

FRI-21-P-CT(R)-20

**THEORETICAL MODEL OF FORMATION OF A ZONE OF CHEMICAL
CONTAMINATION WITH HYDROGEN SULFIDE AS A RESULT OF AN ACCIDENT**

Plamena Atanasova, Sabina Nedkova, Stela Naydenova

**ТЕОРЕТИЧЕН МОДЕЛ НА ФОРМИРАНЕ НА ХИМИЧЕСКО ОГНИЩЕ НА
ЗАРАЗЯВАНЕ СЪС СЕРОВОДОРОД В РЕЗУЛТАТ НА АВАРИЯ**

Пламена Атанасова, Сабина Недкова

Катедра "Основи на химичните технологии"

Университет "Проф. д-р Асен Златаров" Бургас

E-mail: pl.veleva@abv.bg

E-mail: sabina_nedkova@abv.bg

Стела Найденова

Катедра "Екология и опазване на околната среда"

Университет "Проф. д-р Асен Златаров" Бургас

E-mail: steltion@btu.bg

Theoretical model of formation of a zone of chemical contamination with hydrogen sulfide as a result of an accident. The report is focused on the development of a theoretical model of a zone of chemical contamination, which could be formed as a result of an accident with hydrogen sulfide. The 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 consists of three Acute Exposure Guideline Level's AEGL zones, formed in relation with the concentration of H₂S in the area after an accident with 500 kilograms of the gas. At this amount of the gas was proven that the concentration in the air would not be high (0,51-50 ppm), but even at this situation an eventual exposure of 60 minutes within the zone with 50 ppm can cause death. Prevention measures, based on theoretical models like the one reported, have a key role in the effective management of an accident and that is why they are very important.

Key words: Chemical contamination zone, hydrogen sulfide, accident, theoretical model, prevention

ВЪВЕДЕНИЕ

Опасностите, на които сме изложени ежедневно могат да произтичат от заобикалящата ни среда, да бъдат продукт на химическа, или физична реакция, да са част от опасности, генерирани от други хора, или природни бедствия. Опасностите, които се реализират в резултат на неконтролираното изпускане в атмосферата на промишлени отровни вещества са с високи нива на тежест, поради свойството им при попадане в организма над определена концентрация да предизвикват в една или друга степен поражения върху него включително и смърт. Степента на поражение при тях зависи от редица субективни и обективни фактори, но най-вече от количеството постъпило в организма.

Обект на настоящото проучаване е теоретичен модел на формиране на химическо огнище на заразяване в резултат на изпускане на 500 kg сероводород от директен източник за един час. Опитната постановка е провокирана от инцидент, който е причинил разпространение на сероводород, с концентрация 36 пъти над допустимата норма в Бургас. Задушливото вещество е било изпуснато на 31 март 2016 г. от инсталация „Газова съра" от „Лукойл Нефтохим Бургас". Концентрация от 0,0050 mg/m³ е била измерена в 02,00 часа и след това в 05,00 часа от автоматична измервателна станция „Долно Езерово“, гр. Бургас. След 09,00 часа сутринта концентрациите спадат и след този час няма превишения на количествата на сероводорода. Не е съществувала опасност за жителите на града и близките населени места. Отчетените завишени концентрации също са много по-ниски от пределната [1].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Сероводородът H_2S е токсичен, безцветен газ с неприятна миризма на развалени яйца, по-тежък е от въздуха. Относителното му тегло е 1,54. Разтворим е във вода. При преминаване в атмосферата се превръща в газ. Натрупва се в ниските места. Сероводородът се произвежда при преработка на нефт или природни промишлени газове. Силно отровен газ. При съдържание 0,1 % сероводород във въздуха предизвиква тежки заболявания. При вдишване на големи количества може да настъпи моментална смърт. Парите му предизвикват остро дразнене на лигавицата, гадене, повръщане, болки при уриниране, сърцебиене. Вредни за човека са по-ниските концентрации. При 4-часово дишане на въздух, съдържащ 0,06 % сероводород, се появяват главоболие, хрема и световъртеж. Пределно допустимата му концентрация е 0,003 mg/l (3 mg/m^3) [2].

При производствени аварии с промишлени отровни вещества, които заразяват въздуха се създават зони на химическо заразяване. Под зона на химическо заразяване се разбира територията на която вследствие на авария се е разпръснало промишленото отровно вещество и неговите пари са създали условия за поражения на хора, селскостопански животни, почви и растения и др. С помощта на използваната програма ALOHA са определени т.нар. AEGЛ зони - зони на прогнозно високи/остри стойности на заразяване [3]. За продължителността на дадена експозиция, има три зони AEGЛ, всяка от които съответства на определен рисков потенциал на последиците за здравето.

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

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

AEGЛ-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.

С помощта на софтуер ALOHA се моделира Химическо огнище на заразяване, като е направена оценка на химическата обстановка, която възниква след авария със сероводород, изтичащ от резервоар. Използваме датата, часа и метеорологичните данни на инцидента, провокирал нашето изследване, но всички останали данни са избрани напълно случайно и имат само хипотетично значение.

Изходни данни: Вятър север-североизток, скорост 1 m/sec температура на въздуха 9°C , влажност 87%.

Местоположение: „Лукойл Нефтохим Бургас” инсталация „Газова съра”, координати: 42.32° с. ш. 27.20° и. д. Разлив на открито - местността, около рафинерията не е залесена с високи дървета, районът е равнинен.

Начало на аварията: 31 март 2016 г., 1:30 часа местно време.

Продължителност на експозицията: 60 min, общо количество отделен газ - 500 kg.

На фигура 1 е показано химическото огнище на заразяване, получено чрез софтуер ALOHA, при въвеждането на горе изброените условия, насложени върху реалната карта на местността, предоставена от Google. Този теоретичен модел на химическо огнище на заразяване, при евентуална смяна на посоката на вятъра ще образува заразена площ от порядъка на 319 km^2 , обиколка от 63,3 km и радиус 10,1 km. (фигура 2).

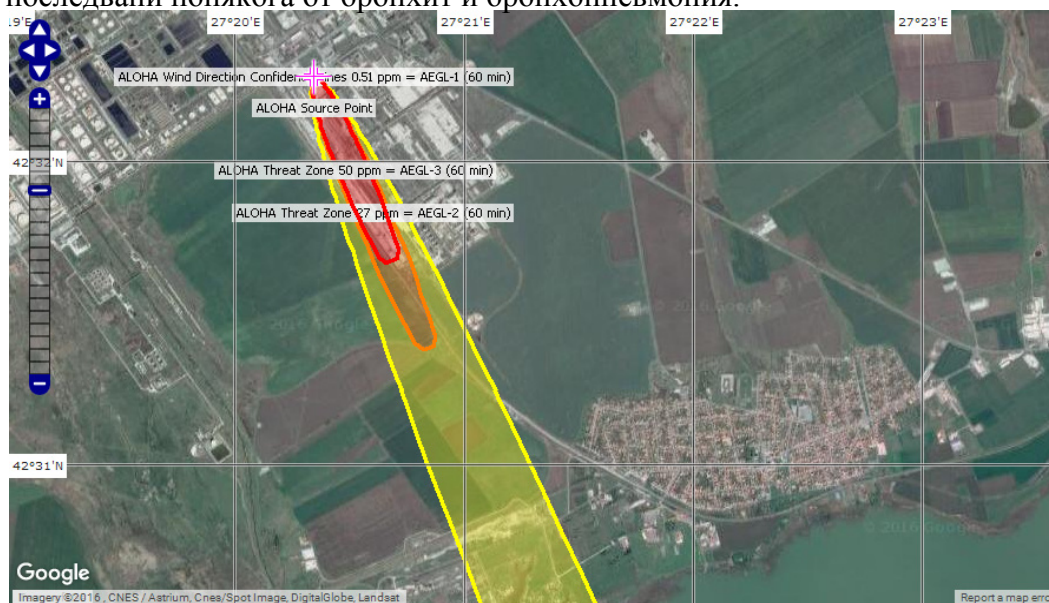
Определени са трите зони на влияние на концентрациите на сероводорода върху околната среда и населението при така избраните изходни данни. Трите AEGЛ зони са оцветени съответно в червено, оранжево и жълто в зависимост от прогнозираните от софтуера концентрации на отровното вещество в зоните на високите стойности на заразяване AEGЛ.

Зона AEGЛ-1, концентрацията на сероводорода е 0,51 ppm ($0,7 \text{ mg/m}^3$). В тази зона се отчита ясно изразен мирис на сероводород (развалени яйца) и може да се забележи леко дразнене на очите и гърлото, при експозиция от 60 min;

Зона AEGL-2, концентрацията на сероводород е 27 ppm (37,55 mg/m³). При експозиция от 60 min тази концентрация въздейства на населението и по-специално на чувствителните индивиди, с необратими или други сериозни и дълготрайни неблагоприятни ефекти върху здравето, които рязко нарушават способността им да се евакуират и да напуснат мястото;

Зона AEGL-3, концентрацията на сероводород е 50 ppm (69,53 mg/m³). При експозиции от 60 min, тази концентрация може да причини сериозни увреждания на организма и смърт;

Силнодействащото отровно вещество сероводород има и отровно и задушаващо действие [4]. Ниските му концентрации от 20-150 ppm причиняват дразнене на очите, а по-високите концентрации може да доведат до дразнене на горния дихателен тракт, а при продължително излагане и до оток на белия дроб. Дразнещият ефект се обяснява със свойството на H₂S да се свързва с основите от повърхностите, с които образува разяждащият натриев сулфид. При по-високи концентрации, действието на газа върху нервната система става много по-сериозно и например тридесет минутна експозиция в концентрации от 500 ppm, причинява главоболие, виене на свят, превъзбуденост, диария и дизурия (задържане на урина), последвани понякога от бронхит и бронхопневмония.



Фигура 1- Химическо огнище на заразяване със сероводород



Фигура 2 – Химическо огнище на заразяване с H₂S в близост до гр. Бургас и кв. Долно Езеро

Когато концентрациите на газа са ниски, последствията върху нервната система са депресия и тъга, но при високи концентрации се получава толкова голяма стимулация на респираторния тракт, че той може да спре да функционира, каквато е и причината той да се счита за задушавашо вещество. 800 ppm от веществото могат да причинят смърт на човек, след пет минути. Освен токсичните си свойства, сероводорода е силно пожаро и взривоопасен, подложен на действието на висока температура, пламък, или окислителни.

Създаденият теоретичния модел, на химическото огнище на заразяване с H_2S при така взетите условия, ще доведе до формиране на химическо огнище на заразяване с концентрации, които се считат за ниски. Теоретичния модел показва, че такава авария няма да засегне пълната площ на град Бургас и близко разположеният квартал Долно Езерово, но части от тези места, при смяна на посоката на вятъра могат да попаднат в зоната на най-ниската концентрация на H_2S , а именно AEGL-1. Както установихме в тази зона ще бъдат отчетени стойностите от 0,51 ppm ($0,7 \text{ mg/m}^3$), попадащи над максималната еднократна концентрация от $0,005 \text{ mg/m}^3$ и в диапазона $0,2 \text{ mg/m}^3$ до 2 mg/m^3 , в който хората биха усетили дразнене и неприятен мирис [5].

Останалите две зони AEGL-2 и AEGL-3, които отговарят на средни и летални увреждания са значително по-малки по площ, като зоната, в която концентрациите на H_2S биха причинили смъртни случаи ще попадне само върху площта на рафинерията. Трябва да се отбележи, че използвания софтуер отчита зона на смъртни поражения при непрекъснатата експозиция от 60 min, като по-малкото време на експозиция няма да има такъв отрицателен ефект.

Силнодействащото отровно вещество, което сме избрали е продукт, или изходна суровина на много производства. По данни на РИОСВ Бургас, на територията на град Бургас средното му количество от 2010 година до 2015-та, за която има отчетени данни, се увеличава от $0,002 \text{ mg/m}^3$ (за 2011 г.) до $0,007 \text{ mg/m}^3$ (за 2015г.) [6]. Отчетените количества са около стойността от $0,005 \text{ mg/m}^3$ – максимална еднократна концентрация, като през някой години я превишават.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретичният модел и използвания софтуер ALOHA, дава възможност за формиране на прогнозно химическо огнище на заразяване, максимално близко до фактичката обстановка, която се реализира в резултат на авария със силнодействащи отровни вещества, каквото е и сероводорода.

В така формираната обстановка, употребата на използвания софтуер и този модел би създал основата за взимане на решения за минимизиране на размерите на аварията и провеждане на спасителни дейности и неотложни работи (СДНР), които биха довели до по-малко щети и до запазване на човешки животи. Както всяко отровно вещество и тук стана ясно, че токсичното действие на сероводорода зависи от концентрацията и от времето на излагане (експозиция) така, че в случай на авария правилно насочени действия, които целят минимизиране на тези две величини ще бъдат изключително необходими.

В тази връзка и с цел минимизиране на пораженията върху населението и околната среда, считаме за необходимо да се въведат следните мерки:

- Населението да бъде запознато с опасностите, които евентуален инцидент със сероводород би могъл да генерира, както и с необходимите действия, които би трябвало да се предприемат за запазване здравето и живота на хората.
- Да се изгради автоматична система за оповестяване на населението в посочените населени места;
- Да бъдат задействани плановете за разсредоточване и евакуация на населението.
- Да се създаде система, която да позволи създаването на водни завеси (по-добре е ако във водата има 2-3% $NaCO_3$), чрез които да се минимизира дълбочината на разпространение на парите на отровния облак.

Последният метод се е доказал в практиката и позволява да се ограничи разпространението в границите, или недалеч от границите на аварията.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мария Атанасова, <http://www.monitor.bg/31-03-2016г.>,

[2] Промислени отровни вещества при крупни производствени аварии и провеждане на спасителни и други неотложни работи, Военно издателство, София, 1990.

[3] <http://www2.epa.gov/cameo/aloha-software>.

[4] Hazardous chemicals desk reference, N.Irving Sax, Richard J.Lewis, Sr, 1987, Van Nostrand Reinhold Company Inc.

[5] НАРЕДБА No14 от 23.09.1997 г. за норми за пределно допустимите концентрации на вредни вещества в атмосферния въздух на населените места Издадена от министъра на здравеопазването и министъра на околната среда и водите, обн .,ДВ, бр.88, от 3.10.1997 г., изм.,бр. 46 от 18.05.1999 г., в сила от 1.01.2000 г., бр. 8 от 22.01.2002 г., в сила от 1.01.2002 г.,бр.14 от 20.02.2004 г., в сила от 1.01.2004 г. бр. 42 от 29.05.2007 г.,в сила от 1.01.2008 г.

[6] Доклад за състоянието на околната среда 2015 г. гр. Бургас, РИОСВ – Бургас Април 2016 г.

За контакти:

Гл. ас д-р Пламена Атанасова, Катедра „Основи на химичните технологии”,
Университет „Проф. д-р Асен Златаров” Бургас, тел.: 056/716415, e-mail:pl.veleva@abv.bg;

Гл. ас д-р Сабина Недкова, Катедра „Основи на химичните технологии”, Университет
„Проф. д-р Асен Златаров” Бургас, тел.: 056/716781, e-mail: sabina_nedkova@abv.bg