

ДИФЕРЕНЦИАЛЕН И ИНТЕГРАЛЕН РИСК НА АВАРИЙНИТЕ ЕМИСИИ В ХИМИЧЕСКОТО ПРОИЗВОДСТВО

Владимир Томов

*Русенски университет "Ангел Кънчев", Русе 7017, ул. "Студентска" №8, катедра
"Екология и опазване на околната среда", vtomov@ru.acad.bg*

Ключови думи: риск, емисии, замърсители, химическо производство

В работата се представят резултати от ретроспективно изследване на възникването на аварийни емисии в химическото производство. Като източници на информация се използват актовете и декларациите за възникнали злополуки. Приета е система от факторни и контролни показатели чрез които се описва появата на аварийни емисии. Факторни показатели са типа на химическото производство, работата изпълнявана от оператора на технологичното оборудване емитирало вредности, данни за пострадалото лице. Контролни показатели са агрегатното състояние и вид на емитираното вещество, източници и причини за емисиите, вид на увреждането и последици от емисиите. Установяват се статистическите закони на разпределение на аварийните емисии и числените им характеристики за двата типа показатели. Чрез тях се определят диференциалните рискове за опасните явления, за опасните действия и за опасни ефекти. Въз основа на тези рискове се изчислява интегралният риск, както и диференциалната и интегрална сигурност. Прави се сравнителен анализ и изводи за степента на критичност и сигурност на химическото производство по отношение на възникването на аварийни емисии.

Цел на настоящото изследване е установяване на закономерностите на възникване на аварийни емисии в химическото производство. Използвана е методиката изложена в [1,2].

За факторни показатели са приети следните групи признаци: I група. Химическо производство $P(FLC2.4)$: на неорганичните вещества $P(FLC2.4.1)$; на електрохимичното производство $P(FLC2.4.2)$; на неорганичния синтез $P(FLC2.4.3)$; на финия органичен и биохимичен синтез $P(FLC2.4.4)$; на пластмасите $P(FLC2.4.5)$; на лаковете и боите $P(FLC2.4.6)$; на силикатите $P(FLC2.4.7)$; на фармацевтичните средства $P(FLC2.4.8)$; на каучука и гумата $P(FLC2.4.9)$; на горивата $P(FLC2.4.10)$; на парфюмерийно-козметичните средства $P(FLC2.4.11)$; други $P(FLC2.4.12)$; неуточнени $P(FLC2.4.12)$; II група. Работа на човека-оператор: вид на изпълняваната работа Wip (технологична операция $Wip1$; техническо поддържане $Wip2$, ремонт $Wip3$, други работи $Wip4$); работно място на възникване $Wxmv$ (обичайно $Wxmv1$, временно $Wxmv2$, друго $Wxmv3$); специфично действие, извършвано от пострадалото лице Wcd (конкретна работна операция $Wcd1$); отклонение от нормалните условия и действия и свързания с тях материален фактор $Womk$ (установено $Womk1$, неустановено $Womk2$); начин на увреждането и материален фактор, причинил вредата Wnu (пряко $Wnu1$, непряко $Wnu2$); III група. Пострадало лице: пол $Spol$ (мъж $Spol1$; жена $Spol2$); възраст (конкретно числено значение от данните за злополуките); занятие Sd (апаратчик $Sd1$, спасител $Sd2$, други $Sd3$); продължителност на работа в структурното производствено звено Sz (отдел, цех,

работилница...)-числено значение от данните за злополуките; продължителност на работа по професията-числено значение от данните за злополуките.

Контролни са показателите на аварийните емисии и значенията им [1,2]:

I група. Агрегатно състояние на емитираните замърсители *FER15*: газове *FER15.1.*; пари *FER15.2.*; течни *FER15.3.*; твърди *FER15.4.*; комбинирани *FER15.5.*;

II група. Емитирано вещество *FEM*: алкохоли *FEM1*(етиллов алкохол и негови продукти, метилов алкохол, изопропилов алкохол, фузелово масло); сапуни *FEM2*; препарати за полиране и излъскване *FEM3*; прахове за почистване *FEM4*; дезинфектанти *FEM5*; оловни бои *FEM6*; други бои и лакове *FEM7*; разтворители получени от петрол *FEM8*; петролни горива и почистващи препарати *FEM9*; твърди петролни производни *FEM10*; други разтворители (бензол) *FEM11*; хлорорганични инсектициди *FEM12*; фосфорорганични инсектициди *FEM13*; карбамати *FEM14*; хербициди *FEM15*; фунгициди *FEM16*; фумиганти *FEM17*; корозивни ароматни съединения *FEM18*; киселини *FEM19*; олово и неговите съединения и пари *FEM20*; живак и неговите съединения и пари *FEM21*; антимон и неговите съединения и пари *FEM21*; арсен и неговите съединения и пари *FEM22*; други метали и техните съединения и пари (берилий, желязо, кадмий, никел, манган, талий, месингови пари, соли на медта) *FEM23*; лепила *FEM24*; втечнени газове в бутилки *FEM25*; ацетилен *FEM26*; въглероден окис *FEM27*; азотни окиси *FEM28*; серен двуокис *FEM29*; фреон *FEM30*; хлор *FEM31*; амоняк *FEM32*; циановодород *FEM33*; други *FEM34*; неуточнени *FEM35*;

III група. Източници и причини на емитиране *FSDT*: открити повърхнини на изпарение от резервоари, вани и др. *FSDT1*; отворени люкове, капаци, арматура *FSDT2*; апарати с променливо ниво на работното вещество (междинни и разходни резервоари, приемници на готова продукция и др.) *FSDT3*; дихателни тръби на апарати *FSDT4*; разливане на работната течност *FSDT5*; разрушаване на уплътнения *FSDT6*; пукнатини в конструкцията на апаратите и друго оборудване *FSDT7*; локална корозия на материала на конструкциите *FSDT8*; скъсване на тръбопроводи *FSDT9*; пълно разрушаване на апарати и друго технологично оборудване *FSDT10*; дехерметизиране *FSDT11*; субективни грешки при управление на оборудването *FSDT12*; неправилен ремонт *FSDT13*; неизправна арматура *FSDT14*; други *FSDT15*; неуточнени *FSDT16*.

IV група. Вид на увреждането *Ve*: отравяне *Ve1*, изгаряне, травма *Ve2*, други неуточнени *Ve3* (съгласно Международния класификатор на болестите- 9 ревизия).

V група. Последици от злополуката *Vm*: -временна неработоспособност *Vm1* - числено значение на броя на дните на лечение; инвалидност *Vm2*; смърт *Vm3*.

Настоящото изследване обхваща периода от 1.2. 1987 г. до 30.11.2002 г.

Резултатите от проверката на хипотезата за птеоретичния закон на разпределение показаха, че броят на злополуките по контролните показатели е подчинен на закона на Поасон. Биномиалното разпределение не е подходящо.

Интензитетът λ на възникване на аварийни емисии по източници и причини на възникване е както следва: за открити повърхнини *FSDT1* $\lambda=0,1651$; отворени люкове *FSDT2* $\lambda=0,2738$; апарати с променливо ниво *FSDT3* $\lambda=0,2811$; дихателни тръби *FSDT4* $\lambda=0,2252$; разрушаване на уплътнения *FSDT6* $\lambda=0,02781$; пукнатини *FSDT7* $\lambda=0,3482$; скъсване на тръбопроводи *FSDT9* $\lambda=0,03711$; човешки грешки при управление *FSDT12* $\lambda=0,4271$; разливане *FSDT5* $\lambda=0,1675$; локална корозия *FSDT8* $\lambda=0,0841$; пълно разрушаване *FSDT10* $\lambda=0,0133$; дехерметизиране *FSDT11* $\lambda=0,2415$; неправилен ремонт *FSDT13* $\lambda=0,3844$; неизправна арматура *FSDT14* $\lambda=0,7833$; други *FSDT15* $\lambda=1,5452$; неуточнени *FSDT16* $\lambda=5,3429$.

По емитирано вещество интензитетът е: алкохоли FEM1 $\lambda=0,0782$; корозивни съединения FEM18 $\lambda=0,0623$; киселини FEM19 $\lambda=0,02213$; олово FEM20 $\lambda=0,0062$; живак FEM21 $\lambda=0,0034$ арсен FEM22 $\lambda=0,0012$; други метали FEM23 $\lambda=0,0711$; втечнени газове FEM25 $\lambda=0,0128$; ацетилен FEM26 $\lambda=0,0371$; въглероден окис FEM27 $\lambda=0,1452$; азотни окиси FEM28 $\lambda=0,9623$; серен двуокис FEM29 $\lambda=0,8731$; хлор FEM31 $\lambda=0,0271$; амоняк FEM32 $\lambda=0,1291$; други FEM34 $\lambda=3,4711$; неуточнени FEM35 $\lambda=4,3512$.

Здравословните вреди от аварийните емисии се разпределят по закона на Поасон с интензитет в повечето случаи по-голям от 9. Това означава че разпределенията могат да бъдат представени с нормално разпределение със средна стойност $E[x]$: отравяне *Et1.7* $E[x] = 12.3712$; изгаряне *Et1.6* $E[x] = 18.7121$; травма, рана *Et1.1* $E[x] = 19.2101$. Интензитетът на показателя «Други вреди *Et1.13* » е $\lambda=3.9226$ и разпределението е на Поасон.

Посочените резултати са получени за следните значения на факторните показатели: производствени технологии от горепосочения вид; изпълнение на технологична операция; характер на мястото на възникване-обичайно работно място; установено отклонение от нормалните условия на работа; начин на увреждането и материален фактор, причинил вредата-пряко; пол на пострадалите хора-мъже; занятие-оператор на апарати и съоръжения в химическо производство; продължителност на работа в структурното производствено звено от 0,8 до 16,2 години; продължителност на работа по професията от 1,2 до 23,5 години.

Разпределенията на броя на аварийните емисии по източници и причини на възникване показват следните тенденции:

- максималният интензитет на неуточнените източници и причини показва, че актовете за злополуки и аварии не са достатъчно изчерпателно попълнени. Това насочва към повишаване на изискванията към длъжностните лица и задължаване тези основни информационни документи да бъдат подготвени изчерпателно;

- от конкретизираните източници и причини най-често се появяват аварийни емисии от неизправна арматура на технологичното оборудване. Малко са случаите на пълно разрушаване на апаратите и съоръженията и на локална корозия. Прави впечатление високата стойност на аварийни емисии поради неправилен ремонт, както и на разрушаване на уплътнения, което също може да насочи вниманието към профилактичната работа към този род дейности. Висока е вероятността за появяване на аварийни емисии поради субективни грешки, които са свързани с управлението на технологичното оборудване. Необходимо допълнително да се потърсят зависимости от разнообразни значения на факторни показатели като възраст, квалификация, производствен стаж и др. Бихме отбелязали, че в категорията «Други», се обхващат многобройни източници и причини, които се срещат в практиката. Не могат обаче да бъдат обхванати поради големия им брой и малката им вероятност на възникване поотделно. В противен случай подразделенията и значенията на този показател ще станат прекалено много и трудно се анализират;

- висока е вероятността за появяване на емисии от азотни окиси, серни окиси, амоняк, въглероден окис. Останалите емитирани вещества се появяват с интензитет 0,0012 до 0,0782. По този показател интензитетът на неуточнените случаи е също висок-4,3512. Това насочва към повишаване на изискванията към работа с първичните информационни документи. Голяма е и вероятността на появяване на емисии на отбелязаните като «други» замърсители, което е напълно обяснимо с изключителното разнообразие на различни вещества и техни съединения в химическата промишленост;

-с най-голяма вероятност на възникване са емисиите на газове и пари. Сравнително висока е вероятността на емисиите на течности, както и комбинираните емисии. Малко вероятни са емисиите на твърди замърсители;

-здравословните вреди се определят по вид и продължителност на лечението. По видове са с нормално разпределение на временната нетрудоспособност в резултат на тях. С най-голяма тежест са последствията от травмите и изгарянията. Това е обяснимо със спецификата им. Другите последствия, включващи останалите отбелязани в Международната класификация на болестите 9 ревизия, се разпределят по закона на Вейбул.

Изложените резултати и посочените изводи отразяват установените основни закономерности на появяване на аварийни емисии. Те, обаче, не изчерпват изцяло възможностите и обхвата на анализа.

За определяне на диференциалните и интегрални критичности чрез установените закони на Поасон бяха изведени:

а) диференциален риск за възникване на опасни явления RF :

-вероятностите на разпределенията на производствата, както следва: на неорганичните вещества $P(FLC2.4.1)=0,23$; на електрохимичното производство $P(FLC2.4.2)=0,24$; на неорганичния синтез $P(FLC2.4.3)=0,56$; на финия органичен и биохимичен синтез $P(FLC2.4.4)=0,77$; на пластмасите $P(FLC2.4.5)=0,86$; на лаковете и боите $P(FLC2.4.6)=0,68$; на силикатите $P(FLC2.4.7)=0,55$; на фармацевтичните средства $P(FLC2.4.8)=0,62$; на каучука и гумата $P(FLC2.4.9)=0,79$; на горивата $P(FLC2.4.10)=0,84$; на парфюмерийно-козметичните средства $P(FLC2.4.11)=0,49$; други $P(FLC2.4.12)=0,67$; неуточнени $P(FLC2.4.12)=0,75$. След изчисляване се получава рискът на фазата на жизнения цикъл $FLCF2=0,9987$;

- $P(RCLC1)=0,87$ -технически причини; $P(RCLC2)=0,23$ -субективни причини; $P(RCLC7)=0,18$, в резултат на което $RCLC=0,9179$;

- $P(FER15)=1$ за химични, взривни, радиоактивни, биологични вещества, $P(FER)=1$;

- $P(FAZ1)=0,86$ за потребление; $P(FAZ4)=0,14$ за неуточнена фаза; $FAZ=0,8838$;

-вероятността за възникване на опасни явления при различни видове операции на взаимодействията $P(FIE)=0,8747$ при $P(FIE3)=0,72$; $P(FIE4)=0,31$; $P(FIE23)=0,35$;

-вероятността за възникване на опасни явления при различни области на взаимодействията $P(FIA)=0,8782$ при $P(FIA2)=0,34$; $P(FIA4)=0,74$; $P(FIA5)=0,29$;

-вероятността за възникване на опасни явления по видове взаимодействията $P(FIEI)=0,9884$ при $P(FIEI5)=0,94$; $P(FIEI6)=0,14$;

-вероятността за възникване на опасни явления при различни взаимодействащи компоненти на производствените ергономични системи $P(FIES)=0,9296$ при $P(FIES1)=0,47$; $P(FIES2)=0,23$; $P(FIES3)=0,16$; $P(FIES4)=0,63$; $P(FIES5)=0,27$; $P(FIES6)=0,24$;

-вероятност за възникване на опасни явления в контактните места на човека с останалите елементи $P(FCP)=0,8455$ при $P(FCP8)=0,46$; $P(FCP9)=0,38$; $P(FCP10)=0,24$; $P(FCP11)=0,12$; $P(FCP12)=0,33$;

-вероятността за възникване на опасни явления при функции, изпълнявани от човека $P(FDFP)=0,7862$ при $P(FDFP1)=0,34$, $P(FDFP2)=0,27$, $P(FDFP3)=0,12$, $P(FDFP5)=0,16$, $P(FDFP6)=0,24$; $P(FDFP7)=0,21$;

-вероятността за възникване на опасни явления при функции, изпълнявани от взаимодействащия системен елемент $P(FDFS)=0,8460$, $P(FDFS1)=0,15$ за изпаряване, $P(FDFS2)=0,27$ за наблюдаване, $P(FDFS3)=0,19$ за регулиране на ниво; $P(FDFS4)=0,08$ за спиране и пускане; $P(FDFS5)=0,31$ за уплътняване; $P(FDFS6)=0,11$ за транспортиране на флуиди; $P(FDFS7)=0,14$ за херметизиране; $P(FDFS8)=0,23$ други; $P(FDFS9)=0,17$ неуточнени;

-вероятността за възникване на опасни явления поради структурна опасност на човека-оператор $P(FSDM)=1$, тъй като не бяха установени откази, а следователно и $P(FSDM1), P(FSDM2), P(FSDM3), \dots = 0$;

-вероятност за възникване на опасни явления поради структурна опасност на взаимодействието с човека системен елемент $P(FSDT)=0,9517$; $P(FSDT1)=0,14$; $P(FSDT2)=0,21$; $P(FSDT3)=0,21$; $P(FSDT4)=0,18$; $P(FSDT5)=0,14$; $P(FSDT6)=0,24$; $P(FSDT7)=0,02$; $P(FSDT8)=0,07$; $P(FSDT9)=0,03$; $P(FSDT10)=0,01$; $P(FSDT11)=0,18$; $P(FSDT12)=0,27$; $P(FSDT13)=0,26$; $P(FSDT14)=0,35$; $P(FSDT15)=0,32$; $P(FSDT16)=0,02$;

-вероятност за възникване на емисия на конкретен опасен фактор $P(FEM)=0,086456$; $P(FEM1)=0,0723$; $P(FEM18)=0,0585$; $P(FEM19)=0,0216$; $P(FEM20)=0,0061$; $P(FEM21)=0,0033$; $P(FEM22)=0,0011$; $P(FEM23)=0,0662$; $P(FEM25)=0,0126$; $P(FEM26)=0,0357$; $P(FEM27)=0,1255$; $P(FEM28)=0,3676$; $P(FEM29)=0,3646$; $P(FEM31)=0,0263$; $P(FEM32)=0,113$;

-диференциалният риск за възникване на опасни явления е: алкохоли $RF=0,005738$; корозивни съединения $RF=0,004642$; киселини $RF=0,001714$; олово $RF=0,000484$; живак $RF=0,0000873$; арсен $RF=0,005542$; други метали $RF=0,001024$; втечнени газове $RF=0,002457$; ацетилен $RF=0,002833$; въглероден окис $RF=0,09959$; азотни окиси $RF=0,029172$; серен двуокис $RF=0,028934$; хлор $RF=0,002087$; амоняк $RF=0,008999$; други $RF=0,008555$; неуточнени $RF=0,004444$.

б) диференциален риск за възникване на опасни действия RA :

-рискът RD на разпространение на опасните фактори е равен на 1 при $P(AM1)=0,28$ при злополуки от вдишване на замърсен въздух; $P(AM5)=0,13$ при контакт с материали; $P(AM6)=0,07$ при контакт с отпадъци; $P(AM7)=0,26$ при контакт с оборудването; $P(AM8)=0,17$ други; $P(AM9)=0,21$ - неуточнени;

-вероятността за разпространение в определено пространство $P(AD)=1$ при допускане, че е в зоната на работното място;

-вероятността за разпространение през определено време $P(AT)=1$ за експозиция по-голяма от допустимата;

-вероятността за появяване на имисия $P(AIM)$ е равна на вероятностите на появяване на емисии по замърсители $P(AIM1)=0,0723$; $P(AIM18)=0,0585$; $P(AIM19)=0,0216$; $P(AIM20)=0,0061$; $P(AIM21)=0,0033$; $P(AIM22)=0,0011$; $P(AIM23)=0,0662$; $P(AIM25)=0,0126$; $P(AIM26)=0,0357$; $P(AIM27)=0,1255$; $P(AIM28)=0,3676$; $P(AIM29)=0,3646$; $P(AIM31)=0,0263$; $P(AIM32)=0,113$;

-вероятността на имисионната доза $P(AIMD)=1$ за ниво над пределнодопустимата концентрация и време на действие над допустимото, необходими условия за увреждане;

- $P(AO)=1$ за въздействия върху хора и $P(AST)=1$ за пространствено и времево съвместителство, което се доказва от факта, че са възникнали злополуки;

-рискът RA на опасното действие по замърсители е: алкохоли 0,051863; корозивни съединения 0,041964; киселини 0,015494; олово 0,004376; живак 0,002224; арсен 0,000789; други метали 0,047488; втечнени газове 0,009038; ацетилен 0,025609; въглероден окис 0,090026; азотни окиси 0,26154; серен двуокис 0,212200; хлор 0,018866; амоняк 0,081059; други 0,116352; неуточнени 0,20523;

в) Диференциален риск RE за възникване на опасни ефекти:

-вероятност за възникване на първична вреда $P(Et1)=0,9627$ за $P(Et1.7)=0,5850$; $P(Et1.6)=0,5553$; $P(Et1.13)=0,1992$;

-вероятност за възникване на вторична вреда $P(Et2)=0$;

-вероятност за възникване на неуточнена вреда $P(Et3)=0,1782$;

риск за възникване на определена локализация на вредата $RLOC=0,7066$ при $P(EI1)=0,1702$; $P(EI2)=0,2451$; $P(EI4)=0,3102$; $P(EI8)=0,2103$; $P(EI9)=0,1403$;

-риск на тежестта на възстановяема вреда $RSIZ=0,835278$ за алкохоли при $P(Es1)=0,7822$; $P(Es14)=0,2437$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,7564$

при среден разход за възстановяване 1273лв.; $RSIZ=0,689477$ за корозивни съединения при $P(Es1)=0,6308$; $P(Es14)=0,2237$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,6783$ при среден разход за възстановяване 1453лв.; $RSIZ=0,734891$ за киселини при $P(Es1)=0,6725$; $P(Es14)=0,1839$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,7306$ при среден разход за възстановяване 1672лв.; $RSIZ=0,712284$ за олово при $P(Es1)=0,7309$; $P(Es14)=0,2548$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,7824$ при среден разход за възстановяване 1926лв.; $RSIZ=0,710035$ за живак при $P(Es1)=0,6973$; $P(Es14)=0,2893$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,7671$ при среден разход за възстановяване 1836лв.; $RSIZ=0,74227$ за арсен при $P(Es1)=0,6892$; $P(Es14)=0,2204$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,6826$ при среден разход за възстановяване 1733лв.; $RSIZ=0,6672$ за други метали при $P(Es1)=0,6725$; $P(Es14)=0,1694$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,6437$ при среден разход за възстановяване 1447лв.; $RSIZ=0,69117$ за втечнени газове при $P(Es1)=0,6725$; $P(Es14)=0,2103$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,6933$ при среден разход за възстановяване 1105лв.; $RSIZ=0,6362$ за ацетилен при $P(Es1)=0,7702$; $P(Es14)=0,3603$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,6237$ при среден разход за възстановяване 1447лв.; $RSIZ=0,6982$ за въглероден окис при $P(Es1)=0,7438$; $P(Es14)=0,1694$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,7205$ при среден разход за възстановяване 1728лв.; $RSIZ=0,6683$ за азотни окиси при $P(Es1)=0,7346$; $P(Es14)=0,2107$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,5938$ при среден разход за възстановяване 1203лв.; $RSIZ=0,7922$ за серен двуокис при $P(Es1)=0,7702$; $P(Es14)=0,2873$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,7348$ при среден разход за възстановяване 1974лв.; $RSIZ=0,6147$ за хлор при $P(Es1)=0,7837$; $P(Es14)=0,2783$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,8266$ при среден разход за възстановяване 2194лв.; $RSIZ=0,7938$ за амоняк при $P(Es1)=0,8203$; $P(Es14)=0,1855$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,7738$ при среден разход за възстановяване 1927лв.; $RSIZ=0,6991$ за други замърсители при $P(Es1)=0,6307$; $P(Es14)=0,1962$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,7388$ при среден разход за възстановяване 1836лв.; $RSIZ=0,7127$ за неуточнени замърсители при $P(Es1)=0,7304$; $P(Es14)=0,2104$; $P(Es21)=1$ за временна неработоспособност; $P(Es22)=0,7129$ при среден разход за възстановяване 1892лв.;

-среден диференциален риск $RE=0,969333$, алкохоли 0,923361, корозивни вещества 0,983672, киселини 0,973281, олово 0,056379, живак 0,970273, арсен 0,967842, други метали 0,985362, втечнени газове 0,945302, ацетилен 0,978804, въглероден окис 0,978492, азотни окиси 0,969984, серен двуокис 0,980352, хлор 0,980273, амоняк 0,940032, други замърсители 0,918982, неуточнени замърсители 0,973744.

Интегралният риск R е както следва: алкохоли 0,0002884; корозивни съединения 0,0001888; киселини 0,0000257; олово 0,0000020; живак 0,0000001; арсен 0,0000042; други метали 0,0000471; втечнени газове 0,0002555; ацетилен 0,0000703; въглероден окис 0,0086904; азотни окиси 0,0073954; серен двуокис 0,0059513; хлор 0,0000381; амоняк 0,0007070; други 0,0009648; неуточнени 0,0008840.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tomov, V. Retrospective research of dangerous emissions occurrence in chemical industry. First International Conference on Environmental Engineering ASCEE-1, 10.11.4.2005, Ain-Shams University, Cairo. p.913-924.
2. Томов, В. Теория на риска. Анализ и оценка на риска в производството. Монография. Русе, Русенски университет, 2003, 440с.