

**О.Б. Бунін, заст. гол. інж.**

*Казенне підприємство "Шосткинський казенний завод "Імпульс"*

**М.Т. Кириченко, к.т.н., доц.**

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"*

**О.О. Фролов, к.т.н., доц.**

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"*

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ НЕЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ ІНІЦІЮВАННЯ

*Наведені коротка характеристика системи ініціювання «NONEL» та хронологія створення аналогічних неелектричних систем ініціювання. Детально розглянуто вітчизняну неелектричну систему ініціювання "Імпульс". Виконано порівняльний аналіз технічних і експлуатаційних параметрів основних неелектричних систем ініціювання. Визначений напрямок подальших досліджень.*

**Вступ.** У середині 80-х років ХХ сторіччя фірма "Нітро Нобель" (Швеція) для підривання шпурових і свердловинних зарядів вибухових речовин (ВР) розробила принципово нову, на той час, систему ініціювання "NONEL". Ця система була позбавлена недоліків традиційної системи ініціювання за допомогою детонуючого шнура (ДШ) [1]. Ініціюючим імпульсом в ній слугує низькошвидкісна ударна хвиля (УД), що поширюється усередині трубки (хвилеводу). Детонація розповсюджується по шару вибухової суміші, який нанесений на внутрішню поверхню хвилеводу. Внутрішній діаметр трубки становить 1,5 мм, а лінійна маса детонуючої ВР у хвилеводі – 18 мг/м. Детонація при такій низькій концентрації детонуючої ВР досягається за рахунок канального ефекту усередині трубки [2].

Оскільки концентрація вибухової суміші у хвилеводі незначна, то зовнішнього енерговиділення не відбувається і промислова ВР навколо хвилеводу не вигорає. Передача детонаційної хвилі від трубки до трубки або до проміжного бойовика відбувається через спеціальні детонатори, принцип дії яких такий самий, як і у звичайних капсулів-детонаторів.

У 90-х роках минулого сторіччя фірмою "Ensign-Bickford" (США) була розроблена і потім впроваджена у виробництво система ініціювання "Primadet", яка за принципом дії є аналогічною системі "NONEL" [3]. В Росії з 1997 року також почато промислове виробництво неелектричної системи ініціювання "СИНВ" [4].

В подальшому світова тенденція щодо розробки неелектричних систем ініціювання продовжилася. Це привело до різноманітності систем ініціювання типу "NONEL" і вони набули широкого розповсюдження на гірничодобувних підприємствах усього світу.

**Актуальність досліджень.** Широке поширення неелектричних систем ініціювання в усьому світі спонукало провідних українських виробників засобів ініціювання до розробки власної системи ініціювання. Основними вимогами до вітчизняної неелектричної системи ініціювання були надійність і підвищена безпека при використанні її при веденні підричних робіт як на земній поверхні, так і в рудниках та шахтах, а за своїми технічними характеристиками вона не повинна поступатися аналогічним закордонним неелектричним системам ініціювання. Крім того, вона повинна бути дешевше своїх закордонних аналогів.

**Викладення матеріалу досліджень.** Вітчизняна неелектрична система ініціювання "Імпульс" була розроблена в 2000 році Шосткинським казенним заводом "Імпульс" разом з Державним науково-дослідним інститутом хімічних продуктів України і Державним науково-дослідним інститутом безпеки праці і екології в гірничорудній і металургійній промисловості України [5]. В 2005 році вона допущена до постійного застосування.

Система "Імпульс" забезпечує: високий рівень керованості масовими вибухами за рахунок використання індивідуального сповільнення при підриванні кожного свердловинного заряду; ефективне використання донного ініціювання свердловинних зарядів; виключення можливості зворотного ініціювання від свердловинного заряду ВР в поверхневу підривну мережу; виключення підбивки підривної мережі і можливість оптимізації поверхневих сповільнювачів; нечутливість до електричних і електромагнітних впливів; стійкість до механічних впливів завдяки своїм конструктивним особливостям; низький сейсмічний ефект, що забезпечується різночасністю спрацювання свердловинних зарядів.

Неелектрична система ініціювання "Імпульс" складається з поверхневого ініціюючого пристрою із сповільненням (УНС-ПА або УНС-П), свердловинного ініціюючого пристрою із сповільненням УНС-С і стартового пристрою (рис. 1). Пристрої УНС-ПА, УНС-П і УНС-С являють собою сповільнюючий

детонатор, який герметично з'єднаний за допомогою гумової втулки з відрізком хвилеводу певної довжини. Хвилевід пристроїв системи "Імпульс" являє собою еластичну багатопарову пластикову трубку. На внутрішню поверхню трубки нанесена детонуюча суміш, після ініціювання якої по внутрішньому каналу хвилеводу поширюється ударна хвиля зі швидкістю 2000 м/с. Ударна хвиля має достатній імпульс, щоб ініціювати сповільнюючий елемент капсуля-детонатора, але недостатній, щоб викликати ушкодження хвилеводу. За проміжні детонатори при використанні системи "Імпульс" можуть застосовуватися шашки типу ЗТП-800, ЗТП-1200, ДПУ-830, що мають спеціальне посадкове місце під капсуль-детонатор.



Рис. 1. Загальний вид пристроїв неелектричної системи ініціювання "Імпульс"

Система "Імпульс" може також застосовуватися у комбінації з ДШ. Для цього передбачений спеціальний з'єднувач, що являє собою полімерний затискач із посадковими місцями під хвилевід і ДШ. У цьому випадку ДШ служить як поверхнева мережа, а "Імпульс" може розміщуватися в свердловинних зарядах.

Технічні і експлуатаційні параметри неелектричної системи ініціювання "Імпульс" та основних світових систем ініціювання "NONEL", "Primadet", "СИНВ" наведено в табл. 1.

З даних, які наведено в табл. 1, видно, що система "Імпульс" має 9 значень внутрішньосвердловинних сповільнень і 8 значень поверхневих сповільнень, що, у порівнянні із системою ініціювання "NONEL", значно розширює можливості регулювання тимчасових характеристик дії вибуху. Крім того, капсуль-детонатор свердловинного пристрою УНС-С є більш безпечним в порівнянні з аналогічними пристроями систем "NONEL" і "Primadet", оскільки в ньому відсутня первинна ініціююча ВР. У той же час капсуль-детонатор УНС-С – більш потужний і відповідає стандарту КД №10, а свердловинний детонатор системи "NONEL", відповідно до свого стандарту, відповідає КД №8. Це дозволяє використовувати для ведення підривних робіт більш нечутливі, а отже, і більш безпечні проміжні детонатори.

Також важливою перевагою системи "Імпульс" є міцність з'єднання капсуля-детонатора із хвилеводом, що збільшує надійність системи в цілому. Зокрема, кріплення в системі "NONEL" витримує навантаження в 40 Н (4 кг), а в системі "Імпульс" – 80 Н (8 кг) (табл. 1).

Неелектрична система ініціювання "СИНВ", на думку авторів роботи [6], у цілому характеризується більш низькою якістю хвилеводу і більшим розкидом за часом спрацьовування в порівнянні із системами "NONEL" і "Primadet". За цими параметрами система "Імпульс" також вигідно відрізняється від системи "СИНВ" [5].

**Висновки.** В результаті вищенаведеного встановлено, що:

- неелектричні системи ініціювання типу "NONEL" одержали широке поширення в усьому світі завдяки кращим, в порівнянні з ДШ, технологічним властивостям;
- вітчизняна неелектрична система ініціювання "Імпульс" за своїми технічними характеристиками не поступається своїм закордонним аналогам;
- за деякими експлуатаційними параметрами система "Імпульс" перевершує системи ініціювання "NONEL", "Primadet" і "СИНВ".

Таблиця 1

Основні технічні і експлуатаційні параметри неелектричних систем ініціювання

Технічні і експлуатаційні параметри	Неелектричні системи ініціювання			
	NONEL, Швеція	Primadet, США	СИНВ, Росія	Імпульс, Україна
Зовнішній діаметр	3	3	3,6±0,2	3,2±0,2

хвилеводу, мм				
Маса детонуючого складу у хвилеводі, мг/м	18	16	20	20
Наважка ВР у капсулі-детонаторі (КД), г	Unidet - 0,94 SL - 0,2	MS, LP - 1,1 EZTL - 0,18	КД ІЗ - 1,9 КД П - 0,93	УНС-С - 1,6, УНС-П- 0,5, УНС-ПА - 0,2
Швидкість проходження УД по хвилеводу, м/с	2100	2000	2000	2000
Температурні умови застосування, °С	-40...+80	-50...+65	-50...+85	-50...+85
Водостійкість, год.	168 год. при 0,2 МПа	EZTL – 24 год. при 0,1 МПа MS, EZDet, LP – 336 г при 0,3 МПа	СИНВ-С – 336 год. при 0,2 МПа, СИНВ-П – 48 год. при 0,005 МПа	УНС-С – 224 год. при 0,2 МПа, УНС-П(А) - 48 год. при 0,005 МПа
Міцність хвилеводу на розрив, Н	300	Немає даних	160	200
Міцність з'єднання КД з хвилеводом, Н	40	50	СИНВ-С – 80, СИНВ-П – 60	УНС-С – 80 УНС-П(А) – 50
Наявність первинного ініціюючого ВР у свердловинному КД	Немає	Так	Немає	Немає
Наявність первинної ініціюючої ВР у поверхневому КД	Так	Так	Немає	УНС-П – немає УНС-ПА – так
Кількість серій внутрішньо-свердловинних сповільнень	5 (у діапазоні від 400 до 500 мс)	15 (у діапазоні від 25 до 600 мс)	11 (у діапазоні від 100 до 500 мс)	9 (у діапазоні від 100 до 500 мс)
Кількість серій поверхневих сповільнень	5 (0, 17, 25, 42, 67 мс)	6 (0, 17, 25, 33, 42, 62 мс)	7 (0, 17, 25, 42, 67, 109, 176 мс)	8 (0, 15, 25, 40, 67, 105, 150, 200 мс)
Максимальна кількість хвилеводів в поверхневому з'єднувальному блоці	5	6	8	5 – для УНС-ПА, 6 – для УНС-П

Основним напрямком подальших розробок є удосконалення як окремих елементів, так і неелектричної системи ініціювання "Імпульс" у цілому. Зокрема, передбачається збільшити кількість хвилеводів, які одночасно ініціюються від одного поверхневого з'єднувального блока. Це дозволить розширити можливості по регулюванню якості подрібнення гірської маси за рахунок збільшення різноманітності схем підривання.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Шевкун Е.Б.* Управление действием взрыва скважинных зарядов. – М.: Наука, 1992. – 181 с.
2. Инструкция по эксплуатации системы "Нонель" / Шведский институт испытаний и исследований, 1998. – 55 с.
3. Примадет. Неэлектрические системы иницирования. Применение продукции / УЕВ – 16 с.
4. *Андреев В.В.* Разработка, освоение производства и внедрение в горнорудной промышленности неэлектрической системы взрывания СИНВ // Физика горения и взрыва. – 2001. – Т.37. – № 1. – С. 137.
5. Система ініціювання неелектрична «Імпульс». Технічні умови. ТУ У 24.6-14314452-007:2005. – Введ. 14.12.05. – 45 с.
6. *Рубцов С.К., Еришов В.П., Сидоров Е.Ю.* Сравнительный анализ применения неэлектрических систем иницирования на горнодобывающих предприятиях // Горный вестник Узбекистана. – 2005. – № 2 (21). – С. 61–65.

БУНІН Олександр Борисович – заступник головного інженера казенного підприємства "Шосткинський казенний завод "Імпульс".

Наукові інтереси:

– вибухові роботи.

КИРИЧЕНКО Михайло Терентійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри геобудівництва та гірничих технологій Національного технічного університету України "КПІ".

Наукові інтереси:

– гірництво.

ФРОЛОВ Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри геобудівництва та гірничих технологій Національного технічного університету України "КПІ". Тел. (044) 406-80-08

Наукові інтереси:

– вибухові роботи;

– гірництво.

Подано 24.04.2008

**Бунін О.Б., Кириченко М.Т., Фролов О.О.** Порівняльний аналіз технічних і експлуатаційних параметрів неелектричних систем ініціювання

**Бунин А.Б., Кириченко М.Т., Фролов А.А.** Сравнительный анализ технических и эксплуатационных параметров неэлектрических систем инициирования

**Bunin A.B., Kyrychenko M.T., Frolov A.A.** The comparative analysis of technical and operational parameters of non-electric systems of initiation

УДК 622.325

**Сравнительный анализ технических и эксплуатационных параметров неэлектрических систем инициирования / А.Б. Бунин, М.Т. Кириченко, А.А. Фролов**

Приведены краткая характеристика системы инициирования «NONEL» и хронология создания аналогичных систем инициирования. Детально рассмотрена отечественная неэлектрическая система инициирования «Импульс». Проведен сравнительный анализ технических и эксплуатационных параметров основных неэлектрических систем инициирования. Определено направление дальнейших исследований.

УДК 622.325

**The comparative analysis of technical and operational parameters of non-electric systems of initiation / A.B. Bunin, M.T. Kyrychenko, A.A. Frolov**

The short characteristic of initiation system «NONEL» and chronology initiation similar systems creation are given. The domestic non-electric system of initiation "Impulse" is considered in details. The comparative analysis of technical and operational parameters of the basic non-electric systems of initiation is carried out. The orientation of the further researches is defined.