

# ვადაგასული პოლინიტროარომატული ფეთქებადი ნივთიერებების უტილიზაცია-რეციკლირების მეთოდოლოგიის კვლევა

**მერაბ ნადირაშვილი**  
გიორგი წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის  
უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი,  
ქიმიის აკადემიური დოქტორი

## აბსტრაქტი

თანამედროვე მსოფლიო მწელი წარმოსადგენია ფეთქებადი ნივთიერებების (ფნ) გარეშე. ამ მაღალენერგეტიკულ ქიმიურ ნაერთებს ახასიათებთ ექსკლუზიური თვისება, რომელსაც აფეთქებას ვუწოდებთ. აფეთქება, ხატოვნად - ეს არის სწრაფი, „დროში კონცენტრირებული“ ენერჯია, რომელსაც მუშაობის შესრულება შეუძლია.

ამჟამად, ათასობით ფნ-ს სინთეზირებული, თუმცა, დენტის აღმოჩენის შემდეგ, ახალი ფნ-ების ძიება და სრულყოფა წუთითაც არ შეწყვეტილა, რადგან, წინააღმდეგ შემთხვევაში, არ იქნებოდა შესაძლებელი ფეთქებადი უნარის ზრდასთან ერთად ფნ-ების თვითღირებულების შემცირება, გამწვანება და ისეთი ფნ-ების მოძიება, რომელთა პრაქტიკული გამოყენება, შენახვა, ტრანსპორტირება უსაფრთხო იქნებოდა, არ იარსებებდნენ უმძლავრესი ფნ-ები: ჰექსოგენი, ოქტოგენი, ჰექსანიტრობენზოლი...

ზოგადად, ჩვენი სამუშაოს მიზანია, პიკრინმჟავასა და ტროტილის სინთეზი და მათ ბაზაზე ახალი ფნ-ების შექმნა. დღეისათვის სინთეზირებულია ორ ათეულზე მეტი ახალი ფნ.

ახალი ფნ-ების სინთეზის სირთულეებთან ერთად, არანაკლები პრობლემაა ვადაგასული ფნ-ების თვით არსებობაც. ეს გამოწვეულია რამდენიმე გარემოებით:

1. ფნ-ების წარმოება დიდ ფინანსებთან არის დაკავშირებული და მისი, თუნდაც ვადაგასული ვარიანტის განადგურება არ არის სასურველი.

2. საფრთხის შემცველია ფნ-ების დიდხანს დასაწყობებული შენახვა.

3. ვადაგასული ფნ-ების არც დაწვა ან აფეთქება შეიძლება, გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის მკვეთრი გაუარესების საფრთხის გამო.

აღნიშნული პრობლემის გადაჭრის გზა, ვადაგასული ფნ-ების უტილიზაციასა და რეციკლირებაზე გადის, რასაც, უთუოდ, გარკვეული ეკონომიკური ეფექტი ექნება.

პრობლემის გადაჭრის შესაძლებლობათა ძიების ფარგლებში, ვახდენთ პიკრინმჟავასა და ტროტილის გარდაქმნას ისეთ ახალ ქიმიურ სტრუქტურებად, რომელიც უკეთეს ფეთქებად თვისებებს ავლენს. პირველ რიგში, ვგულისხმობთ ე.წ. CT ნაერთების სინთეზს.

სტატია შეეხება ვადაგასული პოლინიტროარომატული ფნ-ების (ტროტილი, პიკრინმჟავა...) უტილიზაცია - რეციკლირების მეთოდოლოგიის შემუშავებას CT ნაერთების სინთეზის პროცესის გამოყენებით.

### საკვანძო სიტყვები:

ფეთქებადი ნივთიერებები, ტროტილი, სინთეზი, ნიტრირება, CT ნაერთები, აფეთქება, უტილიზაცია.

## Rresearch of expired poly nitroaromatic explosives UTILIZATION-RECYCLING METHODOLOGY

**Merab Nadirashvili**  
Grigol Tsulukidze Mining Institute,  
Senior research associate  
Academic Doctor of Chemistry

### Abstract

The modern world is difficult to imagine without explosives. These high-energy chemical compounds are characterized by an exclusive property that we call explosion. Explosion, figuratively - this is a fast "time-concentrated" energy that can perform work.

Currently, thousands of explosives are synthesized, however, after the discovery of gunpowder, the search and perfection of new explosives did not stop for a minute, because, otherwise, it would not be possible to reduce the cost of explosives with an increase in explosive ability, It would be difficult to find such explosives, which would be safe for practical use, storage, transportation, there were no strong explosives, hexogen, octogen, hexanitrobenzene...

In general, the purpose of our work is to synthesize picric acid and TNT and create new explosives based on them. Nowadays, more than two dozen new explosives have been synthesized.

Along with the difficulties in synthesizing of new explosives, the existence of expired explosives is no less a problem. This is due to several circumstances:

1. The production of explosives is associated with large finances, and destroying it, even an expired option, is not desirable.
2. Long-term storage of explosives is dangerous.
3. Expired explosive can neither burn or explode, due to the threat of a sharp deterioration in the ecological equilibrium of the environment.

The way to solve the mentioned problem is through the utilization and recycling of expired explosives, which will undoubtedly have a certain economic effect.

As part of the search for opportunities to solve the problem, we transform picric acid and TNT into new chemical structures that show better explosive properties. First, we mean the synthesis of CT compounds.

The article deals with expired poly nitroaromatic explosives (TNT, picric acid...) to develop a utilization - recycling methodology using the CT compound synthesis process.

**Keywords:**

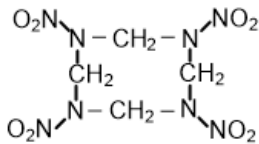
Explosives, TNT, Synthesis, Nitration, CT compounds, Explosion, Utilization

## შესავალი

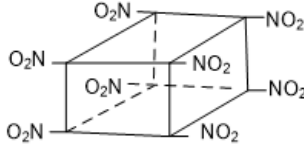
თანამედროვე სამყაროში ფნ-ებს უდიდესი როლი ენიჭებათ, არა მხოლოდ ომში, არამედ მშვიდობიანი აღმშენებლობის დროსაც - სამთო საქმეში, ინფრასტრუქტურის მოწყობისას და ა.შ.

ფნ-ები - ჩვეულებრივი ქიმიური ნივთიერებებია. მათზე, ბუნებრივია, ვრცელდება ქიმიის კანონები, აგრეთვე კლასიფიკაცია. ეს უკანასკნელი გულისხმობს იმას, თუ ქიმიურ ნივთიერებათა რომელ კლასს ეკუთვნის ესა თუ ის ფნ. შესაბამისად, ცნობილია: პოლინიტროარომატული ფნ-ები (ტროტილი, პიკრინმჟავა, ჰექსანიტრობენზოლი...), ნიტრამინები (ჰექსოგენი, ოქტოგენი...), აზოტმჟავას ესტერები (ნიტროგლიცერინი, ნიტროცელულოზა...) და ა.შ. მნიშვნელოვანია, აგრეთვე, ფნ-ების დაყოფა სამხედრო და სამრეწველო ფნ-ებად.

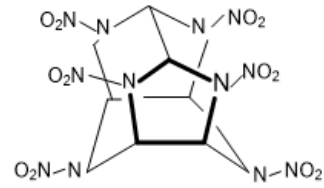
ქვემოთ მოტანილია სამი უძლიერესი ფნ-ის ფორმულა,<sup>1</sup> მათ შორის ორი უკანასკნელი სინთეზირებულია აშშ-ში XXI-ში.<sup>2</sup>



ოქტოგენი



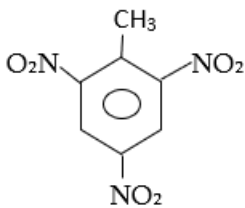
ოქტანიტროკუბანი



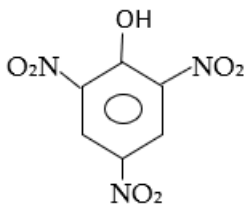
CL-20, ანუ ჰექსანიტრო-  
ჰექსააზაიზოვიურციტანი

### სურ.1

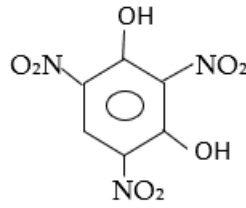
კვლევის პროფილიდან გამომდინარე, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია რამდენიმე, ცნობილი, პოლინიტროარომატული ნაერთის (Poly nitro aromatic Compound ანუ PNA ნაერთი) ფორმულათა მოყვანაც:



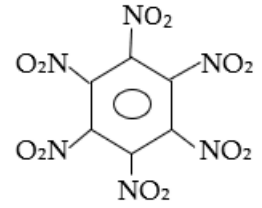
ტროტილი



პიკრინმჟავა



სტიფნინმჟავა



ჰექსანიტრო-  
ბენზოლი

### სურ.2

ზოგადად, ჩვენი სამუშაოს მიზანია, დღეს არსებული ფნ-ების მოდიფიკაცია თვისებების გაუმჯობესების მიზნით, ასევე იაფი, **ეკოლოგიურად უსაფრთხო** ფნ-ების ახალი ნიმუშების შექმნა და სამთო საქმეში გამოყენება.

აღრე, ჩვენს მიერ სინთეზირებული ფენოლის ჰომოლოგების, კერძოდ, ალკილფენოლების ნიტრირებით ვღებულობდით პიკრინმჟავას ალკილირებულ დინიტროანალოგებს,<sup>3</sup> რომლებსაც აფეთქების შედარებით სუსტად გამოხატული უნარი აღმოაჩნდათ.<sup>4</sup> გარდა ამისა, ნიტრირება რთულდებოდა თანამდე რეაქციებით...

მომდევნო ეტაპზე, პიკრინმჟავას (TNP) და ტროტილისაგან (TNT) დავასინთეზეთ 20-ზე მეტი ე.წ. CT ნაერთი (Charge Transfer Compounds, ანუ CT Compounds), რომლებსაც აფეთქების საკმაოდ ძლიერი უნარი აღმოაჩნდათ, **ზოგჯერ უფრო მეტი, ვიდრე საწყის ფნ-ებს.**

ორიოდე წლის წინ, მრავალჯერადი გამეორებით,<sup>5</sup> შესაძლებელი გახდა პიკრინმჟავას სინთეზის ერთ-ერთი ცნობილი მეთოდის გაუმჯობესება.<sup>6</sup>

1 A.M. Astakhov, R.S. Stepanov and A.Yu. Babushkin, On the detonation parameters of octanitrocubane, Combustion, Explosion and Shock Waves, Volume 34, pages 85-87(1998).

2 U.R. Nair, R. Sivabalan, et., Hexanitrohexaazaisowurtzitane (CL-20), CL-20 based formulations (review), Combustion, Explosion and Shock Waves, Volume 41, pages (121-132), March 2005.

3 M.D.Nadirashvili - Synthesis of silicon - containing alkynylphenols, Ninth International Conference on Organometallic Chemistry, Abstracts of Papers, DIJON, FRANCE - September 3-7,1979, A 61.

4 Nikoloz Chikhradze, Merab Nadirashvili, Sergo Khomeriki, Iasha Varshanidze „The Synthesis of Phenyl Acetylene Phenols for Development of New Explosives”, World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium WMES, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 95 (2017) 042030, Prague (Czech Republic).

5 იურევი, „პრაქტიკული სამუშაოები ორგანულ ქიმიაში”, თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1969 წ. გვ. 509-510.

6 მ. ნადირაშვილი, თ. იაშვილი ფეთქებადი ნივთიერების - პიკრინმჟავას სინთეზის გაუმჯობესებული მეთოდიკა, სსიპ

ამჟამინდელი რეალებიდან გამომდინარე, უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ვადაგასული ფნ-ების უტილიზაციისა და რეციკლირების მეთოდების მოძიებას. საკითხი ორმაგად აქტუალურია, რადგან აღნიშნული ნივთიერებები გარემოსათვის ეკოლოგიურ საფრთხეს წარმოადგენენ. იმავე მიზეზით, არ შეიძლება მათი დაწვა ან განადგურება. სამაგიეროდ, უტილიზაცია-რეციკლირება სამრეწველო ფნ-ებად მათი გამოყენების საშუალებას მოგვცემს, რასაც გარკვეული ეკონომიკური ეფექტი ექნება. უფრო კონკრეტულად: კვლევის მნიშვნელობა, და შესაბამისად, აქტუალურობაც მდგომარეობს იმაში, რომ ვადაგასული ტროტილისა (u-TNT) და პიკრინმჟავასაგან (u-TNP) მივიღოთ ისეთი ნაწარმები, რომლებსაც აფეთქების უნარი ექნებათ.

კვლევის სიახლეა ის, რომ პრობლემის გადასაწყვეტად ჩვენ ვიყენებთ ე.წ. CT ნაერთების სინთეზის პროცესს. იმავე მიზნით, შესაძლებლად მიგვაჩნია u-TNT-სა და u-TNP-ს ქიმიური გარდაქმნით, ახალი ფნ-ების სინთეზი: კერძოდ, მეთილისა და

ჰიდროქსილის აქტიურ ჯგუფებში სხვადასხვა ქიმიური ფრაგმენტების ჩანაცვლებითა და მოლეკულათა დი- ან ტრიმერიზაციის პროცესის გამოყენებით.

## ძირითადი ნაწილი

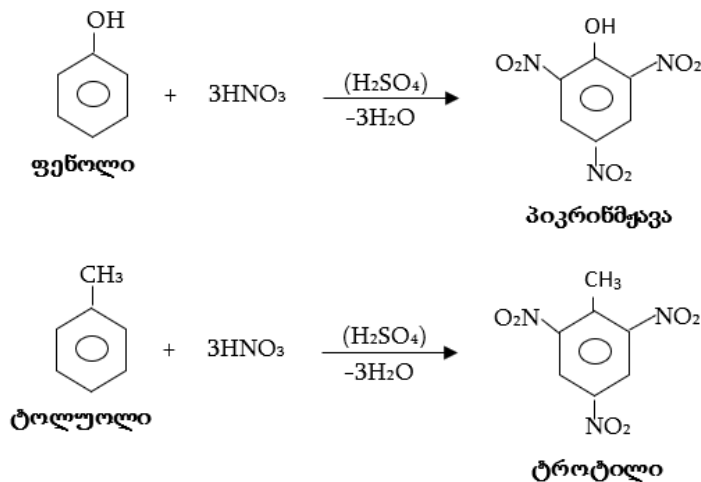
### კვლევის მეთოდოლოგია

მეთოდოლოგია, ეს არის დასახული ექსპერიმენტებისათვის საჭირო მეთოდების (მეთოდოლოგიის) ერთობლიობა. კვლევის მიზნები და ამოცანები კვლევის მეთოდოლოგიასთან ერთად ერთიან სამუშაო პროგრამას ქმნიან.

ჩვენი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს მეთოდოლოგია, პირობითად, ოთხი ძირითადი ამოცანის შესრულებას უზრუნველყოფს. ესენია: 1. ტროტილისა და პიკრინმჟავას სინთეზი. 2. სუფთა და ვადაგასული ტროტილისაგან, ასევე, პიკრინმჟავასაგან (შედარებისათვის) CT ნაერთების სინთეზი. 3. სინთეზირებული, CT ნაერთების აფეთქებითი მახასიათებლების განსაზღვრა. 4. CT ნაერთების სინთეზის მეთოდის ჩართვა ვადაგასული ტროტილისა და პიკრინმჟავის უტილიზაციის პროცესში.

### პიკრინმჟავასა და ტროტილის სინთეზი

პიკრინმჟავასა და ტროტილის სინთეზს ვატარებთ ფენოლისა და ტოლუოლის ნიტრირებით, როგორც ცნობილი [5], ასევე პიკრინმჟავას სინთეზის ჩვენს მიერ გაუმჯობესებული მეთოდის [6] გამოყენებით:



სურ.3

არომატული ნაერთების ნიტრირების თეორიული საფუძველი არის არომატულ ბირთვში ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქცია  $\pi$ - და  $\sigma$ - კომპლექსების წარმოქმნის შუალედური სტადიების გავლით.

### CT ნაერთების სინთეზი

ჩვენს მიერ ჩატარებული CT ნაერთების სინთეზი რამდენადმე სპეციფიკურია, რადგან მსგავს რეაქციებში, მხოლოდ გარკვეული აგებულების მქონე ქიმიური ნივთიერებები მონაწილეობენ.

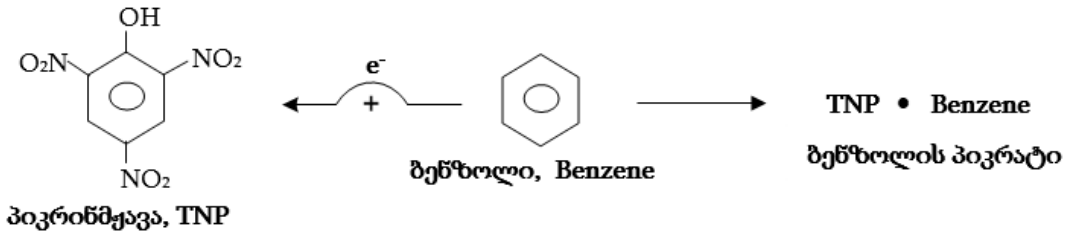
ზოგადად, ქიმიურ ნივთიერებათა მოლეკულების ელემენტური შედგენილობა და „არქიტექტურა“, ანუ ქიმიური აგებულება, დიდწილად განსაზღვრავს მათ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, ასევე - აფეთქების თავისებურებებსა და ენერგეტიკას.

მეორეს მხრივ, თვისებათა სიმრავლეში არაიმეათად მოიძებნება ისეთიც, რომელიც ექსკლუზიურია ნივთიერებათა გარკვეული ჯგუფისათვის. რის გამოა, რომ PNA ნაერთებს - ტროტილს,

- დავით აღმაშენებლის სახელობის საქართველოს ეროვნული თავდაცვის აკადემია, შრომები, 2021, გვ. 95.

პიკრინმჟავას, მეთილპიკრატს, უნარი აქვთ ადვილად წარმოქმნან CT ნაერთები?<sup>7</sup>

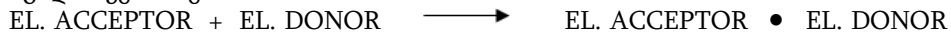
საქმე იმაშია, რომ PNA ნაერთების მოლეკულებში ძლიერი ელექტრონოაქცეპტორული ნიტროჯგუფების არსებობა, აღარბეზს არომატულ ბირთვებს  $\pi$  - ელექტრონებისაგან. შედეგად, ისინი ურთიერთქმედებენ ელექტრონოდონორულ ნაერთებთან - ბენზოლთან, ტოლუოლთან, მეზითილენთან მოლური თანაფარდობით 1:1. ამ დროს, მორეაგირე მოლეკულებს შორის, ქიმიური ბმების გადანაწილება და ახალი ბმების წარმოქმნა არ ხდება. ადგილი აქვს, მხოლოდ, ელექტროსტატიკურ ურთიერთქმედებას და მათ ურთიერთმიზიდვას. კერძოდ, დონორი მოლეკულის, მაგალითად, ბენზოლის ერთი  $\pi$  - ელექტრონი ან მთლიანად გადადის ელექტრონოაქცეპტორული ტრინიტროფენოლის მოლეკულაზე, ან ადგილი აქვს მის საერთო „მფლობელობაში“ გადასვლას. შედეგად, ხდება ბიმოლეკულური სტრუქტურის, შესაბამისი CT ნაერთის - პიკრატის წარმოქმნა:



სურ.4

სურ.4

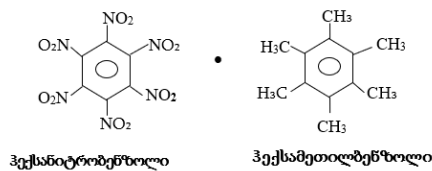
ელექტრონოაქცეპტორული და ელექტრონოდონორული მოლეკულებისაგან CT ნაერთების წარმოქმნის ზოგადი სქემა ასეთია:



არსებული შეხედულებით, მსგავს შემთხვევებში, მოლეკულათა არომატული ფრაგმენტები ერთ-მანეთის მიმართ პარალელურ სიბრტყეებში განლაგდებიან.

რაც შეეხება ფორმულათა „მორფოლოგიას“, იგი ემსგავსება ზოგიერთი სხვა ნივთიერების ფორმულათა გამოსახვის წესს. მაგალითად,  $\text{KCl} \bullet \text{NaCl}$ ,  $\text{H}_3\text{N} \bullet \text{BF}_3$  ...

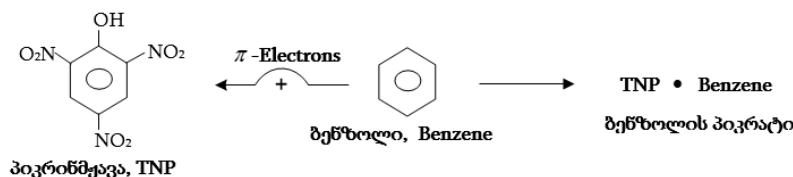
ვთქვათ, CT ნაერთი წარმოქმნილია ძლიერი ელექტრონოაქცეპტორისა და ასევე ძლიერი „ვიზავი“ ელექტრონოდონორისაგან :



სურ.5

ცხადია, კომპონენტთა ურთიერთმიზიდვა უფრო ძლიერი იქნება, ხოლო CT ნაერთის მდგრადობა - გაზრდილი. ძნელი წარმოსადგენია, ჰექსამეთილბენზოლიდან მხოლოდ ერთი ელექტრონი გადადიოდეს ჰექსანიტრობენზოლის მოლეკულაზე. სავარაუდოდ, ხდება დონორიდან აქცეპტორისაკენ  $\pi$ -ელექტრონული დრუბლის გადაწევა, იმ დოზით, რა ხარისხითაცაა გამოხატული კომპონენტთა აქცეპტორული და დონორული თვისებები. ეს უნდა განაპირობებდეს მოლეკულათა არომატული

ბირთვების პარალელურ განლაგებას სივრცეში, ურთიერთმიზიდვას და შესაბამისი CT ნაერთის წარმოქმნას, შემდეგი ჰიპოთეტიური სქემის მიხედვით:



სურ.6

7 M. Nadirashvili, A. Apriashvili, G. beinashvili, T. Iashvili “Synthesis and research of “Molekular Compounds” from some explosives „The Development of Mining and Geology is the Precondition for the Revival of Economy”, 6th International Scientific-Practical Conference on Up-to-date Problems of Mining and Geology BOOK OF ABSTRACTS, p.70, Tbilisi, 2020.



რაც შეეხება, CT ნაერთების შერჩევის მოტივაციას, ის შემდეგში მდგომარეობს:

1. ფენოლი, ანიზოლი, ტოლუოლი, საკმაოდ იაფი რეაგენტებია უამრავი სასარგებლო ნაწარმის სინთეზისათვის, რომელთა რიცხვშია ცნობილი ფნ-ებიც – პიკრინმჟავა, მეთილპიკრატი, ტროტილი...
2. ზოგადად, სასარგებლო თვისებების მატარებელი ნივთიერებების ქიმიური გარდაქმნით მიღებულ სტრუქტურულ ანალოგებს, უმეტეს შემთხვევებში შენარჩუნებული აქვთ თავდაპირველი თვისებები.
3. CT ნაერთების სინთეზი მიმდინარეობს „რბილ“ პირობებში, ენერგიატევადი დანახარჯების გარეშე, ორგანული სინთეზისათვის „უჩვეულოდ“ მცირე დროში, სუფთა მიზნობრივი პროდუქტების მაქსიმალური გამოსავლით.
4. CT ნაერთებს შენარჩუნებული აქვთ საკმაოდ ძლიერი აფეთქების უნარი.
5. CT ნაერთების სინთეზის განზოგადებული პროცესი, მისი მეთოდისა, შესაძლებელია ჩართულ იქნას გამოსაყენებლად უვარგისი პოლინიტროარომატული ფნ-ების, მაგალითად, ტროტილის უტილიზაციის პროცესში.

ამ ეტაპზე, ტროტილის, პიკრინმჟავას, u-TNT-სა და u-TNP-საგან სინთეზირებულია 7 CT ნაერთი. u-TNT-საგან - სამი, u-TNP-საგან - ორი, სუფთა ტროტილისა და პიკრინმჟავასაგან - ორი:

- |                             |                       |                   |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------|
| u-TNT • KNO <sub>3</sub> I  | u-TNT • Toluene II    | u-TNT • Furan III |
| u-TNP • KNO <sub>3</sub> IV | u-TNP • Toluene V     |                   |
| TNT • Mezithylene VI        | TNP • Mezithylene VII |                   |

I- III ნაერთები ტესტირებულია აფეთქებაზე.

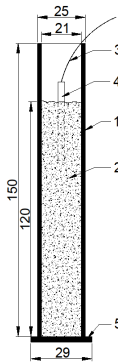
### ტესტირება აფეთქებაზე

გამოსაცდელი ნივთიერების 15 გ იტვირთება დაბალნახშირბადიანი ფოლადის მასრაში, რომლის ერთი ბოლო დახშულია იგივე მასალით. დეტონაციის ინიცირებისთვის გამოყენებულია კაფსულ-დეტონატორი KД-8 ცეცხლგამტარი ზონარით. აფეთქების შედეგების შეფასება ხდება ექსპერიმენტის შემდეგ, ფოლადის მასრის დეფორმაციის და ფრაგმენტაციის ხარისხით.

ტესტირების აღწერილი მოდელი გამოვიყენეთ პიკრინმჟავასა და ამონიუმის ნიტრატისაგან მომზადებული CT ნაერთის - TNP • NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> მიმართ. მოხდა სრული და საკმაოდ ძლიერი აფეთქება, რასაც მოჰყვა მასრის მთლიანი ფრაგმენტაცია.

შედარებისათვის, ჩავატარეთ პიკრინმჟავას ტესტირებაც. შედეგად, მივიღეთ „მხოლოდ“ ფოლადის მასრის რღვევა მსახველზე და დეფორმაცია.

პირველადი დასკვნა: CT ნაერთს აღმოაჩნდა უფრო ძლიერი აფეთქების უნარი, ვიდრე პიკრინმჟავას. ქვემოთ ნაჩვენებია მასრის ზომები (ნახ. 1), მასრის ფოტო (სურ.2), პიკრინმჟავიანი მასრის დეფორმაცია (სურ.3) და CT ნაერთიანი მასრის ფრაგმენტაცია (სურ.4):



ნახ 1



სურ. 7



სურ. 8



სურ 9

აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით მოვახდინეთ I (სურ.5), II (სურ.6), III (სურ.7) CT ნაერთების, აგრეთვე u-TNT -ს (სურ.8) ტესტირება აფეთქებაზე. შედეგები მოტანილია 5-8 ფოტოებზე:



სურ. 10



სურ. 11



სურ. 12



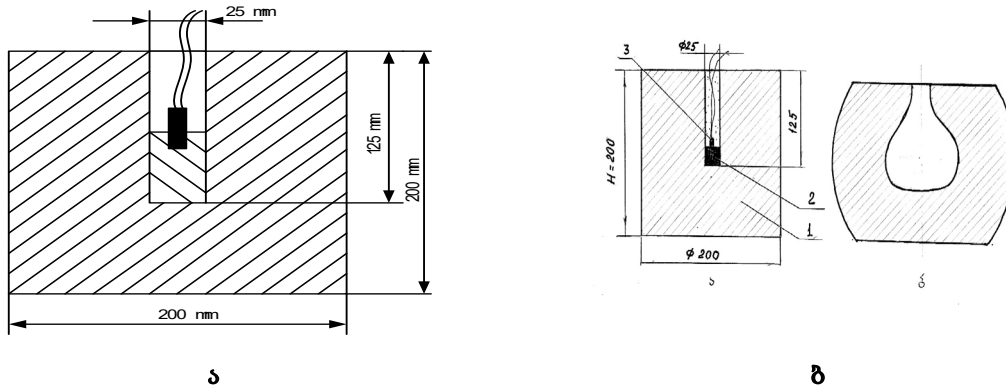
სურ. 13

თუ ვიმსჯელებთ მასრების ფრაგმენტაციის ხარისხის მიხედვით, აშკარაა რომ I-III CT ნაერთების სიმძლავრე მნიშვნელოვნად აჭარბებს u-TNT-ს იგივე მონაცემს.

## ფნ-ების მუშაუნარიანობა

ტესტირება აფეთქებაზე, ფნ-ების თვისებითი მახასიათებელია. უფრო მნიშვნელოვანია აფეთქების რაოდენობითი მახასიათებლების განსაზღვრა. ამ პრობლემის გადაჭრის ერთ-ერთი ძირითადი მეთოდი, ე.წ. „ტრაუცლის სინჯი“<sup>8</sup>, ფნ-ების მუშაუნარიანობის (ფუგასურობის) განსაზღვრის საშუალებას იძლევა.

ტყვიის ცილინდრში, რომელსაც აქვს ცენტრალური ხვრელი  $D=25$  მმ;  $L=125$  მმ, ათავსებენ ფნ-ის 10 გრამს, მასში - დეტონატორს. აფეთქების შედეგად ცილინდრული ფორმის ხვრელის მოცულობა იზრდება და იღებს მსხლის ფორმას (ნახ. 1):



ნახ.2 ტრაუცლის სინჯი ფუგასურობის განსაზღვრისათვის:  
ა - აფეთქებამდე, ბ - აფეთქების შემდეგ

მოცულობის ნამატი  $\text{სმ}^3$ -ში არის ფნ-ის მუშაუნარიანობის პირობითი საზომი. მას აკლებენ დეტონატორის აფეთქებით გამოწვეულ გაფართოებას ( $30 \text{ სმ}^3$ ).

შესწავლილ იქნა პიკრინმჟავასა და ამონიუმის ნიტრატისგან სინთეზირებული CT ნაერთის მუშაუნარიანობა ტრაუცლის სინჯის გამოყენებით. შედარებისთვის, შემოწმდა პიკრინმჟავას მუშაუნარიანობა. **ორი ფნ-ის შედარება გვიჩვენებს: მიუხედავად იმისა, რომ CT ნაერთის 10გ დაახლოებით 30%-ით ნაკლებ პიკრინმჟავას შეიცავს, მისი მუშაუნარიანობა არათუ გაუტოლდა სუფთა პიკრინმჟავისას, არამედ 1/3-ით გადააჭარბა მას.** სხვა სიტყვებით, აფეთქებაზე ტესტირების თვისებითი მახასიათებელი დადასტურდა ტრაუცლის სინჯის რაოდენობითი მახასიათებლით.

პირველადი დასკვნის სახით, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ CT ნაერთის სინთეზით გაიზარდა ელექტრონოაქტიური კომპონენტის - პიკრინმჟავას აფეთქების სიმძლავრე. სხვანაირად, ცნობილ PNA ნაერთზე უფრო ძლიერი აფეთქების უნარი აღმოაჩნდა მისგან სინთეზირებულ CT ნაერთს.

## PNA ნაერთების უტილიზაცია-რეციკლირების ზოგადი მეთოდოლოგია

ვადაგასული ფნ-ები, როგორც წესი, შეიცავენ მათი ქიმიური გარდაქმნის პროდუქტებს, პირობითად, **მინარევებს**. რა მოხდება, თუ მინარევების შემცველი PNA ნაერთისაგან, მაგალითად, ტროტილისაგან CT ნაერთს დავასინთეზებთ?

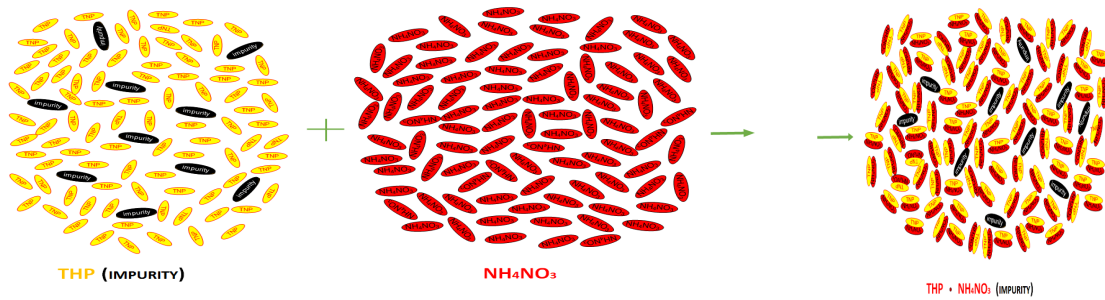
დავუშვათ, მინარევის რაოდენობა ფნ-ის მოლური მასის 10% - ია. ეს ნიშნავს, რომ ტროტილის ( $M_r=227$ ) 1 მოლის (227გ/მოლი) 10% ანუ 22,7 გ არის მინარევი. დანარჩენი მასა ანუ მოლის 90% არის გარდაუქმნელი ტროტილი (204,3გ).

როგორც აღვნიშნეთ, CT ნაერთების სინთეზისას კომპონენტები აქტიურად იზიდავენ ერთმანეთს (1:1). ელექტრონოდონორულ კომპონენტად ამონიუმის ნიტრატის ( $M_r=80$ ) გამოყენებისას, ცხადია, რეაქციას დასჭირდება მისი მოლის ასევე 90%, ანუ 72 გ. ამის გამო, მიღებული CT ნაერთის მასა იქნება 276,3 გ. (204,3გ+72გ). მასში გაზნეული იქნება მინარევის 22,7 გ. მარტივი გაანგარიშებით აღმოჩნდება, რომ სინთეზირებული CT ნაერთი, უკვე მინარევის მხოლოდ 8,2%-ს შეიცავს.

მსგავსად ამისა, თუ ელექტრონოდონორულ კომპონენტებად გამოვიყენებთ კალციუმის და ბარიუმის ნიტრატებს -  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ , CT ნაერთებში მინარევების შემცველობა, შესაბამისად, 6,3 % და 5,1 % - მდე დაიწევს.

<sup>8</sup> А.И.Гольбиндер, «Лабораторные работы по курсу теории взрывчатых веществ», Росвузизат, 1963, с.122, 127.

ნათქვამი ილუსტრირებულია სქემაზე:



სქემა 1

ე.ი. CT ნაერთის სინთეზით, ჩვენ ვღებულობთ უფრო მეტი რაოდენობით, უფრო პლიერ ფნ-ს, რომელშიც მინარევის შემცველობა თითქმის განახევრებულია. სწორედ ამიტომ მიგვაჩნია ეს მეთოდიკა ვადაგასული PNA ნაერთების უტილიზაციისა და რეციკლირების იაფ და ადვილად განხორციელებად საშუალებად.

### დასკვნა

1. ჩვენს მიერ სინთეზირებულ CT ნაერთებს შენარჩუნებული აქვთ აფეთქების უნარი, ხშირად უფრო მეტი, ვიდრე საწყის PNA ნაერთებს.
2. პიკრინმჟავას აფეთქებაზე ტესტირებისას ხდება ფოლადის მასრის რღვევა მსახველზე და მისი დეფორმაცია.
3. პიკრინმჟავასა და ამონიუმის ნიტრატისაგან სინთეზირებული CT ნაერთის -
4. TNP • NH<sub>4</sub>OH აფეთქებისას ხდება მასრის მთლიანი ფრაგმენტაცია.
5. პიკრინმჟავასა და TNP • NH<sub>4</sub>OH შემოწმება ტრაუცლის სინჯზე აჩვენებს, რომ უკანასკნელის მუშაუნარიანობა 1/3 -ით აჭარბებს პიკრინმჟავას ამ მონაცემს.
6. u-TNT -ს სამი CT ნაერთი - u-TNT • KNO<sub>3</sub>, u-TNT • Toluene, u-TNT • Furan შემოწმებულია აფეთქებაზე. სამივე შემთხვევაში მოხდა მასრების სრული ფრაგმენტაცია, u-TNT -ს აფეთქებისას კი - ფრაგმენტაცია ნაწილობრივია.
7. საბოლოო დასკვნა: CT ნაერთების სინთეზი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ერთ-ერთ პრაქტიკულ მეთოდად პიკრინმჟავას, ტროტილის, სტიფნიმჟავას და სხვა ვადაგასული PNA ნაერთების უტილიზაციისა და რეციკლირებისათვის.

### გამოყენებული ლიტერატურა

- Astakhov, A.M., R.S. Stepanov and A.Yu. Babushkin, On the detonation parameters of octanitrocubane, Combustion, Explosion and Shock Waves, Volume 34, pages 85-87(1998).
- Nair, U.R., R. Sivabalan, etc., Hexanitrohexaazaisowurzitane (CL-20), CL-20 based formulations (review), Combustion, Explosion and Shock Waves, Volume 41, pages (121-132), March 2005.
- M.D.Nadirashvili - Synthesis of silicon – containing alkynylphenols, Ninth International Conference on Organometallic Chemistry, Abstracts of Papers, DIJON, FRANCE – September 3-7,1979, A 61.
- Chikhradze, Nikoloz, Nadirashvili, Merab, Sergo Khomeriki, Iasha Varshandze „The Synthesis of Phenyl Acetylene Phenols for Development of New Explosives”, World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium WMESS, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 95 (2017) 042030, Prague (Czech Republic).
- იურევი, „პრაქტიკული სამუშაოები ორგანულ ქიმიაში”, თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1969 წ. გვ, 509-510.
- ნადირაშვილი, მ., იაშვილი, თ., ფეთქებადი ნივთიერების - პიკრინმჟავას სინთეზის გაუმჯობესებული მეთოდიკა, სსიპ - დავით აღმაშენებლის სახელობის საქართველოს ეროვნული თავდაცვის აკადემია, შრომები, 2021, გვ. 95.
- Nadirashvili, M., A. Apriashvili, G. beinashvili, T. Iashvili “Synthesis and research of “Molekular Compounds” from some explosives „The Development of Mining and Geology is the Precondition for the Revival of Economy”, 6th International Scientific-Practical Conference on Up-to-date Problems of Mining and Geology BOOK OF ABSTRACTS, p.70, Tbilisi, 2020.
- Гольбиндер, А.И., «Лабораторные работы по курсу теории взрывчатых веществ», Росвузизат, 1963, с.122, 127.