

چاشنی‌ها و فتیله‌ها

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل هنرجو باید بتواند:

- ۱- چاشنی‌ها را دسته‌بندی نماید.
- ۲- فتیله‌ها را دسته‌بندی نماید.
- ۳- روش‌های اتصال فتیله‌ها را بررسی نماید.

۱-۵- چاشنی‌ها^۱

آشنایی: مواد منفجره کُند مثل باروت را می‌توان به کمک شعله فتیله اطمینان یا کبریت، منفجر کرد، اما مواد منفجره قوی مثل دینامیت‌ها، برای انفجار، علاوه بر شعله به یک ضربه اولیه نیز احتیاج دارند که به کمک چاشنی‌ها انجام می‌گیرد.

۱-۱-۵- مواد تشکیل‌دهنده چاشنی‌ها: موادی که چاشنی‌ها از آن ساخته می‌شوند باید دارای این خاصیت باشند که به آسانی در اثر شعله یا حرارت منفجر شوند. مهم‌ترین موادی که در ساختن چاشنی‌ها به کار می‌روند، عبارتند از:

الف - فولمینات جیوه^۲ [Hg(CNO)]: این جسم را از ترکیب جیوه، اسید نیتریک و اتیل‌الکل تهیه می‌کنند. وزن مخصوص آن به حالت پودری بین ۱/۲۲ تا ۱/۲۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب است و هنگامی که با فشاری برابر ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع فشرده شود، وزن مخصوص آن ۳/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب خواهد شد و فقط در چنین حالتی است که تجزیه آن به صورت انفجار است. نقطه اشتعال این جسم ۱۶۰ تا ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد است.

فولمینات جیوه نسبت به اصطکاک نیز خیلی حساس است و در اثر کوچک‌ترین مالشی منفجر می‌شود. رطوبت نیز در خواص آن مؤثر است و هنگامی که میزان رطوبت آن به ۳ درصد برسد،

۱ - Detonators (Blasting Caps)

۲ - Mercuric Fulminate

خاصیت انفجار خود را ازدست می‌دهد. دمای ناشی از انفجار فولمینات جیوه حدود 4400° درجه سانتی‌گراد، میزان گازهای حاصل 315 لیتر به ازای کیلوگرم و سرعت انفجار آن 485° متر در ثانیه است.

ب- **ازتور سرب^۱ (PbN_2)**: این جسم از اثر اسید هیدرونیتریک بر سرب به دست می‌آید و ماده منفجره‌ای بسیار قوی و حساس است به طوری که انفجار مقدار اندک آن نیز انرژی زیادی تولید می‌کند.

این جسم در اثر انفجار به سرب و ازت تجزیه می‌شود و سرعت و دمای انفجار زیاد است. ازتور سرب به صورت پودر متبلور سفیدرنگی است که وزن مخصوص آن $4/37$ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. در آب سرد نامحلول است و در آب گرم به مقدار کم حل می‌شود. حساسیت آن در برابر حرارت زیاد و نقطه اشتعال آن 33° درجه سانتی‌گراد است و در درجه حرارت 39° به طور ناگهانی منفجر می‌شود.

این جسم در مقایسه با فولمینات جیوه، به حالت فشرده در برابر شعله حساسیت کمتری دارد و در برابر رطوبت نیز مقاوم‌تر است.

میزان حرارت ناشی از انفجار ازتور سرب 367 کالری بر گرم، حجم گازهای حاصل $3^{\circ}8$ لیتر بر کیلوگرم و سرعت انفجار آن 480° متر در ثانیه است.

ج- **تتریل [$C_6H_7(NO_2)_3HCH_2-NO$]**: این جسم، متبلور، زردرنگ و نقطه اشتعال آن 19° تا 194° درجه سانتی‌گراد است. تریل در حجم کم نیز انفجار قابل ملاحظه‌ای تولید می‌کند. وزن مخصوص آن در حالت عادی حدود یک گرم بر سانتی‌متر مکعب است و بعد از فشرده شدن به حد $1/68$ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌رسد.

میزان حرارت ناشی از انفجار تریل 1163 کالری بر گرم، حجم گازهای حاصل 74° لیتر بر کیلوگرم و سرعت انفجار آن در حدود 740° متر در ثانیه است.

د- **تری‌نیترورزورسینات سرب ($T.N.R.C$)^۲** - این جسم به رنگ زرد طلایی و متبلور است و در مجاورت هوا تیره می‌شود. وزن مخصوص آن $3/1$ گرم بر سانتی‌متر مکعب و از نظر شیمیایی و مکانیکی پایدار است. حساسیت این جسم در برابر ضربه نسبت به سایر مواد یادشده کمتر ولی حساسیت آن در برابر اصطکاک نسبتاً زیاد است.

۱ - Lead azide

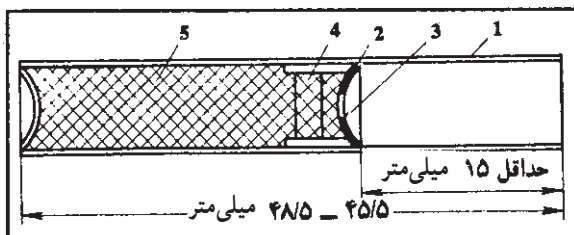
۲ - Lead trinitroresorcinate

۲-۱-۵- انواع چاشنی ها : چاشنی ها به انواع زیر تقسیم می شوند :

- چاشنی معمولی .
- چاشنی الکتریکی فوری .
- چاشنی الکتریکی تأخیری .
- چاشنی الکتریکی با تأخیر کم .

در زیر انواع مختلف چاشنی را بررسی می کنیم :

الف - چاشنی معمولی : چاشنی معمولی از یک استوانه فلزی (معمولاً برنج یا آلومینیوم) به طول ۴۵ تا ۵۰ و به قطر ۶ تا ۷ میلی متر موسوم به پوکه تشکیل می شود (شماره ۱ در شکل ۱-۵).

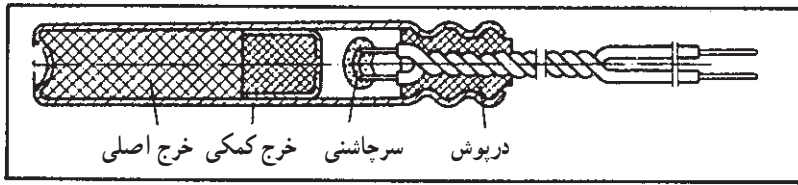


شکل ۱-۵- ساختمان چاشنی معمولی (۲)

در ته پوکه حدود یک گرم تتریل فشرده (۵) قرار دارد که خرج اصلی چاشنی را تشکیل می دهد. روی خرج اصلی حدود ۰/۵ گرم فولمینات جیوه و ۰/۲ گرم ازتور سرب فشرده (۴) قرار دارد و به وسیله پولک (۲) پوشیده می شود.

پولک در وسط دارای سوراخی (۳) است تا شعله فتیله اطمینان به خرج کمکی چاشنی برسد. ابتدای پوکه به اندازه حداقل ۱۵ میلی متر خالی است تا بتوان فتیله اطمینان را داخل آن قرار داد. چاشنی معمولی را باید در محل خشک نگاهداری کرد. معمولاً این قبیل چاشنی ها در قوطی های ۱۰۰ عددی و این قوطی ها را در صندوق هایی که گنجایش ۱۰۰ قوطی (۱۰۰۰۰ چاشنی) دارد، بسته بندی می کنند.

ب - چاشنی الکتریکی فوری : چاشنی الکتریکی از دو قسمت سرچاشنی و چاشنی تشکیل شده است (شکل ۲-۵).

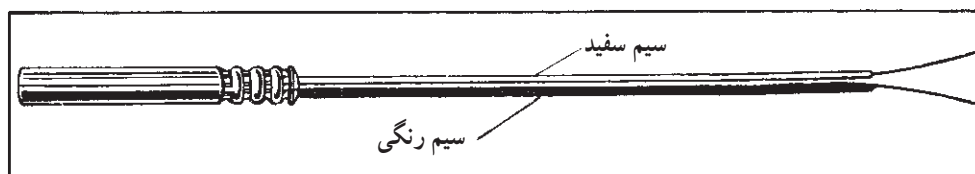


شکل ۲-۵- چاشنی الکتریکی (۱۱)

به قسمت سرچاشنی، دو رشته سیم روپوش دار به قطر 0.5° میلی متر وارد می شود که نسبت به هم عایق اند و در انتها به وسیله یک قطعه سیم کرمونیکل به یکدیگر متصل می شوند. مقاومت الکتریکی این قطعه سیم زیاد است و در اطراف آن مقداری ماده مشتعل شونده قرار دارد. در زیر سرچاشنی، خرج های کمکی و اصلی چاشنی (مانند چاشنی معمولی) واقع اند و در بالاترین قسمت چاشنی یک درپوش قرار دارد. هنگامی که دو رشته سیم ورودی به سرچاشنی را، که طول هر رشته آن $1/5$ تا $2/5$ متر است، به جریان برق وصل کنیم، سیم کرمونیکل موجود در سرچاشنی داغ شده و باعث اشتعال ماده دور آن می شود و این جسم به نوبه خود باعث اشتعال و انفجار خرج های کمکی و اصلی چاشنی می شود. ماده مشتعل شونده دور سرچاشنی معمولاً از دو قشر مختلف ساخته می شود. لایه اول از مخلوط 50% تیوسیانات سرب و 50% کلرات پتاسیم و لایه دوم از مخلوط 78% کلرات پتاسیم و 22% زغال چوب ساخته شده است. درپوش پلاستیکی چاشنی، از ورود آب به داخل چاشنی جلوگیری می کند. بدین ترتیب اگر چاشنی چند ساعت هم زیر آب بماند، باز هم بدون اشکال منفجر خواهد شد.

از جمله مشخصات مهم چاشنی برقی، مقاومت چاشنی است. مقاومت چاشنی، خود مرکب از مقاومت سیم سرچاشنی و سیم های رابط است که این مشخصات در مورد هر نوع سرچاشنی از طرف کارخانه سازنده اعلام می شود. مقاومت چاشنی های الکتریکی با سیم فولادی ۳ تا ۶ اهم و با سیم مسی ۲ تا ۴ اهم است.

یکی دیگر از مشخصات مهم چاشنی ها، شدت جریان لازم جهت انفجار آنها است زیرا در صورتی که شدت جریان لازم کم باشد، گرچه حساسیت چاشنی زیادتر است، اما ممکن است به علت وجود جریان های القایی، خود به خود منفجر شود و حوادثی به بار آورد. به همین جهت، معمولاً این چاشنی ها را در دو نوع حساس و قابل اطمینان می سازند که اولی با شدت جریان کم (کمتر از یک آمپر) منفجر می شود و برای انفجار چاشنی نوع دوم باید شدت جریان زیاد (بیش از ده آمپر) به کار برد. در شکل ۳-۵ وضعیت ظاهری یک چاشنی فوری نشان داده شده است.

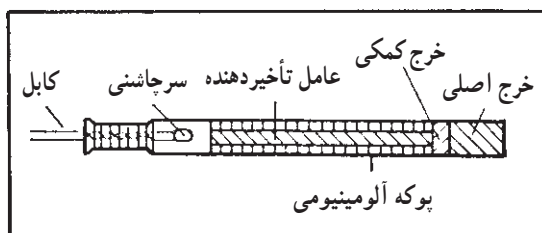


شکل ۳-۵- شکل ظاهری یک چاشنی برقی فوری

ج - چاشنی الکتریکی تأخیری^۱: به طوری که خواهیم دید، در صورتی که تمام چال‌های یک جبهه کار با هم منفجر شوند، راندمان حفر بالا نخواهد بود و بنابراین باید چال‌ها به فواصل زمانی مختلف از یکدیگر منفجر شوند. در آتشکاری با فتیله اطمینان، می‌توان با انتخاب طول‌های متفاوت برای فتیله هر یک از چال‌ها، زمان انفجار آن‌ها را تعیین کرد اما در آتشکاری با چاشنی‌های الکتریکی فوری، این امر میسر نیست.

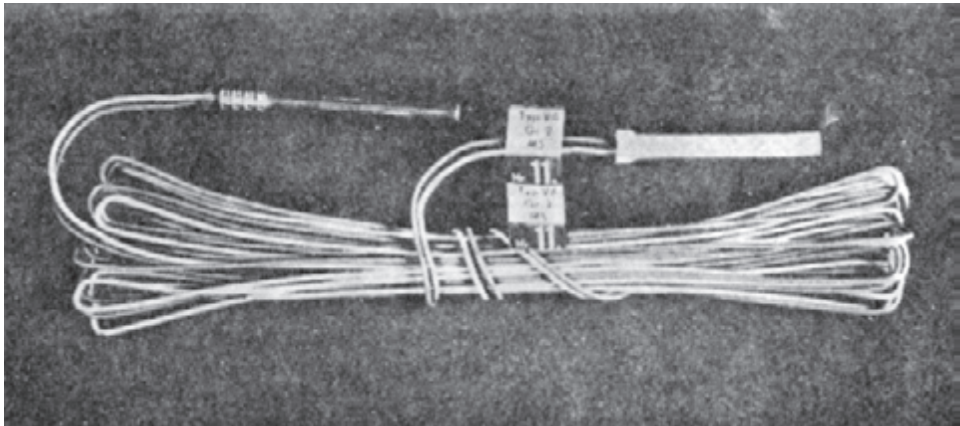
برای این که بتوان در این نوع سیستم نیز چال‌ها را با فاصله‌های زمانی معینی منفجر کرد، از چاشنی‌های الکتریکی تأخیری استفاده می‌کنند.

چاشنی الکتریکی تأخیری از سه قسمت سرچاشنی، عامل تأخیردهنده و چاشنی تشکیل شده است (شکل ۴-۵). سرچاشنی و خرج‌های کمکی و اصلی چاشنی مثل سایر چاشنی‌ها است و قسمت تأخیردهنده، جسمی است که با سرعت ثابتی می‌سوزد.



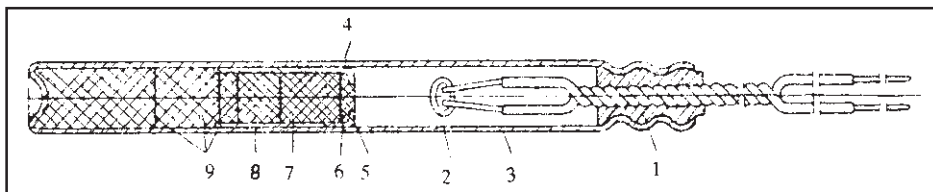
شکل ۴-۵- ساختمان چاشنی الکتریکی تأخیری (۱۱)

با انتخاب طول‌های مختلف برای قسمت تأخیر دهنده، می‌توان چاشنی‌های با تأخیر متفاوت به دست آورد. معمولاً چاشنی‌های تأخیری در ۱۲ شماره مختلف ساخته می‌شوند و تفاوت آن‌ها با هم نیم ثانیه است. مثلاً چاشنی شماره ۱۰، بعد از ۵ ثانیه منفجر می‌شود. برای تشخیص شماره‌های مختلف چاشنی‌های تأخیری، ته پوکه آن‌ها را به رنگ‌های مختلف رنگ می‌زنند و علاوه بر این، شماره هر چاشنی را روی پلاکی می‌نویسند و آن را به سیم رابط چاشنی متصل می‌سازند (شکل ۵-۵).



شکل ۵-۵- چاشنی الکتریکی تأخیری (۱۱)

در شکل ۵-۶ نیز قسمت‌های مختلف یک چاشنی الکتریکی تأخیری نشان داده شده است.



۱- درپوش پلاستیکی ۲- سرچاشنی ۳ و ۵- پوکه ۴- تور ابریشمی ۶- ماده مشتعل‌شونده
۷- عامل تأخیردهنده ۸- از تور سرب با فولمینات جیوه ۹- خرج اصلی

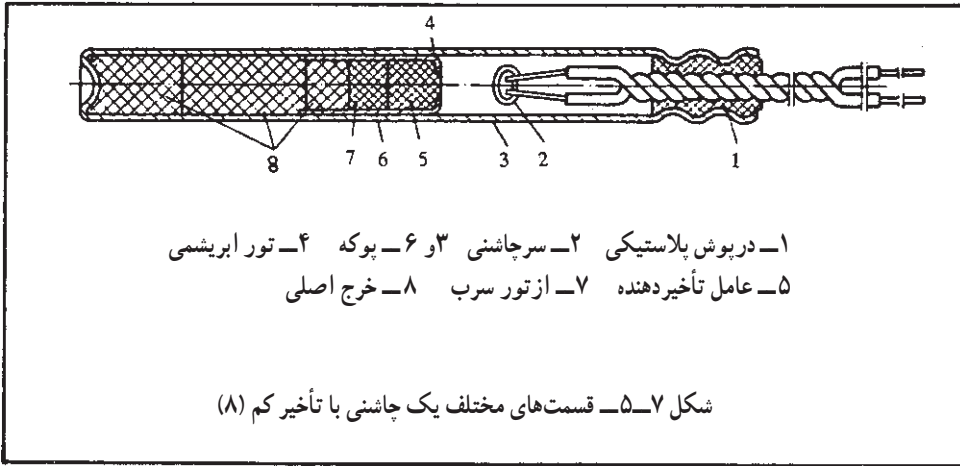
شکل ۵-۶- قسمت‌های مختلف یک چاشنی تأخیری (۸)

د- چاشنی الکتریکی با تأخیر کم^۱: در بعضی از معادن زغال، که میزان گازخیزی آن‌ها زیاد است، در صورتی که از چاشنی‌های الکتریکی تأخیری استفاده شود، ممکن است انفجار چال‌های اول باعث تصاعد مقدار زیادی گاز شود و بدین ترتیب انفجار چال‌های بعدی، خطر انفجار گازهای متصاعد شده را دربر خواهد داشت.

برای جلوگیری از این خطر، از چاشنی‌های با تأخیر کم استفاده می‌شود. ساختمان این چاشنی‌ها نیز مشابه چاشنی‌های تأخیری است ولی طول قسمت تأخیردهنده در آن‌ها کمتر است. این چاشنی‌ها معمولاً در ۲۰ شماره مختلف ساخته می‌شود و فاصله زمانی بین دو شماره متوالی ۰/۲۵ ثانیه است. شماره این چاشنی‌ها نیز روی پلاکی که به سیم چاشنی متصل است، نوشته می‌شود.

۱ - Short delay electric cap

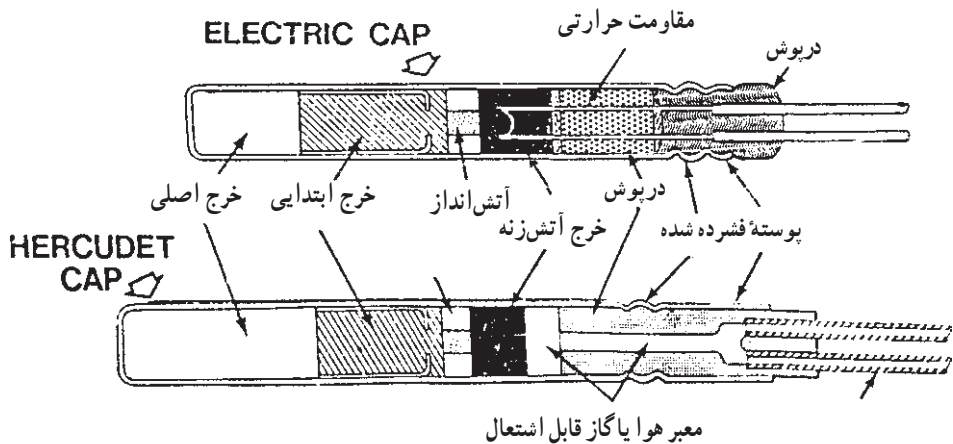
شکل ۵-۷ قسمت‌های مختلف یک چاشنی الکتریکی با تأخیر کم را نشان می‌دهد.



مطالعه آزاد

ه) چاشنی هرکودت: این چاشنی ظاهراً شبیه چاشنی برقی می‌باشد و دارای پوسته آلومینیومی است که یک طرف آن بسته و به طرف دیگرش دولوله نازک پلاستیکی وصل است. برای جلوگیری از آلودگی و انقباض سیستم در طول مدت انبارداری، لوله‌های پلاستیکی را با گاز ازت پر می‌کنند یک سر لوله‌ها به چاشنی وصل است و سر دیگرش به وسیله حرارت به هم آمده است و چون که ازت نمی‌سوزد هیچ‌گونه تحریکی را به داخل چاشنی اعمال نمی‌نماید. چاشنی گازی از بسیاری چاشنی برقی قوی‌تر است و به صورت تأخیری و کم تأخیری نیز ساخته شده است. موقع انفجار لازم است اقداماتی روی چاشنی صورت گیرد. گاز ازت از مدار خارج شده و به جای آن گازی قابل اشتعال در لوله‌ها وارد شود.

در شکل ۵-۸ ساختمان یک چاشنی الکتریکی و یک چاشنی هرکودت در کنار هم مشاهده می‌شوند، ظاهراً هر دو شبیه هم هستند اما به جای سیم برق در چاشنی برقی، لوله‌های هوا در چاشنی هرکودت می‌باشد.

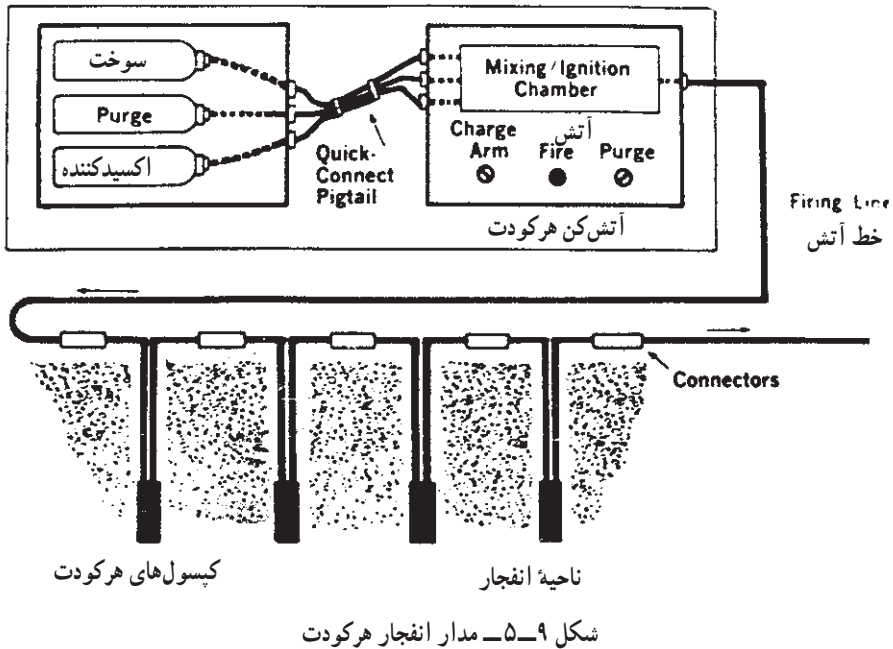


شکل ۸-۵- ساختمان داخلی چاشنی هرکودت و چاشنی برقی در کنار یکدیگر

ماشین انفجار هرکودت، و چهار چال که با چاشنی هرکودت خرج گذاری شده اند، مشاهده می شود. گاز قابل اشتعال در مخزنی تهیه می شود که شامل اکسیدکننده و سوخت می باشد. این گازها در ماشین انفجار به نسبتی متناسب باهم مخلوط و در مدار وارد می شوند به نحوی که پس از اعمال جرقه، گازهای موجود در مدار آتشکاری با سرعت ۳۰۰۰ متر در ثانیه (۱۰۰۰۰ فوت در ثانیه) می سوزند و با رسیدن آتش به هر چاشنی، خرج تأخیری چاشنی سوخته و پس از آن خرج ابتدایی و بالاخره خرج اصلی چاشنی هرکودت منفجر می گردد (شکل ۱۰-۵) طرز کار چاشنی هرکودت پس از رسیدن آتش به آن شبیه چاشنی برقی است که پس از اعمال جریان برق و آتش گرفتن خرج دور مقاومت حرارتی مراحل مختلف سوختن بخش های مختلف چاشنی یکی پس از دیگری انجام می گیرد.

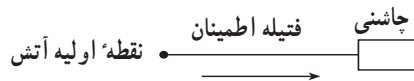
سوختن گاز داخل لوله های انتقال به قدری از نظر انرژی ضعیف است که پس از سوختن، لوله های پلاستیکی سالم باقی می مانند و همچنین بدون سرو صدا می باشد. لذا تماس لوله های پلاستیکی هیچ گونه اثری روی خرج داخل چال نخواهد داشت.

SCHEMATIC REPRESENTATION OF HERCUDET SYSTEM



۵-۲- فتیله‌ها

۵-۲-۱- فتیله اطمینان^۱: فتیله اطمینان برای انتقال آتش از یک نقطه به چاشنی، در طول زمان معین به کار می‌رود؛ فتیله اطمینان به شکل لوله‌ای است که داخل آن باروت نرم قرار دارد و دور این هسته باروتی را چند لایه متناوب از الیاف، کنف، پنبه و نخ و قیر یا صمغ و یا پلاستیک کائوچو، مواد آسفالتی فراگرفته است.



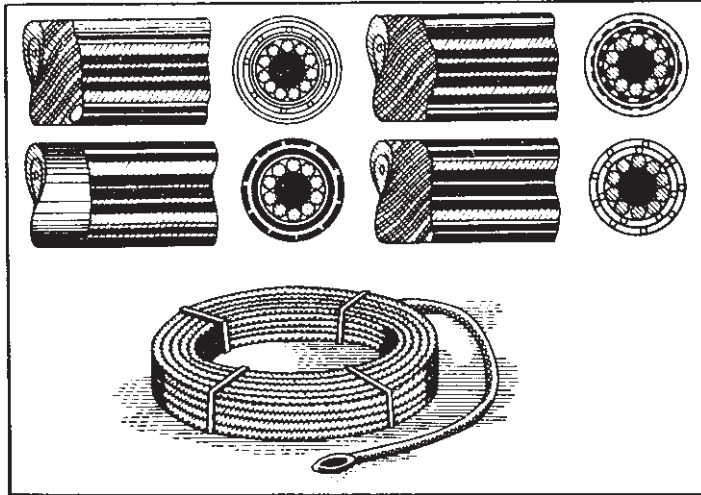
جهت انتقال آتش از نقطه اولیه آتش به چاشنی در زمان معین

بعضی از انواع فتیله برای حفاظت در برابر آب، به وسیله یک پوشش پلاستیکی (کلرور پلی‌وینیل) پوشیده شده است.

انواع فتیله اطمینان برحسب جنس پوشش به شرح زیر هستند:

الف) فتیله با پوشش قیری برای مکان‌های بدون آب

(ب) فتیله با دو بار پوشش قیری برای چال‌های مرطوب
 (ج) فتیله با پوشش کائوچویی برای چال‌های مرطوب و نمناک
 (د) فتیله با پوشش پلاستیکی برای چال‌های آبدار و خیس
 فتیله با پوشش پلاستیکی را فتیله ضدآب نیز می‌نامند. فتیله اطمینان برابر ۵ تا ۶ میلیمتر است
 (نحوه آتشکاری در فصل هفتم کاملاً شرح داده می‌شود).



شکل ۱۰-۵- فتیله اطمینان (۲)

همانگونه که گفته شد هرگاه یکسر فتیله اطمینان را به وسیله کبریت یا هر شعله دیگر آتش بزنیم، با سرعت ثابتی شروع به سوختن می‌کند. یکی از مهم‌ترین خواص فتیله اطمینان، ثابت بودن سرعت اشتعال آن است و در صورتی که سرعت پیشروی در قسمت‌های مختلف آن فرق کند، فتیله معیوب است و نباید از آن استفاده کرد.

سرعت اشتعال فتیله‌های سریع حدود یک سانتی‌متر در ثانیه و از آن فتیله‌های کند، در حدود ۵/۰ سانتی‌متر در ثانیه است. قطر انواع مختلف فتیله بین ۵ تا ۶ میلی‌متر تغییر می‌کند.

فتیله‌های ضدآب را تا ۵ سال و فتیله‌های معمولی را تا یک سال می‌توان در انبار نگهداری کرد بدون اینکه در خواص آن‌ها تغییرات مهمی پدید آید.

معمولاً در کارخانه‌ها، فتیله را به صورت کلاف‌های ۵۰ متری تهیه کرده و آن‌ها را در جعبه‌های مخصوصی که هر کدام حاوی ۲۰۰۰ متر فتیله است، بسته‌بندی می‌کنند.

باید توجه داشت که فتیله اطمینان پس از مرطوب شدن، غیرقابل استفاده می‌شود و حتی بعد از خشک شدن نیز کاربرد آن قابل اطمینان نیست.

۱-۱-۲-۵- مزایا و معایب فتیله اطمینان: معایب کار با فتیله اطمینان به مراتب بیش از مزایای آن است. تنها مزیت فتیله اطمینان سهولت کار با آن است. تخصص لازم برای کار با فتیله اطمینان کمتر از سایر روشهای آتشکاری است. معایب کار با فتیله اطمینان به این قرار است:

۱- گاز حاصل از سوختن آن دارای مقدار زیادی منواکسیدکربن است.
 ۲- چون شخص آتشکار باید همه چالها را یک به یک آتش زند و سپس به پناهگاه برود، فرصت لازم برای رسیدن به پناهگاه باید به اندازه‌ای باشد که قبل از پناه گرفتن، اولین چال منفجر نشود؛ لذا تعداد چالهایی که با این روش آتشکاری می‌شوند، محدود است و معمولاً نباید بیش از ۸ عدد باشد.

۳- کنترل انفجار منحصرأ با شمردن تعداد انفجارهای مسیر است. بعضی اوقات ممکن است دو یا چند چال با هم منفجر شوند یا در شمارش تعداد انفجارها اشتباهی رخ دهد. به هرصورت تا ۱۵ دقیقه بعد از انفجار نباید به محل نزدیک شد.

۴- در عملیات آتشکاری معادن بسیار کم پیش می‌آید که تمامی چالها در یک زمان آتش شوند بلکه مکانیزم و تکنیک انفجار ایجاب می‌کند که چالها با فواصل زمانی معینی از یکدیگر (معمولاً کمتر از ۵/۰ ثانیه) منفجر شوند و این کار با کوتاه و بلند کردن فتیله اطمینان میسر نیست؛ زیرا هر متر فتیله اطمینان ۲۰ ثانیه خطای سوخت دارد.

۵- فتیله اطمینان برای آتشکاری در زیر آب مناسب نیست.

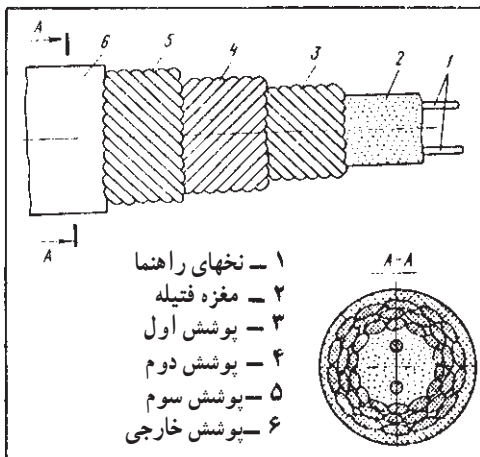
۲-۲-۵- فتیله انفجاری (کورتکس)^۱: فتیله

انفجاری نیز به شکل لوله‌ای است که داخل آن از مواد منفجره قوی (PETN)^۲ پر شده روی این هسته مرکزی را غلافی از نخ و مواد ضدآب پوشانده است (شکل ۱۲-۵).

فتیله انفجاری برای انتقال انفجار از چاشنی به خرج اصلی و یا انتقال از خرجی به خرج دیگر به کار می‌رود.

برای آتش کردن فتیله انفجاری، از چاشنی معمولی و یا چاشنی برقی استفاده می‌شود و سرعت انفجار آن در حدود ۷۰۰۰ متر در ثانیه است.

از فتیله انفجاری به منظور اندازه‌گیری سرعت انفجار مواد ناریه (که شرح آن قبلاً گفته شد) و نیز در مواردی که



شکل ۱۱-۵- فتیله انفجاری (۸)

۱ - Detonation fuse (cordtex)

۲ - Penta - erythritol - tetra - nitrate



شکل ۱۲-۵- چند نوع قرقره فیتیله انفجاری

بخواهند مقدار زیادی مواد ناریه را منفجر نمایند، استفاده می‌شود زیرا ضربه ناشی از آن زیاد است و راندمان این مواد را بالا می‌برد.

قطر فیتیله انفجاری ۴/۸ تا ۵/۸ میلیمتر است و به صورت کلاف‌هایی به طول ۵۰ متر بسته‌بندی می‌شود (شکل ۱۲-۵).

برای این که فیتیله انفجاری با تأخیر منفجر شود، از وسایل تأخیر دهنده ویژه‌ای موسوم به رله‌های انفجاری استفاده می‌کنند. این رله‌ها، پوک‌هایی است که آن را در مسیر فیتیله قرار می‌دهند و معمولاً در پنج رنگ سیاه، زرد، آبی، سبز و قرمز ساخته می‌شود که زمان تأخیر آن‌ها به ترتیب ۱۵، ۲۵، ۳۵، ۴۵ و ۶۰ میلی‌ثانیه است.

مطالعه آزاد

۳-۲-۵- نائل: با اختراع نائل، آشکاران آن را جانشین چاشنی‌های الکتریکی کردند چون دارای مزایای چاشنی‌های الکتریکی بود، اما هیچ‌کدام از معایب آن را نداشت. نائل نسبت به مخاطرات الکتریکی به‌طور کامل ایمن است و زمانی که آشکاری الکتریکی غیرممکن و غیرمجاز باشد یک محصول مطلوب به حساب می‌آید.

چاشنی نائل مثل چاشنی‌های تأخیری الکتریکی است اما سیم‌های چاشنی و سر فیوز به‌وسیله یک لوله پلاستیکی که امواج ضربه را منتقل می‌کند، متصل شده است. انتهای لوله پلاستیکی با رسیدن امواج ضربه، عامل تأخیر در چاشنی را آتش می‌زند.

لوله پلاستیکی دارای قطر خارجی ۳ میلی متری است و رویه داخلی آن توسط یک ماده فعال پوشانده شده است که امواج ضربه را با سرعت ۲۰۰۰ متر بر ثانیه منتقل می کند. لوله پلاستیکی پس از عبور موج، سالم می ماند و امواج ضربه به روی آن بی تأثیر است. دونوع چاشنی نانل وجود دارد.

* نانل GT

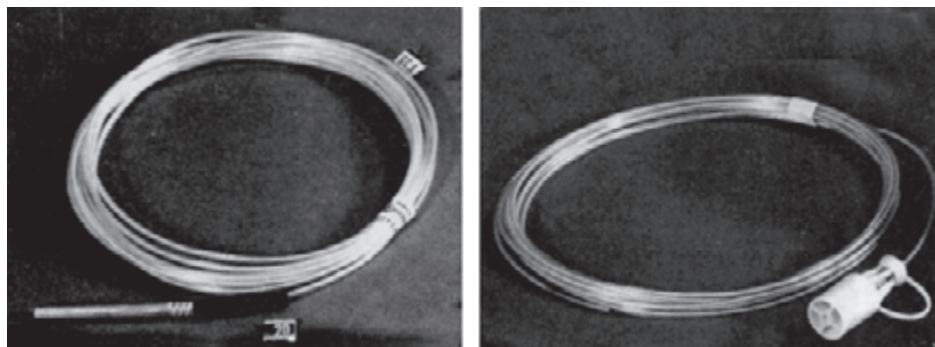
* نانل یونیدت

نانل GT : رنج تأخیر چاشنی نانل GT هم در تأخیر کم، تأخیر دسی ثانیه و تأخیر نیم ثانیه موجود است. پیروید تأخیر کم نانل GT/MS برای آتشکاری پله ای و دسی ثانیه و نیم ثانیه نانل GT/T برای آتشکاری در تونل به کار می رود.

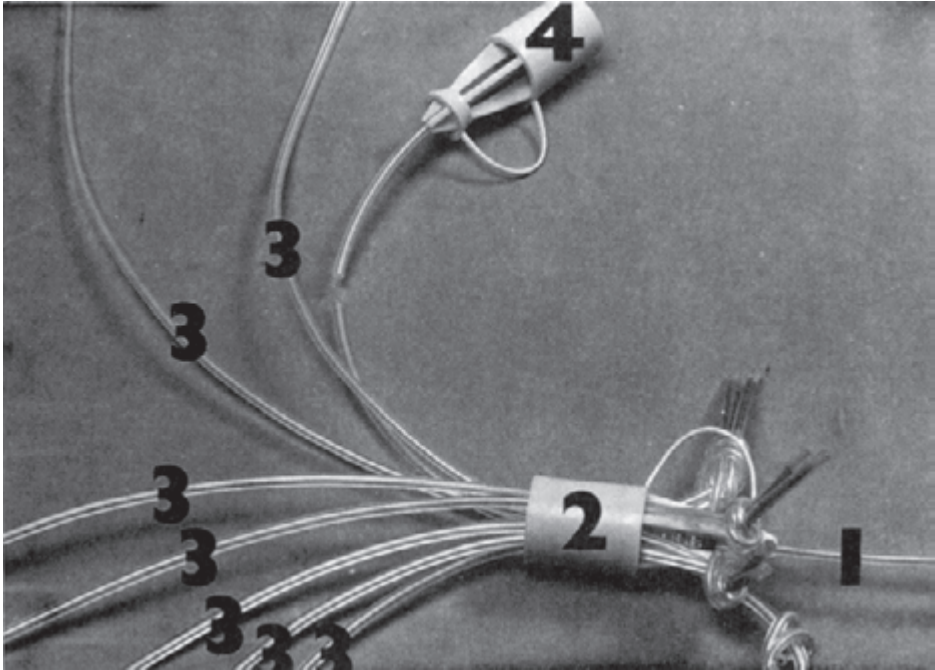
برای اتصالات و منفجر ساختن چاشنی های نانل، آتش کننده UBO سیستم نانل یا فتیله انفجاری مورد استفاده قرار می گیرد.

گروه آتش کننده UBO شامل یک لوله نانل است که انتهای آن پرس شده و چاشنی انتقال دهنده شوک در طرف دیگر آن است. چاشنی انتقال دهنده درون یک استوانه پلاستیکی جهت ارتباط به فتیله های نانل دیگر قرار می گیرد. آتش نمودن فتیله نانل باید با فتیله انفجاری با مواد کم (۵ گرم در هر متر) انجام گیرد. در آتشکاری پله ای لوله نانل با گیره چند تایی به فتیله وصل می شود و در تونل کاری لوله های نانل به صورت خوشه جمع و سپس به فتیله انفجاری وصل می شوند. این روش ها معمولاً با تأخیر بیشتری عمل می کند.

نانلس GT/MS را در همه سیستم های آتشکاری به کار می برند مانند آتشکاری تأخیری حتی میلی ثانیه و آتشکاری پله ای (معادنی که به صورت پله ای استخراج می کنند) و آتشکاری کانال ها و زیر آب و غیره.

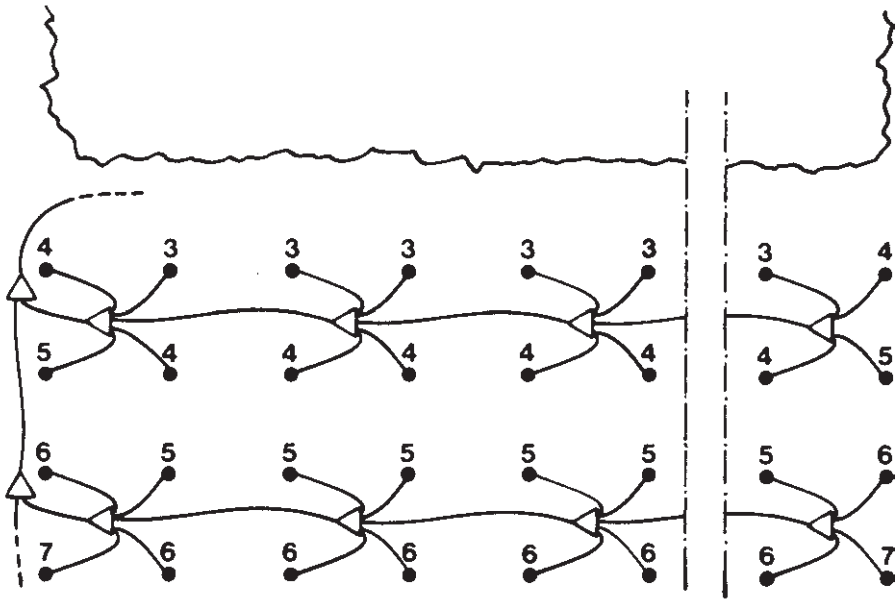


شکل ۱۳-۵- نانل UBO چاشنی نانل GT/MS

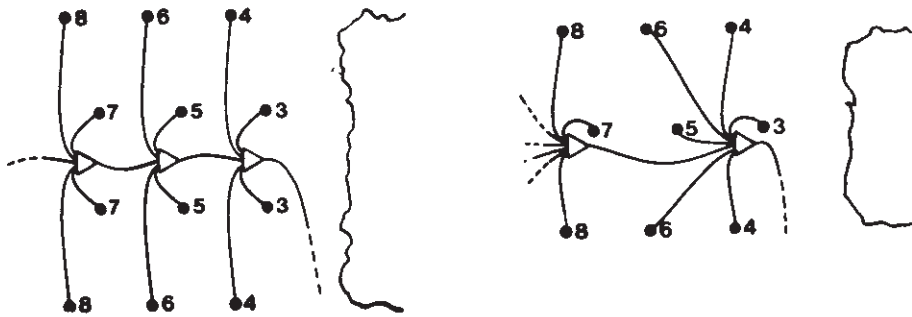


شکل ۱۴-۵- نازل GT/MS که به نازل ارتباطی UBO متصل شده است.

ارتباط دهنده UBO شامل یک چاشنی با قدرت نسبی $\frac{1}{3}$ چاشنی انفجاری شماره ۸ \neq می شود که برای انفجار یا آتش زدن فتیله نازل کافی است. UBO تنها برای فتیله نازل طراحی شده است. نازل ارتباط دهنده، طوری طراحی شده که فتیله نازل در تماس مستقیم با چاشنی انتقال دهنده است. بنابراین خطر آتش نشدن را کاهش می دهد. زمانی که امواج ضربه از میان فتیله نازل (۱) عبور می کنند، به ارتباط دهنده (۲) می رسند. چاشنی منتقل کننده منفجر می شود و فتیله های مرتبط را نیز منفجر می کند. با این روش، موج انفجار از فتیله به چاشنی (۳) و همچنین به واحد ارتباط دهنده بعدی (۴) منتقل می شود و به همین نحو ادامه می یابد. واحد ارتباط دهنده نازل UBO اساساً برای آتش کاری پله ای طراحی شده و تا هشت فتیله نازل را می توان به واحد ارتباط دهنده وصل کرد.



شکل ۱۵-۵- ارتباط نانل GT/MS با UBO در آتشکاری پله

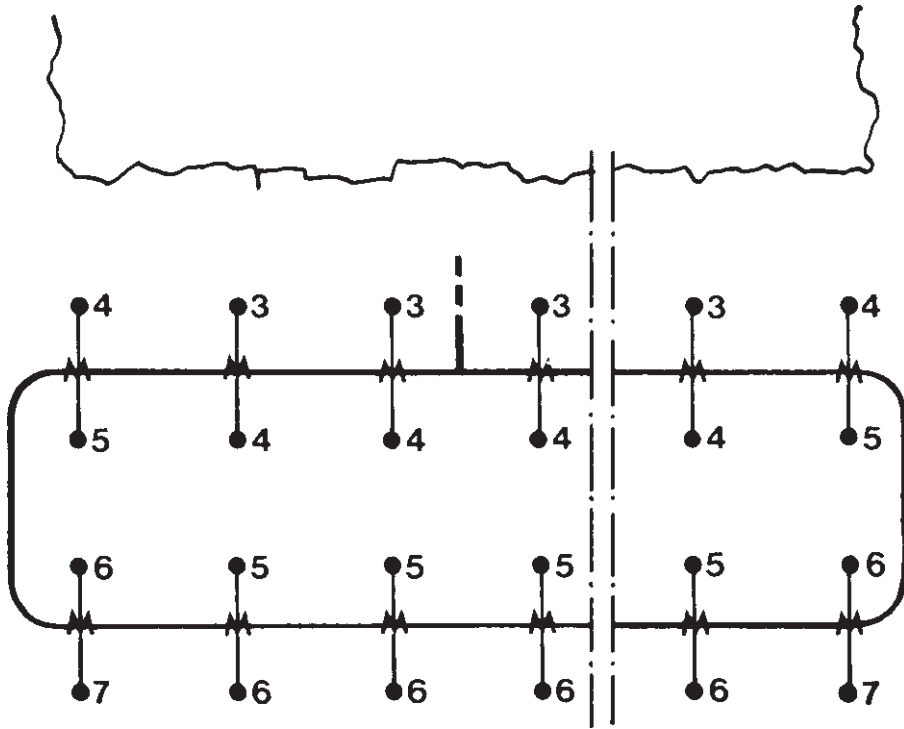


شکل ۱۶-۵- ارتباط نانل GT/MS با UBO در آتشکاری کانال

فتیله چاشنی نانل GT/MS را می توان به فتیله انفجاری متصل کرد. اگر صدا و موج انفجار مسئله ای ایجاد نکند می توان از فتیله انفجاری استفاده کرد که به طور عمود بر فتیله های نانل می گذرد و با گیره چند کاره^۱ به یکدیگر وصل می شود.



شکل ۱۷-۵- گیره اتصال فتیله انفجاری به نانل Multi Clip



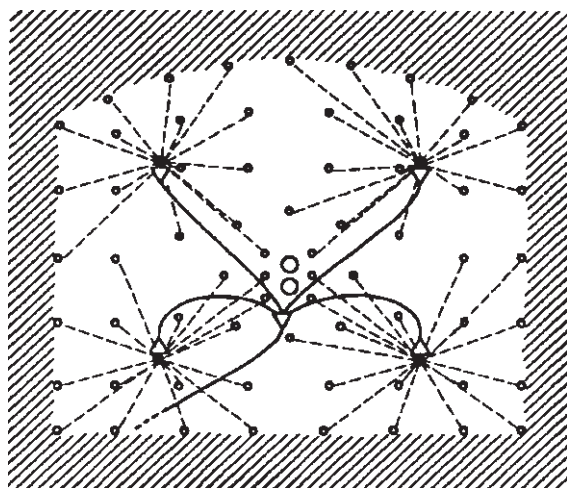
شکل ۱۸-۵- ارتباط نانل GT/MS به فتیله انفجاری

نانل GT/T انحصاراً برای آتشکاری تونل ساخته شده است. زمان تأخیر آن از سیستم نانل GT/MS طولانی تر است چون برای شکستن و حرکت سنگ در آتشکاری تونل به کار می رود. زمان تأخیر بین پرپودها از ۷۵ میلی ثانیه تا ۵۰۰ میلی ثانیه متغیر و ۲۵ شماره پرپود در دسترس است. طول استاندارد فتیله ۶/۰ متر و ۸/۷ متر است. اما

فتیله‌های طویل نیز برای موردهای بخصوص ساخته می‌شود. ساده‌ترین روش اتصال نانل GT/T استفاده از ارتباط دهنده‌های خوشه‌ای نانل است که یک حلقه فتیله انفجاری (فتیله - E) را به واحد ارتباط دهنده UBO متصل می‌کند.

— روش اتصال: فتیله‌های نانل باید حدود ۲ متر از عمق چال بیشتر باشد و به صورت یک خوشه یا دسته و حداکثر با ۲۰ فتیله در هر دسته با نوار عایق جمع و ارتباط دهنده خوشه‌ها دور آنها محکم بسته می‌شود.

قبل از تخلیه محل آتشکاری ارتباط دهنده خوشه‌ها به یک واحد UBO بعد از آماده شدن مدار متصل می‌گردد.



شکل ۱۹-۵- ارتباط مدار در تونل با ارتباط دهنده

همچنین می‌توان این خوشه‌ها را به یکدیگر بست و همه را به فتیله انفجاری ۵ گرم در متر وصل کرد. از آن جا که در این حالت تعداد فتیله در سطح سنگ بیشتر می‌شود، احتمال برش و آتش شدن افزایش می‌یابد.

رنج فتیله انفجاری نانل GT

نوع	شماره وقفه	تعداد وقفه‌ها	رنج تأخیر	زمان تأخیر بین وقفه‌ها
چاشنی نانل GT/MS	۳-۲۰	۱۸	۷۵-۵۰۰	۲۵
چاشنی نانل GT/T	۰	۱	۲۵	۲۵
	۱-۲	۱۲	۱۰۰-۱۲۰۰	۱۰۰
	۱۴,۱۶,۱۸,۲۰	۴	۱۴۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰
	۲۵,۳۰,۳۵,۴۰			
	۴۵,۵۰,۵۵,۶۰	۸	۲۵۰۰-۶۰۰۰	۵۰۰

طول فتیله استاندارد چاشنی نانل GT/MS ۴/۸ و ۷/۸ و ۱۵ متر است. طول‌های دیگر می‌تواند از ۲/۴ متر و بالاتر به فاصله ۰/۶ متر به طول فتیله بعدی اضافه شود.

نانل GT/T فقط در طول استاندارد ۶ و ۷/۸ متر ساخته می‌شود.

انواع ارتباط‌دهنده‌ها

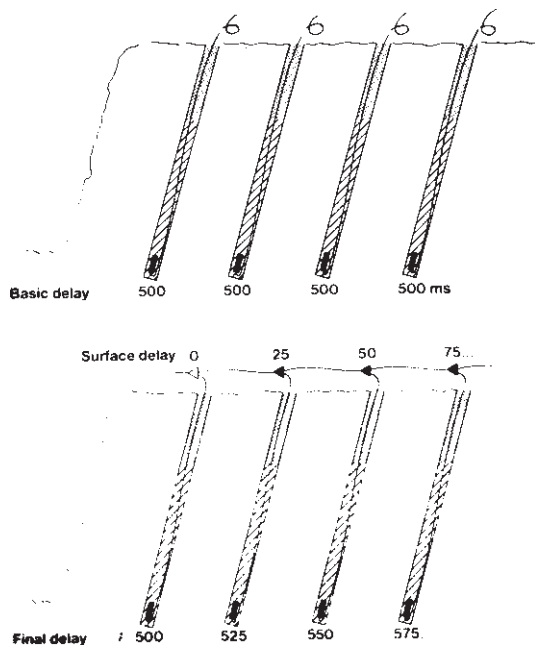
نوع	تأخیر	طول فتیله استاندارد (m)
UBO	۰	۱/۸-۳/۰-۴/۸-۶/۰
شروع‌کننده	۰	۳۰-۵۰-۱۰۰

۴-۲-۵- نانل یونیدت^۱: متقاضیان معمولاً به شماره پرپود (تأخیر) بیشتر از آنچه که در سیستم آتشکاری قبلی در دسترس بود، نیاز دارند. در حالت‌هایی که طول آتشکاری در مقایسه با پهنای آن زیاد است مانند آتشکاری کانال، آتشکاری با چاشنی MS در محدوده کوچک با تعداد محدود پرپودها انجام می‌شود. در آتشکاری احتیاطی، محدودیت در لرزش زمین امکان استفاده از خرج‌های جداگانه در هر چال را با شماره پرپود یکسان کم می‌کند. بنابراین نیاز به تعداد شماره تأخیر بیشتری است. با سیستم فوق شماره تأخیر نامحدود به دست می‌آید.

سیستم نانل یونیدت شامل فتیله نانل در دل چال با چاشنی تأخیری ۵۰۰ میلی ثانیه در ارتباط‌دهنده سطحی با ۱۷ و ۲۵ و ۲۴ میلی ثانیه تأخیر می‌شود.

۱ - NONEL UNIDET

چون زمان واقعی بین شروع انفجار و انفجار هر چال بیشتر از زمان عمل نمودن چاشنی‌های سطحی است خطر بریده شدن فتیله‌های درون چالی و فواصلی فتیله بر اثر پرتاب سنگ به حداقل می‌رسد.



شکل ۲۰-۵- (نحوه عمل)

اساس سیستم یونیدت^۱ چاشنی با ۵۰۰ میلی ثانیه تأخیر است که با نام U ۵۰۰ شناخته می‌شود. طول استاندارد فتیله‌های آن ۴/۸ و ۶/۸ و ۷/۸ و ۱۵/۰ متر است اما امکان ساخت طول‌هایی از ۲/۴ متر به بالا با اضافه شدن ۰/۶ متر طبق سفارش وجود دارد.

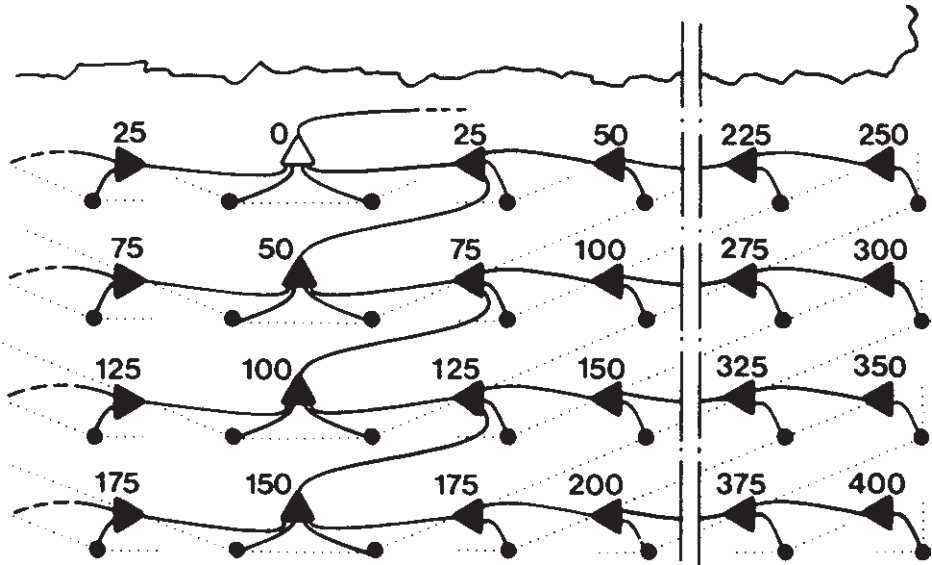
چهار ارتباط‌دهنده مختلف ساخته شده است. سه نوع دارای تأخیر ۱۷ میلی ثانیه، ۲۵ میلی ثانیه و ۴۲ میلی ثانیه هستند و ارتباط‌دهنده چهارم که بدون تأخیر است، قبلاً در سیستم نائل مطرح شد. طول استاندارد آنها ۲/۴ و ۴/۸ متر می‌باشد اما همانند مورد قبلی طول‌های متفاوت با اضافه شدن ۰/۶ متر برای هر سری نیز ساخته می‌شوند.

نانل یونیدت

نام	U۵۰۰
زمان تأخیر میلی ثانیه	۵۰۰

ارتباط دهنده

رنگ	زرد	آبی	قرمز	سبز
نام	UBO	UB۱۶	UB۲۵	UB۴۲
تأخیر میلی ثانیه	۰	۱۷	۲۵	۴۲



شکل ۲۱-۵- ارتباط مدار آتشکاری پله با نانل یونیدت

خودآزمایی

- ۱- چاشنی را توضیح داده و انواع کلی آن را نام ببرید.
- ۲- نانل را توضیح داده و انواع آن را ذکر کنید.
- ۳- چاشنی هرکودت را تشریح کنید.
- ۴- فتیله اطمینان را شرح داده و مزایا و معایب آن را شرح دهید.