

SENS'2006

Second Scientific Conference with International Participation
SPACE, ECOLOGY, NANOTECHNOLOGY, SAFETY
14 – 16 June 2006, Varna, Bulgaria

ПРИЛАГАНЕ НА КОМПЮТЪРНИ МОДЕЛИ ПРИ ИЗВЪРШВАНЕТО НА ОЦЕНКА НА РИСКА В ОБЕКТИТЕ ОТ ХИМИЧЕСКАТА ПРОМИШЛЕННОСТ

Милчо Стойчев Пътечков^a, Цветан Иванов Попов^b

^aМинистерство на отбраната, Дирекция "Политика по въоръженията и техниката"

^bМинистерство на здравеопазването, Национален медицински координационен център
гр. София 1606, ул. "Георги Софийски" № 3, тел. 9225176, e-mail:tsvtnppv@abv.bg

IMPLEMENTATION OF COMPUTER MODELING SOFTWARE IN RISK ASSESSMENT OF ENTERPRISES IN CHEMICAL INDUSTRY

Milcho Stoichev Patechkov^a, Tsvetan Ivanov Popov^b

^aMinistry of Defence, Armaments and Equipment Policy Directorate

^bMinistry of Health, National Medical Coordination Center
3, Georgi Sofiiski Str., Sofia 1606, tel. (+3592) 9225176, e-mail:tsvtnppv@abv.bg

Keywords: software product, risk assessment, emergency situation

Various software products for risk assessment in case of release of hazardous chemical substances in environment are presented. Different scenarios of simulated accidental situations are examined. The results of calculations by different models for dispersion of gases and vapors, fire or explosion are given. Fatality and injure zones for population and environment are defined. The advantages and disadvantages of software products are evaluated. The application of programs for risk assessment is determined.

Своевременната идентификация на опасностите определяне на риска от възникване на аварийни ситуации (вероятност на възникване) и в случай на възникване (последствия от възникване на събитие) очертават рамките на аварийното планиране, превантивната дейност и предприемането на необходими мерки за защита на персонала, съседните обекти и населението в прилежащите територии. Инциденти в химическата промишленост от миналото, подобни на този от Бопал, Индия с изтичане на метилизоцианат показват необходимостта от оценяване на максималните опасности, които могат да възникнат в процеса на производство, методите за предотвратяване, ограничаване разпространението, овладяване на ситуацията и ликвидирането на последствията.

В настоящия материал е разгледано извършването на оценка на риска в случай на възникване на аварийна ситуация с изтичане на опасни химични вещества в обект от стъкларската индустрия на химическата промишленост в Република България. Производството на стъкло е съпътствано от съхранението, преработването, получаването и транспортирането на големи

количества химични вещества и съединения, много от които са силнозапалими и взривоопасни газове и течности. Сред продуктите, необходими за производството на домакинско и плоско стъкло са природен газ, втечнен пропан-бутан, състен водород, ацетилен, втечнен азот и кислород.

За извършване на оценка на риска и определяне на параметрите на възникване, протичане или разпространение на аварийните ситуации, се използва специализиран компютърен софтуер, като се въвеждат конкретни стойности за вида на опасните вещества, оборудването, метеорологичните условия.

Програмният продукт **ALOHA** (**Aerial Locations of Hazardous Atmospheres**) е разработен съвместно от Отдела за оценка и готовност за реагиране при аварии с опасни вещества на Американската администрация за океански и атмосферни проучвания и Офиса за аварийна подготовка и превантивна дейност на Агенцията за опазване на околната среда (EPA) на САЩ. Програмата се използва основно за създаване на дисперсионни модели на летливи вещества [1].

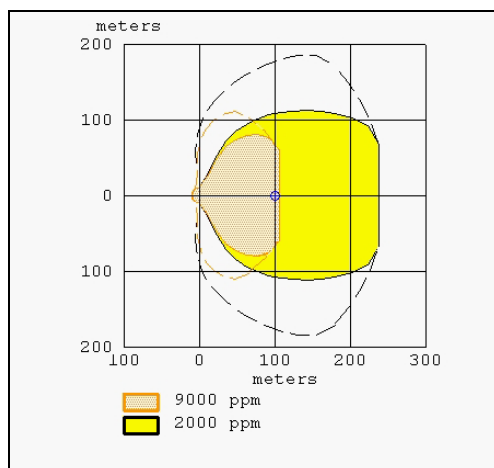
MARPLOT (**Mapping Application for Response, Planning, and Local Operational Tasks**) е програма за работа с картови приложения с общо предназначение. Тя позволява да се създават, разглеждат и модифицират карти бързо и лесно. Тя също така позволява да се свързват обекти, изобразени на компютърни карти към база-данни в други програми като ALOHA [2].

Програмата **ARCHIE** (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**) е разработена от Hazmat America, Inc. и е одобрена за разпространение от Федералната агенция за извънредни ситуации (FEMA), Отдела за транспорт (DOT) и Агенцията за опазване на околната среда (EPA) на САЩ. Програмата е предназначена за създаване на модели за определяне на опасността при пожар и експлозия, както и за дисперсия във въздуха на летливи вещества [3].

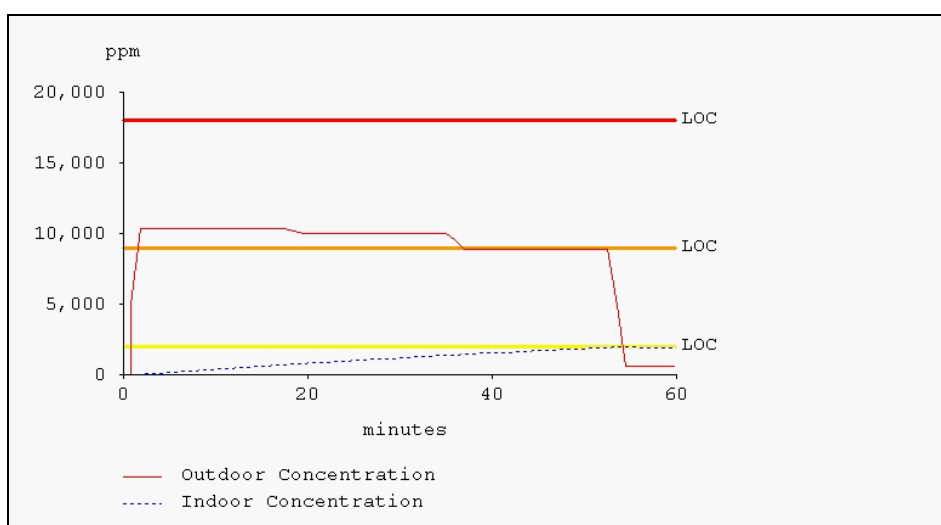
В случай на изтичане на пожаро-, взриво- и газоопасно вещество в течно или газообразно състояние са възможни следните сценарии на аварийните ситуации:

- изтичане на течност, двуфазно изтичане (газ и аерозол) и образуване на облак с токсични концентрации;
- изтичане на течност, двуфазно изтичане (газ и аерозол) и образуване на пожар;
- изтичане на течност, двуфазно изтичане (газ и аерозол) с образуване на облак с взривоопасна концентрация и протичане на взрив.

На фиг. 1 и 2 са представени получените резултати с помощта на програмата ALOHA за дисперсия на бутан (приема се, че при летни условия втечненият нефтен газ съдържа 100% бутан) при изтичане от резервоар с обем 115 m^3 , концентрации в околната среда и затворени помещения [4]:

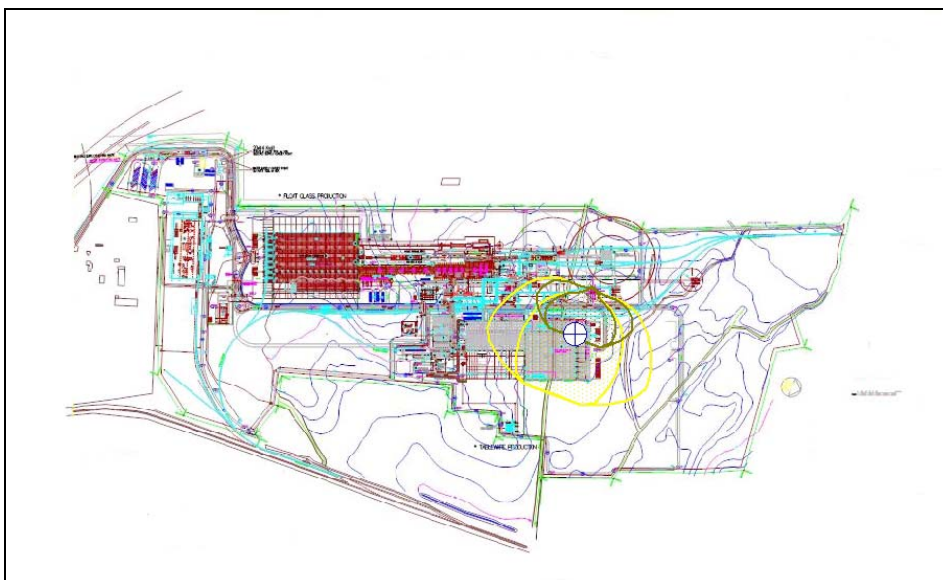


Фиг. 1. Дисперсия на бутан при изтичане от резервоар в летни условия



Фиг. 2. Концентрации на бутан в околната среда и в затворени помещения на разстояние 100 метра от мястото на аварията с течение на времето

От нанесения на фиг. 6 дисперсионен модел на разпространение на картата на предприятието с помощта на програмата MARPLOT се вижда, че при най-често срещаната посока на вятъра (запад) би се създавала опасност за част от сградния фонд и намиращия се в него персонал.



Фиг. 3. Дисперсионен модел на разпространение на парите на бутан при летни условия, нанесен на карта на предприятието

Анализът на резултатите показва, че при симулиране на дисперсия на бутан в летни условия е възможно да се създаде неблагоприятна обстановка с увеличаване на концентрацията в приземния слой с достигане на стойности, надвишаващи 9000 ррт на открито и доближаващи се до опасните за закрити помещения (1940 ррт) на разстояние 100 метра по посока на вятъра от мястото на изпускане.

Като обобщение на изложените резултати за дисперсия на бутан може да се да направи следното тълкуване:

- при изтичане на втечнен нефтен газ при летни условия с дисперсия на газа ще се създаде сложна обстановка с повишени концентрации на газа;
- дисперсията на парите от втечнения газ ще достигне 240 m по посока на вятъра със създаване на опасни за човешкия организъм концентрации в околната среда;
- в резултат на пробива е възможно създаването на взривоопасни концентрации на до 110 m от мястото на изпускане;
- в затворените сгради и помещения, намиращи се по посока на вятъра е възможно увеличаване на концентрациите до стойности, близки до опасните за здравето и живота;
- поради краткото време за изтичане на газа (в интервала 23 минути – 1 час) е необходимо провеждането на спешни мерки за защита на персонала, преодоляване (ограничаване) на аварийната ситуация и ликвидиране на последствията.

Програмният продукт ARCHIE освен, че дава информация за дисперсията на газове вследствие на изтичане, показва протичането на сценарии с пожар и експлозия. Получените резултати са представени в табличен вид.

Запалимите газове, изпускани от съдове под налягане могат да образуват дълга струя от пламък при запалване. Моделът на ARCHIE за факелно горене изчислява именно дължината на такава факелна струя и безопасната дистанция от мястото на запалване.

Ще разгледаме резултатите за факелно горене на бутан при летни условия. След въвеждане на определени метеорологични и физикохимични параметри се получават данните за дължина на факела и безопасно разстояние:

Таблица 1

Дължина на струята при факелно горене на бутан при летни условия

CURRENT PARAMETER VALUES FOR FLAME JET HAZARD EVALUATION			
1	MOLECULAR WEIGHT OF CHEMICAL	=	58.12
2	LOWER FLAMMABLE LIMIT (LFL)	=	1.9 vol%
3	DISCHARGE HOLE DIAMETER	=	4 inch(es)
4	GAS PRESSURE IN TANK	=	217.47 psia
5	Cp/Cv RATIO OF GAS AT 1 ATM	=	1.3
6	NORMAL BOILING POINT	=	31.1 degrees F
7	AMBIENT TEMPERATURE	=	71.06 degrees F
8	LIQ TEMP IN CONTAINER	=	71.06 deg F
MODEL RESULTS:			
	Flame jet length	=	370 feet
	Safe separation distance	=	739 feet

Софтуерният продукт ARCHIE може да се използва и за определяне на зоните с фатални поражения, зоните с нанасяне на щети (повреди) и други характеристики на „огнено кълбо“, получени в резултат на аварийна ситуация със затворен резервоар (съд под налягане), съдържащ запалима течност или сгъстен газ е обхванат от пламъци. Моделът определя термичната радиация на явлението, наречено „експлозия на разширяващи се пари от кипяща течност“, в превод от английски от Boiling Liquid Expanding Vapor Explosions (известно като BLEVEs).

Резултатите за опасност при възникване на огнено кълбо за бутан са приведени в следващата таблица:

Таблица 2

CURRENT PARAMETER VALUES FOR FIREBALL RADIATION ESTIMATION METHOD			
	TANK CONTENTS DURING FIREBALL	=	118805 lbs
	want to change the weight (Y/N or <cr>)?		
MODEL RESULTS:			
	Maximum fireball diameter	=	784 feet
	Maximum fireball height	=	1288 feet
	Fireball duration	=	15.7 seconds
	Fatality zone radius	=	1029 feet
	Injury zone radius	=	1973 feet
WARNING: Boiling Liquid Expanding Vapor Explosions (BLEVEs) may cause high velocity tank fragments to travel			

considerable distances. Some tanks, especially horizontal cylindrical types, may rocket while spewing forth flames.

Както се вижда от резултатите на анализа, зоната на фатални поражения ще обхване радиус от 1029 стъпки, а зоната на нанасяне на щети ще бъде 1973 стъпки. Този периметър ще обхване голяма част от периметъра на предприятието, като се създава опасност от възникване на т.нар. „ефект на доминото“, т.е. за възникване на вторични аварийни ситуации, включващи извеждане от строя на технологично оборудване, последвано от нови експлозии и т.н.

Запалване на облак или струя от пожароопасен газ (пари) във въздуха може да доведе до експлозия с неопределени размери. Важно е да се отбележи, че центъра на експлозията може да бъде навсякъде в границите на облака или струята с газове (пари).

Като обобщение на изведените резултати от проведения анализ с втечен нефтен газ могат да бъдат направени следните изводи:

- показано е, че при изпускане на втечен нефтен газ в околната среда могат да възникнат различни по характер и сила аварийни ситуации;
- изчислени са параметрите на дисперсия, разстоянията на образуване на пожаро- и взривоопасни концентрации, периметъра на нанасяне на фатални и поправими щети;

Аварийните ситуации, съпроводени с възникване на т.нар. „ефект на доминото“ е трудно да бъдат прогнозирани и определени, поради неизвестност от протичане на първоначалното събитие, големината и силата на нанесените поражения, особено тези на други съоръжения, съхраняващи опасни химични вещества.

На работните площадки в предприятието са изградени съдове и съоръжения, които съдържат под налягане втечени пожаро- и взривоопасни газове, както и вещества с окислително действие. Авария с изтичане на запалимо вещество, последвана от пожар или експлозия може да доведе до нанасяне поражения на други съдове под налягане и оборудване със създаване на кумулиращ ефект, т.е. разрастване на аварията с изтичане на нови количества опасни вещества, пожар или експлозия и създаване на потенциална опасност за персонала, сградния фонд и съоръженията, както и населението и инфраструктурата в съседните на обекта територии.

За недопускане на подобни промишлени аварии, предприятията от химическата промишленост следва да провеждат политика на спазване на инструкциите за безопасност, нормите на експлоатация и условията на технологичните процеси.

Извършената оценка на риска в случай на възникване на аварийна ситуация с изтичане на опасно химично вещество с помощта на представения по-горе софтуер, показва, че въпреки някои затруднения, предимно от техническо естество, като необходимостта от конверсия на мерните единици от използваните в САЩ към система СИ, програмите намират значимо приложение в аварийното планиране и в други страни.

Използваните програми обхващат възможните сценарии на възникване на аварии и дават цялостна оценка на протичането на аварийните ситуации и мащабите на пораженията, които могат да причинят. Получените резултати имат голямо приложение при за подготовка на ръководите органи, спасителните екипи, персонала и населението в съседните на обекта територии за поведение

и действие в случай на бедствия или аварии, свързани с изтичането на опасни химични вещества на територията на обекта.

Литература:

- 1. ALOHA (Aerial Locations of Hazardous Atmospheres), User's Manual, U.S.EPA, NOAA, March, 2004.*
- 2. MARPLOT 3.3, User's Manual, U.S.EPA, NOAA*
- 3. M. Evans, ALOHA and ARCHIE: A Comparison, NOAA, April 1993.*
- 4. Цв. Попов, План на „Тракия Глас България“ ЕАД за провеждане на спасителни и неотложни аварийно-възстановителни работи при възникване на бедствия, аварии и катастрофи, гр. Търговище, 2006 г.*