SAT–LB-P-2-CT(R)-05

THEORETICAL MODEL OF DEVELOPMENT OF CHEMICAL TOXIC ZONE AS A RESULT OF ACCIDENT WITH PROPENE

Sabina Nedkova, PhD
Department " Technologies, materials and material science",
Faculty ot Technical Science
University "Prof.d-r Asen Zlatarov", Burgas, Bulgaria
Tel.: +359 898238132
E-mail: sabina_nedkova@abv.bg

Plamena Atanasova, PhD
Department " Technologies, materials and material science",
Faculty ot Technical Science
University "Prof.d-r Asen Zlatarov", Burgas, Bulgaria
Phone: +359 888520858
E-mail: pl.veleva@abv.bg

Abstract: *The theoretical model of this report is based on data on an incident, which hapened on December 10th , 2016 at the Hitrino station, Hitrino village in Shumen district, where a freight train with propane butane and propene directed Burgas-Rousse derailed upon entry into the station, which breaks the integrity of two wagons of the train composition and caused leakage of the transferred highly flammable and explosive substances. After a spark, starts a fire which leads to the loss of seven lives, injures twenty-nine people while destroying the nearest buildings around the station and catastrophic material loses. This incident requires an evacuation of the people from the village over a period of several days as fire fighting and deggasing actions take place. The theoretical model is shaped with the help of the the hazard modelling program ALOHA within the CAMEO software suite, used to plan prevention and to respond to chemical emergencies. The theoretical model shows the three toxic impact zones resulting from the incident based on the different concentrations of the test gas, coloured in red, orange and yellow, according to their hazard levels, as well as the predicted gas concentration in the vicinity of the incident for the time of one hour after the accident. The presented theoretical model of this incident enables the planning of rapid measures to prevent such events by timely and accurately providing information on the formation of the chemical toxic/contamination zone and providing time for evacuation and rescue operations.*

Keywords: *Propylene, fire, accident, toxic zones*

ВЪВЕДЕНИЕ

В нашето ежедневие се произвеждат и използват много промишлени химически вещества, които са опасни за човека при работа, превози, или аварии. От тях, най-опасни са тези промишлени отровни вещества, които предизвикват експлозии, пожари, и притежават висока токсичност. Това са такива химически суровини и продукти, които имат токсично действие и оставени на открито, разпръснати в резултат на инцидент, или получени в резултат на пожар, заразяват въздуха на големи площи и предизват поразяване на хора, животни и селскостопанска продукция (В. Николов, К. Кирков, А. Лазаров, Л. Друмчев и Б. Йорданов, Промишлени отровни вещества при крупни производствени аварии и провеждане на спасителни и други неотложни работи, Военно издателство, София ,1990).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Аварията в Хитрино

На 10 декмври 2016 г. в 5 часа и 37 минути сутринта на гара Хитрино, област Шумен, товарен влак с пропан бутан и пропилен с направление Бургас-Русе, дерайлира при навлизане в гарата. В резултат на това се нарушава целостта на два вагона от товарната

влакова композиция и се получва теч на пренасяните промишлени отровни вещества, които са силно пожаро и взривоопасни. След искра, възниква пожар, който води до загуба на седем човешки животи, ранява двадесет и девет човека, като разрушава прилежащите, около гарата сгради и нанася катастрофални материални щети. Този инцидент, налага евакуация за период от няколко дни, докато текат пожарогасителни действия и действия по дегазация на мястото, при което населението е изведено от домовете си, докато районът е не е станал безопасен за здравето и живота на хората.

Версиите за катастрофата са противоречиви и не достатъчно категорични. Въпреки всички неясноти обаче, загубата на седем човешки живота, големият брой ранени и огромните материални щети са факти, които налагат оценка и анализ на този инцидент, за да не се допусне появяването на същите обстоятелства, които да доведат до повтарянето му, чрез планиране и реализиране на превантивни действия и взимането на предохранителни мерки.

Настоящият доклад е провокиран от горецитирания инцидент, но в същността си, той описва теоретичен модел на формиране на химическо огнище на заразяване и формиране на три токсични зони, в резултат на авария с ж.п цистерна с пропилен (пропен). Входните данни са избрани, така, че да бъдат в контекста на инцидента, но са с експериментален и теоретичен характер и до известна степен, но не изцяло се доближават до обстановката преди инцидента. Целта на изследването е да представи теоретичен модел на формираното химическо огнище на заразяване, който доказва високото ниво на опасност на изследваното вещество, сериознността на всеки инцидент с неговото участие, както и необходимостта от планирането на предварителни мерки - технологични и организационни бариери, които да минимизират вероятността на реализиране на инцидент. С помощта на използваната програма ALOHA (http://www2.epa.gov/cameo/aloha-software.) са определени т.нар. AEGL зони - зони на прогнозно високи / остри стойности на заразяване. За продължителността на дадена експозиция, има формирани три AEGL зони, всяка от които съответства на определен рисков потенциал за живота и здравето на засегнатите.

AEGL-3 е зоната, съответстваща на необратими-летални концентрации за населението. На картата се оцветява в червено.

AEGL-2 е зоната, съответстваща на концентрации, свързани със сериозни поражения, дълготрайни неблагоприятни последици за здравето на населението. На картата се оцветява в оранжево.

AEGL-1 е зоната, съответстваща на концентрации на сериозен дискомфорт и дразнене. Ефектът от действието е обратим след прекратяване на експозицията. На картата се оцветява в жълто.

Пропилен (пропен)

Пропилен (пропен) е огнеопасен газ от първа категория, изключително запалим, без цвят и мирис. С долна граница на възпламеняване 2% и горна граница на възпламеняване 11%, молекулна формула C_3H_6, молекулно тегло 42,08 g/mol. Продуктът е нереактивен при нормални условия на употреба, съхранение и транспорт. Стабилен при нормални условия, но топлината може да накара контейнерите с пропен да експлодират. При вдишване има опасност от задушаване (асфикция), ако се остави да се акумулира до концентрации, които намаляват кислорода до по-ниски от безопасните за дишането нива. Вдишването на високи концентрации може да причини виене на свят, замайване, главоболие, гадене и загуба на координация. Продължителното вдишване може да доведе до загуба на съзнанието. Съществува опасност от задушаване (асфикция), ако се остави да се акумулира до концентрации, които намаляват кислорода до по-ниски от безопасните за дишането нива (Информационен лист за безопасност, Пропен, Пропилен, Лукойл Нефтена компания, 09-февруари-2011г.)

Изходни данни за аварията

Място на инцидента: с. Хитрино, Община Хитрино, Област Шумен, население към 2011 година - 720 човека;

Дата на инцидента: 10 декември 2016 година, 5 часа и 37 минути сутринта;

Описание на района: Местност със ниски сгради, къщи и ниска растителност - разлив на закрито;

Метеорологични данни: Тези данни са взети от информационнен портал за обсъждане на времето (www.stringmeteo.com) и се отнасят за град Разград, който се намира на разстояние 32.36 км в северозападна посока, за избраната дата и час. За целите на теоретичния модел приемаме тези данни за достатъчно точни. Скорост на вятъра - 5 m/sec, посока на вятъра – ЗЮЗ (запад-югозапад), температура - 5.4 °C, влажност 58%, облачност 2/8, вертикална устойчивост на атмосферата - инверсия с ниска степен.

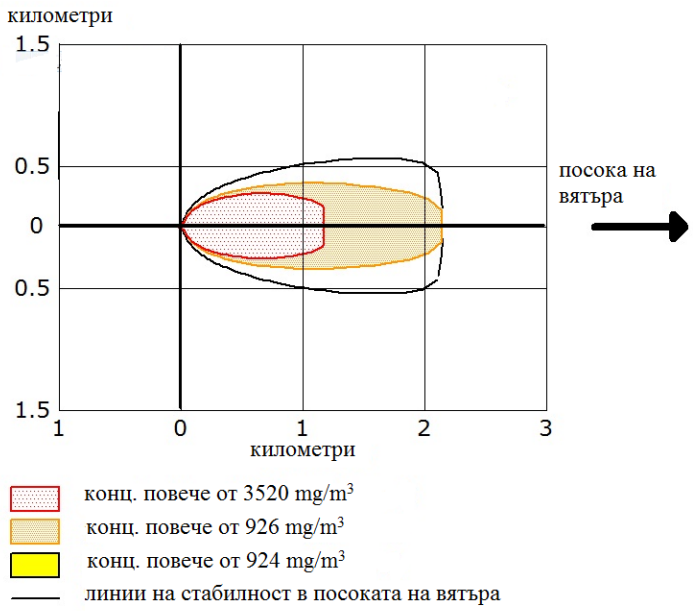
Сценарий

Получаване на пробойна в резултат на инцидент – дерайлиране на цистерна за ж.п превоз на пропен. Цистерната е хоризонтална и цилиндрична с диаметър 2.8 метра, дължина 11,9 метра и вместимост от 73.3 $м^3$. Газът се пренася под налягане, под формата на т.нар „втечнен газ”. 67% от вместимостта на цистерната е запълнена с пропен в количество от 31,1 тона. Пробойната е с приблизителни размери 1/0,5 метра и има формата на правоъгълен отвор, разположен на дъното на цистерната (на 2,8 см), при което цялото количество пропен напуска много бързо обема на цистерната.

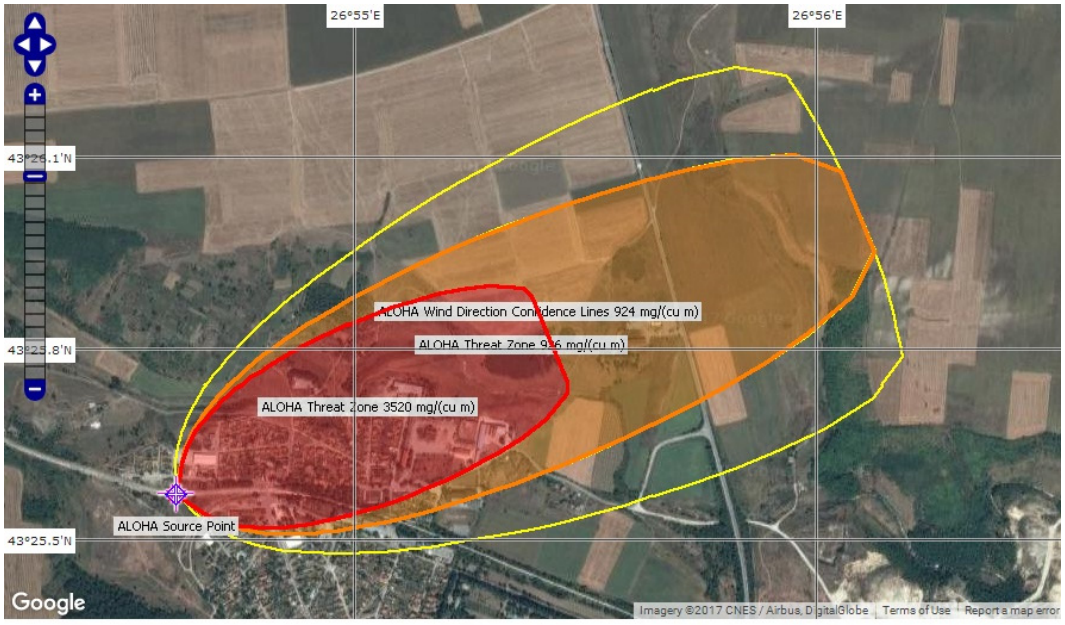
Експеримент

След въвеждане на изходни данни софтуера генерира трите зони на токсично действие на изследваното вещество. На Фиг. 1 се вижда, че при сравнителна стабилност на посоката на вятъра тези зони са с голяма дължина. Червената зона (AEGL-3), която отговаря на зоната, в която достигнатата концентрация (в случая 3520 mg/m^3) ще има смъртоносен ефект е с дължина повече от километър и ширина около половин километър, а оранжева и жълта зона (AEGL-2 и AEGL-1), които в случая съвпадат и са зони на сериозен дискомфорт и дразненене на засегнатото население, както и на сериозни, но обратими поражения, са с дължина около два километра и ширина малко под километър.

Получените резултати, както и високите концентрационни стойности отчетени за представените зони може да бъде обяснено със специфичните физични и химични свойства на пропилена. В Съединените щати и в някои европейски държави е установена прагова граница от 500 части на милион (ppm) за експозиция (за 8 часа), въпреки, че в Агенцията за защита на околната среда (EPA) на САЩ, пропилена не е категоризиран като опасен замърсител на въздуха съгласно Закона за чистотата на атмосферния въздух. Това е така, защото той се разпада, а не се и очаква биоакомулиране. Също така пропена има ниска остра токсичност при вдишване. Вдишването на газа може да причини асфикционни ефекти (задушаване) и при много високи концентрации, безсъзнание. Въпреки това, границата на задушаване за хората е около 10 пъти по-висока (23%) от най-ниското ниво на запалимост, при което дори и една малка искара ще предизвика пожар, какъвто се предполага е бил и случая в Хитрино („Product Safety Assessment(PSA): Propylene“*, Dow Chemical Co)*



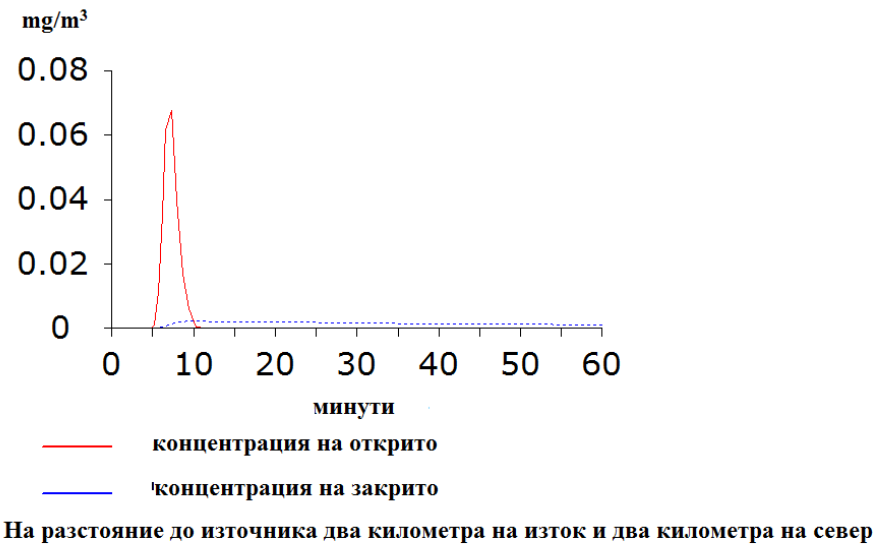
Фиг. 1.Токсични дози на разпределение на пропилен (пропен), отделени в резултат на аварии



Фиг. 2. Токсични зони на разпределение на пропилен върху Гугъл карта на местността в и около община Хитрино

С помощта на уеб приложението на софтуера АЛОХА, МАРПЛОТ, токсичните зони бяха нанесени на карта на местността (Фиг.2). Видно е, че те заемат доста голяма площ, в която влиза половината от населената зона. При население от около 700 човека, червената зона би засегнала поне половината от тях. Както стана ясно и по-рано в тази ситуация, по-веорятната опасност би била възпламеняването на този изключително пожароопасен газ, с много ниски граници на възпламеняване (2% -долна граница и 11% горна граница на възпламеняване),от искра, открит огън, или много високи температури.

На Фиг. 3 е направена оценка на разпредлението на концентрацията на пропилена в посока изток, север. Зададена е посока на разспространение на изток и север с разстояние от по два километра в едната посока, в областта на най-близко разположеното населено място - с. Сливак, област Шумен.



Фиг. 3 Концентрация на пропилен, по време след аварията в местността около село Сливак

Вижда се, че концентрацията на пропилен на открито ще достигне до 0,7 mg/m^3 от петата, към седмата минута след инцидента, след което тя спада. Според Наредба 14 за норми за ПДК на вредни вещества, тази концентрация ще бъде под пределно допустимата, обозначена със стойност 3 mg/m^3.

ИЗВОДИ

Ежегодно в България преминава поток от транспортни средства, превозващи силно отровни вещества, които при катастрофа, инциденти и аварии създават условия за замърсяване на околната среда и са заплаха за живота и здравето на населението. Едно от тези вещества е пропилена (пропена), при който макар и малка, вероятност от реализиране на инцидент с този газ съществува и за съжаление, доказателство за това са седемте жертви, разрушените домове на хората и нанесените материални щети в Хитрино. Тежестта на такива аварии, налагат тяхното изучаване и анализ, с цел предвиждането на мерки за превенция и контрол на всички обстоятелства, довели до тях.

REFERENCES

Informational safety list ot Propene, propylene, Lukoil refinery, 9th of February 2011

Product Safety Assessment (PSA): Propylene. *Dow Chemical Co.,*

Regulation № 14 from 23.09.1997 on the limit values for the concentrations of pollutants in the atmospheric air of the settlements

V. Nikolov, K. Kirkov, A. Lazarov, L. Drumchev, B. Yordanov, Industrial toxic substances, released from major industrial accidents and developing of rescue and other types of urgent works, Military publishing house, Sofia, 1990

http://www2.epa.gov/cameo/aloha-software., accessed on10-25th September 2017