

Ing. Miloš Matz

Elektronické rozbušky ve Velké Británii

Elektronikzünder in Großbritannien

Die Vorstellung, dass die Hersteller über die Frage nachdenken, ob sie Elektronikzünder brauchen werden (Bezeichnung für Elektrozünder mit elektronischer Initialzündung), ist Vergangenheit worden.

Jeder der bedeutenden Hersteller von Sprengstoffen hat schon in seinem Entwicklungsprogramm die Elektronikzünder, oder bietet er sie auf dem Markt an. ICI Explosives Europe (ICI) stellte auf der Ausstellung Hillhead'97 (jährliches Treffen nicht nur Bergleute) die Zünder Dynatronic N2 mit einem Elektronikzeitzündler einschl. Winblast vor, was Software für das vollautomatisierte programmierbare System der elektronischen Initialzündler ICI ExEx 1000 ist. Es sind Artikel präsentiert, die Entwicklung und den Unterschied zwischen zwei Produkten der Elektronikzünder auf dem Markt Großbritanniens beschreiben, mit bereits programmierter Verzögerung und voll programmierbare Elektronikzünder.

Electronic detonators in Great Britain

The imagination of producers thinking of the question if they will need electric detonators (already established name for electric detonators with an electronic igniter) has been already the past.

Nowadays every significant explosives producer in the world has already had electronic detonators in his development programme or offers them at the market.

At Hillhead 97 (annual meeting of not miners only), ICI Explosives Europe introduced the Dynatronic N2 detonators with the electronic igniter timing including Winblast, what is a software for fully automatically programmable system of the ICI ExEx 1000 electronic igniter. Articles describing the development and difference between two basic products of electronic detonators at the market in Great Britain with already programmed delay and fully

programmable electronic detonators were presented.

Электронные детонаторы в Великобритании

Представление, что завод-изготовитель обсуждает вопрос будут ли или не будут ли нужны электронные детонаторы (т.е. электродетонаторы с электронным запалом) - это уже дело прошлое.

Каждый из видных изготовителей детонаторов в мире уже имеет электронные детонаторы в своей программе развития, или их уже предлагает на рынке.

Фирма ICI Explosives Europe (ICI) представила на выставке Hillhead 97 (ежегодное мероприятие, где встречаются не только представители горной промышленности) детонатор Dynatronic N2 с электронным регулированием времени запала, включительно software Winblast для полноавтоматизированной программной системы электронного запала ICI ExEx1000. Были представлены статьи с описанием развития и отличий между двумя основными продуктами электронных детонаторов на рынке Великобритании, с программированным уже периодом задержки и полностью программируемые электронные детонаторы.

Elektronické rozbušky ve Velké Británii

Představa, že výrobci přemýšlí nad otázkou, zda budou potřebovat elektronické rozbušky (již zavedený název pro elektrické rozbušky s elektronickým roznětem) je minulostí.

Každý významný výrobce výbušnin ve světě má již dnes ve svém vývojovém programu elektronické rozbušky, nebo je nabízí na trhu.

ICI Explosives Europe (ICI) představila na výstavě Hillhead' 97 (každoroční setkání nejen těžařů) rozbušky Dynatronic N2 s elektronickým časováním roznětu včetně Winblast, což je software pro plně

automaticky programovatelný systém elektronického roznětu ICI ExEx 1000. Prezentovány byly články popisující vývoj a rozdíl mezi dvěma základními produkty

elektronických rozbušek na trhu ve Velké Británii, s již naprogramovaným zpožděním a plně programovatelné elektronické rozbušky.

Historie a vývoj

První elektronické rozbušky byly vyvinuty závodem ICI v Ardeer (Skotsko) v roce 1988 a úspěšně použity na třech odstřelech ve Velké Británii a v okolních státech. V té době byl výzkum a vývoj převážně soustředěn ve Velké Británii a podporován úsilím technických center ICI z dalších zemí jako Jižní Afrika, Austrálie a Kanada.

Dnešní celosvětový trh má přibližně 10 hlavních závodů s úplným programem vývoje elektronických rozbušek. Šest z těchto závodů má zavedený prodej minimálně již po dobu tří let. Snad nejvýznamnější je technologie výroby rozbušek Jižní Afriky, která produkuje zejména elektronickou část těchto systémů. Technologie elektronických roznětů je vlastněna Altech (jednou z největších elektronických společností v Jižní Africe), která si dala za cíl investovat do velkého objemu technologií elektronického roznětu.

Na Evropském kontinentu jsou asi tři klíčové závody: Dynamit Nobel v Německu, NNAB ve Švédsku a Davey Bickford ve Francii. Dva z uvedených závodů, NNAB a Dynamit Nobel, jsou úspěšnými výrobci a prodávají elektronické rozbušky již několik let. Nováčkem na trhu je Daveytronic z Davey Bickford. ICI také vyvíjí svoje vlastní produkty v Jižní Africe. Její odborníci pracují již několik let na úplném programu elektronických rozbušek, který byl koupen ICI v 90. letech. Spojení praktických znalostí ICI, elektroniky, softwaru a skupiny expertů, vedlo k zlepšení produktů, které jsou uplatnitelné v různých odvětvích a programovatelné přes počítač.

ICI má pevné spojení s DNAG v Německu, které dovoluje nabídnout oba programovatelné časované systémy typu Dynatronic N2 ve Velké Británii a okolních státech.

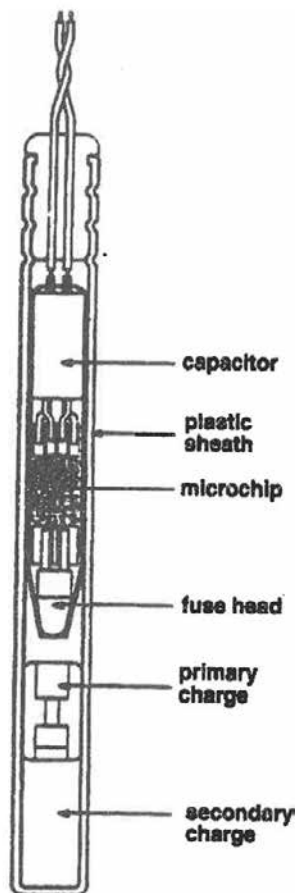
Bezpečnost

Zavedení elektronického roznětu umožní průmyslu podstatně snížit rizika elektrických rozbušek. K iniciaci elektrických rozbušek je zapotřebí elektrické energie, která se v případě programovatelných elektronických rozbušek pohybuje na velmi nízkých – bezpečnějších hodnotách, nebezpečí svodů elektrického náboje je nižší.

Blízkost zdroje elektrické energie potřebného k iniciaci elektrických rozbušek bylo v minulosti hlavní příčinou častých nehod. Současné testy dostupné oprávněným osobám prokazují snížení nebezpečí spojeného s elektrickým výbušným zařízením. Práce provedená Nilsonem a Jacobsenem začala identifikovat tyto problémy a navrhla koncepci Evropských norem pro elektronické iniciační systémy, respektující nezbytné bezpečnostní požadavky. Během tohoto období ICI vyvíjela metody k určení rizik elektronického systému. Mezinárodní tým, zahrnující výrobce, spotřebitele, odborníky přes elektroniku a matematiky, důkladně prověřil možnosti selhání různých systémů a podle výsledků upravil další koncepci. ICI je proto zapojena do práce CEN/TC 321, pracovní skupiny pro harmonizaci Evropských norem pro iniciační systémy.*

Základní principy obsluhy

Většina elektronických systémů má rozbušku, která na pohled vypadá stejně jako běžné typy rozbušek. Je pravda, že ve většině případech byly úmyslně vyvíjeny a přizpůsobeny běžným rozbuškám a tím měl být eliminován problém abnormálně velkého nebo zvláštního tvaru rozbušky.



Elektronické rozbušky, jak je vidět na obr. 1, mají stále běžnou primární (primary) a sekundární slož (secondary charge), např. třaskavinu a pentrit, ale zpoždovací slož byla nahrazena elektronickým zpoždovačem – mikročipem (microchip), který může být programovatelný prostřednictvím roznětnice (Blaster Programmer). Nejedná se o klasickou roznětnici, ale o komplex zahrnující baterii a počítač se softwarem, umožňující naprogramování rozbušek. I zde je k iniciaci primární slož použita elektrická pilule (fuse head). Nad elektronickým zpoždovačem je umístěn kondenzátor (capacitor) nebo baterie, která dodává mikročipu energii. Když je v mikročipu dosažen naprogramovaný čas, zbytková energie v kondenzátoru je dodána do elektrické pilule, která jako u klasických elektrických rozbušek zažehne primární slož.

Elektrická roznětná síť se skládá z elektrických rozněcovadel s přívodními vodiči (Detonator Wires) připojených na spojovací vedení (Connecting Wires), které je prodlouženo na bezpečné místo hlavním přívodním vedením (Bus Wires). Roznětná síť a hlavní přívodní vedení (dvojlinka) zajišťuje spojení mezi roznětnicí (tj. počítač, baterie a software) a mikročipem s nabitým kondenzátorem. Rozbušky jsou zapojeny paralelně (obr. 2).

Obr. 1 Schéma elektronické rozbušky

Výsledné zapojení mezi roznětnicí a přívodními vodiči rozbušek je závislé na složitosti použitého systému. Rozhodně funkčnost roznětného okruhu (plná programovatelnost) může být snížena chybami prvních uživatelů.

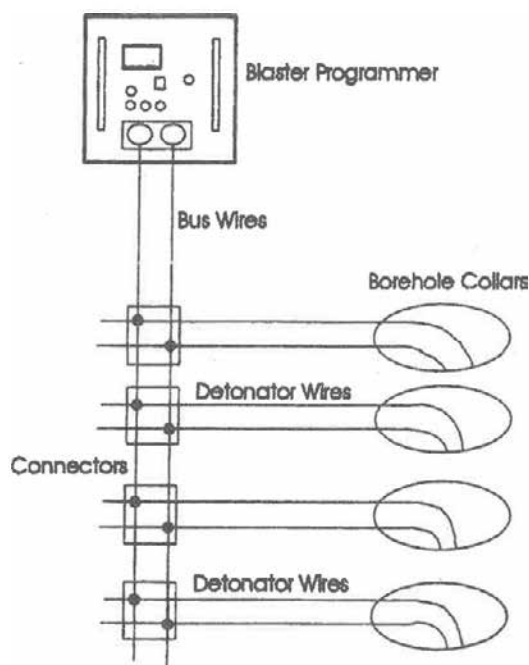
Pro všechny produkty elektronického roznětu je společný digitální nebo analogický signál v hlavním přívodním vedení a spojovacím vedení, ke kterému jsou paralelně zapojeny rozbušky.

Každá rozbuška přijme signál - informaci (tj. naprogramování), kdy iniciovat. Např. plně programovatelný systém má zpětnou indikaci, tj. každá rozbuška může potvrdit přijetí informace.

Ve většině plně programovatelných systémů (např. ICI ExEx systém) může být roznětný okruh oživen nízkou hladinou bezpečné elektrické energie k ověření funkčnosti každé rozbušky.

Po předchozím naprogramování dojde k nabití kondenzátorů v elektronických rozbuškách. Přenos energie v roznětném okruhu je ukončen již před iniciací první

rozbušky. Každá rozbuška je nezávisle iniciována energií nahromaděnou v jejím vlastním kondenzátoru.



Typy elektronických roznětných systémů

Existuje mnoho rozdílných typů elektronických roznětných systémů vyvíjených na celém světě, ale zde jsou dva nejvýznamnější.

Naprogramované systémy

Jedná se o elektrické rozbušky s elektronickým, ale na místě použití již naprogramovatelným časovým zpožděním.

Elektronické zpožďovače uvnitř rozbušek (mikročipy) jsou vyrobeny (naprogramovány při výrobě) se specifickým časem zpoždění podobně jako u klasických rozbušek, kde je však zpoždění dosaženo pyrotechnickou zpožďovací složkou.

Obr. 2 Schéma zapojení rozněcovadel

Vzhledem k tomu, že zpoždění je zajištěno mikročipem uvnitř rozbušky, její připojení na hlavní přívodní vedení je jednoduché a proto sestavení chybného okruhu je minimální. Příkladem tohoto typu je Dynamit Nobel Dynatronic.

Přechodným typem mezi naprogramovanými a plně programovatelnými elektronickými roznětnými systémy je systém, který umožňuje naprogramovat libovolný čas zpoždění, ale stejný pro všechny rozbušky zapojené v okruhu. Použity jsou tedy plně programovatelné rozbušky, ale roznětnice má schopnost naprogramovat jen jedno časové zpoždění. Tento systém není náročný na obsluhu a roznětnice je mnohem jednodušší a levnější.

Plně programovatelné systémy

Jak napovídá název, rozbušky s tímto systémem jsou plně programovatelné s omezeními specifikovanými návrhem odstřelu, tj. každá rozbuška může být jedinečně naprogramována až na místě použití s vlastním časem zpoždění.

Tyto systémy mají řídicí systém se zpětnou indikací (vzájemnou vazbou). Rozbušky přijmou informaci od programovacího zařízení a zpětně oznámí přijetí této logické informace. Dostatečná pozornost musí být věnována ručnímu naprogramování rozbušek (zvolení správného stupně zpoždění a dodržení příslušného schématu časování) v počítači.

Příkladem těchto rozbušek jsou elektronické rozbušky Dynatronic N2.

Elektronické rozbušky Dynatronic N2

ICI představila elektronické rozbušky Dynatronic N2 na trhu Velké Británie v rámci konání Hillhead 97'. Jde o aplikaci plně programovatelného systému, který byl prvním elektronickým roznětem s elektronickým časováním rozbušek na místě spotřeby komerčně dostupným ve Velké Británii. Pojetím, i když nyní vylepšeným, je podobný produktům závodu v Ardeer z roku 1988.

ICI věří, že Dynatronic N2 je v současnosti nejlepší produkt pro trh ve Velké Británii z následujících důvodů:

Použitelnost

Systém Dynatronic N2 má maximální kapacitu 200 rozbušek. Velmi málo aplikací ve Velké Británii vyžaduje více rozbušek než je uvedeno. Jiné plně programovatelné systémy jsou navrženy pro mnohem větší kapacitu než tuto, např. pro více než 1000 rozbušek.

Výcvik

Ačkoliv plně programovatelné mnohokomunikační systémy jsou běžně dostupné, jejich použití je stále důkladně monitorováno z důvodů odlišností od běžného elektrického roznětu a možnosti vzniku chyb ze strany uživatelů. Jednoduchost návodu použití Dynatronic N2, a to kdekoliv, znamená, že schopný střelní mistr by si mohl pod odborným dohledem natrénovat používání systému jen na několika odstřelech.

Spolehlivost

Systém se používá již po několik let a jeho provozní funkčnost a úspěšnost má původ ve stovkách provedených těžebních odstřelů.

Kvalita a dostupnost

Systém je vyráběn ve světě na nejmodernějších plně automatických montážních linkách pod ISO 9001, což je zárukou kvality, a dodáván zavedenou cestou z Německa do Velké Británie a zbylé části Evropy.

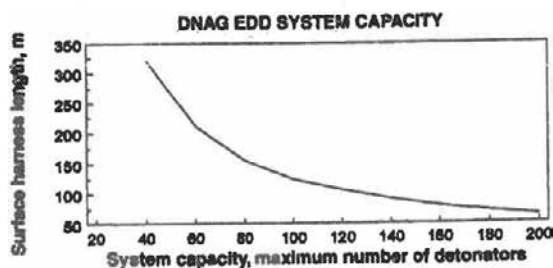
Dynatronic N2 jsou baleny do expedičních obalů, které jsou známé nejvíce střelní mistrům ve Velké Británii u běžných elektrických rozbušek.

Roznětný systém DYNATRONIC

Prvky systému používajícího rozbušky Dynatronic N2 jsou následující:

- baterie, obslužný Dynatronic ZG N1 počítač a software Winblast tvoří „roznětníci“;
- Dynatronic N2 elektronické rozbušky s konektory,
- hlavní přívodní vedení a roznětná síť (spojovací vedení a přívodní vodiče rozbušek),
- Dynatest pro kontrolu funkčnosti okruhu.

Počín a nálož ve vrtu jsou provedeny stejným způsobem jako u běžných systémů. Rozbušky jsou zapojeny paralelně k spojovacímu vedení (dvojlince) za pomoci konektorů ve spojovací krabici. Spojovací vedení je připojeno k dvojlince hlavního přívodního vedení, jenž je odvinuto na bezpečné místo. Dynatest je použit ke kontrole propojení okruhu a úplné odolnosti okruhu (zda nedochází ke svodům elektrického náboje zejména ve vodivém prostředí) podobným způsobem jako u běžných elektrických rozbušek. Jestliže zjištěné hodnoty vyhovují grafu na obr. 3, přívodní vedení je připojeno ke svorkám roznětnice a roznětnice zapnuta.



Graf znázorňuje závislost mezi celkovou kapacitou roznětného systému a celkovým odporem roznětného vedení. Na ose x je vyneseno počet rozněcovadel a na ose y celková délka přívodního a spojovacího vedení.

Obr. 3 Graf pro posouzení jistoty roznětu

V tomto okamžiku roznětnicí proběhne řada vlastních kontrol, jako např. kontrola stavu baterie, propojení okruhu, atd. Když roznětnice dokončí kontroly, rozsvítí se kontrolka a systém je připraven k zadání intervalů zpoždění. Může být použit jakýkoliv interval zpoždění od 1 ms do 100 ms, po 1ms. Zadání se provádí jednoduše pomocí stisknutí tlačítek přiléhajících k časovému intervalu na displeji. Stlačením výstražného tlačítka začne automatický proces řízení, který zahrnuje v následujícím pořadí tato stadia procesu – zapnutí rozbušek (oživením okruhu), nabíjení kondenzátorů, programování a odpal. V časované řadě může být 61 stupňů, tj. stupeň 0 a stupně 1 až 60. Běžné zapojení (v závislosti na celkové délce přívodního a spojovacího vedení) může stačit na 200 rozbušek.

PRVKY roznětného systému DYNATRONIC

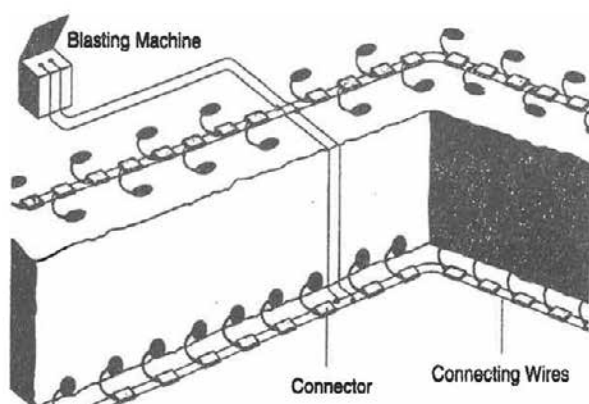
Rozbušky Dynatronic

Dynatronic rozbušky jsou vyrobeny s časovými stupni 0 – 60. Interval zpoždění mezi jednotlivými stupni může být měněn od 0 do 100 ms a programován pomocí počítačové roznětnice Dynatronic E1.

Přívodní vodiče mají zelenou a bílou barvu a jsou smontovány již v závodě s konektorem. Nepostradatelné spojovací krabice s konektorem jsou jejich součástí.

Dynatronic E1 roznětnice

Dynatronic E1 je počítačová roznětnice (Blasting Machine), která odpálí až 200 paralelně zapojených rozněcovadel. Tato roznětnice skutečně pracuje s napětím jen 10 V, nebezpečí svodů elektrického náboje je tedy velmi nízké (pracovní napětí roznětnic podobného typu je rovněž nízké, cca 24 V).



Dynatest

Tímto přístrojem mohou být testovány jednotlivé rozbušky v dobře sestaveném roznětném okruhu. Dynatest ukáže počet rozbušek zapojených v okruhu.

Obr. 4 Schéma zapojení elektronických rozněcovadel

Spojovací vedení

Dva svinuté měděné vodiče slouží k paralelnímu spojení Dynatronic rozbušek.

Barva spojovacího vedení (Connecting Wires) je modrá a žlutá.

DAV-U spojovací krabíčka s konektorem

K přívodním vodičům rozbušek Dynatronic jsou již v továrně přimontovány spojovací krabíčky s konektory (Connectors). Paralelní zapojení rozbušek je provedeno zatlačením spojovacího vedení do kanálků spojovací krabíčky. Kanálky jsou opatřeny ostrými plíšky ve tvaru „V“, které umožní vodivé spojení proříznutím izolace vodičů uzavřením krabíčky kleštěmi. Plíšky jsou součástí vodivého okruhu krabíčky. Spojení krabíčky a krytu krabíčky je provedeno pomocí speciálních kleští. Spojení bude správné, když oba konce spojovacích vodičů zapadnou po tomto úkonu do zmíněných kanálků (dojde k vodivému spojení naříznutím izolace).

Dynatronic spojovací kleště

Speciálně vyrobené „flat-nose“ kleště jsou nezbytné k sestavení funkčního spojení přívodních vodičů rozbušek a spojovacího vedení.

Charakteristika roznětného okruhu

- napětí by nemělo poklesnout pod 2,5 V, - kapacitance obvodu nesmí přesáhnout 0,2 μF ,
- stejnosměrný pracovní proud se pohybuje v rozmezí 0 – 240 mA (závisí na počtu rozbušek),
- maximální proudová hodnota je 245 mA,
- odpor roznětného okruhu by neměl překročit 10 Ω ,

- celková délka přívodního a spojovacího vedení by neměla přesáhnout 300 m, maximální počet rozbušek (200 ks) je závislý na délce přívodního a spojovacího vedení (obr. 3).

Závěr

ICI je prvním výrobcem výbušnin ve Velké Británii, který nabízí snadno použitelné, kvalitní elektronické roznětné systémy povolené EHS.**

Produkty jsou převážně s pevným časováním programovatelného typu (naprogramované).

Názor ICI je, že pravděpodobnost chyby pracovníka a neúspěch zařízení s plně programovatelnými systémy v běžné praxi se zvyšuje zejména tam, kde zákazníci pracují nezávisle na radách výrobců a dodavatelů.

Původce elektronického roznětu ve Velké Británii si netroufá odhadnout, zda nevýhody elektronické technologie převáží čas potřebný k její expanzi, jenž by měla za následek snížení ceny. Ta je hlavní nevýhodou těchto systémů.

Nicméně ICI je přesvědčená, že zákazníci jsou opravdu spokojeni a přibývají další, kteří přejí rozvoji a zlepšování trhací techniky.

Doufám, že tyto základní informace přispějí k dalšímu rozvoji trhací techniky v České republice.

Literatura:

1. NILSON a JACOBSEN: Safety and reliability in initiation systems with electronic detonators, Švédský národní testovací a výzkumný institut, SP Report 1996 (37)
2. GRANT and RAUERT: Electronic detonators Australian trials, Explosives Engineering, jaro 1989
3. DEACON, DUNIAM, JONES: Improved blast control through the use of programmable electronic detonators, AEL (ICI Explosives Jižní Afrika) zpravodaj společnosti 1996, článek zveřejněn na Hillhead 97
4. KONIG, R.: Three modern firing methods are on choice, Nobel Heft 1/1994 (anglický překlad)
5. DYNAMIT NOBEL AKTIENGESELLSCHAFT, Německo: Technická data roznětných systémů DYNATRONIC

Poznámka autora:

* CEN je jedním ze dvou uznaných orgánů kompetentních pro přijímání harmonizovaných norem na základě všeobecných zásad spolupráce mezi Komisí a CEN a Cenelec, ratifikovaných 13.11.1984

** EHS je myšlena směrnice rady z 5.4.1993 o harmonizaci předpisů o uvádění na trh a dozoru nad výbušninami pro civilní použití – 93/15/EHS

V roce 1998 byla ICI Explosives Europe prodána Orica Europe Limited, kde je možné získat další informace na adrese Roburite Centre Shevington Wigan Lancashire, WN6 8HT, UK.