

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИНЦИДЕНТИ ПРИ ТРАНСПОРТИРАНЕ НА ЕКСПЛОЗИВИ, ВЗРИВНИ ИЗДЕЛИЯ И ВЗРИВООПАСНИ МАТЕРИАЛИ

Славчо Лазаров, Гергана Камбурова

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

РЕЗЮМЕ: Експлозивите и взривните изделия се използват за извършване на различни взривни работи при добива на полезни изкопаеми, строителството и др. отрасли, както и за специални цели. Те обаче са чувствителни към външни въздействия и при тяхната непредвидена детонация се получават тежки аварии и последствия. Особена опасност се отбелязва при транспортирането на експлозиви и взривни изделия от мястото на тяхното производство до мястото на тяхната употреба. Изследването и изучаването на инцидентите при транспортиране на експлозивите и взривните изделия е важно условие за осигуряване на безопасна работа с тях.

RESEARCH OF RECENT ACCIDENTS INVOLVING EXPLOSIVES TRANSPORT AND HAZARDOUS MATERIALS

Slavcho Lazarov, Gergana Kamburova

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia

ABSTRACT: Fires involving vehicles transporting bulk blasting products for use in mine blasting operations have occurred and danger present from such incidents should be understood so that an incident is controlled in a safe manner. Several fire and subsequent explosion incident involving bulk transport vehicles are discussed. Although such fire incidents are rare, knowing the hazard and having the appropriate safety protocol can serve to prevent a life-threatening disaster. The various factors that can result in a disaster from an explosion caused by a fire involving a bulk truck are discussed

1. Въведение

Експлозивите и взривните изделия се използват за граждански и специални цели. Те са чувствителни на различни физико-механични въздействия, като удар, триене, натиск, искра, огън и др. При запалване и горене в зависимост от конкретните условия те преминават в детонация с всички произтичащи от това последствия. Изхождайки от тези свойства на експлозивите и взривните изделия са разработени различни правила и изисквания за тяхното производство, пакетиране, транспортиране, зареждане и взривяване.

Транспортирането от мястото на производство до мястото на употреба или складирането им е важен и отговорен процес при работата с тях.

Транспортирането на експлозиви и взривни изделия може да се извършва с автомобилен, железопътен, морски и въздушен транспорт в закрити и охраняеми превозни средства. При превозването на експлозиви и взривни изделия с ж. п. транспорт се използват товарни влакове със закрити вагони. Вагоните се почистват основно и експлозивите във фабричната им опаковка се закрепват добре за да се избегне триенето на отделните части.

При превозването на експлозиви с морски транспорт се използват контейнери или цели вагони при фериботен транспорт.

Въздушният транспорт се използва за ограничени количества експлозиви за граждански цели, като мостри и др.

Най – масово, експлозивите и взривните изделия се доставят с автомобилен транспорт. По – голямата част от доставките на експлозивите за граждански цели от производителя до потребителя, както и от складовете на потребителя до взривните полета в откритите и подземни рудници, кариери и обекти се извършва също с автомобилен транспорт.

През 1999г. Република България прие да изпълнява Европейската спогодба за превоз на опасни товари с автомобилен транспорт позната като **АДР**. Системата АДР обхваща всички изисквания за транспортиране на опасни товари с автомобилен транспорт. Товарите са разпределени в 9 класа, като клас 1 се отнася за всички видове експлозиви (материали и изделия) предназначени както за граждански, така и за специални цели. Амониевият нитрат използван масово като окислител във взривните смеси е от пети клас, подклас 5.1.

Клас 1 е „ограничен клас“. Веществата и изделията включени в него се транспортират при спазване на специфични разпоредби, като други товари не могат да се включат в превоза. С изключение се разрешава само

превозването на гориво в резервоарите и резервно гориво, което по същество е опасен товар от клас 3.

В клас 1 експлозивни се включват:

- а) Конкретни поименно определени взривни или пиротехнически смеси;
- б) Конкретни поименно определени взривни или пиротехнически изделия;
- в) Образци и мостри от неуточнени поименно вещества или изделия, за които се предполага, че са експлозивни и взривни изделия с цел уточняване на тяхната кодировка;
- г) Вещества и изделия под общото наименование „НУК“ (неуказани конкретно);
- д) Празни непочистени опаковки от експлозивни и взривни изделия.

Експлозивите и изделията от клас 1 са дадени в шест подкласа в зависимост от степента на опасност от разрушителното действие и чувствителността им към действието на външни фактори.

Степента на опасност при превоз на експлозивни и взривни изделия от посочените подкласове е най – голяма при **подклас 1.1** и най – малка при **подклас 1.4**. Подреждане на експлозивите и взривните изделия по степен на опасност е , както следва:

1.1,1.5,1.2,1.3,1.6 и 1.4

Към амбалажа и опаковките на експлозивите и взривните изделия от всички подкласове, както и към

опаковката на амониев нитрат (AN) има определени изисквания по системата АДР дадени в маржинали 10014 и 2000. Опаковките трябва да осигурят да не изтича опакования материал или изделие , да са достатъчно здрави, да се затварят така, че да предотвратяват изтичане, навлажняване , нагряване и др. Металните части на взривните изделия трябва да са изолирани от металните части на амбалажа и др. Върху опаковките се поставят задължително етикети за опасност.

2. Изследване на характерни инциденти при транспортиране на експлозивни, взривни изделия и взривоопасни материали

В резултат на извършените изследвания се установи, че при транспортиране на експлозивни и взривни изделия преди всичко с автомобили и ж. п. транспорт стават тежки с големи последствия инциденти въпреки взетите мерки съгласно изискванията на нормативните документи.(Камбурова , 2007; Mainiero, Rowland, 2009; Verakia, Lobb, 2009)

На таблица 1 са дадени част от най –характерните инциденти при транспортиране с описание на превозваните експлозивни и взривни изделия причината и последствията от станалите инциденти.

Таблица 1

Най –характерни инциденти при транспорт на експлозивни, взривни изделия и материали

Място на инцидента	Дата	Транспортирани експлозивни и взривни изделия	Характеристика на инцидента	Последствия от инцидента
1.Walden Ontario- Канада	05.08.1998г.	18 тона експлозивни за граждански цели	Пожар и след 32-37 минути експлозия	Разлет на късове и повредени къщи на 2470м.
2.Neyshabur, Иран	18.02.2004г.	Влак с вагони с сира, петрол, тор, памук, вълна	Дерайлирали вагони с последваща експлозия	300 убити в т.ч. 182 обгорени, 450 души ранени
3. Ryongchon, Северна Корея	22.04.2004г.	Влак с вагони с 88 тона АС и дизелово гориво	Експлозия всл. на удар на вагоните с АС и ДГ	154 убити, 1300 ранени разрушения до 500 м.
4. Mihailesti, Румъния	24.05.2004г.	22 тона азотен тор	След пътен инцидент -пожар и последваща експлозия с кратер дълбок 10 м и диам. 20 м.	20 убити в т.ч. двама журналисти
5. Salt Lake City, Юта,САЩ	08.2005г.	16,1 тона бустери	Експлозия с кратер 9 м. дълбок и 21 м. диаметър	11 ранени
6. Shengangzhai, Китай	12.09.2005г.	19,5 тона амониев нитрат	Експлозия с кратер 5,6 м. дълбок и 18,5 м. диаметър	12 убити, 43 ранени
7.Mesa Arizona- САЩ-медна мина	15.09.2006г.	5,1 тона емулсионен експлозив	Пожар по време на зареждане, след 40 и 70 мин. експлозии	Кратер дълбочина 0,76 и диаметър от 4 до 12 м.
8. р. Република, България	04.2007г.	3,2 тона експлозив ГДА-БМ, 50 броя детонатори, 50 броя бустери	Запалване зад кабината на шофьора, след 15-20 мин. експлозия	Бордови автомобил ЗИЛ напълно разрушен

На 5 август 1998 г. при автомобилен превоз на влекач с контейнер за Валден Онтарио, Канада на 18 тона експлозив за граждански цели след пътен инцидент последвало обръщане и пожар. След 32-37 минути от пожара настъпва експлозия на превозвания експлозив.

На фигура 1 е даден общият вид на пътната магистрала след експлозията.



Фиг.1 Експлозия при транспортиране на експлозив в Онтарио, Канада след пътно произшествие

Влекачът с контейнера с експлозива се движел в пътен участък с отвесни скали. Водачът се отклонил от пътя, вследствие на което един или два от резервоарите с дизелово гориво се пробиват. След инцидента вследствие на изтичането на дизелово гориво последвал пожар. Водачът на товарния автомобил излязъл от кабината с помощта на двама души спрели пътници за помощ. Пътят е бил двустранно отцепен от уведомената полиция и пожарникари. Пожарникарите уведомили по телефон за инцидента канадският транспортен спешен център, който им е наредил да преустановят пожарогасенето, да изтеглят хората на безопасно разстояние и да отцепят района, поради опасност от експлозия. След 32-37 минути от инцидента през които експлозивът е горял е настъпила детонация. Вследствие на това е имало разлет на късове от транспортните средства до 2470 м и са повредени няколко жилищни постройки. Вследствие на взетите правилни мерки за отцепване на района и извеждане на хората няма жертви от инцидента, като съвсем леко са ранени двама души от участниците при положение, че експлозията е станала на магистрала с интензивно движение

На 18 февруари 2004г. в Neyshabur, Иран е станал инцидент с влак превозващ в 17 товарни вагона сира, шест цистерни с дизелово гориво, седем вагона тор, 10 вагона памук и вълна. След дерейлиране на влака е станал обемен взрив, при който са загинали 300 души и 450 души са били ранени. Превозваните товари не са от клас 1 по АДР, но тяхното смесване е довело до експлозията, като обемен взрив.

На 22 април 2004г. е станал подобен инцидент в Ryongchon- Северна Корея с влак превозващ 88 тона амониев нитрат и цистерни с дизелово гориво. След влизане в ж.п. гарата и маневриране в резервен коловоз двата вагона с по 44 тона амониева селитра се сблъскват с цистерни с дизелово гориво. Вследствие на това става експлозия, в резултат на която се е образувал кратер с дълбочина 10 м. и диаметър 20 м. (фиг.2). Загинали са 154 души, а 1300 души са ранени. Разрушени са сгради в т.ч. училище на разстояние до 500 м. (фиг.3)



б)



Фиг.2 Експлозия на вагони с АС при удар с цистерни с дизелово гориво в Северна Корея:
а) Кратер получен в резултат на експлозия; б) Общ вид на разрушените вагони

На 24 май 2004 г. в Mihailesti, Румъния на около 50 км северно от Букурещ е станала катастрофа с автомобил натоварен с 22 тона амониев нитрат. Машината се е обърнала. В резултат се е разразил пожар. Водачът на колата се е опитал да загаси огъня, като след това е поискал помощ от близкото селище. Междувременно няколко коли са спрели, като излезлите



Фиг.3 Училищна сграда след станалата експлозия с вагони с АС и дизелово гориво в Северна Корея

хора са наблюдавали пожара. Между тях е имало и двама телевизионни журналисти, които са снимали. Пристигнали са и пожарни коли, които са започнали пожарогасене.

Вследствие на интензивното горене е последвало силна експлозия. Поради голямо струпване на хора от експлозията са загинали 20 души, сред които 7 души пожарникари участвали в гасенето. Сред загиналите са и двама телевизионни журналисти и осем души наблюдаващи пожара. В резултат на експлозията се е образувал кратер с дълбочина 10 м и диаметър 20 м (фиг. 4).

Станалият инцидент с последваща експлозия показва недвусмислено, че при горене на чист амониев нитрат вследствие на развиване на висока температура настъпва експлозия с тежки последствия. Инцидентът показва, че гасенето в продължително време на пожари на такива товари е изключително опасно, като мястото на пожара следва бързо да се евакуира и отцепва.

През август 2005 г. е станала експлозия при автомобилен транспорт на 16,2 тона бустери в път 6 в Salt Lake City, Юта, САЩ. Водачът на колата губи контрол при завой, вследствие на което покривалото се скъсва и товарът се прекатурва и запалва. Преминаващи коли спират, за да помогнат, но водача им казва, че превозват експлозиви и те напускат мястото. След известно време колата експлодира, като се образува кратер с диаметър 20-30 м и дълбочина 9 м. Ранени са 11 души, като колата е напълно разрушена. (фиг.5).



Фиг.4 Фрагменти от пътния инцидент, пожар и експлозия на 22 тона амониев нитрат в Mihailesti, Румъния



Фиг. 5 Кратер с диаметър 25-35 м. след пожар и експлозия на 16,2 тона бустери в Salt Lake City, Юта,САЩ

На 12 септември 2005 г. автомобил с 19,5 тона амониев нитрат е експлозирала в Китай до селището Shengangzhai, Китай. В резултат се е образувал кратер с диаметър 18,5 м и дълбочина 5,6 м. В резултат на експлозията са загинали 12 души , ранени са 43 души и са разрушени множество сгради.(фиг.6)



Фиг. 6 Фрагменти от разрушенията след експлозия на автомобил с 19,5 тона амониев нитрат в Shengangzhai, Китай

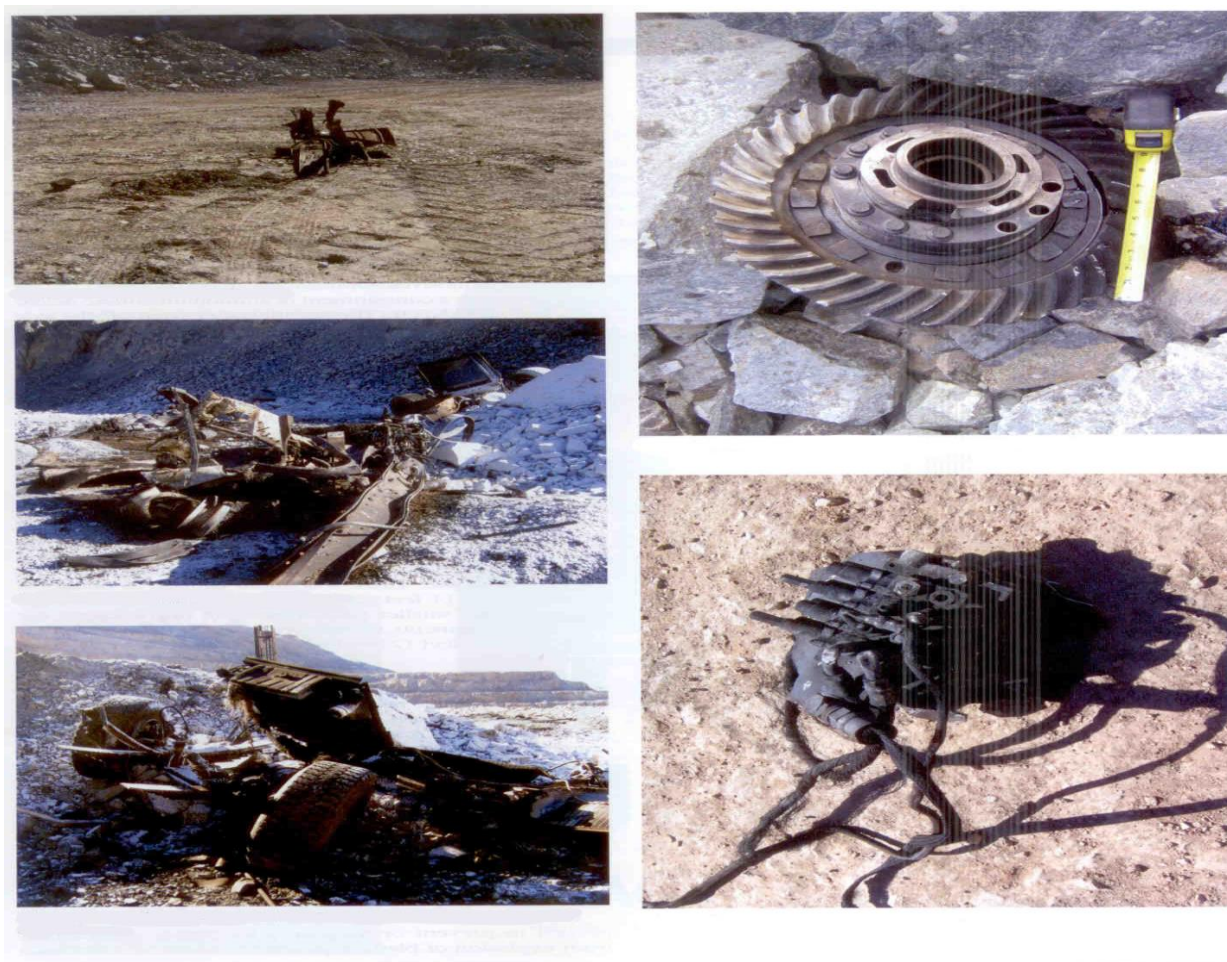
На 15 септември 2006г. в открит рудник за медна руда в Меса, Аризона САЩ е станал пожар с последващи две експлозии на 5,1 тона емулсионен експлозив по време на зареждане на сондажи. Отчита се, че емулсионните експлозиви са с голямо водно съдържание и са слабо чувствителни. По свидетелски показания пожарът е започнал със свистене под шофьорската кабина и се е разпространил в баките с взривни субстанции. След 40 мин. от започването на пожара е станала малка експлозия, а след 70 мин. е станала голяма експлозия. На фиг. 7 е даден общият вид на ситуацията след експлозията. От фотосът е видно, че експлозията не е засегнала зареждащия маркуч и зареждащия сондаж.(фиг. 7) Съгласно извършената експертиза по време на пожара моторът на колата е работил. Счита се, че е започнало изтичане на хидравлична течност с високо налягане от страна на шофьора. Моторът е бил топъл и затова хидравличната течност се е запалила от горещия аспух. Огънят е изпарил водата и амониевият нитрат се е разлял като бял прах, което е видно от фиг.7



Фиг. 7 Общ вид на ситуацията след експлозията в Меса , Аризона САЩ със зареждащия маркуч.

На фиг. 8 са дадени фрагменти при експлозията на 5,1 тона емулсионен експлозив в меден рудник Маса, Аризона, САЩ по време на зареждане.

През месец април 2007 г. в България в открития рудник Република, Перник става пожар и последваща експлозия в автомобил превозващ 3,2 тона грубодисперсен експлозив сенсibiliзиран с вторичен барут с марка ГДА-БМ, около 50 броя електродетонатори и 50 броя бустери от взривния склад на предприятието до рудника. Колата е бордови ЗИЛ неотговарящ и непригоден за транспортиране на експлозиви по системата на АДР. След 7-10 мин. от пристигането и паркирането на колата на взривното поле, работещи в рудника забелязват дим и пламъци , които излизат зад кабината на водача. След взетите мерки за евакуиране на хората от мястото на пожара в продължение на няколко минути е станала експлозия на целия товар. Жертви и ранени няма.



Фиг. 8 Фрагменти при експлозията на 5,1 тона емулсионен експлозив в меден рудник Меса, Аризона, САЩ по време на зареждане

3. Анализ на инцидентите и основни изводи

От анализа на разглежданите инциденти при превоз на експлозиви, взривни изделия и материали могат да се направят следните основни изводи:

1. Значителна част от инцидентите при транспортиране на експлозиви, взривни изделия и взривоопасни материали с тежки последствия са станали след пътно-транспортни произшествия, изразяващи се с загуба на контрол и обръщане при автомобилния транспорт, при дерейлиране на вагони и удари при маневриране на вагони при ж.п. транспорт, както и при зареждане на емулсионни експлозиви във взривни полета.

В Република България е регистриран инцидент станал вследствие на пожар в спрял автомобил не отговарящ на изискванията на АДР с бензинов двигател.

2. При инциденти с автомобилен транспорт станали след пътни произшествия се отбелязват тежки произшествия с много жертви. При тези случаи обикновено са се предприемали действия по гасене на пожарите на превозвания товар в т.ч. и наблюдаване на произшествието от странични хора. Типичен пример за това е инцидента до град Mihalesti, Румъния, при което

загиват 7 пожарникари и още 13 души странични наблюдатели, от които и двама телевизионни журналисти.

При пътен инцидент в Ontario, Канада след взето решение от канадският транспортен спешен център за отцепване на района, извеждане на хората на безопасно разстояние в т.ч. на водача и помощник-водач и не предприемане на действия по гасене на пожара липсват жертви, като само двама души са леко пострадали. Вследствие на експлозията са нанесени материални щети само на няколко къщи.

От извършения анализ следва, че при пожар на експлозиви, взривни изделия, окислител и др. взривни материали след първи неуспешен опит за потушаването му следва преустановяване на пожарогасенето, бързо отцепване на района и извеждане на хората на безопасно разстояние. Такива мерки са били предприети и при инцидента в Salt Lake City, Uta, САЩ през август 2005г. и в рудник Република, България през април 2005г., което е довело до липса на човешки жертви.

3. Значителна част от инцидентите с тежки последствия са станали при превоз на амониев нитрат и други окислител, които са от клас 5 по АДР. Такива са случаите при удяне на ж.п. маневра на 2 тона амониев нитрат в цистерни с дизелово гориво в Ryongchon, Северна Корея, през 2001г., при което става експлозия с 154 души убити и

1300 души ранени, инцидента в Mihailesti, Румъния, през същата година с 22 тона амониев нитрат след пътно произшествие и в Shengangzhai, Китай през 2005 г. с 19, 5 тона амониев нитрат с 12 убити и 45 броя ранени.

Всички инциденти стават след пожар и последваща експлозия на чистия амониев нитрат. От това следва, че амониевият нитрат трябва абсолютно да се третира като взривоопасен материал и при организиране на мерки при станали инциденти с амониев нитрат да се съблюдават изискванията към инциденти с експлозивни и взривни изделия.

4. От анализа на станалите инциденти произлиза и още един важен извод. Той е свързан с инциденти по същество с невзривни материали и изделия, но при чието смесване в т.ч. и с въздуха се получават взривоопасни смеси, при чието инициране вследствие на някакви причини (пожар, удар) се получават обемни експлозии. Такъв е случаят с дерейлирала влакова композиция в Neyshabur, Иран през февруари 2004 г. превозваща сяр, петрол, окислител, памук и вълна. При станалата експлозия вследствие на дерейлиране на композицията, удар и смесването на различни материали са загинали 300 души и 450 души са ранени.

Изхождайки от разгледания инцидент изучаването на т.н. обемни взривове в различни стопански отрасли е с изключителна важност в т.ч. при транспортиране на материали и от клас 2, клас 3, клас 5 и др.

Заклучение

От извършения анализ на пътно транспортните инциденти и основните изводи при транспорт на експлозивни, взривни изделия и взривоопасни материали се установява, че въпреки взетите мерки за организиране на транспорта съгласно нормативните изисквания в отделните страни са налице инциденти с тежки последствия изразяващи се преди всичко с много жертви и значителен брой ранени хора. Освен това се нанасят и

значителни материални щети. Трябва да се има въпредвид, че инциденти с особено тежки последствия стават и при превоз на материали и изделия извън клас 1 експлозивни, но с такива, при чието смесване в т.ч. и с въздуха се получават взривоопасни смеси и се реализират големи обемни взривове.

Основният извод от направения анализ на инцидентите е, че при пожар на такива материали вследствие на различни причини след първи неуспешен опит за потушаване на пожара, пожарогасенето следва да се преустанови, да се маркира и отцепи района на инцидента и незабавно да се отведат на безопасни разстояния хората в т.ч. и служителите на различни ведомства – водачи, помощник-водачи, пожарникари, полицейски служби и др.

Много съществен елемент в случая е разгледаните основни мерки за предотвратяването на жертви при такива инциденти да бъдат отразени като незабавни мероприятия в задължителните инструкции за безопасност при превоз на опасни товари съгласно изискванията на АДР. За съжаление тези изисквания съгласно действащите нормативни документи в страните от Европейския съюз и в света се подценяват, не се обясняват на водача и помощник-водача на транспортните средства и често имат формален характер.

Литература

- Камбурова Г. 2007 „Взривни явления и експлозивни“, С
Камбурова Г., 2008, Изисквания и документи при превоз на експлозивни и взривни изделия по системата АДР, сп. *Експлозив*, бр. 7 С.
Mainiero R, Rouland J, 2009, A review of Recent Accidents Involving Explosives Transport, *Explosives Engineering*, mart/april
Verakis H, Thomas L, 2009, Bulk Transport Vehicle Fire Safety: Preventing a Mine Site Disaster, *Explosives Engineering*, 2 брой mart/april

Препоръчана за публикуване от Катедра “Открито разработване на полезни изкопаеми и взривни работи”, МТФ