

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Facultătea Construcții, Geodezie și Cadastru**  
**Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie**

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

**STUDIAREA PROCESULUI ȘI MANAGEMENTUL**  
**RISCURILOR DE EXPLOZIE/INCENDIU LA O**  
**RAFINĂRIE DE PETROL**

**Teză de master**

**Student:**

**Nicolaev Dorin,**  
**grupa IAPC-2004M**

**Conducător:**

**Olaru Efim**  
**conf. univ., dr.**

**Chișinău - 2022**

## ADNOTARE

**Numele și prenumele autorului:** Nicolaev Dorin

**Denumirea tezei:** Studierea procesului și managementul riscurilor de explozie/incendiu la o rafinărie de petrol

**Specialitatea/program de master:** Inginerie Antiincendii și Protecție Civilă

**Structura lucrării:** lista abrevierilor, introducere, 4 capitole, concluzii, 1 anexă (3tabele, 1 figură), 92 pagini de text, 34 referințe bibliografice.

**Cuvinte cheie:** managementul riscului, incendiu, explozie, risc, petrol, rafinărie.

**Scopul lucrării:** studiul situației și evaluarea riscului producerii exploziei/incendiului la rafinăria de petrol, propunerea soluțiilor pentru problemele existente.

### **Obiectivele lucrării:**

- stabilirea pericolului producerii exploziei/incendiului cu participarea lichidelor inflamabile și combustibile;
- identificarea punctelor de păstrare și surselor de proveniență a substanțelor lichide inflamabile și combustibile;
- identificarea măsurilor întreprinse pentru lichidarea urmărilor accidentelor cu implicarea substanțelor lichide inflamabile și combustibile;
- stabilirea măsurilor de prevenire a acidentelor la rafinăriile de petrol;
- propunerea măsurilor de neutralizare și de prevenire a riscului de explozie/incendiu.

**Importanța teoretică și practică a lucrării:** Întreprinderile din industria rafinării petrolului și industriile petrochimice sunt surse grave de pericol pentru oameni și mediu înconjurător. În ultimii ani, nivelul de pericol este în continuă creștere. Petrolul a dat naștere întregii civilizații umane moderne, poate deveni și cauza morții sale.

Obiectele legate de rafinarea petrolului sunt întreprinderi de producție ale industriei foarte periculoase. Aceste întreprinderi achiziționează, utilizează, procesează, depozitează, transportă substanțe care în orice moment se poate aprinde. Elementele proceselor tehnologice în care circulă o cantitate colosală de astfel de substanțe, nu sunt complet protejate de apariția unor situații de urgență, care se pot întâmpla în orice moment. Accidentele, care se întâmplă la rafinăriile de petrol ca de obicei duc la consecințe dezastruoase. Ele sunt capabile să provoace o dăună extraordinară economiei. Orice dezastru la instalațiile de prelucrare a petrolului, însoțite de explozii, duc la cele mai dezastruoase consecințe pentru angajații întreprinderii, pentru procesul tehnologic și echipamentele utilizate. Prin

urmare, pentru a evalua consecințele unor astfel de dezastre în cazul unui pericol real, trebuie efectuate calcule pentru zona de afectare a angajaților întreprinderii și prejudiciul material al întreprinderii pentru orice scenariu de accident.

La unitățile de producție care sunt clasificate ca periculoase, putem evidenția câteva dintre cele mai importante motive care pot mai târziu duce la producerea unui accident și dezvoltarea acestuia:

- uzura critică a principalelor active de producție;
- influența factorului uman.

Aproximativ 80% din dezastrele provocate de om se întâmplă din cauza nerespectării standardelor de siguranță prescrise și munca de slabă calitate a personalului. Pe baza acestor date, putem distinge un alt motiv al accidentelor - factorul uman.

## ANNOTATION

**Name and surname of author:** Nicolaev Dorin

**The thesis title:** Study of the process and management of fire explosion risks at an oil refinery

**Specialty/master degree program:** Fire Engineering and Civil Protection

**Thesis structure:** abbreviations list, introduction, 4 chapters, conclusions, 1 annexes, 92 text pages, 34 bibliographic references.

**Keywords:** risk management, fire, explosion, risk, oil, refinery.

**The thesis purpose:** study of the situation and assessment of the risk of explosion/fire at the oil refinery, proposing solutions to existing problems.

**The thesis objectives:**

- establishing the danger of explosion/fire with the participation of flammable and combustible liquids;
- identification of storage points and sources of origin of flammable and combustible liquid substances;
- identification of measures taken to eliminate the consequences of accidents involving flammable and combustible liquids;
- establishing measures to prevent accidents at oil refineries;
- proposing measures to neutralize and prevent the risk of explosion / fire at an oil refinery.

**Theoretical and practical importance of thesis:** Enterprises in the oil refining industry and the petrochemical industries are serious sources of danger to people and the environment. In recent years, the level of danger is constantly increasing. Oil gave birth to the entire modern human civilization; it can also become the cause of its death.

Objects related to oil refining are very dangerous industrial production companies. These undertakings purchase, use, process, store, transport substances that can ignite at any time. The elements of the technological processes in which a colossal amount of such substances circulate, are not completely protected from the occurrence of emergencies, which can happen at any time. Accidents, which happen at oil refineries as usual, lead to disastrous consequences. They are capable of causing tremendous damage to the economy. Any disaster at oil processing plants, accompanied by explosions, leads to the most disastrous consequences for the company's employees, for the technological process and the equipment used. Therefore, in order to assess the consequences of such

disasters in the event of a real danger, calculations must be made for the area affected by the company's employees and the material damage to the company for any accident scenario.

In production units that are classified as dangerous, we can highlight some of the most important reasons that can later lead to an accident and its development:

- critical wear of the main production assets;
- the influence of the human factor.

About 80% of man-made disasters occur due to non-compliance with prescribed safety standards and poor quality work of staff. Based on these data, we can distinguish another reason for accidents - the human factor.

## CUPRINS

<b>ADNOTARE (REZUMAT)</b>		<b>3</b>
<b>LISTA ABREVIERILOR</b>		<b>8</b>
<b>INTRODUCERE</b>		<b>9</b>
<b>1</b>	<b>RAFINĂRII DE PETROL DESTINATE DEPOZITĂRII PRODUSELOR PETROLIERE LICHIDE</b>	<b>10</b>
1.1	Informații generale despre materiile prime cu hidrocarburi	10
1.2	Activități specifice rafinăriei de petrol	13
1.3	Procesul de ardere a lichidelor combustibile	19
1.4	Compoziția și proprietățile fizico-chimice ale lichidelor inflamabile și combustibile	25
1.5	Categoriile de incendii de produse petroliere	29
1.6	Caracteristicile incendiilor de lichide combustibile	30
<b>2</b>	<b>ANALIZA ȘI APRECIEREA RISCURILOR EXPLOZIE/INCENDIU LA O RAFINĂRIE DE PETROL</b>	<b>33</b>
2.1	Metode de analiză și aprecierea riscului tehnogen	33
2.2	Analiza unei instalații de cracare și rectificare catalitică ca sursă de risc	38
2.3	Caracteristica produselor lichide inflamabile	40
2.4	Riscuri de explozie/incendiu la rafinăriile de petrol	41
2.5	Informații generale privind siguranța și securitatea rafinăriilor	44
2.6	Asigurarea securității la incendiu a procesului tehnologic	51
<b>3</b>	<b>EVALUAREA RISCURILOR DE INCENDIU LA RAFINĂRIILE DE PETROL</b>	<b>56</b>
3.1	Statistica accidentelor și cauzele acestora	56
3.2	Metodologia de calcul a riscului de incendiu	56
3.3	Evaluarea riscului și calcularea consecințelor distrugerii rezervorului de stocare a petrolului	60
3.4	Calculul consecințelor distrugerii	61
<b>4</b>	<b>CALCULUL PARAMETRILOR FACTORILOR PERICULOȘI AI ACCIDENTELOR</b>	<b>69</b>
4.1	Calculul dimensiunilor zonelor explozive și al suprapresiunii de explozie a amestecurilor combustibile în accidente cu lichide inflamabile și combustibile	69
4.2	Calculul densității radiației termice produse de flacără	72
4.3	Determinarea densității radiației termice parvenite dintr-o sferă de foc	72
4.4	Determinarea suprafeței de deversare, a dimensiunii zonelor explozive și a presiunii excesive a exploziei în caz de accidente în rezervoare cu lichide inflamabile și combustibile	74
4.5	Vărsarea de lichide inflamabile cu aprindere și explozie ulterioară	78
<b>CONCLUZII</b>		<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAFIE</b>		<b>83</b>
<b>ANEXE</b>		<b>86</b>
<b>Anexa 1</b>	Calculul zonelor de deteriorare prin radiație termică în cazul unui incendiu de deversare	<b>87</b>
<b>Anexa2</b>	Caracteristica gradului deteriorării rezervorului în caz de explozie/incendiu	<b>89</b>

## **LISTA ABREVIERILOR**

LUI – lichide ușor inflamabile

LC – lichide combustibile

ACM – aparate de control și măsurare

NMIE – normele de montare a instalațiilor electrice

RPP – reparația preventiv planificată

DT – deservirea tehnică

GC – gaze combustibile

PC – Protecție Civilă

SU – Situație de Urgență

EIP – echipament individual de protecție

MSI - managementul siguranței industriale

SAAE -sisteme automate de avertizare și evaluare

## INTRODUCERE

Ritmul de dezvoltare a tehnicii și a tehnologiilor de fabricație a fost și este unul deosebit de alert. Pentru producerea de bunuri materiale se folosesc noi materii prime, se experimentează și se implementează noi procese tehnologice și de fabricație, se acordă o mare atenție mecanizării și automatizării proceselor de producție, se modernizează întreprinderile existente.

Industria în general și în particular industria din domeniul petrolului, folosește diferite materii prime și substanțe chimice, cu grade de pericolozitate foarte ridicate din punct de vedere al riscului de incendiu/explozie.

Soarele nu apune niciodată peste Imperiul Petrolului. În fiecare zi, în fiecare oră, în fiecare secundă undeva în lume, turnurile pompează, tancurile transportă, rafinăriile distilează petrol în benzină și combustibil, uzinele chimice îl transformă în alte substanțe absolut necesare. Acest proces nu se poate opri un minut. Petrolul va înceta să curgă în arterele economice, iar civilizația noastră se va opri, va îngheța și va începe să se ofilească. Ca un Moloch nesățios, ea trebuie să înghită continuu lacuri întregi, mări de supă groasă, noroioasă, cu miros de sulf, de hidrocarburi. Cea mai mică întrerupere - și convulsii monstruoase zguduie organismul economic mondial.

Unii spun: omenirea stă pe un ac de petrol. Aceasta este metafora greșită - petrolul nu este un drog. Nu, lucrurile sunt mult mai rele. Dacă mergem pe calea comparațiilor biologice, atunci este mai probabil sângele civilizației, hemoglobina, celulele roșii sau chiar oxigenul însuși transportat de sânge, fără de care țesuturile corpului vor dispărea. Pe scurt, este un purtător de energie, fără o reîncărcare regulată a căreia este imposibil să se miște, să se înmulțească sau chiar să existe pur și simplu. Într-adevăr, chiar și într-o stare de animație suspendată, hibernare, viața consumă energie.

Înlocuirea petrolului nu este ușoară, dacă nu imposibilă. Iar ideea nu este doar că asigură o mare parte din nevoile generale de energie ale omenirii, dar este foarte, foarte ieftin!

Și apropo, expresia „aur negru”, nu rezistă criticilor. În primul rând, petrolul poate avea diferite culori, ci mai degrabă este maro închis, maro, verde închis. În al doilea rând, este mult mai important decât aurul, el însuși este esența, conținutul proceselor economice. În timp ce aurul este doar o convenție inventată artificial, deși foarte convenabilă. Deci, mai degrabă, aurul ar trebui numit „petrol galben”, dacă este absolut necesar să se dramatizeze rolul politic și economic al acestui metal.



Dar ceea ce este imposibil de argumentat este faptul că, petrolul nu numai că are un conținut energetic extrem de ridicat (arderea unui kilogram dă aproximativ 10 mii kilocalorii), dar este incomparabil mai ușor și mai ieftin de extras, transportat și reciclat decât combustibilii solizi sau gazoși.

Este evident faptul că datorită necesarului permanent de produse petroliere, frecvența operațiunilor de încărcare – descărcare a rezervoarelor de depozitare este una foarte crescută, ceea ce duce la realizarea condițiilor favorabile de formare a amestecurilor cu potențial exploziv.

Din acest considerent, pentru activitatea de prevenire a incendiilor există o preocupare permanentă pentru studierea, cunoașterea și însușirea proprietăților fizico-chimice ale substanțelor folosite, a pericolului de incendiu pe care îl prezintă, al comportării lor în diferite situații, dar și pentru îmbunătățirea și modernizarea procedeelelor, utilajelor și substanțelor folosite în prevenirea și stingerea incendiilor.

Se depun eforturi pentru înlăturarea cauzele de producere a incendiilor, elaborându-se standarde, regulamente, norme și normative care stabilesc condiții speciale pentru prevenirea incendiilor. Dacă totuși acestea se produc, este necesar să existe condițiile necesare pentru limitarea propagării incendiilor și stingerea lor în faza inițială de dezvoltare.

Există evaluări ale pericolului de incendiu care caracterizează valorile evaluării unui anumit risc de incendiu/explozie.

**Actualitatea și importanța temei:** combaterea incendiilor la rafinăriile de petrol din cauza răspândirii lor masive în lume și evaluarea risurilor izbucnirii unui incendiu/explozie rămâne un subiect foarte important și relevant, deoarece prevenirea unui incendiu și reducerea riscurilor de incendiu/explozie va evita refacerea unei rafinării, economisi surse financiare și salva vieți omenești.

**Scopul cercetării:** analiza și evaluarea riscului de incendiu/explozie la rafinăriile de petrol.

**Obiectivele cercetării:**

- analiza literaturii legislative, de reglementare, tehnică și specială în domeniul securității la incendiu și al riscurilor de incendiu existente la rafinării de petrol;
- să se ia în considerare caracteristicile și specificul rafinăriilor de petrol;
- analiza riscului de incendiu/explozie la rafinăriile de petrol;
- evaluarea caracteristicilor cantitative ale pericolului, riscurilor de incendiu;
- evaluarea riscului de incendiu la apariția și dezvoltarea situațiilor de urgență;
- construirea unui sistem de management al riscului de incendiu la rafinăria de petrol;

- propunerea masurilor pentru asigurarea securitatii la incendiu la rafinăria de petrol.

**Metode de cercetare:**

- metode teoretice (analiza literaturii de referință și a site-urilor de internet în domeniul incendiului, siguranța și previziunea situațiilor periculoase);

- statistico-matematice (calculare privind dezvoltarea situațiilor periculoase de explozie/incendiu și aprindere la o rafinărie de petrol).

**Baza normativă a cercetării:** un studiu al actelor legislative și juridice, documentelor de reglementare și tehnice privind securitatea la incendiu și teoria apariției riscurilor.

## BIBLIOGRAFIE

1. Benchechi, Mihail. Olaru, Efim. Termotehnica, teoria arderii și exploziei. Ch.: Tehnica - UTM, 2017. 332 p. ISBN 978-9975-45-512-1
2. Bertolini M., Bevilacqua M., Ciarapica F.E., Giacchetta G. Development of Risk-Based Inspection and Maintenance procedures for an oil refinery // Journal of Loss Prevention in the Process Industries 22. 2009. p. 244–253.
3. Faisal I. Khan, S. Abbasi A. Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries // Journal Process Safety and Environmental Protection 11. 2011. p. 261–277.
4. Fire and Explosion Hazard Management. An Industry Recommended Practice (IRP) For The Canadian Oil and Gas Industry. IRP VOLUME 18 – 2006. Sanction January 2007.
5. Gary, J.H.; Handwerk, G.E. Petroleum Refining Technology and Economics (англ.). 2nd. Marcel Dekker, Inc (англ.)русск., 1984. ISBN 978-0-8247-7150-8.
6. James G., Speight. The Chemistry and Technology of Petroleum (англ.). Fourth. CRC Press, 2006.
7. Kalantarnia M., Khan F., Hawboldt K. Modelling of BP Texas City refinery accident using dynamic risk assessment approach // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2010. p. 191–199.
8. Leffler, W.L. Petroleum refining for the nontechnical person (англ.). 2nd. PennWell Books (англ.)русск., 1985. ISBN 978-0-87814-280-4
9. Meel A., O'Neill L.M., Levin J.H., Seider W.D. Operational risk assessment of chemical industries by exploiting accident databases // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2007. p. 113–127
10. Olaru E. Bazele fizico-chimice ale dezvoltării și stingerii incendiilor. Ciclu de prelegeri. Chișinău, Ed. Tehnica-UTM, 2020. 200 p.
11. Olaru E. Prevenirea incendiilor și exploziilor: Ciclu de prelegeri / Efim Olaru, Alexandru Rascovoi, Mariana Ciobanu; – Ch.: Tehnica - UTM, 2014. 199 p.
12. Olaru E., Olaru Iu. Protecția împotriva incendiilor. Ciclu de prelegeri, U.T.M., 2000.
13. Pompiliu Bălulescu, Valeriu Măcriș. Prevenirea incendiilor. București: Editura Tehnică, 1979.
14. Reglementarea tehnică „Reguli generale de apărare împotriva incendiilor în Republica Moldova” RT DSE 1.01-2005, aprobată prin Hotărârea Guvernului nr.1159 din 24.10.2007

15. Абросимов А. А. Экология переработки углеводородных систем. Москва, изд. Химия, 2002.
16. Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск. Анализ риска. Учебное пособие для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. 113 с.
17. Каминский, Э.Ф. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты / Э.Ф. Каминский, В.А. Хавкин. – М.: Техника, 2016. 384с.
18. Капранов М. Автоматическая пожарная сигнализация на объектах нефтепрома. Журнал "Алгоритм Безопасности" № 1, 2008.
19. Коршак А. А., Шаммазов А. М.: «Основы нефтегазового дела», издательство «Дизайнполиграфсервис», 544 стр., 2005, ISBN 5-94423-066-5
20. Козлитин А.М., Попов А.И. Методы технико-экономической оценки промышленной и экологической безопасности высокорисковых объектов техносферы. Саратов: СГТУ, 2000. 216 с.
21. Кочетков К.Е. Аварии и катастрофы: учеб. пособ. М.: Изд-во АСВ, 2003. 408 с.
22. Крутолапов А.С., Чернодедов А.С. Моделирование процессов горения торфа в условиях добычи и транспортировки нефтепродуктов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 1 (29). С. 99–105.
23. Кузнецова С.А. Пожаробезопасность при эксплуатации резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Уфа -2005.
24. Лебедева М.И., Богданов А.В., Колесников Ю.Ю. Аналитический обзор статистики по опасным событиям на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. 2013. С. 1–8.
25. Мальцев А.В., Кочегаров А.В., Зубков Д.В. Пожары на нефтеперерабатывающих заводах и анализ их последствий. Вестник Воронежского института ГПС МЧС России (Современные проблемы гражданской защиты) 4(25) 2017, ISSN 2226-700X
26. Марцынковский Д. А., Владимирцев А. В., Марцынковский О. А. Руководство по риск-менеджменту СПб: Береста, 2007. 309 с.
27. Менеджмент рисков. Принципы и руководства. ISO 31000:2009 [Электронный ресурс] // База данных «Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/46197508625>.
28. Системы менеджмента качества – Требования. ISO 9001:2015 [Электронный ресурс] // База данных «Кодекс».

29. Системы экологического менеджмента – Требования и руководство по применению. ISO 14001:2015 [Электронный ресурс] // База данных «Кодекс».
30. Стрелкова Е.В., Боякова Е.Н., Потеряев Ю.К. Определение возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварии на нефтеперерабатывающем промышленном объекте// Экология энергетика экономика (вып. X), Безопасность в чрезвычайных ситуациях. СПб.: Изд-во Менделеев, 2006. 244 с.
31. Тетельмин В.В., Язев В.А. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе: Учебное пособие. – Долгопрудный: Изд. дом «Интеллект», 2009. 352 с.
32. Чемезов Е.Н., Рахмонов Д.Ф. Система управления промышленной безопасностью на нефтеперерабатывающих заводах //Символ науки. 2017. Т.2. №.1. с.7
33. Шароварников А.Ф. [и др.]. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. М.: Изд. дом «Калан», 2002. С. 318–350.
34. Щетка В.Ф., Акимова А.Б., Трофимец В.Я. Методы анализа пожарных рисков на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности.  
<file:///C:/Users/user/Downloads/metody-analiza-pozharnyh-riskov-na-predpriyatiyah-neftepererabatyvayuschey-promyshlennosti.pdf>