

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru
Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie**

**Admis la susținere:
Șef departament ICG, conf. univ. dr.
_____ A. Taranenco
" ____ " _____ 2022**

**ANALIZA COMPONENTELOR TOXICE ALE
INCENDIILOR ȘI IMPACTUL LOR ASUPRA
ORGANISMULUI UMAN**

Teză de master

Student:

**Nafranița Anastasia,
grupa IAPC-2004M**

Conducător:

**Haritonov Svetlana
conf. univ., dr.**

Chișinău - 2022

ADNOTARE

Numele și prenumele autorului: Nafranița Anastasia

Denumirea tezei: Analiza componentelor toxice ale incendiilor și impactul lor asupra organismului uman

Specialitatea/program de master: Inginerie Antiincendii și Protecție Civilă

Structura lucrării: lista abrevierilor, introducere, 4 capitole, 5 concluzii, 1 anexă (4 tabele), 75 pagini de text, 36 referințe bibliografice.

Cuvinte cheie: fază gazoasă, produse de ardere, concentrație de substanțe toxice, siguranța persoanelor la incendiu, factor nociv

Importanța teoretică și practică a lucrării: În lucrare, s-a încercat să se rezolve problema evaluării impactului componentelor toxice ale unui incendiu, și s-au studiat o serie de întrebări legate de compușii care se formează în timpul arderii.

Astfel, cea mai mare parte a materialului prezentat este dedicată caracterizării toxicologice a compușilor chimici, care sunt cel mai probabil să formeze amestecuri ale produselor de ardere ale diferitelor materiale. În același timp, în condiții moderne, crește rolul componentelor „minore” ale gazelor de foc în formarea patologiei din influența factorilor nocivi de distrugere termică a noilor materiale polimerice.

O problemă și mai complicată este aceea în care o persoană în anumite condiții extreme este afectată de o combinație de mai multe substanțe toxice cu diferită cinetică și mecanisme diferite de acțiune toxică.

Problema acțiunii combinate a factorilor extremi de natură fizică, chimică și psihologică asupra unei persoane merită o atenție și un studiu special, întrucât însăși circumstanțele vieții moderne confruntă medicina cu problema combinării efectelor exogene enumerate asupra corpului. Un punct agravant este că până acum legile formării efectului total dăunător final la nivelul întregului organism nu sunt încă pe deplin cunoscute și, prin urmare, este destul de dificil să se găsească abordări pentru diagnosticul optim, prognosticul și tactica eficientă a gestionării victimelor cu leziuni combinate.

Astfel, interacțiunea agenților chimici între ei și în combinație cu particularitățile stării generale a victimelor incendiilor este o problemă situațională complexă, pentru a cărei soluție este necesar să se dezvolte noi scheme și algoritmi pentru furnizarea tuturor informațiilor referitor la tipurile de compuși toxici de ardere formați într-un incendiu. În această direcție, sunt derulate cercetări intensive de ordin profilactic și organizatoric, deoarece, din păcate, incendiile rămân una dintre principalele cauze de invaliditate și mortalitate.

ANNOTATION

Name and surname of author: Nafranița Anastasia

The thesis title: Analysis of the toxic components of fires and their impact on the human body

Specialty/master degree program: Fire Engineering and Civil Protection

Thesis structure: abbreviations list, introduction, 4 chapters, 5 conclusions, 1 annexes, 75 text pages, 36 bibliographic references.

Keywords: gas phase, combustion products, concentration of toxic substances, safety of persons on fire, harmful factor

Theoretical and practical importance of thesis: In the paper, an attempt was made to solve the problem of assessing the impact of the toxic components of a fire, and a series of questions related to the compounds formed during combustion were studied.

Thus, most of the material presented is dedicated to the toxicological characterization of chemical compounds, which are most likely to form mixtures of combustion products of different materials. At the same time, in modern conditions, the role of the “minor” components of fire gases in the formation of pathology due to the influence of harmful factors of thermal destruction of new polymeric materials increases.

An even more complicated problem is that a person in certain extreme conditions is affected by a combination of several toxic substances with different kinetics and different mechanisms of toxic action.

The problem of the combined action of extreme factors of a physical, chemical and psychological nature on a person deserves special attention and study, as the very circumstances of modern life confront medicine with the problem of combining the listed exogenous effects on the body. An aggravating point is that so far, the laws of the formation of the total final harmful effect on the whole body are not yet fully known and therefore it is quite difficult to find approaches for optimal diagnosis, prognosis and effective tactics of managing victims of combined injuries.

Thus, the interaction of chemical agents with each other and in combination with the particularities of the general condition of fire victims is a complex situational problem, for the solution of which it is necessary to develop new schemes and algorithms to provide all information on the types of toxic combustion compounds formed. -a fire. In this direction, intensive prophylactic and organizational research is carried out, because, unfortunately, fires remain one of the main causes of disability and mortality.

CUPRINS

ADNOTARE (REZUMAT)		3
LISTA ABREVIERILOR		6
INTRODUCERE		7
1	CARACTERISTICI GENERALE ALE FACTORILOR PERICULOȘI AI INCENDIILOR	9
1.1	Principalii factori periculoși și nocivi prezenți într-un incendiu	9
1.2	Incendiul – proces de ardere	10
1.3	Factorul de temperatură	13
1.4	Conținutul de oxigen redus	15
1.5	Factori nocivi de natură chimică	16
1.6	Substanțe cu efect toxic	21
1.7	Componenta aerosolică a factorilor chimici ai incendiilor	30
2	PROBLEMELE ACȚIUNII COMBINATE A PRODUSELOR DE ARDERE LA INCENDIU	38
2.1	Concepte generale	38
2.2	Sisteme multicomponente de compuși toxici	41
2.3	Mecanisme toxicologice de acțiune a fumului în caz de incendiu	45
2.4	Produse de ardere iritante și pulmonotoxice	49
3	PRINCIPII DE EVALUARE TOXICOLOGICĂ A PRODUSELOR DE COMBUSTIE	53
3.1	Evaluarea toxicologică	53
3.2	Metoda de testare toxicologică	54
3.3	Indicele de toxicitate al produselor de ardere	57
3.4	Toxicitatea produselor de ardere a polimerilor sintetici	58
3.5	Incendiile în încăperi – sursă de produse toxice	61
4	PREDICȚIA ADÂNCIMII ZONEI CONTAMINATE DE SUBSTANȚE TOXICE	66
4.1	Metoda de determinare în timp a concentrației de gaze toxice	66
4.2	Zona de fum	68
4.3	Efecte toxice acute asupra oamenilor	69
CONCLUZII		71
BIBLIOGRAFIE		72
ANEXE		75
Anexa1	Substanțe toxice și efectul lor asupra organismului uman	76
Anexa 2	Valorile constantelor utilizate pentru calcul	80

LISTA ABREVIERILOR

SCP – substanțe chimice periculoase

FIP – factori de incendiu periculoși

STEP -substanțe toxice cu efect puternic

CMA – concentrație maxim admisibilă

O.M.S. – Organizația Mondială a Sănătății

SPT – substanțe puternic toxice

EIP – echipament individual de protecție

CT – concentrație toxică

PVC – clorură de polivinil

ST – substanță toxică

INTRODUCERE

Pericolul înalt de incendiere al multor materiale de finisare și izolare, operarea din ce în ce mai intensă a transportului terestru, acvatic și aerian, îmbunătățirea constantă a armelor moderne și a echipamentelor militare complică brusc sarcinile de protecție împotriva incendiilor a obiectelor și a populației. În cursul conflictelor militare și al războaielor, militarii pot intra în zonele de incendiu formate după folosirea armelor convenționale sau a armelor de distrugere în masă, pot acționa în situații, care implică utilizarea fumului de luptă, paravane de fum și aerosoli de mascare și pot fi expuși amestecurilor inflamabile. În timp de pace, accidente la instalațiile militare și civile duc adesea la incendii, care provoacă moarte, arsuri și otrăviri prin produsele de ardere [21].

Această problemă are o relevanță deosebită în legătură cu creșterea constantă a numărului de situații de urgență, însoțite de incendii și un număr semnificativ de persoane rănite în acest caz. În țările dezvoltate ale lumii, în fiecare an mor de la 10 la 60 de persoane la un milion de locuitori din cauza incendiilor și există o tendință constantă de creștere a acestor cifre deplorabile. Numai în Statele Unite în fiecare an se înregistrează 10-12 mii de decese ale persoanelor expuse la foc și fum, aproximativ 2 milioane de persoane primesc traume, dintre care aproximativ 130 de mii de persoane afectate sunt internate în spital.

Peste 200 de mii de incendii sunt înregistrate anual doar în Federația Rusă, numărul total de decese și răniți în care depășește 30 de mii de persoane [2].

În timpul incendiilor, o persoană este expusă la mai mulți factori periculoși. Prima, și cea mai faimoasă dintre ele, este creșterea bruscă a temperaturii în zona de ardere. Expunerea la temperaturi ridicate poate duce la șoc termic și arsuri la suprafața pielii și a organelor interne. Un alt factor la fel de important este eliberarea în aer a unei cantități semnificative de produse toxice de combustie, care în majoritatea cazurilor duce la otrăvirea acută a oamenilor.

Actualitatea și importanța temei: Conform statisticilor mondiale, până la 60-70% dintre oameni mor în incendii tocmai din cauza inhalării produselor toxice de distrugere termică oxidativă a diferitelor materiale. Între timp, chiar și în literatura de specialitate care precaută problemele de combustiologie, consecințele efectului toxic asupra oamenilor al substanțelor formate în timpul arderii practic nu sunt luate în considerare[7].

În acest sens, devine urgent să se ia în considerare caracteristicile și consecințele impactului factorilor periculoși ai incendiilor asupra oamenilor. Dacă vorbim despre componentele chimice ale incendiilor, atunci cunoașterea mecanismelor acțiunii lor toxice și a legilor care generează formarea procesului toxic cauzat de acestea este necesară nu numai

pentru diagnosticarea în timp util și îngrijirea medicală de înaltă calitate a victimelor, ci și pentru prevenirea posibilelor otrăviri ale pompierilor. Mai mult, atât morbiditatea, cât și mortalitatea din patologie somatică și neoplasme maligne la lucrătorii profesioniști din această categorie pot fi asociate cu expunerea la produse toxice de distrugere termică oxidativă a diferitelor substanțe chimice.

În lucrare se generalizează informațiile despre pericolul real și potențial al produselor toxice de combustie a diferitelor materiale, caracteristicile manifestărilor procesului toxic provocat de acestea la nivelul întregului organism.

Scopul lucrării: studiul pericolului formării produselor toxice de ardere și impactul lor asupra organismului uman, propunerea soluțiilor pentru problemele existente.

Obiectivele lucrării:

- stabilirea tipurilor de compuși toxici rezultați la ardere;
- identificarea surselor de proveniență a substanțelor toxice;
- identificarea măsurilor întreprinse pentru lichidarea urmărilor intoxicațiilor cu compuși toxici proveniți din ardere;
- stabilirea măsurilor de micșorare a toxicității produșilor de ardere;
- propunerea măsurilor de neutralizare și de prevenire a formării substanțelor chimice toxice la ardere.

Metode de cercetare:

- metode teoretice (analiza literaturii de referință și a site-urilor de internet în domeniul toxicității incendiului, siguranța și previziunea situațiilor periculoase);
- statistico-matematice (evaluarea caracteristicilor cantitative ale pericolului și riscului de intoxicare).

BIBLIOGRAFIE

1. Baud, F.J., Barriot, P., Toffis, V., Riou, B., Vicaut, E., Lecarpentier, Y., Bourdon, R., Astier, A., Bismuth, C. Elevated blood cyanide concentrations in victims of smoke inhalation. *New Engl J Med* 325: 1761. 1991.
2. Brushlinsky N.N., Ahrens M., Sokolov S.V., Wagner P. World fire statistics // *СТИФ*. 2019. № 24.
3. Burgess, J.L., Crutchfield, C.D. Tucson fire fighter exposure to products of combustion: A risk assessment. *Appl Occup Environ Hyg* 10: 37. 1995.
4. Чернушевич Е.В., Ширинкин П.В. Особенности определения токсичности продуктов горения строительных материалов. *Научно-аналитический журнал: «Сибирский пожарно-спасательный вестник»* № 1 (16)-2020. с. 22-28.
5. Чернушевич Е.В., Ширинкин П.В. О существующих подходах к определению токсичности продуктов горения материалов // *Молодые ученые в решение актуальных проблем безопасности: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции*, 31 мая 2019 г., г. Железногорск.
6. Чернушевич Е.В., Ширинкин П.В. Применение метода оценки токсичности к современным строительным материалам // *Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции*, 26 апреля 2019 года, г. Железногорск Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС Рос-сии, 2019. С. 87 – 92.
7. Dănilă Gheorghe ș.a., *Ghid de date toxicologice*, Editura Medicală, București, 1984.
8. Елизаров А.В. Метод определения концентраций токсичных веществ в горящем помещении. *НУГЗУ. Збірка наукових праць*. Випуск 25, 2017.
9. Елизаров А.В. Учет химического состава горючего вещества при расчете распространения продуктов горения при пожаре в помещении [Электронный ресурс] / А.В. Елизаров // *Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. тр. Вып. 38.* – Харьков: НУГЗУ. 2015. С. 69-72.
10. Елизаров А.В. Оперативное определение основных характеристик образования и распространения дыма при пожаре в помещении: дис. канд. техн. наук: 21.06.02 / Елизаров Александр Викторович. Х., 2001. 129 с.
11. Грачев В.А., Поповский Д.В. Газодымозащитная служба: учебник / под общ. ред. д.т.н., профессора Е.А. Мешалкина. М: Пожкнига, 2004. 384 с., ил. Пожарная

техника.

12. Hales, C.A., Musto, S.W., Janssens, S., Jung, W., Quinn, D.A., Mitten, M. Smoke aldehyde component influences pulmonary edema. *J Appl Physiol* 72: 555. 1992.
13. Herlihy, J.P., Vermeulen, M.W., Joseph, P.M., Hales, C.A. Impaired alveolar macrophage function in smoke inhalation injury. *J Cell Physiol* 163: 1. 1995.
14. Hoskins, J.A., Brown, R.C. Contamination of the air with mineral fibers following the explosive destruction of buildings and fire. *Drug Metab Rev* 26: 663. 1994.
15. Hotărîre Nr. 1159 din 24-10-2007 Reglementării tehnice “Reguli generale de apărare împotriva incendiilor în Republica Moldova”
16. Иличкин В.С. Методические основы экспериментально-расчетного определения показателя токсичности продуктов горения материалов // Пожаровзрывобезопасность. 2004. Т.13, №4. С. 28 – 32.
17. Kinsella, J., Carter, R., Reid, W.H., Campbell, D., Clark, C.J. Increased airways reactivity after smoke inhalation. *Lancet* 337: 595. 1991.
18. Кошмаров, Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении : учеб. пособие / Ю.А. Кошмаров. М. : Академия ГПС МЧС России, 2000. 118 с.
19. Куценко С. А. Основы токсикологии. СПб: Фолиант, 2004. 720 с.
20. Larsen, J.B., Nelson, G.L., Williams, B.K., Spencer, E.G., Spencer, L.M. Effects of metallic coatings on the combustion toxicity of engineering plastics. *Fire Mat* 18: 121. 1994.
21. Littorin, M., Truedsson, L., Welinder, H., Skarping, G., Martensson, U., Sjöholm, A.G. Acute respiratory disorder, rhinoconjunctivitis and fever associated with pyrolysis of polyurethane derived from diphenylmethane diisocyanate. *Scand J Wk Envir Hlth* 20: 216. 1994.
22. Маркизова Н. Ф., Преображенская Т. Н., Башарин В. А., Гребенюк А. Н. Токсичные компоненты пожаров. СПб: «ООО Издательство ФОЛИАНТ», 2008. 208 с.
23. Orzel, R.A. Toxicological aspects of firesmoke. *Occup Med St Art Rev* 8: 415. 1993.
24. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019, 125 с.: ил. 42.
25. Prager, F.H., Kimmerle, G., Maretins, T., Mann, M., Pauluhn, J. Toxicity of the combustion and decomposition products of polyurethanes. *Fire Mat* 18: 107. 1994.
26. Пузач С.В., Сулейкин Е.В., Акперов Р.Г., Дутов В.И. Повышение достоверности экспериментальных методов определения показателя токсичности веществ и материалов // Пожаровзрывобезопасность. 20013. Т22, №2. С. 29 – 37.

27. Runyan, C.W., Bangdiwala, S.I., Linzer, M.A., Sacks, J.J., Butts, J. Risk factors for fatal residential fires. *New Engl J Med* 327: 859. 1992.
28. Сарманаев С.Х., Башарин В.А., Толкач П.Г., Шербашов К.А. Токсико-химическое поражение на пожаре // medline.ru. *Российский биомедицинский журнал*. 2015. Т.16, № 2. 434 – 442.
29. Savolainen H. & Kirchner N.: Toxicological Mechanisms Of Fire Smoke . *The Internet Journal of Rescue and Disaster Medicine*. 2010 Volume 1 Number 1.
30. Трушкин Д.В., Аксенов И.М. Совершенствование метода экспериментального определения показателя токсичности продуктов горения полимерных материалов // *Пожаровзрывобезопасность*. 2001. №3. С. 3 – 9.
31. Voumard, P.-A., Savolainen, H., Arnold, P., Nater, B., Maeder, P. Neurological sequels after an exposure to thermooxidative degradation products of polyurethane. *Schweiz Med Wochenschr* 125: 1367. 1995.
32. https://ro.wikipedia.org/wiki/Substan%C8%9Be_toxice
33. <https://www.rockwool.com/ro/despre-noi/filozofia-noastra/confort-interior/rezistenta-la-foc/fumul/>
34. https://www.sfatulmedicului.ro/Prim-ajutor/primul-ajutor-in-intoxicatii_1745
35. https://ro.wikipedia.org/wiki/Gaz_toxic
36. <https://www.tsu.ru/university/structure/otdel/static/opasn%20faktor.pdf>