a fondo reticolare metallico a maglie fitte, e sovrapposti in più ordini con sufficiente spazio fra l'uno e l'altro affinché il calore asciughi in modo uniforme tutta la massa. I telai sono mobili perchè l'operazione di carico e scarico della nitrocellulosa avvenga sempre fuori dall'essiccatoio per impedire che in questo si accumuli del polviscolo esplosivo. La temperatura dell'ambiente è mantenuta dai 60° ai 65°, e quella della nitrocellulosa non oltre i 50°, al di là dei quali non deve mai elevarsi; per cui sarà costante la vigilanza sui termometri che a tal fine sono collocati nell'essiccatoio, come già ho detto per le gelatine esplosive.

Quando l'esame della nitrocellulosa in essiccazione indica che questa contiene meno dell'uno per cento di umidità, si applicano ai telai degli appositi coperchi, e si portano al locale di *gelatinizzazione*.

Questa avviene nella *impastatrice*, analoga a quella che ho già sommariamente descritta per le gelatine⁽¹⁾.

La nitrocellulosa asciutta è passata ad un setaccio per toglierle i grumi che eventualmente può contenere. Le sono quindi associati i correttivi e gli ingredienti che entrano nella composizione della polvere, e il miscuglio che ne deriva è versato nella *impastatrice*, che è subito chiusa ermeticamente col coperchio fissato alla medesima per impedire la volatilizzazione del dissolvente. Il coperchio porta superiormente un serbatoio metallico per il dissolvente, e di fianco uno spiattoio di cristallo per la vigilanza dell'operazione.

Il solvente che può essere acetone, etere acetico, etere alcool o simili, a seconda del potere che deve esercitare, passa nella dovuta quantità, mercè opportuno congegno, dal serbatoio all'interno della *impastatrice*. L'elica di questa è messa in moto, e la gelatinizzazione è compiuta quando la materia ha acquistato una plasticità omogenea senza trasudamento liquido.

Quando nella composizione della polvere entra la nitroglicerina, questa è previamente unita alla nitrocellulosa nell'apparecchio speciale che ho già descritto per le gelatine⁽²⁾, e quindi passa alla *impastatrice*.

Ad evitare ogni possibile reazione, in tutto il corso delle precedenti operazioni si regolerà opportunamente la temperatura delle sostanze in lavorazione e quella dell'interno degli apparecchi, mercè le correnti d'acqua che circolano fra le doppie pareti dei medesimi.

Compiuta la gelatinizzazione, la sostanza che se ne ot-

⁽¹⁾ Vedi pag. 281.

⁽²⁾ Vedi pag. 281.

tiene è in seguito compressa, laminata e ridotta in fili, o tagliata a dadi, o granita, a seconda dell'aspetto che si vuol dare alla polvere, o gli usi a cui è destinata.

In generale la forma laminata e filamentosa è preferita per le polveri destinate alle grosse artiglierie; quella laminata e tagliata a piccoli cubi, oppure ridotta a somiglianza di trucioli minutissimi è adottata per i fucili da guerra; la forma infine granita si usa normalmente per le polveri da caccia.

I laminatoi sono riscaldati, ma la loro temperatura non deve mai oltrepassare i 60°.

La riduzione in fili, in cubi, o in grana della polvere è fatta con macchinari speciali che qui è superfluo descrivere.

La polvere così prodotta viene quindi essicata alla temperatura di 40° e ciò per liberarla completamente da qualsiasi residuo di umidità, e soprattutto per provocare la volatilizzazione di qualunque avanzo del dissolvente impiegato che possa ancora contenere.

Si impiantano a tal uopo appositi essicatori di sistemi diversi, fra i quali alcuni che permettono il ricupero del dissolvente evaporato.

CAPITOLO III

Polveri senza fumo da guerra.

Polvere Schultze ⁽¹⁾. — Fu primo il colonnello prussiano Schultze che nel 1867 utilizzò la pirossilina ricavata dalla segatura di legno per fabbricare della polvere da guerra senza fumo, componendola con:

| | | |
|-------------------------------|-------|-----------|
| Pirossilina di legno . . . | parti | 80 a 300 |
| Idrocarburo nitrificato . . . | » | 10 |
| Nitrato di bario . . . | » | 100 a 120 |
| Nitrato di potassio . . . | » | 40 a 50 |
| Zolfo | » | 10 |

Questa polvere non ottenne però il favore militare perchè, nonostante i suoi pregi incontestabili di esplodere sviluppando solo un leggerissimo fumo, di non lasciar feccie e di esercitare un'azione doppia di quella della polvere nera, aveva tuttavia il grave torto di essere dilaniatrice e di dare nel tiro degli effetti molto irregolari.

Alla polvere Schultze seguirono per alcuni anni rari tentativi di produzione di polveri senza fumo per usi militari, ma il loro vero inizio data dal 1884, nel quale anno l'esercito francese adotta, per la carica del fucile **Lebel**, la

(1) Vedi Capitolo IV. Polveri senza fumo da caccia.

Polvere Vieille, che sarebbe composta di

| | |
|----------------------------|-------------|
| Fulmicotone | parti 68.21 |
| Dinitrocellulosa | » 29.79 |
| Paraffina | » 2.— |

La polvere Vieille è in piccoli cubi di colore giallo e dall'odore caratteristico. È stabile, e di grande potenza balistica.

Dal 1887 la polvere Vieille confezionata in grossi cubi è impiegata in Francia anche per le bocche da fuoco dell'artiglieria.

Per le armi portatili, specialmente quello di piccolo calibro, la Francia iniziò nel 1884 anche la fabbricazione della

Polvere B, composta in origine di *nitrocellulosa* gelatinizzata da un miscuglio di

| | |
|-------------------------|---------|
| Alcool a 95 % | parti 1 |
| Etere puro | » 2 |

Il tipo **B** subì in seguito diverse modificazioni a seconda dell'uso speciale cui venne destinato, se per fucili o cannoni, e del calibro delle armi medesime.

Così la

B N F, composta di

| | |
|-------------------------------|-------------|
| Fulmicotone | parti 29.13 |
| Dinitrocellulosa | » 41.31 |
| Nitrato di bario | » 19.56 |
| Nitrato di potassio | » 8.— |
| Carbonato di sodio | » 2.— |

venne impiegata nelle cartucce da fucile, mentre le **BC**, **BSP**, **BGC** (di varie composizioni centesimali ma identiche alle prime) servono per la carica dei pezzi di artiglieria.

L'esempio della Francia e la necessità di pareggiarne le condizioni in guerra, stimolò le altre potenze alla ricerca di pratiche e potenti polveri senza fumo per la dotazione dei loro armamenti, e Germania, Italia, Inghilterra, Russia, ecc., quasi contemporaneamente le adottarono.

In Italia si ebbe la

Balistite, inventata dal Nobel nel 1888, la prima polvere da tiro che contenesse la nitroglicerina. Infatti la prima balistite venne composta con

| | |
|---------------------------------------|------------|
| Nitroglicerina | parti 49.5 |
| Fulmicotone solubile | » 49.5 |
| Anilina oppure difenilamina | » 1.- |

Successivamente si sono modificati i dosamenti delle sostanze componenti la *balistite* per la quale si adottarono anche i seguenti:

| | |
|--------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 60 |
| Fulmicotone solubile | » 40 |
| Difenilamina | » 1 a 2. |

Per fabbricare la balistite si comincia dall'impastare entro un recipiente di piombo la voluta quantità di fulmicotone solubile con una quantità doppia di acqua, allo scopo di mantenere nel successivo miscuglio con la ni-

troglicerina una bassa temperatura. Si versa quindi con apposito apparecchio la nitroglicerina sul fulmicotone ed al miscuglio si aggiunge l'anilina la quale avrebbe la proprietà d'impedire al composto di alterarsi e divenire acido. Si può anche facilitare la soluzione con una lieve adizione di benzina. Compiuto bene l'impasto del fulmicotone con la nitroglicerina e trattata convenientemente la materia, perchè l'assorbimento della prima nella seconda sia completo e si ottenga l'assoluta omogeneità di tutta la massa, la si sottopone all'azione di idroestrattori per liberarla dall'eccesso di acqua in essa contenuta. Quando non ritiene che il 20% di umidità, viene compressa alle *calandre*, costituite da due cilindri laminatoi a parete cava internamente ove circola una corrente di vapore che elevi la temperatura ad 80°. Si ottengono così delle sfoglie di gelatina quasi trasparente alla quale si dà una maggiore consistenza immergendole nell'acqua calda. Le sfoglie vengono quindi compresse una seconda volta e per pochi minuti fra un'altra coppia di cilindri laminatoi ed infine sono tagliate in frammenti cubici di mm. 6 di lato se devono servire per le armi portatili, ed in lunghi fili per le cariche dei cannoni.

La *balistite* è una sostanza di color rossiccio cupo, di consistenza cornea ma cedevole, infiammabile a 180° e della densità di 1.63. Abbrucia lentamente all'aria libera e resiste alla percussione. Esplose sotto l'azione di un forte innesco al fulminato di mercurio ed è dotata di una grande regolarità od aggiustatezza nel tiro.

Resiste all'azione dell'umidità e, secondo il Crociani, la balistite sarebbe quattro volte più potente della polvere nera e due volte più della polvere Vieille francese.

È certo che la balistite è un esplosivo di una gran po-

tenza, dotato di molti pregi e degno della massima considerazione. Tuttavia ha il torto d'essere a base di nitroglicerina la quale essendo, sebben poco, pure alquanto volatilizzabile, è dubbio che possa conservare per lungo tempo la sua stabilità e non subisca delle lenti decomposizioni che non solo altererebbero le proprietà balistiche dell'esplosivo, ma potrebbero anche provocare delle reazioni acide pericolose sempre. Inoltre, come già ho detto, ha una temperatura di combustione troppo elevata e deteriora perciò le armi⁽¹⁾.



A diminuire in parte tali inconvenienti si è modificata la *balistite* producendo la

Solenite nella composizione della quale si è diminuita la percentuale della nitroglicerina con aumento di quella del fulmicotone il quale subisce previamente un processo di gelatinizzazione mediante l'acetone o simili.

Per la carica dei cannoni è in uso in Italia la

Filite, la quale non è altro che della *balistite* filiforme.

In Inghilterra da molti anni, ed oggi anche in Italia, è impiegata come polvere da guerra la

Cordite, composta a forma di corda e costituita in ordine da

| | |
|-------------------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 57 |
| Nitrocellulosa insolubile | » 37 |

(1) Vedi pag. 388.

| | |
|------------------------|---------|
| Vaselina | parti 5 |
| Difenilamina | » 1 |

dosamento che venne in seguito modificato nel seguente:

| | |
|--------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 30 |
| Fulmicotone | » 65 |
| Vaselina | » 5 |

La produzione della *Cordite* si ottiene mescolando in un recipiente di piombo la nitroglicerina e 20 per cento di acetone, col fulmicotone essiccato all'1 per cento di umidità. L'acetone fonde gradatamente la nitroglicerina col fulmicotone e dopo tre ore e mezzo si aggiunge la vaselina, lasciando quindi che il processo di petrinaggio continui per altre ore tre e mezzo.

La pasta omogenea così preparata è passata alla speciale calandra munita di apparecchio a fori attraverso i quali è letteralmente filata. La specie di corda che se ne ricava è rotolata da un rullo apposito, tagliata quindi alla misura regolamentare e finalmente essicata per liberarla dall'acetone e dall'umidità che ancora contiene.

Nella cordite preparata per le cartucce a salva, la vaselina è soppressa.

La cordite si presenta in fili bruni ed elastici di maggiore o minor diametro e lunghezza a seconda che debbano servire per la carica di artiglierie o per l'impiego nel fucile.

La *cordite* è un potente esplosivo, come è facile arguire dalla sua composizione la quale però ci dimostra anche quanto sia dannosa alle armi a cagione dell'elevatissima temperatura di combustione che sviluppa.

Si è perciò sperimentata l'aggiunzione di *nitroguanidina* la cui temperatura di combustione è di soli 907°, ma venne

abbandonata perchè, se diminuiva l'erosione dell'arma, pregiudicava però la potenzialità esplosiva.

Nel 1905 si sperimentò per la prima volta a Birmingham il nuovo esplosivo da guerra

Axite, che è una cordite modificata nella proporzione de' suoi componenti non solo, ma anche nella forma, perchè invece di essere in corda è confezionata a nastro.

Si vuole che la *axite*, mentre imprimerebbe una maggiore velocità al proiettile che la cordite, sviluppi minor calore, essendo dotata di proprietà lubrificanti. A temperatura ordinaria una carica regolamentare di axite darebbe al proiettile una velocità di 2179 piedi al secondo e una pressione di tonnellate 15.76; la cordite darebbe 2010 di velocità e 15.67 di pressione.



In Germania si adottò: per l'esercito la

R. G. P., polvere composta come la balistite, ma con proporzione maggiore in fulmicotone, e rivestita di grafite; e per l'armata la

Troisdorf, composta di nitrocellulosa gelatinizzata, con aggiunta di nitrati.

Nei cannoni tedeschi è adoperata la

Geschütz-blättchenpulver, preparata in grossi pezzi lamellari.



L'esercito russo adottò nel 1896 il

Pirocollodio polvere a base di nitrocellulosa ideata nel 1890 dal Prof. Mendelejeff. Questi sperimentò che la cellulosa fra la enneanitrica e la decanitrica, mentre è insolubile nell'alcool, è invece solubile in una miscela di alcool ed etere quando questa sia in eccesso. Qualora però tale miscela sia in piccola quantità, la nitrocellulosa si gelatinizza completamente in modo da potersi foggiare a piacere.

Dopo replicate prove durate dal 1890 al '96, il governo russo adottò come polvere da guerra il trovato del professore Mendelejeff, e la battezzò col nome di *pirocollodio*.

Questo è a forma di nastri e strisce, elastico, omogeneo, translucido. Ha una grande stabilità, abbrucia regolarmente ed esplose senza lasciare residui.



Nel Belgio si usa la

L. 3 di Vetteren, che è a base di nitrocellulosa. È una buona polvere da guerra, poichè con gr. 2.16 dà alla pallottola Mauser del peso di gr. 14.1, una velocità di 600 metri, esercitando la pressione di 2000 atmosfere nell'interno della canna.



Tutte le Potenze di qualche importanza hanno ormai le proprie polveri senza fumo da guerra, e per risparmiare una lunga e oziosa enumerazione, dirò solo che gli Stati Uniti d'America a somiglianza della Russia, hanno abban-

donate le polveri a base di nitroglicerina, e per le artiglierie adoperano, fra altri, lo

Esplosivo Meyer con la sostituzione di un atomo di sodio ad uno dei tre atomi di idrogeno del nitrometano.

Il nitrometano è diluito nell'etere solforico. A parte si fa agire il sodio sull'alcool, e il prodotto che se ne ottiene è aggiunto alla prima soluzione. Si forma allora un precipitato che si lava coll'etere e si essicca quindi per mezzo dell'acido solforico. La materia anidra ottenuta è un potentissimo esplosivo.



Nel Giappone i cannoni da campagna sono caricati con una polvere senza fumo composta di

Nitrocellulosa all'11 % di azoto . parti 40
Nitrocellulosa. al 13.50 % di azoto » 60

Questa polvere che è preparata in strisce di cm. 20 × 5 e dello spessore di 7 mm., ha una forza superiore a quella di tutte le nitrocomposte finora fabbricate.



Per uso di guerra infine si produce anche in Germania un vero

Tessuto esplosivo, formato con *filì di polvere senza fumo*, e con il quale si confezionano dei *sacchetti esplosivi* per i cartocci delle artiglierie. I sacchetti sono cuciti

con *refe* o *spago esplosivo* e legati con *cordoncino esplosivo*. Il tessuto ha un colore giallastro lucido simile a quello della seta, ed è insensibile all'azione dell'umidità ed a quella del calore.

Avviene, come è facile immaginarsi, che anche il sacchetto fa parte integrante della carica, esplose con questa favorendone l'accensione, tanto che sostituisce con vantaggio gli inneschi di polvere nera che spesse volte si aggiungono nei cartocci contenenti esplosivi di difficile accensione.

CAPITOLO IV

Polveri senza fumo da caccia.

Se numerose sono le polveri senza fumo oggi prodotte per usi militari, innumerevoli sono quelle da tiro per caccia. Non vi è fabbricante, anche minuscolo, in ogni paese del mondo che non produca la sua brava polvere senza fumo dai nomi stranissimi, ma di composizione dal più al meno in tutte identica.

Una divisione generica di simili polveri può darsi col classificarle in polveri al nitrocelluloso con derivati nitrici, alla nitroglicerina, al picrato di ammonio con o senza aggiunta di cromati o simili.

La prima polvere senza fumo da caccia entrata nell'uso comune fu la

Polvere bianca Schultze che venne prodotta dal colonnello Schultze, modificando la composizione della prima polvere da guerra che, come ho già detto (1), non fu come tale adottata mentre invece ebbe e ha tutt'oggi meritata fortuna quale polvere da caccia.

Per fabbricarla si comincia dallo scegliere del legno bianco, possibilmente di pioppo. Se ne preparano delle

(1) Vedi pag. 371.

assicelle sottilissime che sono quindi tagliate in pezzetti uniformi con apposito stampo e sottoposti a diverse e successive ebollizioni nell'acqua, leggermente addizionata con carbonato di soda. I pezzetti così preparati subiscono quindi abbondanti e replicati lavature con acqua semplice, s'imbiancano con il cloruro di calce, si lavano di nuovo con acqua bollente e finalmente vengono essiccati.

Composto frattanto il miscuglio acido costituito di

| | |
|---|------------|
| Acido solforico della densità di 1.84 | parti 71.5 |
| Acido nitrico » » di 1.50 | » 28.5 |

vi s'immergono parti 6 di pezzetti di legno preparati ed essiccati come dissi sopra, agitando di tempo in tempo la massa liquida per evitare un'elevazione dannosa di temperatura. Dopo tre ore la nitrificazione del legno è compiuta. Tolto l'acido esuberante per mezzo di un idroestrattore, si espone la massa legnosa per due o tre giorni all'acqua corrente, dopo di che viene trattata con una debole soluzione di carbonato di soda e quindi lavata un'ultima volta con acqua pura ed infine essicata. Il prodotto non è che della pirossilina di legno la quale serve poi di base alla polvere bianca Schultze per caccia che è dosata con:

| | |
|----------------------------------|---------------|
| Pirossilina | parti 60 a 80 |
| Idrocarburo nitrificato. | » 12 |
| Nitrato di bario. | » 60 a 80 |
| Nitrato di potassio. | » 8 a 10 |

Il nitrato di potassio entra nella composizione per aumentarne la forza traiettoria, ed il nitrato di bario, mentre compie lo stesso ufficio, serve anche a diminuire gli effetti propulsivi della pirossilina.

Schultze fabbricò anche con le stesse basi, ma in porzioni diverse, della polvere da mina che diede risultati soddisfacenti, ma che venne raramente impiegata perchè sopraffatta dalle dinamiti, esplosivi molto più potenti.

Come dissi, la polvere bianca Schultze incontrò il favore dei cacciatori ed in questi ultimi anni venne impiegata vantaggiosamente nei tiri ai piccioni, ai piattelli e simili, sebbene presenti ancora degli inconvenienti come quello di non aver potuto moderare interamente la sua forza dilaniatrice, e quello non meno grave di essere molto più igroscopica della polvere nera.

Alla polvere Schultze seguì

la **Polvere E. C.**, che si fabbrica dal 1882 in Inghilterra e della quale sono in uso diversi tipi per caccia. È composta di fulmicotone misto con piccola quantità di canfora, granulata e quindi indurita alla superficie dei granelli per mezzo di un bagno nell'etere alcool. È infine colorita con bleu oltremare, oppure con del nero fumo;

il **Pirocotone Parozzani**, brevettato nel 1883 dal professore Parozzani di Aquila, miscuglio di dinitrocellulosa con del picrato di ammonio e dei nitrati di potassio e di bario, i quali lo rendono resistente all'urto e all'umidità, stabile, potente e di facile conservazione;

la **Smokeless esplosiva**, inventata da Abel in Inghilterra nel 1886, composta di nitrocellulosa e nitrato di ammonio, impastati con dell'essenza di petrolio, e quindi compressa, granulata e verniciata per mezzo di un solvente che agisce sulla nitrocellulosa superficiale;

la **Cannonite** prodotta in Inghilterra, dal 1889 con

| | |
|------------------------------------|------------|
| Nitrocellulosa e grafite | parti 86.— |
| Nitrato di potassio. | » 6.88 |
| Resina | » 6.19 |
| Umidità | » 0.93 |

Si produssero in seguito nuovi tipi di *cannonite* con il semplice miscuglio di nitrocellulosa e resina, trattati con un solvente come l'acetato di amile, la benzina e simili;

la **Coopal** inglese, che data anch'essa dal 1889 ed è composta di

| | |
|----------------------------|-------------|
| Nitrocellulosa | parti 71.25 |
| Nitrato di bario | » 23.65 |
| Resina | » 3.45 |
| Umidità | » 1.65 |

la **Amberite**, che dal 1891 si produce in Inghilterra con

| | |
|--|-------------|
| Fulmicotone | parti 53.20 |
| Cotone-collodio | » 24.10 |
| Nitrati di bario e di potassio | » 10.80 |
| Paraffina | » 9.60 |
| Umidità | » 2.30 |

Una varietà di *amberite* è fabbricata con il miscuglio di fulmicotone, cotone-collodio e nitrocellulosa.

Altre polveri estere senza fumo da caccia, molto note e impiegate in Italia sono:

la **Curtis**, della quale ne esistono fino dal 1900 diverse specie che si fabbricano in Inghilterra, e composte coll'unione di nitrocellulosa, nitrato di potassio, creta e, in talune specie, carbone di legna;

la **Müllerite**, polvere belga prodotta con nitrocellulosa gelatinizzata e trattata con materia colorante;

la **Normale**, fabbricata a Landskrona in Svezia, è costituita da

| | |
|---------------------------|-------------|
| Fulmicotone | parti 96.21 |
| Cotone-collodio | » 1.80 |
| Resina | » 1.99 |

la **Walsrode**, che si fabbrica in Germania, composta di nitrocellulosa chimicamente pura gelatinizzata nell'etere acetico (il quale solvente è in seguito eliminato coll'acqua bollente), e quindi compressa e granulata.

Una polvere senza fumo singolare è la

Plastomenite, la quale si fonda sul principio che un idrocarburo nitrato di consistenza solida fuso mediante il calore, ha la proprietà di sciogliere completamente un nitrocarburo idrato al quale venga unito. Così, ad esempio, il nitro-benzolo-fenolo-toluolo-naftolo, ecc., quando è fuso con il calore scioglie i composti nitro-idrati della gomma, della cellulosa, dello zucchero, dell'amido, ecc. Si produce allora una sostanza malleabile, detta *plastomenite*, che si può plasmare in ogni forma e quindi indurisce acquistando una consistenza cornea, sensibile però all'umidità e alle influenze atmosferiche. Può essere lavorata per farne oggetti di uso domestico; inumidita si può spalmarla sui tessuti per renderli impermeabili; quando è ancora plastica può, con l'aggiunta di materie coloranti, assumere l'aspetto di pietre imitanti l'avorio, il corallo, la malachite, ecc. Trattata con dei nitrati acquista delle proprietà esplosive

atte a farne delle polveri senza fumo. Si aggiunge del cromato di potassa in ragione del 3 % per dare alla polvere una completa combustione ed ammorzare la fiamma.



Fra le polveri senza fumo per caccia più notevoli di fabbricazione italiana si annoverano:

la **Lanite** e la **D. N.** della Società Nobel di Avigliana, a base di nitroglicerina e fabbricate con metodi identici alla balistite. La lanite è preparata in fili uniti e compressi in cariche tronco-coniche;

la **Excelsior**, la **Sport**, la **Nivea** e la **Libia** della Società Italiana Prodotti esplosivi che le produce nella fabbrica di Cengio. L'*excelsior* e la *sport* sono a base di nitrocellulosa gelatinizzata. La *sport* è fabbricata espressamente per il suo impiego nei tiri al piccione;

l'**Acapnia** della Società Baschieri e Pellagri di Bologna;

la **Randite** di Pietro Randi di Lugo;

la **Sublimate** di Olivieri e C. di Ancona;

Sono a notarsi anche:

la **Anigrina** fabbricata da Baschieri e Pellagri;

la **Silurite** prodotta da Bianchini e C.;

la **Aristite** della ditta Caramosca Luigi di Imola;

la **Fulgor** messa in commercio da Stacchini di Roma, e qualche altra.



Le polveri senza fumo in genere, nazionali od estere, posseggono delle eminenti qualità balistiche e, specialmente per usi di guerra, hanno ormai definitivamente sostituite le polveri nere.

La soppressione del fumo e la forza di penetrazione le rende utilissime anche per caccia. Sono però dal più al meno igroscopiche, e per quanto attenuata è tuttavia sempre energica la pressione che esercitano, non tanto sulle pareti dell'arma, quanto sulla chiusura della culatta. Vanno soggette a più o meno lontane alterazioni spontanee, ciò che talvolta va a danno della precisione del tiro.

CAPITOLO V

Proprietà delle polveri senza fumo.

Le polveri senza fumo che oggi si producono sono tante, così varie, di composizioni così diverse, polierome, multi-formi, che vano sarebbe caratterizzarle dall'aspetto esterno.

Constano, come ho ampiamente detto, per lo più di nitrocelluloso gelatinizzato nella nitroglicerina, nell'acetone, o in altro solvente adatto. Con mezzi meccanici acquistano una densità e una compattezza che permette loro di abbruciare progressivamente dalla superficie in modo che se ne può quasi disciplinare la combustione. Infatti tali polveri confezionate in cubi, in strisce, in corda, ecc., se esplodono in un ambiente nel quale si arresti a un certo punto la loro combustione, si trova che i residui incombusti non hanno mutata la forma primitiva, ma diminuiscono invece le loro dimensioni, ciò che dimostra una combustione superficiale regolare e perfetta⁽¹⁾.

La forma che si dà alle polveri ha importanza in rapporto alle pressioni che deve esercitare.

Nelle polveri a base di fulmicotone in confronto a quelle di cotone-collodio, si constata che nelle prime aumenta la quantità di calore sviluppato e diminuisce il volume dei gas, aumenta la produzione dell'acido carbonico e diminuisce invece quella dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno.

(1) Esperimenti di William Macnad e di Emanuele Ristori.

Lo stesso avviene, ed ancora in maggiore misura, quando nella composizione della polvere entra la nitroglicerina. La combustione di questa trasforma il carbonio in acido carbonico e sviluppa un calore così elevato che intacca il metallo della parete interna dell'arma, all'acciaio della quale sottrae degli atomi di carbonio che concorrono alla formazione dell'acido carbonico sviluppato dall'esplosione. La superficie rigata interna dell'arma si trasforma allora in ferro, perde la sua durezza, è corrosa dai gas e dopo pochi colpi l'arma è inservibile.

Le polveri senza fumo contenenti nitroglicerina hanno delle proprietà vantaggiose, quali la malleabilità dell'impasto che permette di dar loro forme razionali secondo gli effetti che devono produrre, una grande regolarità di combustione e, a parità di pressione, una maggior potenza balistica degli altri esplosivi. Tuttavia in queste polveri la temperatura eccessiva sviluppata nello sparo, come già ho detto, una piccola ma constatata tendenza alla decomposizione, la facilità di evaporazione della nitroglicerina, sono tali difetti che consigliano il loro uso moderato, e impongono la necessità di trasformarle in modo da eliminare per quanto è possibile così gravi inconvenienti.

Invero, tentativi e ricerche di questa natura si sono fatti e si fanno tuttavia.

Si cominciò dal diminuire le proporzioni della nitroglicerina, aumentando quelle della nitrocellulosa, e si notò per esempio che quando la nitroglicerina entra nel composto solo in ragione del 10 %, nei prodotti della combustione predomina l'ossido di carbonio che ne abbassa notevolmente la temperatura, con vantaggio della conservazione delle armi. È naturale però che una limitazione così radicale nel quantitativo della nitroglicerina, va anche a

scapito degli effetti balistici nel tiro, diminuendo troppo sensibilmente la velocità iniziale dei proiettili.

Si pensò adunque di mantenere nei composti per polveri senza fumo la nitroglicerina in proporzioni poco diverse dalle originarie, come dirò in seguito, e di eliminare la produzione dell'acido carbonico, favorendo quella dell'ossido di carbonio, coll'aggiungere al composto delle sostanze atte appunto ad abbassarne sensibilmente la temperatura di combustione.

Nel VI congresso internazionale di chimica applicata, due comunicazioni interessanti si ebbero su tale argomento.

La prima fu dell'allora capitano di artiglieria Monni, della fabbrica di Fontana Liri, che propose l'aggiunta di una certa quantità di carbone al composto regolamentare di

| | |
|--------------------------|----------|
| Nitroglicerina | parti 50 |
| Fulmicotone | » 50 |

della balistite da guerra. Secondo il Monni, il carbone trasformerebbe tutta l'anidride carbonica che si sviluppa nell'esplosione in ossido di carbonio, e in rapporto agli effetti balistici si avrebbe un compenso nel maggior volume del gas ottenuto, poichè ogni molecola di CO_2 si trasformerebbe in due molecole di CO .

La seconda comunicazione è stata fatta dal chimico Recchi della marina italiana, che intrattenne il congresso sui risultati ottenuti dalla Società Dinamite Nobel di Avigliana coll'aggiunta, al composto della balistite, di una certa quantità di *nitroguanidina*, preparata dalla Società medesima con metodi speciali che ne permetterebbero la produzione a prezzo conveniente.

Il Recchi espose testualmente che:

« Ha contribuito a ciò la geniale scoperta di *Frank* e

« *Caro* ⁽¹⁾ sulla utilizzazione dell'azoto atmosferico, comu-
« nicata nel precedente Congresso di Berlino. Infatti la ma-
« teria prima che con processo pratico ed economico viene
« trasformata in sali e derivati della guanidina è la di-
« ciandiamide, o prodotti congeneri. La diciandiamide ⁽²⁾
« dapprima, per l'azione di acidi diluiti, assorbe una mole-
« cola di acqua e si converte in sali di diciandiamidina;
« questi alla lor volta, si scindono, in determinate con-
« dizioni, in sali di ammonio e di guanidina; infine i sali
« di guanidina vengono sottoposti alla nitrizzazione.

« La nitroguanidina gode, come sostanza esplosiva, di
« rimarchevoli proprietà.

« Presso che insolubile nell'acqua fredda, inalterabile
« all'aria ed alle più forti variazioni di temperatura, fonde
« oltre 200° decomponendosi lentamente. Ha reazione neutra;
« non è attaccata dall'acido nitrico anche concentrato, in
« cui si scioglie a caldo, riprecipitando inalterata per ag-
« giunta di acqua, o cristallizzando, per raffreddamento,
« allo stato di nitrato, composto esplosivo anch'esso, ma
« che all'aria umida torna già a scindersi in acido e base.
« Questo comportamento di base debole suggerì al *Flem-*
« *ming* l'idea di usare la nitroguanidina come agente sta-
« bilizzante delle nitrocellulose. Ho potuto osservare di
« fatto che basta mescolarne una piccola quantità a del
« fulmicotone o a della nitroglicerina, perchè al saggio
« Abel la stabilità resulti aumentata di alcuni minuti. Estre-
« mamente insensibile agli urti ed alle azioni meccaniche
« è capace tuttavia di detonare in certe condizioni, e può,
« con opportune sostanze ossidanti fornire esplosivi di

(1) Vedi libro secondo, Capitolo I, pagina 43.

(2) Vedi pag. 340.

« grande potenza e per la loro stabilità singolarmente
« adatti a certi usi speciali. Il suo calore di combustione
« è, secondo *Matignon*, di 210.3 calorie, a pressione co-
« stante; la sua temperatura di esplosione, secondo *Patart*
« di 900° circa, inferiore quindi di più che 2000° a quella
« delle polveri tipo balistite, che va oltre 3100°, e di circa
« 1500° a quella delle polveri di pura nitrocellulosa. Queste
« proprietà della nitroguanidina, unite alla forza che pos-
« siede per la sua elevatissima percentuale di azoto (53.84%),
« sembrano giustificare la speranza che, col suo impiego,
« il problema della correzione del potere erosivo di talune
« polveri nitrocomposte si sia avviato ad una felice solu-
« zione ».

Successivamente venne proposto dal Dottor Giovanni Spica, altro valente chimico della marina italiana, il *Fenantrene* quale « correttivo del forte calore di esplosione delle moderne polveri senza fumo ».

Il *fenantrene* ($C_{14}H_{10}$) fonde a circa 100°, forma facilmente dei nitroderivati e per la sua grande ricchezza in carbonio trasforma in ossido di carbonio l'anidride carbonica che si produce in abbondanza nella esplosione delle polveri a base di nitroglicerina, e ne abbassa con ciò la temperatura di combustione.

Lo Spica adunque aggiunse circa il 2.5 % di *fenantrene* sciolto nella nitroglicerina all'impasto del 50 % di nitrocellulosa all'11.8 % di azoto e ottenne una buona polvere senza fumo di forza pari alla balistite, ma col vantaggio di una minore temperatura di combustione, e cioè di 62°.6, mentre quella della balistite è di 69°.9.

Le polveri senza fumo generalmente non esplodono al contatto di un corpo in ignizione, ma abbruciano soltanto con fiamma viva. Possono elettrizzarsi con lo sfregamento. La loro stabilità non è assoluta, specialmente nelle polveri contenenti nitroglicerina che col tempo possono essudare, indizio certo di un principio di decomposizione. Una buona ventilazione nei locali di deposito può evitare o limitare simile pericolo.

I residui che l'esplosione delle polveri senza fumo lascia nell'interno delle bocche da fuoco non sono per sè stessi nocivi all'arma. Il capitano di artiglieria *Van Pittius di Hembrug*, comunicò al Congresso di Roma il risultato degli studi da lui fatti sui detti residui e sulla loro influenza nella formazione della ruggine nei fucili, concludendo che:

« Les recherches ont démontré qu'aucune des matières
« contenues dans les résidus pour elle-même est nuisible
« au fusil, mais qu'elles deviennent nuisibles quelque temps
« après avoir attiré l'eau. Pour préserver le fusil contre
« la formation de rouille, il faut éloigner le résidu par
« des lavages aussitôt que possible après le tir et si cela
« n'est pas possible, p. e. dans les champs de tir, il faut
« passer la baguette de graissage pour empêcher les sels
« hygroscopiques d'attirer l'eau ».

Le polveri senza fumo in genere, siano desse a base di nitroglicerina o composte alla nitrocellulosa gelatinizzata,

quando sono perfettamente fabbricate con materie prime assolutamente pure, e custodite in ambiente adatto alla loro conservazione, si possono mantenere inalterate anche per moltissimi anni.

Per la elevazione però della temperatura al di sopra della media ordinaria e per difetti originari di fabbricazione specialmente nei lavaggi, od impurità anche lievi delle materie prime, le polveri senza fumo possono andare soggette a un processo di decomposizione che si manifesta con la presenza di vapori nitrosi dall'odore caratteristico e vario secondo il solvente gelatinizzante della polvere.

I vapori nitrosi e l'acido che con questi si libera intaccano l'involucro della polvere e questa, se in ambiente secco, diventa porosa e fragile assumendo un colore assai oscuro e, se in atmosfera umida, diventa molle, gelatinosa e perde le sue proprietà esplosive. Ciò avviene specialmente quando la decomposizione è lenta. Se questa invece è rapida è accompagnata da un notevole sviluppo di calore che può determinare infiammazione e talvolta anche l'esplosione delle polveri avariate.

Da ciò la necessità di frequenti verifiche sulle condizioni di stabilità delle polveri senza fumo immagazzinate, verifiche che saranno accompagnate dalle prove di cui al capitolo seguente.

CAPITOLO VI

Prove delle polveri senza fumo.

Le prove delle polveri senza fumo, indipendentemente dalla loro analisi chimica, servono a determinare:

- l'igroscopicità,
- la resistenza al gelo e all'umidità,
- la temperatura di accensione,
- la forza esplosiva e balistica,
- la stabilità e la resistenza al calore.

✿

L'*igroscopicità* si può provare per differenziazione di peso esponendo la polvere per un certo tempo alla temperatura di 45°.

✿

La *resistenza all'umidità* si determina esponendo la polvere perfettamente asciutta per qualche giorno all'aria libera in ambiente umido e differenziandone quindi il peso.

✿

La *resistenza al gelo* è provata esponendo la polvere per 24 ore alla temperatura di qualche grado sotto 0°, e

col successivo esame del suo aspetto e della sua composizione chimica, che in una polvere perfetta non devono avere subito alterazioni.

La *temperatura di accensione* è data esponendo la polvere in una stufa al calore gradatamente crescente. Una buona polvere si accende solo da 175° in su. La temperatura minima tollerata è di 160° al disotto della quale la polvere è da rigettarsi.

La *forza e potenza* o per meglio dire la *potenzialità* della polvere senza fumo può essere valutata con il calcolo, secondo la termochimica di Berthelot, quando siasi determinata la temperatura di combustione e misurato il volume dei gas sviluppati nella esplosione, ciò che si ottiene con metodi e apparecchi che non è qui il caso di enunciare.

La valutazione materiale di detta forza o potenza, può anche essere fatta praticamente con istrumenti congegnati a tale scopo.

Fra questi è notissimo lo

Apparato Trauzl, che consiste in un blocco di piombo con piccolissima cavità centrale, nella quale si colloca l'esplosivo da sperimentarsi. Il foro di carica è turato in modo che dia unicamente passaggio all'innesco. L'esplosione della polvere, con la pressione che esercita, aumenta il volume della cavità suddetta. Si versa in questa dell'acqua proveniente da un recipiente graduato, ciò che per-

mette di misurare il volume stesso che, essendo proporzionale alla forza dell'esplosivo impiegato, ne dà il valore.

Altro strumento molto adoperato per prove di simile natura è lo

Apparato Guttman, il quale consta di un tubo orizzontale e centrale di acciaio, che contiene due piccoli cilindri di piombo contrapposti e collocati in modo che ciascuno abbia una estremità corrispondente alla estremità del tubo, e che fra i due cilindri vi sia sufficiente spazio da potersi collocare 20 grammi dell'esplosivo da sperimentarsi. Le due estremità del tubo sono fortemente avvitate a due blocchi di acciaio che portano ciascuno un vano conico all'apertura del quale aderisce perfettamente l'estremità di ciascuno dei due cilindri di piombo. L'apparato porta una valvola che si chiude, non appena sia esplosa la capsula, per opera di un piccolo martello automatico allo scopo di trattenere nel tubo centrale i gas sviluppati dalla combustione dei suddetti 20 gr. di esplosivo. I gas, non trovando uscita, premono energicamente sui cilindri di piombo, i quali penetrano nei vani conici laterali e si foggiano a cono più o meno allungato a seconda della forza espansiva dell'esplosivo. L'altezza dei coni paragonata a un'unità di confronto dà la valutazione della potenza ricercata.

Gli *effetti balistici* di una polvere senza fumo si possono misurare col *provino a mortaio del Nobel*, che contiene la carica sulla quale posa un proiettile a peso costante. La polvere, esplodendo, lancia il proiettile a distanza, la misura della quale ne determina la potenza.

Esperimenti più esatti si fanno col fucile o col cannone a pendolo, con gli apparecchi elettrobalistici, con il cronografo Le Boulengé e Bréger, con quello di Schultze, ecc., dei quali già ho fatto cenno nella parte terza del presente volume (1).



Le *prove di stabilità e del calore* meritano una speciale menzione, come quelle che hanno rapporto diretto sulla conservazione, la sicurezza e la potenzialità delle polveri senza fumo.

La *prova del calore*, che è fatta appunto per sperimentare la stabilità delle polveri senza fumo le quali devono perciò essere perfettamente neutre, è normalmente praticata nel tubo di prova all'amido-iodurato, che ho già descritto nelle prove del fulmicotone (2).

Però giova tenere presente che con le polveri senza fumo la prova del calore può talvolta essere fallace a cagione della presenza di alcune sostanze nella polvere, come l'etere acetico, l'acetone, la vaselina, l'anilina, l'olio di ricino, o simili, le quali sostanze impediscono la reazione a caldo dell'ioduro di potassio perchè, come da esperimenti fatti da O. Guttmann in Inghilterra, taluni lo assorbono, altri lo sciolgono, ed altri infine gli si combinano chimicamente.

Guttmann propose perciò, invece dell'ioduro di potassio, l'impiego della *defenilamina*, la cui soluzione si ottiene collocando in un recipiente di vetro a collo largo e con turacciolo di vetro smerigliato gr. 0.1 di difenilamina cri-

(1) Vedi pag. 163 a pag. 165.

(2) Vedi pag. 240.

stallizzata e cm^3 50 di acido solforico diluito in quattro volte il suo peso di acqua.

Il Dott. Spica, afferma che la prova del calore anche col metodo Guttman è dubbia. Propone invece la *carta al cloridrato di metafenilendiamina* che prepara immergendo della carta Berzelius lavata, in una soluzione del suddetto cloridrato all'uno per mille di acqua distillata. La carta è quindi asciugata all'oscuro sotto una campana di vetro nella quale è messo del cloruro di calcio. Le prove con la carta al cloridrato devono essere rapide, a cagione dell'eccessiva sensibilità di questo reattivo.

Ma più ancora delle prove al tubo all'amido-iodurato o alla difenilamina, giova aggiungere nella composizione stessa delle polveri senza fumo una sostanza che oltre a dar loro una maggiore stabilità, serva quale *rivelatore* delle sue possibili alterazioni.

La *difenilamina* (C_6H_5)₂NH venne precisamente adottata a tale scopo. Essa è un corpo cristallino, bianco, tossico di sapore acre, dal profumo simile a quello della rosa. Fonde a 45° e bolle a 310° . È quasi insolubile nell'acqua, si scioglie invece nell'alcool, nell'etere, nella benzina, e simili.

La difenilamina aggiunta nell'impasto della polvere senza fumo, se questa si decompone e sviluppa vapori nitrosi, assume una marcatissima colorazione azzurra, per cui dal semplice esame superficiale si rivela il processo di alterazione cui va soggetta la polvere in prova.

PARTE SESTA.

APPENDICE

CAPITOLO I

Dell'aria liquida.

Un nuovo, originale e potentissimo esplosivo si è di recente ottenuto dall'aria liquida, e per quanto non abbia ancora pratiche applicazioni che in misura assai limitata, non sarà inutile farne qui cenno.

Wroblewski e Olszewski, adottando il metodo già impiegato da Faraday per il protossido di azoto, riuscirono ad abbassare la temperatura a -140° mercè l'evaporazione dell'etilene liquido nel vuoto.

Cailletet, nel 1887, comprimendo prima certi gas e poi raffreddandoli col lasciarli espandere, riuscì a liquefare il gas acetilene, il biossido di azoto, l'ossigeno, l'azoto e l'aria. Ottenne anche la condensazione nebulosa dell'idrogeno.

Il prof. Linde di Monaco, in applicazione del metodo Cailletet, ideò un apparecchio nel quale l'aria è compressa energicamente mediante una pompa e quindi obbligata ad espandersi senza interruzione e a circolare in senso inverso in due grossi serpentini concentrici. Una seconda pompa mantiene la pressione costante, e il serpentino è

racchiuso in una cassa di legno ripiena di lana per impedire la irradiazione termica. Il lavoro interno dell'aria che si spande produce un considerevole raffreddamento accumulato dalla controcorrente suddetta; la temperatura si abbassa al disotto di -140° punto di liquefazione dell'aria atmosferica, e l'aria del serpentino si condensa, si liquefa e viene raccolta, passando da un apposito rubinetto, in vasi di vetro a doppia parete nel vano interposto della quale è fatto il vuoto secco di Crookes per mantenere l'aria liquida il maggior tempo possibile alla bassa temperatura che le è necessaria.

L'aria liquida è trasparente con pallida tinta azzurra; bolle a -191° e bollendo produce dei vapori molto pesanti, i quali anzichè elevarsi nell'aria, si muovono attorno al vaso, ove bolle l'aria liquida, in forma di densa nube. Nell'aria liquida che si versa a gocce sopra una lastra compatta di ferro, di marmo o simili, si produce il fenomeno della calefazione come avviene con l'acqua che cade sopra una superficie arroventata, cioè si formano delle bollicine sferiche che saltano e scorrono rapidamente, perchè sono avvolte da una specie di vapore che le divide dalla superficie sulla quale si sono formate.

Il ferro immerso nell'aria liquida acquista una tale fragilità che si rompe al minimo urto; il rame ed il platino invece conservano la loro malleabilità.

Le scottature prodotte dall'aria liquida sono molto pericolose, e difficili a guarirsi.



Il prof. Linde ha misurato la forza di espansione dell'aria liquida, e notò che questa passando allo stato ae-

riforme aumenta 748 volte di volume. Inoltre constatò che l'aria liquida esposta all'aria libera evapora per primo l'azoto, restando così il liquido sempre più ricco in ossigeno tanto che si riduce a un punto nel quale è costituito da $\frac{9}{10}$ di ossigeno e $\frac{1}{10}$ di azoto. Basandosi su tale proprietà, il Linde compose un nuovo esplosivo facendo evaporare per sei decimi una certa quantità di aria liquida, in modo che il liquido residuo contenesse circa il 56 % di ossigeno, e mescolandolo quindi con della polvere di carbone. Perfezionò in seguito il suo composto, mescolando la polvere di carbone con dell'ovatta di cotone in ragione di un terzo del suo peso, confezionando tale miscuglio in forma di cartuccia rivestita di carta robusta, e irrorandolo infine con dell'aria liquida arricchita di ossigeno mercè la parziale evaporazione. La cartuccia esplose sotto l'azione di un potente detonatore e sviluppa una forza non inferiore a quella della dinamite.

Sostituendo al carbone della polvere di alluminio aumenta la potenzialità dell'esplosivo che si ottiene. L'alluminio bagnato d'aria liquida viene racchiuso in appositi sacchetti di determinate dimensioni al cui centro si colloca il detonatore. L'azione di questo dà luogo a una rapidissima ossidazione dell'alluminio con tale sviluppo di calore da trasformare in gas l'eccesso di ossigeno liquido e determinare l'esplosione.

L'esplosivo all'aria liquida deve essere prodotto al momento dell'impiego, perchè la cartuccia comunque preparata conserva le sue proprietà deflagranti per circa un quarto d'ora, oltre il quale va mano mano indebolendosi per la progressiva evaporazione dell'ossigeno finchè si esaurisce completamente dopo un certo lasso di tempo.

Inoltre alla bassa temperatura dell'aria liquida, il fulmi-

nato di mercurio dello innesco perde gradatamente le sue proprietà detonanti.

Si è perciò adottato il sistema di preparare previamente la carica di polvere asciutta di carbone o di alluminio nel foro della mina, adattandovi l'innesco ed intasando regolarmente, lasciando solo uno spiraglio tubolare per iniettarvi l'aria liquida al momento in cui si debba far brillare la mina.

A Charlottenburg invece si impiega quale sostanza carbonata la fuliggine confezionata a cartuccia già preparata con miccia e saturata di aria liquida per immersione. La cartuccia imbibita di aria liquida e alquanto raffreddata viene involta da un involucri di cartone all'atto della sua introduzione nel foro della mina e ciò per equilibrare, in quanto è possibile, la differenza di temperatura fra la roccia e la cartuccia. Naturalmente la saturazione e la carica avvengono all'atto dell'impiego.

Il costo elevato dell'aria liquida ne limita assai il suo impiego come esplodente. L'aria liquida deve essere in ogni caso prodotta sul posto.

L'aria liquida venne usata come base comburente di esplosivi nei lavori del Sempione ove si impiegò la

Oxillite costituita da cartucce di kieselguhr imbevuto di petrolio immerse nell'aria liquida.

Viene tuttora usato in Germania quale esplosivo antigri-soutoso che si prepara iniettando di aria liquida un miscuglio di silice con olio, asfalto, fuliggine o paraffina.

CAPITOLO II

Fenomeni dell'esplosione.

L'*esplosione* è l'effetto dello sviluppo istantaneo e violento di un enorme volume di gas sprigionati, a temperatura molto elevata, per una causa meccanica o chimica da un corpo che li conteneva allo stato iniziale compressi in piccolo volume. Tale espansione è accompagnata da una più o meno forte detonazione e produce degli energetici e considerevoli effetti meccanici capaci di lanciare proiettili o di frantumare e proiettare all'intorno tutto ciò che le oppone resistenza.

Causa degli effetti di proiezione è l'energia contenuta dai gas sotto forma di calore e trasformata in lavoro meccanico; causa di quelli di rottura è la pressione esercitata dai gas sulle pareti interne del recipiente in cui avviene l'esplosione.

Ogni corpo quindi che può dare origine a siffatto sviluppo è un *esplosivo*. Così un gas compresso con mezzi meccanici che riacquista istantaneamente il suo volume, il vapore sviluppato da un liquido soprariscaldato compresso in uno spazio chiuso, i corpi solidi o liquidi che per effetto della combustione o di reazioni chimiche producono rapidamente dei volumi abbondanti di gas, sono degli esplosivi.

Tuttavia col nome di *esplosivi* si sogliono indicare in modo speciale quei composti solidi o liquidi che per la loro proprietà di svilupparsi in determinate circostanze dei gas esplosivi sono praticamente impiegati nei lavori delle mine, o utilizzati nelle armi come agenti balistici.

Nel passato si fabbricavano gli esplosivi con l'unica preoccupazione di ottenerne effetti poderosi, senza tenere soverchio calcolo delle leggi che regolano la produzione e lo sviluppo dei gas esplosivi. Berthelot studiò invece tali leggi con profondo acume e nel 1872 istituì la teoria che « definisce la forza delle sostanze esplosive con la sola conoscenza delle reazioni chimiche, determinando queste il volume dei gas, la quantità di calore e, per conseguenza, la forza esplosiva ».

Lo sviluppo dei gas esplosivi è prodotto, ora dalla ossidazione di sostanze combustibili, come avviene nella polvere nera in cui il nitrato di potassa o salnitro esercita la sua energia ossidante sui combustibili zolfo e carbone; ora come scrive Berthelot, « dalla trasformazione di un principio unico e definito, quale il solfuro d'azoto, il fulminato di mercurio, il fulmicotone, la nitroglicerina, il picrato di potassio, tutti corpi contenenti dell'azoto ».

Queste origini diverse dei gas esplosivi dipendono dalla diversa natura delle sostanze che entrano a formare i corpi esplosivi e producono naturalmente, all'atto della loro espansione, effetti più o meno energici a seconda della loro natura.

Tali effetti si possono distinguere in *urto* o lavoro meccanico, e in *pressione*.

L'azione dell'urto è dovuta specialmente alla rapidità di combustione e a quello di formazione dei gas; la pres-

sione dipende invece dalla temperatura sviluppata e dal volume dei gas formati dovuto alla dissociazione molecolare del composto per effetto della combustione. Tale fenomeno presenta caratteri diversi per la diversa velocità con la quale si compie e secondo la natura dell'esplosivo che lo determina, e perciò può servire di base alla classificazione degli esplosivi medesimi. Così, sono:

1° *Esplosivi ordinari* quelli che sviluppano energia e velocità di combustione relativamente limitate. A questa classe appartengono le polveri nere e, in genere, le polveri senza fumo per armi da tiro;

2° *Esplosivi potenti* nei quali l'energia raggiunge un alto grado di intensità accompagnata da una grandissima velocità di combustione. Di tale classe è prototipo la dinamite;

3° *Esplosivi detonanti* caratterizzati dal massimo grado di energia e di velocità di combustione. Appartengono a simile classe i fulminati e molti dei composti al clorato di potassa.

Gli *esplosivi della prima classe* si distinguono, taluni come la polvere nera per la proprietà di esplodere per l'azione diretta di un corpo qualsiasi in ignizione perchè la loro temperatura d'accensione è quella stessa di esplosione; altri, come le polveri senza fumo, di esercitare deboli pressioni laterali dando agli effetti balistici quasi tutta la loro energia.

Gli *esplosivi della seconda classe* hanno essenzialmente proprietà deflagranti e proiettive e, a differenza della polvere nera avendo la temperatura di esplosione molto più elevata di quella di accensione, non esplodono che sotto la doppia azione di un urto violento accompagnato da un forte sviluppo di calore.

Gli *esplosivi della classe terza* sono dotati di tale sensibilità che un semplice urto, e talvolta anche il solo sfregamento, bastano per determinare la detonazione.

Inoltre la natura dell'esplosione è di tre specie a seconda della rapidità delle reazioni che l'hanno determinata. Per cui si hanno:

1° La *deflagrazione* che è prodotta da una decomposizione incompleta che si comunica a brevi intermittenze di particella in particella con sviluppo di fiamma e scoppietto;

2° L'*esplosione*, propriamente detta, che è dovuta a una reazione molto rapida con decomposizione completa e quasi istantanea accompagnata da fiamma e rombo;

3° La *detonazione* che si verifica quando la decomposizione rapidissima si trasmette alla massa per mezzo dell'*onda esplosiva* che produce una specie di urto dovuto alla completa trasformazione dell'esplosivo in gas all'atto stesso che questi stanno per espandersi.

Per ben definire la natura di un esplosivo conviene studiare attentamente la sua composizione chimica, nonchè il volume dei gas, la pressione ed il calore specifico, per potere quindi determinare i prodotti caratteristici dell'esplosione e calcolare il lavoro massimo di cui è capace, ossia il suo

Potenziale che A. Mattei argutamente definì essere: « il lavoro che l'unità di peso di un esplosivo può sviluppare nella sua reazione totale ed in una espansione « adiabatica indefinita ».

Il potenziale si manifesta con effetti propri per ciascuna

delle suddette categorie di esplosivi. Così, ad esempio, la polvere nera agisce efficacemente nelle mine quando trova una notevole resistenza ed è chiusa tenacemente negli appositi fori in modo che lo stoppaccio non sia smosso all'atto dell'esplosione, mentre non esercita alcuna azione quando esplose all'aria libera. La dinamite invece posta anche in piccola quantità sopra una roccia e ricoperta da un lieve strato di terra, frantuma la roccia in minutissimi pezzi quando ne sia provocata la esplosione mercè una capsula al fulminato di mercurio.

Alcuni composti appartenenti alla seconda e alla terza classe (dinamiti e detonanti), oltre che per azione diretta dell'innesco o dell'urto, possono esplodere per *influenza*.

L'*esplosione per influenza o simpatica* di un composto, è quella che è provocata dall'esplosione di altro esplosivo situato a una certa distanza dal primo. Questo fenomeno sarebbe stato spiegato da Abel con la teoria del sincronismo fra le vibrazioni del corpo che esplose e quelle del composto che, per l'influenza del primo, esplose anch'esso.

La teoria delle vibrazioni spiegherebbe anche il fenomeno che « il miscuglio di due esplosivi diversi è più stabile di ciascuno dei componenti ». Se si collocano delle particelle di ioduro di azoto sulle corde di un contrabasso, e poi a piccola distanza si fa vibrare una corda di un altro contrabasso, quando le vibrazioni di questa raggiungono un certo numero per minuto secondo, l'ioduro d'azoto del primo contrabasso esplose. Ma se l'ioduro d'azoto è misto a del fulmicotone, e delle particelle di questo composto sono assoggettate alla precedente prova, non si arriverà mai a farlo esplodere, qualunque numero di vibrazioni si ottenga dalle corde del contrabasso.

Ma la teoria delle vibrazioni sincronone nelle esplosioni simpatiche è stata dimostrata erronea dal Berthelot, il quale spiega invece il fenomeno « con la trasmissione di « un urto risultante dalle pressioni enormi e istantanee « prodotte dalla esplosione di un composto potente quale « la nitroglicerina, il fulmicotone, i fulminati, ecc., urto « la cui forza si trasforma in calore in seno della materia « esplosiva ».

Il maggiore Chapel dell'artiglieria francese, ritiene che talvolta sono causa di esplosione per influenza i perturbamenti elettro-atmosferici (1).

Un fenomeno singolare e temibile dell'esplosione, tanto più perchè quasi mai previsto ma pur troppo più volte verificatosi, è quello che può avere luogo per l'ossidazione, da parte dell'ossigeno dell'aria, di considerevoli masse finamente polverizzate di combustibili, quali le farine, l'amido, la segatura di legno, lo zolfo macinato ecc., improvvisamente incendiatesi.

Terribili disastri di simile natura si ebbero: il 9 luglio 1872 nelle vicinanze di Glasgow (Scozia) dove esplose un grande molino rimasto completamente distrutto; il 2 maggio 1878, giorno in cui toccò la stessa sorte ai grandiosi molini di Minneapolis; la notte del 28 al 29 aprile 1906 in Brescia, ove saltava una macina di zolfi.

A Providence negli Stati Uniti, avvenne anni or sono un'esplosione violentissima prodotta dalla ossidazione delle sostanze saponacee finamente divise.

Le sostanze coloranti possono dar luogo ad esplosioni in apparenza inesplicabili, ma causate tutte dal combinarsi dell'ossigeno dell'aria con le materie che le compongono casualmente infiammate.

(1) Vedi *Revue du cercle militaire*, Paris 1896.

I sottoprodotti liquidi del catrame e del petrolio, ed altre sostanze volatili quali la trementina, il bisolfuro di carbonio, ecc., sviluppano facilmente dei vapori che si diffondono rapidamente nell'aria, e se giungono al contatto di un corpo igneo si accendono e comunicano il fuoco alle masse liquide dalle quali sviluppano, determinandone formidabili esplosioni.

Finalmente anche il gas illuminante, sebbene per sè stesso non sia esplosivo, quando è mescolato all'aria atmosferica e viene a contatto di un corpo in ignizione esplose istantaneamente.



Nel corso del presente volume ho indicato i metodi, almeno sommarii, di esame e di misura delle proprietà delle varie categorie di esplosivi di cui ho trattato.

Ora, quasi a conclusione del mio lavoro, ricorderò che per gli esplosivi in genere, prima della loro adozione e del loro impiego occorre determinare: la *velocità di detonazione*, le *pressioni*, e le altre loro proprietà.

I prodotti di decomposizione di un corpo che esplose si sviluppano con grandissima rapidità, diversa però da esplosivo ad esplosivo a cagione della diversa temperatura di combustione di ciascuno, e quindi con diversa tensione di gas.

La temperatura e la tensione teorica della combustione di un esplosivo, subiscono nella pratica l'influenza della temperatura ambiente che determina un raffreddamento con diminuzione della pressione massima teorica.

Nel processo di trasformazione dei prodotti di decomposizione si hanno perciò due fasi: l'una dinamica, che ha

luogo con violenza, e che costituisce la *velocità di detonazione*;

l'altra statica, dato l'istante di riposo teorico fra il riscaldamento massimo e l'inizio del successivo raffreddamento, istante nel quale si verifica la massima tensione dei gas, e cioè la *pressione massima*.

Interessa perciò misurare l'una e l'altra per determinare poi altresì la composizione e il volume dei prodotti della combustione, le calorie sviluppate⁽¹⁾.

Vari metodi si conoscono per tali determinazioni. Uno dei più moderni e interessanti, che tutte le comprende, venne ideato dal Dottor Mettegang e adottato dalla Carbonit di Amburgo.

Non è qui il caso di descriverlo nè di accennare al suo funzionamento.

Un'ultima prova alla quale di norma si assoggetta un esplosivo è quello della *sensibilità all'urto*.

(1) Gli Annali della Società degli Ingegneri ed Architetti Italiani portano la seguente tabella della ENERGIA IN CALORIE sviluppata dai più noti esplosivi secondo esperimenti fatti in Inghilterra, e cioè:

| | | |
|----------------------------------|---------|-----------|
| Gelatina esplosiva | calorie | 1.640.000 |
| Nitroglicerina | > | 1.580.000 |
| Dinamite al 75 % | > | 1.290.000 |
| Dinamite al 30 % | > | 1.030.000 |
| Balistite Italiana | > | 1.317.000 |
| Balistite Tedesca | > | 1.291.000 |
| Cordite Inglese | > | 1.253.000 |
| Nitrocellulosa | > | 1.061.000 |
| Polvere B. N. Francese | > | 833.000 |
| Polvere S. S. Inglese | > | 779.000 |
| Acido picrico | > | 800.000 |
| Polvere nera | > | 685.000 |
| Fulminato di mercurio | > | 410.000 |

Si opera collocando una quantità determinata dell'esplosivo da sperimentarsi sopra un'incudine mantenuta a temperatura costante con un tubo interno di riscaldamento a vapore. Un battente a peso fisso cade, fra due colonne verticali di guida, sul punzone da altezze gradatamente crescenti finchè si raggiungano i limiti fra i quali l'esplosivo detoni o non. Una serie di prove ripetute darà la media indice di stabilità dell'esplosivo.

Questo testo è stato scandito
e riprodotto in formato digitale
da Edoardo Mori titolare del
sito <http://mori.studionet.it>

ELENCO DELLE OPERE CONSULTATE

- A. BASCHIERI, *Sulla stabilizzazione delle nitrocellulose.*
A. F. HOLLEMAN, *Chimica generale.*
ANNALI della Società degli ingegneri ed architetti italiani.
ANZENAT, *Notions sur les explosifs brisants.*
BERTHELOT M., *Sur la force des matières explosives d'après la thermochimie.*
BOTTÉE et RIFFAULT, *Traité de l'art de fabriquer la poudre à canon.*
BÜCKMANN FR., *Die explosiven Stoffe u. s. w.*
CHALON P. F., *Traité théorique et pratique des explosifs modernes, etc.*
— *Notes sur le poudres sans fumée.*
— *Les matières explosives à l'exposition universelle de 1889.*
CRUCIANI, *Polveri ed esplosivi.*
CUNDILL J. P., *Dictionnaire des explosifs* (Edition française remaniée par E. DÉSPORTIAUX).
DANIEL, *Dictionnaire des matières explosives.*
E. MOLINARI. *Chimica organica ed inorganica applicata all'industria.*
E. MOLINARI et F. QUARTIERI. *Notizie sugli esplodenti in Italia.*
GODY L., *Traité théorique et pratique des matières explosives.*
GÓMEZ NUNEZ, *Manual de explosivos.*
G. SPICA, *Il fenantrene.*
— *Stabilizzazione e conservazione delle nitrocellulose.*
GUTTMANN, *Schiess und Sprengmittel.*
GUYTON et LAVOISIER, *Annales de Chimie.*
L. VENNIN et G. CHESNAU, *Poudres et explosifs.*
MÜLLER, *Lehrbuch der physik.*
PARROZZANI, *Gli esplosivi moderni.*
P. F. CHALON, *Explosifs modernes.* (Troisième édition).
PIOBERT, *Traité d'artillerie théorique et pratique.*
PLACH, *Die gepresste Schiesswolle.*

- REVUE du cercle militaire (Francia).
RIVISTA di artiglieria e genio (Italia).
RIVISTA di artiglieria e genio (Annate 1907 al 1917).
ROUX, *Armes et poudres de chasse*.
SALVATI, *Vocabolario di polveri ed esplosivi*.
SARRAU et VIEILLE, *Mémorial des poudres et salpêtres*.
STEBERK et SPILT, *Guide pratique de la fabrication des poudres et salpêtres, etc.*
UPMANN J., *Das Schiesspulver dessen Geschichte, Fabrikation, Eigenschaften und Proben*.
UPMANN et VON MAYER, *Traité sur la poudre* (Edition française augmentée par E. DÉSORTIAUX).
VIOLETTE, *Mémoire sur la raffinerie nationale de salpêtre de Lille*.
VIOLETTE, *Propriétés des charbons de bois* (Estratto dagli Annali di chim. e fis.).
VON MEYER, *Die Explosivkörper und die Feuerwerkerei*.
V. RECCHI, *Esplosivi (polveri e sostanze esplodenti)*.

INDICE ALFABETICO

INDICE ALFABETICO

DELLE SOSTANZE E DEGLI ESPLOSIVI

INDICATI NEL PRESENTE VOLUME

- Abel (dinamite), 280.
Acapnia, 386.
Acetato di amile, 366.
Acetato di metile, 366.
Acetilene (miscuglio all'), 343
Acetine, 293.
Acetone, 366.
Acido acetico, 85.
Acido isocianurico, 346.
Acido nitrico, 38, 43.
Acido picrico, 311.
Acido pirolignoso, 85.
Acido solforico, 59.
Acido solforico fumante di Nordausen, 64.
Acido sulfo-nitrico, 213.
Adams (polvere), 314.
Agglomerate (polveri), 145.
Acool amilico, 366.
Acool etilico, 366.
Acool metillico, 366.
Allison (polvere), 184.
Alvisi (esplosivi), 198.
Amberite, 384.
Americana (dinamite), 269.
Amidogene (dinamite), 275.
Amidogene (polvere), 183.
Ammonal, 328.
Ammonialkrut, 283.
Ammonite, 328.
Anidride solforosa, 48.
Anigrima, 386.
Antigrisoutoso (esplosivo), 403
- Aphosite (polvere), 184.
Ardeer, 267.
Aria liquida, 400.
Aristite, 386.
Arles (dinamite) 287.
Atlante, 286.
Axite, 377.
Azotidrati, 355,
Azoturi, 355.
- Balistite, 373.
Bangalore (granata universale) 357.
Bellite, 290.
Bennet (polvere), 182.
Benzina raffinata, 366.
Berthollet (polvere), 190.
Bianca (polvere), 190.
Bielefeld, 180.
B. (polvere), 372.
B. G. e B. G. C. (polveri), 373.
B. N. F. (polvere), 372.
Binitrocellulosa, 209.
Biossido di zolfo, 362.
B. S. P. (polvere), 373.
Boghead (dinamite al), 270.
Bolton, 201.
Bomba asfissiante austro-ungherese, 361.
Bomba incendiaria tedesca, 361.
Boritina, 209.

- Borlinetto (polvere), 313.
 Bourges (esplosivo di), 341.
 Boyd (polvere), 313.
 Bromo, 362.
 Bronolite, 324.
 Brown (dinamite), 286.
 Brugère (polvere), 324.
 Bruna 152 (polvere), 146.
 Bruna, 431 (polvere), 146.
- C (polvere), 145.**
 Cakes perforate, 142.
 Canape (steli), 68.
 Canfora, 366.
 Cannel, 199.
 Cannonite, 383.
 Carboazotina, 183.
 Carbodinamite, 268-276.
 Carbone, 66.
 Carboniti, 291.
 Carta al cloridrato di meta-
 fenilendiamina, 399.
 Carta esplosiva, 192.
 Castan (polvere piatta), 144.
 Castellano, 276.
 Celluloide, 226.
 Cellulose, 204-205.
 Celtite, 292.
 Chapman (miscuglio), 354.
 Chedditi, 195-196.
 Chedditi al perclorato, 200.
 Chedditi speciali, 201.
 Cianodibromopicrina, 16.
 Cianuri, 345.
 Cioccolata (polvere), 16.
 Claessen (esplosivo per in-
 neschi), 354.
 Clorato di potassio, 186.
 Cloro, 362.
 Cloroacetone di cloroamile, 366.
 Cloruro di potassio, 32.
 Coads (dinamite), 276.
 Collodio, 226.
 Comète, 201.
 Coopal, 383.
 Cordite, 375.
 Cordoncino esplosivo, 380.
 Correttivi (corpi), 366.
 Cotone collodio, 226-281.
 Courteille, 183.
 Cremonite, 199.
 Cresilite, 317.
 Curtis, 383.
- Dale (polvere Roberts et), 177.
 Davay (polvere al clorato), 191.
 Davay (polvere al nitrato di
 soda), 176.
 Densite, 329.
 Designolle (polvere), 323.
 Dicianodiamide (esplosivi alla
 340).
 Difenilamina, 398-399.
 D N. (polvere), 386.
 Dinamite a base attiva, 271.
 Dinamite a base di clorati,
 278.
 Dinamite a base di nitrati, 272.
 Dinamite a base di pirossill,
 279.
 Dinamite a base inerte, 265.
 Dinamite Abel, 280.
 Dinamite all'amido, 276.
 Dinamite all'ammoniaca, 284.
 Dinamite all'ammonio, 283.
 Dinamite alla potassa, 286.
 Dinamite alla soda, 286.
 Dinamite bianca, 269.
 Dinamite-gomma, 298.
 Dinamite grigia, 272.
 Dinamite nera, 269.
 Dinamite, N. 0, 267.
 Dinamite, N. 1, 2, 3, 265.
 Dinamite rossa, 268.
 Dinamiti incongelabili, 292.
 Dinamiti senza fiamma, 288.
 Dinamogeno, 192.
 Dinotromonocloridrina diassi-
 metrica, 321.
 Dinitrotoluolo, 333.
 Dissolventi (sostante), 366.
 Donnar, 194.
 Dualina, 285.
 Dubois (miscuglio all'acetile-
 ne), 343.
 Dunnite, 319.
- E. C. (polvere), 383.**
 Echos (esplosivo), 331.
 Ecrasite, 342.
 Eisler (polvere), 177.
 Elefante (polvere), 184.
 Emmensite, 319.
 Ercole (dinamite), 279.
 Esplosivi acidi di Sprengel, 344.
 Esplosivi alla dicianodiamide,
 340.

- Esplosivi Alvisi, 198.
 Esplosivi detonanti, 406.
 Esplosivi di sicurezza, 288.
 Esplosivi Favier, 327.
 Esplosivi ordinari, 406.
 Esplosivi per mine subacquee, 338.
 Esplosivi per torpedini, 338.
 Esplosivi potenti, 406.
 Esplosivi Street, 197.
 Esplosivo all'aria liquida, 402.
 Esplosivo antigrisoutoso, 403.
 Etere acetico, 366.
 Etere solforico, 366.
 Eteri fenilici della glicerina, 320.
 Etna (dinamite), 276.
 Excelsior, 386.
 E. X. E. (polvere), 147.
 Extra (dinamite), 284.
- Favier (esplosivi), 327.
 Fenantrene, 392.
 Fenilamina, 366.
 Fenolo, 309.
 Fermento nitrico, 41.
 Filite, 375.
 Fluorina, 279.
 Fontaine (polvere), 323.
 Forcite, 285.
 Forcite antigrisoutosa, 291.
 Fosgeno, 362.
 Fowler, 276.
 Freiberg, (polvere da mina), 176.
 Fulgor, 386.
 Fulgorite liquida, 269.
 Fulgorite solida, 269.
 Fulmicotone, 209-210.
 Fulmicotone compresso, 222.
 Fulmicotone in matasse o in fiocchi, 223.
 Fulminalina, 270.
 Fulminati, 348.
 Fulminato d'argento, 352.
 Fulminato di mercurio, 348.
 Fulminato d'oro, 353.
 Fulminato di rame, 353.
 Fulminato di sodio, 353.
 Fulminato di zinco, 353.
 Fulmipaglia, 228.
 Fulmison, 277.
 Fulopit, 178.
- Galazite, 347.
 Gambi e traici di vite, 68.
 Gas tonante, 343.
 Gelatina all'ammonio, 285.
 Gelatina esplosiva di guerra, 299.
 Gelatina esplosiva Nobel, 280.
 Gelatine, 279.
 Gelbite, 192.
 Gelignite all'ammonio, 285.
 Geligniti, 285.
 Geschütz - Blättchenpulver, 377.
 Giapponese (granata a mano), 357.
 Giapponese (polvere da guerra), 379.
 Glicerina, 241.
 Glioxilina, 280.
 Goetz, 201.
 Gomme, 279.
 Gotham, 278.
 Graham, 201.
 Granata universale Bangalore, 357.
 Granate incendiarie, 356.
 Granate sferiche, 356.
 Graydon (dinamite al) 270.
 Grisoutite, 290.
 Grisoutiti (dinamiti senza fiamma), 288.
 Gunn (polvere), 177.
- Hale (granata), 357.
 Haloxilina, 183.
 Hardy, 180.
 Harvey, 201.
 Hatamite, 347.
 Hawkins, 201.
 Héracline, 180.
 Himly, 201.
 Hudson Maxim (impasto fulminante), 354.
- Idrocarburi nitrati aromatici, 366.
 Idrocellulosa, 228.
 Imperialite, 329.
- Janite, 184.
 Jones, 269.
 Judson (dinamite), 273.

- Kadmite, 277.
 Kallenite, 277.
 Kellow et Short (polvere), 191.
 Kelly, 277.
 Kinite, 291.
 Kieselguhr, 265.
 Knapt, 201.
 Kraft, 279.
 Krattiti, 199.
 Krümmel, 277.
- Macarite, 339.
 Manlianite, 199.
 Matagne (grisoutite), 291.
 Maxim (Hudson), 354.
 Meganite, 277.
 Melinite, 317.
 Melland (polvere carta), 190.
 Melville (polvere), 190.
 Metacellulosa, 205.
 Metanitrilina, 339.
 Meyer (esplosivo), 379.
 Müller, 180.
 Miscugli al nitrato d'ammonio, 326.
 Miscuglio all'acetilene, 343.
 Monachit, (esplosivo), 185.
 Monakay, (esplosivo), 274.
 Mononitrocellulosa, 208.
 Mononitrotoluolo, 333.
 Mowbray (dinamite), 269.
 Müllerite, 385.
 Murtineddu (polvere), 178.
- Natron (o nitrum), 25.
 Nisebastina, 278.
 Nisser (polvere), 198.
 Nitrato d'ammonio, 37.
 Nitrato di bario (polveri al), 183.
 Nitrato di potassio, 25.
 Nitrato di sodio, 31.
 Nitroanilina, 344.
 Nitroarabiosa, 344.
 Nitrobenzol, 344.
 Nitrocallebotte, 201.
 Nitrocellulosa, 206.
 Nitrocresol, 344.
 Nitrocuproammonico, 182.
 Nitroderivati aromatici, 332.
 Nitroeritrite, 344.
 Nitrofenol, 310-344.
- Nitroferrite, 346.
 Nitroformio, 345.
 Nitroglicerina, 246.
 Nitroglucosio, 344.
 Nitroguanidina, 376-390.
 Nitroidrocellulosa, 228.
 Nitrojuta, 228.
 Nitrolkrut, 278.
 Nitromagnite, 274.
 Nitromannite, 228-344.
 Nitrometano, 345.
 Nitroxilene, 344.
 Nitropenteritrite, 346.
 Nitropestolegno, 228.
 Nitropicrite, 321.
 Nitrosaccarosio, 228.
 Nitrotoluene (Toluolo), 332-344.
 Nitro di conversione, 31.
 Nivea, 386.
 Normale, 385.
 Norris, 277.
- Oarite, 287.
 Oleum, 64.
 Ossalati, 366.
 Ossicloruro di carbonio, 362.
 Oxilite, 403.
 Oxland (polvere), 177.
 Oxonite, 345.
- Paleina, 274.
 Palmitato di cetile (sperma-ceti), 275.
 Panclastite, 342.
 Pantopolite, 268.
 Paracellulosa, 205.
 Paraffina, 366.
 P. B. (polvere bruna austriaca), 147.
 P. B. (polvere bruna francese), 147.
 Pebble (polvere), 143.
 Peley (carta esplosiva), 192.
 Pellet (polvere), 143.
 Perclorato di ammonio, 188.
 Perclorato di potassio, 188.
 Permonite, 198.
 Perossido di azoto, 342.
 Petkins (composto fulminante), 353.
 Petralite, 275.

- Petroclastite, 180.
 Picrato di ammonio, 323.
 Picrato di potassio, 322.
 Picrato di sodio, 324.
 Piconitronaftalina, 197.
 Pierrite, 197.
 Pirocolloidio, 378.
 Pirocotone Parozzani, 383.
 Pirodialite, 195.
 Pirolignite di ferro, 85.
 Pironome de Tret, 176.
 Piropapier, 192.
 Pirosillina, 209, 281, 364.
 Plastomenite, 385.
 Plastrotyle, 339.
 Polvere a dadi, 144.
 Polvere amido, 182.
 Polvere carta (brevetto 1874), 192.
 Polvere cioccolata, 146.
 Polvere giapponese da guerra, 379.
 Polvere piatta Castan, 144.
 Polveri al clorato, 186.
 Polveri al nitrato d'ammonio, 181.
 Polveri al nitrato di bario, 181.
 Polveri al nitrato di potassa, 88.
 Polveri al nitrato di soda, 175.
 Polveri a strati concentrici, 144.
 Polveri brune, 145.
 Polveri compresse, 143.
 Polveri dai granl grossi, 142.
 Polveri esagonali, 142.
 Polveri piriche, 88.
 Polveri prismatiche, 142.
 Polveri progressive, 145.
 Polveri senza fumo, 363.
 Polveri speciali per artiglierie, 140.
 Promethée, 194.
 Protossido di azoto, 343.
 Pudrolite, 181.
 Pyrolite, 179.
 Pyronitrina, 179.
 Racharock, 193.
 Randite, 386.
 Raoulite (o folgorite), 346.
 Refe esplosivo, 380.
 Reinisch (dinamite), 288.
 R. G. P. (polvere), 377.
 Rhexite, 277.
 Ricker (polvere), 191.
 Ripplene (polvere), 314.
 Roberts et Dale (polvere), 177.
 Roburite, 329.
 R. R. P. (dinamite), 273.
 Russelite, 292.
 Sabulite, 331.
 Salice (*salix alba*), 69.
 Salnitro, 25.
 Saxifragine, 181.
 Saxonite, 287.
 Schäffer et Badenber (polvere), 179.
 Schneiderite, 330.
 Schimose, 320.
 Schlagtcoke cubical americana, 145.
 Schultze (da caccia), 381.
 Schultze (da guerra), 371.
 Sebastina, 273.
 Sebonite, 195.
 Seramine (dinamite), 279.
 Seta artificiale, 229.
 Silurite, 386.
 Siperite, 330.
 Slow Burning Cocoa powder 147.
 Smokeless esplosiva, 383.
 Solenite, 375.
 S. P. (polvere francese), 145.
 Spago esplosivo, 380.
 Spirallite, 192.
 Sport, 386.
 Sprengel (esplosivi acidi di), 344.
 Sprengel (polveri), 314.
 Steli di canape, 68.
 Stibiovirite, 329.
 Stonite, 277.
 Street (esplosivi), 197.
 Sublimite, 386.
 Termite, 361.
 Terré (polvere di), 179.
 Tessuto esplosivo, 379.
 Tetranitranilina, 339.
 Tetranitroetilanilina, 354.
 Tetrossido di azoto, 362.
 Toluene (o toluolo), 333.

- Toluidina, 333.
Tonite, 338.
Torpedine aerea di Unge, 359.
Totten (polvere a compensazione di), 144.
Trauzl (dinamite), 279.
Tret (piromone de), 176.
Trinitrocellulosa, 209.
Trinitrocresol, 317.
Trinitrotoluene (o toluolo), 333.
Triplastite, 339.
Troisdorf, 377.
Trotyl (o trytol), 333.
Tschirner (polvere), 313.
Turpin (esplosivo), 314.
- Unge (torpedine aerea di), 359.
Urea, 366.
- Vascolosa, 205.
Vasellina, 366.
- Vender (dinamiti incongela-
bili), 293.
Vibrite, 331.
Victorite (polvere), 314.
Vieille (polvere), 372.
Vigorina, 288.
Violette (polvere), 177.
- Walsrode, 335.
Ward, 201.
Wett (dinamite alla soda), 267.
Wetzlar (polvere di), 176.
Wohl (dinamite incongela-
bile), 292.
- Yonckiti, 200.
- Zolfo, 47.

Questo testo è stato scandito
e riprodotto in formato digitale
da Edoardo Mori titolare del
sito <http://mori.studionet.it>