

Изследване на основните свойства на емулсионните взривни вещества с марка "Елацити"

Гергана Камбурова

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ. В статията са разгледани извършените изследвания на емулсионните взривни вещества за граждански цели с марка "Елацити". Изследвани са основните свойства на експлозивите с марка "Елацит 1100" и "Елацит 3400". Елацит 1100 е 100% емулсия, а "Елацит 3400" е смес от 70% емулсия и 30% анфо. Експлозивите се произвеждат в цех на площадката на рудник Елаците по технология на американската фирма AUSTIN POWDER –САЩ.

В резултат на изследванията се установи отличната водоустойчивост на двете марки елацити, както и високите им взривни параметри –скорост на детонация при диаметър 105mm на заряда от над 5000m/s.

Определени са основните параметри на двата експлозива за граждански цели в т.ч. водоустойчивост, разслояване, чувствителност на удар, триене, пламна точка, необходимия междинен детонатор, критичен и стабилен диаметър и скорост на детонация.

STUDY OF THE MAIN PROPERTIES OF EMULSION EXPLOSIVES TYPE "ELAZITI"

ABSTRACT. The article presents a study of the key properties of two emulsion explosives for civil use type *Elazit* – Elazit 1100 and Elazit 3400. Produced at the Elazite Mine by technology of the American company Austin Powder-USA, Elazit 1100 is 100% emulsion, while Elazit 3400 is a composite of 70% emulsion and 30% ANFO.

The results of the conducted study suggest that both *Elaziti* have excellent water resistance and admirable blasting properties – the velocity of detonation at 105mm diameter of the charge is over 5000m/s.

Established were the key properties for the two explosives for civil use: water resistance, lamination, impact and friction sensitiveness, fire point, the needed primer charge, critical and stable diameter, and velocity of detonation.

Емулсионните експлозиви се явяват като съчетание и развие на водонапълнените взривни вещества, тип слари и нафтоселитрените експлозиви. В света те са познати като тежък анфо. По същество емулсионните експлозиви представляват водно маслена емулсия на амониевата селитра, сенсibiliзирана с порести микробалони или с аератори.

Емулсионните експлозиви с марка "Елацити" се произвеждат в цех на площадката на рудник "Елаците" по технология на американската фирма Austin Powder със седалище щата Охайо, гр. Кливланд.

Настоящата работа разглежда извършените изследвания за установяване на основните свойства и параметри на произвежданите в изградения цех експлозиви с марка "Елацити 3400 и 1100" предназначени за извършване на взривни работи в открити рудници и кариери в обводнени и сухи сондажи.

Принципна технология за приготвяне на емулсионни експлозиви

Съгласно разработената и осъществена технология на площадката на рудник "Елаците", емулсията се получава на базата на около 81% наситен разтвор на амониева селитра с поддържана температура в реактора 80-85°C. Наситеният разтвор на амониевата селитра се смесва и хомогенизира с около 8 % дизелово гориво. По нататък се поставя около 1 % емулгатор, като сместа преминава през специално съоръжение за осъществяване на пълна хомо-

генност. Така приготвената смес по същество представлява т.н. матрица, която все още не е взривно вещество. След сенсibiliзирането на така получената хомогенизирана матрица с около 1% микробалони се получава емулсионно взривно вещество. Готовата смес в случая се складира в бункер с вместимост 50 тона пригоден за натоварване в зареждаща машина.

По принцип емулсионните взривни вещества могат да се употребяват в чист вид, т.е. 100% сенсibiliзирана емулсия или в различни комбинации на смес от 100 % емулсия и анфо. В конкретния случаи съгласно разработената технология за производство и употреба в рудник "Елаците" се предвижда да се работи или с 100 % сенсibiliзирана емулсия или със смес от 100% сенсibiliзирана емулсия в количество 70% и 30 % анфо (смес от гранулирана амониева селитра и дизелово гориво).

Съгласно разработената технология, сместа от 100% сенсibiliзирана емулсия и анфо, се осъществява на практика при зареждането в сондажите със специално доставени зареждащи машини, чрез които се осъществява, както смесването на емулсията с анфо, така и зареждането с готовата смес.

Предмет на настоящата работа са изследванията на основните свойства на двата вида произвеждани в инсталцията експлозиви "Елацит 1100" представляващ 100% сенсibiliзирана емулсия и "Елацит 3400" представляващ смес от 70% "Елацит 1100" и 30% анфо.

Методи за изследване

За определяне на основните свойства на емулсионните експлозиви с марки "Елацити" се използват стандартизираните в нашата страна методи за определяне на основните параметри.

Специално внимание беше обърнато на един от най-важните параметри – водоустойчивостта на емулсионните експлозиви. По принцип те трябва да са водоустойчиви.

За определяне на този много съществен параметър беше разработен следния метод на изследване.

В еднолитрова бежерова чаша се поставят 500ml. вода. Във водата се изсипва определено количество от изследваното взривно вещество – 300-500g., като същото следва да потъне на дъното на съда с вода. Съдът с поставеното в него взривно вещество и вода се оставят да престоят при стайна температура определено време – от 24 до 96 часа.

На определени интервали водата над взривното вещество внимателно се разбърква със стъклена пръчка без да допира пробата от взривно вещество. След това с мерителен съд се взимат около 20 ml. от водата, която се поставя в изпарително стъкло и се претегля. Пробата се поставя в сушилна до изпаряване на водата, като със съответния математически инструментариум се определя процента на разтворената амониева селитра в определения час престояване на взривното вещество във водата.

"Елацитите" бяха изследвани и по стандартизирания метод съгласно БДС 15270-81, който се състои в следното: Около 300g от изследвания експлозив се загъва в един слой тензук краищата на които се превързват с конец. Така приготвената проба се поставя във висящо положение в съд с вода (500ml) при стайна температура. Пробата е поставена така, че да имитира проточна вода, т.е по всяко време на изследването същата е изцяло обвита във вода. По нататък се повтарят описаните по горе операции на първия метод.

При определяне на параметрите критичен и стабилен диаметър, и скорост на детонация съществуват определени различия между действащите български стандарти и методите, по които тези параметри се определят от "Austin Powder".

Според "Austin Powder" скоростта на детонация се определя като експлозива се поставя в стоманена тръба или се извършва изпитване с оптични датчици поставени в заредения сондаж.

Според нашите действащи стандарти скоростта на детонация и съответно критичния и стабилен диаметър се определят в пластмасов шлаух или ПВЦ тръба. С цел да се извършат по прецизни изследвания за определяне на скоростта в пластмасов шлаух се използва апарат и с оптически (светлинни) датчици.

Резултати от изследвания

Основните резултати от извършените изследвания са както следва:

1. Водоустойчивост

Водоустойчивостта като основен параметър на емулсионните експлозиви с марка "Елацити" беше определена по двете разгледани методики.

На таблица 1 са дадени получените резултати.

Таблица 1.

Водоустойчивост на експлозиви с марки "Елацит 1100" и "Елацит 3400"

Време в часове	Разтворимост на амон. селитра в % към цялото взривно вещество			
	Първа методика потопено ВВ в съд с вода		Втора методика висящо ВВ в съд с вода	
	Е 1100	Е 3400	Е1100	Е 3400
След 6 часа	0,25	1,32	0,40	1,40
След 24 часа	0,39	1,70	0,90	1,74
След 48 часа	0,47	2,21	1,25	2,50
След 72 часа	0,59	2,73	1,47	3,77
След 96 часа	0,64	3,00	2,38	4,96

Анализът на получените резултати показва, че емулсионните експлозиви с марки "Елацит 1100" представляваща 100% сенсibiliзирана емулсия и "Елацит 3400" представляваща смес от 70% "Елацит 1100" и 30% анфо имат много добра водоустойчивост.

Поставени в условията, в които работят тези експлозиви в практиката (първа методика), "Елацит 1100" губи от състава си до 1% от амониевата селитра, а "Елацит 3400" до 3% отнесена към цялото взривно вещество след 96 часа (4 денонощия).

По втората методика, при която изпитваната проба от ВВ стои изцяло потопено във вода, като не му се позволява да се установи на дъното на съда, разтворимостта на селитрата след 96 часа се увеличава до 2-5% и за двата експлозива и съответно до 1-2 % след 24 часа.

По време на тези изпитвания не се установи двата експлозива да се разслояват.

2. Плътност

Определената по стандартните методики плътност на "Елацит 1100" е 1,25g/cm³ а на "Елацит 3400" е 1,27 до 1,29 g/cm³

Тези резултати са многократно повтарящи се на проби от различни опаковки експлозиви. Установи се освен това че плътността и на двата експлозива не се изменя в двумесечния срок на изследването.

3. Въздействие на температура

И двата експлозива бяха изпитани на стабилност под въздействие на различни температури. Експлозивите бяха поставени да престоят по 24 часа в термокамера при температура 50°C и в хладилна камера при минус 35°C.

След престояване в термо и хладилна камери не се установи разслояване и каквито и да е промени в експлозивите.

4. Чувствителност на удар, триене и пламна точка

Експлозивите "Елацит 1100" и "Елацит 3400" бяха изпитани по стандартните методи на чувствителност на удар, и триене. Не се получи взривяване в нито един от опитите, което говори за тяхната слаба чувствителност към механични въздействия, удар и триене.

Експлозивите не се възпламеняват и при загряване до 400 °С, съгласно действащите в страната методи.

5. Определяне на началния импулс

Експлозивите с марка "Елацит 1100" и "Елацит 3400" бяха изпитани за възприемане на детонация от КД № 8, електродетонатор и детониращ шнур.

От извършените по 10 изпитвания се установи, че експлозивите са нечувствителни към въздействието на тези средства за взривяване, т.е. не възприемат детонация от тях.

За определяне на необходимия начален импулс бяха извършени изследвания с 400g тротилови пресовки като междинен детонатор.

От над 25 броя взривявания се получи пълна детонация на зарядите. Детонация на зарядите се получи и при инициране с 72 g тротилова пресовка.

От извършените изследвания за началния импулс, необходим за инициране на зарядите от "Елацит 1100" и "Елацит 3400" се установи че:

- Оптималния междинен детонатор е 400g тротилова пресовка(стандартна);
- Минимален междинен детонатор е 72g тротилова пресовка (стандартна);
- Чувствителност към КД, ЕД и ДШ- не детонира

6. Критичен диаметър

За определяне на критичния диаметър бяха извършени взривявания с различни диаметри на зарядите. Търсеше се устойчива детонация на зарядите със скорост над 1500-2000m/s. Иницирането на зарядите се извършваше с оптимален междинен детонатор.

От извършените изследвания се установи, че критичният диаметър, на "Елацит 1100" е 45 mm на заряд, поставен в тръба от ПВЦ и 70mm на заряд, поставен в пластмасов шлах, а стабилния диаметър е 105mm. За "Елацит 3400" критичния диаметър в полиетиленов шлах е 80mm, а стабилния 140mm.

7. Скорост на детонация

За определяне скоростта на детонация бяха извършени достатъчен брой изследвания. Използуваха се съвременни апаратури с жични и светлинни датчици, което гарантираше достоверност на резултатите.

Зарядите се иницираха с междинни детонатори от 400g тротилова пресовка, която от своя страна беше иницирана с електродетонатор.

На таблица 2 и 3 са дадени получените резултати.

От извършените изследвания се установи, че стабилния (оптимален) диаметър при работа с "Елацит 1100" е над 105mm. При диаметър на заряда от 105mm, поставен в тръба ПВЦ с дебелина на стената 2-2,5 mm се получава сравнително висока скорост на детонация около и над 5000m/s.

Таблица 2.

Скорост на детонация при различни диаметри на заряда на "Елацит 1100" с междинен детонатор 400g тротилова пресовка

№ по ред	Диаметър на заряда, mm	Дължина на заряда, mm	Тип на датчиците	Скорост на Детонация, m/s
1. В тръби от ПВС с дебелина на стената 2,5 mm				
1.	45	1200	Светлинен	3708
2.	45	1250	Светлинен	4122
3.	45	1180	Жичен	3095
4.	45	1220	Жичен	3121
5.	105	1100	Светлинен	5110
6.	105	1160	Светлинен	5050
7.	105	1200	Жичен	4920
8.	105	1140	Жичен	4750
2. В пластмасов шлах				
1.	70	1240	Светлинен	2940
2.	70	1200	Жичен	2520
3.	70	1160	Светлинен	2890
4.	70	1200	Жичен	2600
5.	80	1220	Светлинен	3318
6.	80	1180	Жичен	3000
7.	105	1140	Светлинен	4200
8.	105	1200	Жичен	3700

Таблица 3.

Скорост на детонация при различни диаметри на заряда на "Елацит 3400" с междинен детонатор 400g тротилова пресовка

№ по ред	Диаметър на заряда, mm	Дължина на заряда, mm	Тип на датчиците	Скорост на Детонация, m/s
1. В тръби от ПВС с дебелина на стената 2,5 mm				
1.	45	1220	Светлинен	отказ
2.	45	1210	Жичен	отказ
3.	105	1200	Светлинен	5444
4.	105	1210	Жичен	4913
2. В пластмасов шлах				
1.	63	1200	Светлинен	отказ
2.	63	1200	Жичен	отказ
3.	80	1210	Светлинен	2111
4.	80	1210	Жичен	2010
5.	110	1200	Светлинен	4813
6.	110	1190	Жичен	4500
7.	140	1200	Светлинен	5462
8.	140	1280	Жичен	5300

От дълготрайни изследвания у нас е установен коефициент за изчисление скоростта на детонация, получена в тръба от ПВЦ към скоростта в сондажни отвори. Този коефициент е 1,17. В случая $5000 \times 1,17 = 5850 \text{ m/s}$. Оптималната скорост на детонация на "Елацит 1100" може да се приеме за 5500-5800m/s.

На таблица 3 са дадени получените резултати от изследваната скорост на детонация на "Елацит 3400". От извършените изследвания се установи, че стабилният (оптимален) диаметър при работа с "Елацит 3400" е 120-140mm, при което се получава устойчива детонация със скорост около и над 5000m/s.

Интересно е да се отбележи, че зарядите от "Елацит 3400" поставени в тръба от ПВЦ дават отказ при 45mm

диаметър на заряда. Устойчива детонация от порядъка от около 5000m/s се получава при заряд в тръба от ПВЦ с диаметър 105mm.

Устойчива детонация от около 2000m/s се получават при заряди на "Елацит 3400" с диаметър 80mm в пластмасов шлаух. При заряди в пластмасов шлаух от 110 до 140mm се получава устойчива детонация от 4500 до 5500m/s.

8. Кислороден баланс

Кислородният баланс на "Елацит 1100" е минус 12,68, а на "Елацит 3400" е минус 7,50%

Основни изводи

От извършените лабораторно-полигонни изследвания на емулсионните експлозиви с марка "Елацит" могат да се направят следните основни изводи:

1. Емулсионните експлозиви с марка "Елацити" произведени в цех на площадката на рудник "Елацит" по технология на американската фирма "Austin Powder" са съвременни промишлени взривни смеси и са предназначени за открити взривни работи в обводнени и сухи сондажи.

2. Емулсионните експлозиви с марка "Елацити" притежават много добра водоустойчивост. След 96 часа (4 денонощия) престой във вода те губят от 1- 5% от амониевата си селитра. "Елацит 1100" представляващ 100% сенсibiliзирана емулсия след четири денонощия престой във вода губи само от 1 до 2 % от амониевата си селитра. Това определя експлозива "Елацит 1100" като незаменимо взривно вещество за работа в силно обводнени сондажи.

3. Експлозивите с марка "Елацити" могат да се зареждат механизирани с висока производителност с подходящи за целта машини. Експлозивите могат да се употребяват и в пакетирани състояние, в пластмасов шлаух с диаметър от 140 до 200mm, което качество ги прави по мобилни при тяхната употреба.

4. Емулсионните експлозиви с марка "Елацити" имат критичен диаметър от 70-80mm и стабилен диаметър от

105mm за марка "Елацит 1100" и 120-140mm за марка "Елацит 3400", което ги прави удобни за работа в открити рудници и кариери.

5. Скоростта на детонация на експлозивите с марка "Елацити" е сравнително висока от 4500 до 5500m/s за "Елацит 3400" и от 5500-5800m/s за "Елацит 1100". Този показател гарантира добри практически резултати при тяхното използване.

6. Експлозивите с марка "Елацити" са слабо чувствителни вещества, които не възприемат детонация от КД № 8, електродетонатор и детониращ шнур. Техният оптимален междинен детонатор е 400g тротилова пресовка или 450g лят оранжев бустер.

7. Експлозивите с марка "Елацити" са топло и студоустойчиви и не се разслояват при температурни колебания от плюс 50° С до минус 50° С. Техният гаранционен срок е над три месеца. Техният кислороден баланс за "Елацит 1100" е минус 12,68%, а за "Елацит 3400" е минус 7,50%

Заклучение

Емулсионните експлозиви с марка "Елацити" са съвременни взривни смеси за граждански цели и тяхното производство и внедряване в минната практика е значително развитие в областта на взривната техника и технология в Република България.

Литература

Лазаров Сл., 1988. *Взривни работи*, изд. Техника.
Техническа Спецификация № 00 2-94 *Взривни вещества промишлени. Емулсионни взривни вещества "Елацити"*.
Лазаров Сл., Камбурова Г. *Технически отчет за изследване на емулсионни взривни вещества*.
Архив на "Миненрго" ЕООД БДС за изпитване на експлозиви за граждански цели.