

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

თამარ იაშვილი

მაღალენერგეტიკული ნიტრონაერთების სინთეზი და
ფეთქებადი თვისებების კვლევა ექსპერტიზის
მეთოდების სრულყოფის მიზნით

სადოქტორო პროგრამა საინჟინრო ფიზიკა

შიფრი 0719

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარდგენილი

დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2022 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში
ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი
საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტი

ხელმძღვანელები: სტუ-ს პროფესორი ნიკოლოზ ჩიხრაძე
სტუ-ს პროფესორი აკაკი გიგინეიშვილი

რეცენზენტები: _____

დაცვა შედგება ----- წლის "-----" -----, ----- საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის
სისტემების ფაკულტეტის სადისერტაციო ნაშრომის დაცვის კოლეგიის
სხდომაზე,

კორპუსი -----, აუდიტორია -----

მისამართი: 0160, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი -----

თემის აქტუალურობა

ფეთქებად ნივთიერებებს (ფნ) კაცობრიობის სამეურნეო-პოლიტიკურ ცხოვრებაზე და განვითარებაზე უდიდესი გავლენა ჰქონდა წარსულში, აქვს თანამედროვე პირობებში და უექველად ექნება მომავალშიც. ეს ეხება, როგორც ქვეყნების თავდაცვისუნარიანობის განმტკიცებას, ასევე მშვიდობიან აღმშენებლობასაც - სამთო და საინჟინრო საქმეს, მიწისზედა და მიწისქვეშა ინფრასტრუქტურის მშენებლობას და ა.შ.

მეტად მცირე დროში მაღალი სიმკვრივის ენერგიების და მძლავრი იმპულსური დატვირთვების გენერირება პირდაპირ კავშირშია ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესთან, რომელსაც აფეთქება ეწოდება. აფეთქება, უდიდესი ენერგიის მყისიერი გამოყოფაა, ხატოვანად - ეს არის „დროში კონცენტრირებული“ ენერგია, რაც ფნ-ების უმთავრეს, გამორჩეულ/ექსკლუზიურ თვისებას წარმოადგენს.

ბუნებებრივ პირობებში, წიაღიდან ფნ-ების ძალზე მცირე რაოდენობის მიღებაა შესაძლებელი. მათი აბსოლუტური უმრავლესობა ახალი ნივთიერებების მიღების მთავარი მეთოდის, სინთეზის გზით იწარმოება. სინთეზით არის მიღებული ისეთი ცნობილი ფნ-ები, როგორცაა ალიფატური და არომატული ნიტრონაერთები - ტეტრანიტრომეთანი, ტროტილი, პიკრინმჟავა, სტიფნინმჟავა; ნიტრამინები - ჰექსოგენი, ოქტოგენი, CL-20; ნიტროეთერები ანუ აზოტმჟავას ესტერები - ნიტროგლიკოლი, ნიტროგლიცერინი, ნიტროცელულოზა და სხვა მრავალი.

ამჟამად, მსოფლიოში განუსაზღვრელი ოდენობით, სხვადასხვა დანიშნულების და შედგენილობის ფნ-ბები იწარმოება, რომელთა ასორტიმენტი, ოდენობა, წარმოებისა და მათი თვისებებისადმი წაყენებული მოთხოვნების ზრდის პარალელურად სულ უფრო ფართოვდება.

ახალი თაობის ფეთქებადი მასალების შექმნას სტიმულს აძლევს მრავალი სამოტივაციო ფაქტორი. პირველ რიგში, ყურადღება ექცევა მახასიათებლების ოპტიმიზაციას რომელთაც უნდა განაპირობონ თვითღირებულების შემცირება, სიმძლავრის ზრდა, გარემოზე მავნე

ზემოქმედების შემცირება, წარმოების, შენახვის, ტრანსპორტირებისა და მოხმარების პროცესში ჩართული პერსონალის ფიზიკური უსაფრთხოება და ა.შ. საყურადღებო და გასათვალისწინებელია ის გარემოებაც, რომ ფნ-ბები საშიშ ნივთიერებათა პირველ კლასს მიეკუთვნება, ხოლო მათი სინთეზი მომატებული საფრთხეების შემცველ ტექნოლოგიას წარმოადგენს. ამიტომ, სასურველი და აქტუალურია ტექნოლოგიის სრულყოფის გზით რისკების დაზღვევა და მინიმიზაცია.

ზემოაღნიშნული გარემოებები განაპირობებს მოთხოვნებს სამეცნიერო-საექსპერტო კვლევების გაფართოებაზე, რათა ფეთქებადი ნივთიერებების მზარდი ბრუნვის პროცესში ამაღლდეს საზოგადოების უსაფრთხოების დონე და გაიზარდოს ეკონომიკური პარამეტრები, რაც ძირითადად პროდუქტის და შესაბამისად ფნ-ის მიერ კუთრი ენერჯის გენერაციის თვითღირებულების შემცირებაში გამოიხატება. ამ მხრივ, მიზნობრივი ნივთიერებების სინთეზის პროცესში **პრაქტიკული გამოსავლის გაზრდას** უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება.

საქართველოში, ამჟამად არსებული სოციალურ-პოლიტიკური ვითარების პირობებში, როგორც თავდაცვითი დანიშნულების, ასევე სამრეწველო ფნ-ების წარმოება უკიდურესად შეზღუდულია. ამდენად, ქვეყანის მოთხოვნები ამ სტრატეგიულად მნიშვნელოვან პროდუქტზე ძირითადად დამოკიდებულია იმპორტზე, რაც საკმაოდ აუარესებს უსაფრთხოების გარემოს და ამცირებს მის მომხმარებელ საწარმოთა ეკონომიკურ რენტაბელობას. მეორეს მხრივ, საქართველო, უძველესი დროიდან ჩამოყალიბდა ტრადიციულ სამთამადნო ქვეყნად, სადაც მანგანუმის, ფერადი და კეთილშობილი ლითონების წარმოება ქვეყნის ეკონომიკის ძირითად საყრდენს წარმოადგენს. გარდა ამისა, ქვეყანაში ევროატლანტიკური სტრუქტურების მხარდაჭერით გრძელდება საბრძოლო მასალების უტილიზაცია, რომელიც მსოფლიოს ყველა ქვეყნის მსგავსად უწყვეტ და განვითარების თანმდევ პროცესს წარმოადგენს. ვადაგასული საბრძოლო მასალების უტილიზაციის ნარჩენ პროდუქტს ძვირადღირებულ

მეტალის ჯართთან ერთად წარმოადგენენ სხვადასხვა სახეობის მაღალენერგეტიკული მასალები-ფეთქებადი ნივთიერებები და დენტები. მათი ხანგრძლივი დროით შენახვა შეიცავს უსაფრთხოების დიდ რისკებს და იმავდროულად მოითხოვს დიდ ფინანსურ დანახარჯებს მათი დაცვისა და ინფრასტრუქტურის მოწყობისთვის. ამა დროს იგი წარმოადგენს მეტად იაფ ნედლეულს სამრეწველო დანიშნულების ფეთქებადი მასალების საწარმოებლად. ამისთვის კი საჭიროა შეიქმნას მათი რეციკლირების ან მოდიფიკაციის ისეთი ტექნოლოგია, რომელიც უზრუნველყოფს ისეთი ფეთქებადი მასალების მიღებას, რომლებიც დააკმაყოფილებს საქართველოს ეროვნულ სტანდარტს: „საამფეთქებლო სამუშაოების უსაფრთხოების წესები“. შესაბამისად, უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება როგორც სერიული წარმოების ფნ-ბების თვისებების გაუმჯობესებას, ასევე ვადაგასული საბრძოლო მასალებიდან გამონთავისუფლებული მაღალენერგეტიკული ნარჩენების რეციკლირებას და მათ ბაზაზე სამრეწველო ფეთქებადი მასალების მიღებას. ორივე პრობლემის გადაჭრა მხოლოდ ნივთიერების სტრუქტურის მოდიფიცირებით არის შესაძლებელი, რაც სინთეზის პროცესების ღრმა-მეცნიერულ კვლევებს მოითხოვს.

მაღალენერგეტიკული ნაერთების ფართო სპექტრიდან სადისერტაციო ნაშრომში კვლევის საგნად შერჩეულ იქნა პოლინიტროარომატული ნაერთების (პიკრინმჟავა, მეთილპიკრატი და ტროტილი) ბაზაზე ახალი ფნ-ების სინთეზი. აღნიშნული ნივთიერებების შერჩევა საკითხის აქტუალობით, პრიორიტეტულობით, სამეცნიერო-პრაქტიკული, ეკონომიკური და უსაფრთხოების მოტივაციებით არის განპირობებული.

კვლევის მიზნები და ამოცანები

როგორც ავლნიშნეთ, მსოფლიოში სხვადასხვა სახეობისა და დანიშნულების ფნ-ბები იწარმოება, თუმცა, მათ მიმართ წაყენებული მოთხოვნები სულ უფრო მკაცრდება და იზრდება. სამრეწველო დანიშნულების სერიული წარმოების ფეთქებად ნივთიერებებს, გამოყენების მრავალ დადებით ფაქტორებთან ერთად გააჩნიათ მნიშვნელოვანი

ნაკლოვანებებიც რაც ძირითადად გამოიხატება, ენერგეტიკულ და ეკონომიკურ მაჩვენებლებში.

ამასთან, ერთად უნდა აღინიშნოს რომ ბრუნვაში არსებული ფეთქებადი ნივთიერებების დიდი უმრავლესობა მავნე ზეგავლენას ახდენს გარემოზე. კერძოდ, ცნობილია, რომ სამოქალაქო მშენებლობაში და წარმოებაში გამოყენებული ფნ-ებების „ჟანგბადის ბალანსი“ (ჟბ) მკვეთრად უარყოფითია.

ეს ნიშნავს, რომ სწრაფი აფეთქებითი გარდაქმნისას, ასეთი ნივთიერებები ატმოსფეროში გამოტყორცნიან ნახშირბადის მონოოქსიდს და სხვა მომწამლავ აირებს, რაც ზრდის გარემოს დაბინძურების ხარისხს. ამ მხრივ პრობლემას წარმოადგენს აგრეთვე საბრძოლო მასალების უტილიზაციის პროცესში გამონთავისუფლებული ენერგეტიკული მასალები, რომელთა გადამუშავებით შესაძლებელია მიღებულ იქნას მეორადი, სამრეწველო დანიშნულების ფნ-ბები. ამიტომ უაღრესად მნიშვნელოვანია ეკოლოგიური თვალსაზრისით უსაფრთხო ფნ-ბების შექმნა/შემუშავება.

დღეისათვის, მსოფლიოში, ახალი ფნ-ების სინთეზის და კვლევები დიდწილად მიმართულია არსებული ფნ-ების წარმოების ტექნოლოგიების სრულყოფისა და მათი მოდიფიცირებისკენ, რათა მიღწეულ იქნას მათი თვითღირებულების შემცირება და ფეთქებადი მახასიათებლების გაუმჯობესება. მოდიფიცირებისთვის ერთ-ერთ პერსპექტიულ ხერხს წარმოადგენს „მოლეკულური ნაერთების“ სინთეზი. სამეცნიერო ლიტერატურაში „მოლეკულური ნაერთების“ შესახებ საკმაოდ მწირი ინფორმაცია მოიპოვება. ამასთან, დიდი ინტერესი ამ ნივთიერებების მიმართ გამოწვეულია რამდენიმე გარემოებით:

1. „მოლეკულური ნაერთების“ სინთეზი მიმდინარეობს თანამდევით პროდუქტების გარეშე საკმაოდ მაღალი, თითქმის „რაოდენობრივი“ გამოსავლით;
2. რეაქციის პროდუქტთა მაღალი გამოსავლით ხასიათდება „მოლეკულური ნაერთების“ ძირითადი კომპონენტების, კერძოდ - პიკრინმჟავასა და მეთილპიკრატის სინთეზიც. ნიტრირების საწყისი

სუბსტრატები ფენოლი და ანიზოლი ქიმიური მრეწველობის ცნობილი, იაფი და ამავე დროს ფასეული „ნედლეულია“;

3. „მოლეკულური ნაერთების“ სინთეზი მიმდინარეობს საკმაოდ „რბილ“ პირობებში, ორგანული სინთეზისათვის უჩვეულოდ მოკლე დროის ინტერვალში და თითქმის არ საჭიროებს ენერგიატევადი სარეაქციო პირობების შექმნას. ეს, უდავოდ, მიგვიყვანს გარკვეულ ეკონომიკურ ეფექტამდე.

სადოქტორო სამუშაოში დასახული კვლევის მიზნები მდგომარეობს შემდეგში:

- ცნობილი ფენ-ებების - პიკრინმჟავის, მეთილპიკრატის და ტროტილის ქიმიური გარდაქმნების გზით, ახალი „მოლეკულური ნაერთების“ სინთეზი;
- სინთეზირებული მასალების აფეთქებითი გარდაქმნის უნარის და ენერგეტიკული მახასიათებლების კვლევა;
- წარმოების თვითღირებულების შემცირება და ეფექტურობის გაზრდა;
- წარმოების, შენახვის, ტრანსპორტირების და გამოყენების პირობების მიმართ პერსონალის ფიზიკური უსაფრთხოების გაზრდა და გარემოზე მავნე ზემოქმედების შემცირება;
- საექსპერტო და საიდენტიფიკაციო პარამეტრების დადგენა.

ზემოაღნიშნული მიზნების მისაღწევად სადისერტაციო ნაშრომში ჩამოყალიბდა კვლევების ძირითადი ამოცანები:

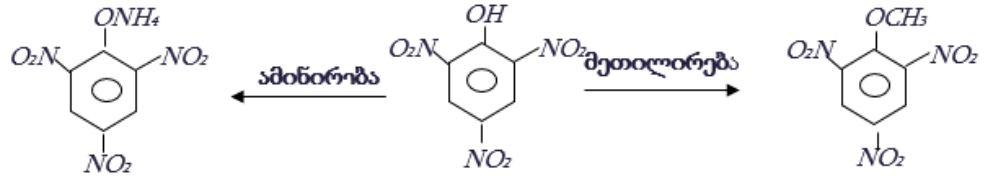
1. ფენოლის ნიტრირებით პიკრინმჟავას სინთეზი და სინთეზის პირობების შეცვლით გამოსავლის გაზრდის შესაძლებლობების დადგენა;
2. ანიზოლის ნიტრირებით მეთილპიკრატის სინთეზი და სინთეზის პირობების შეცვლით გამოსავლის გაზრდის შესაძლებლობების დადგენა;

3. ორკომპონენტური მ.ნ.-ის სინთეზისათვის ელექტრონოდონორულ კომპონენტებად როგორც ორგანული არომატული ნაერთების, ასევე არაორგანული მარილების გამოყენება;
4. სინთეზის განხორციელება რიგი ელექტრონოდონორული არომატული ნივთიერებისა და არაორგანული მარილის გამოყენებით
5. პიკრინმჟავას ბაზაზე „მოლეკულური ნაერთები“-ს სინთეზი;
6. რეზორცინის კატალიზური ალკილირებით n-პროპილის სპირტით 4-n-პროპილრეზორცინის და პიკრინმჟავასთან მისი შესაბამისი მოლეკულური ნაერთის სინთეზი;
7. მეთილპიკრატისაგან სამი ახალი „მოლეკულური ნაერთის“ სინთეზი ელექტრონოდონორული კომპონენტების - ანიზოლის, ტოლუოლის და რეზორცინის მონაწილეობით;
8. ტროტილის ბაზაზე ოთხი „მოლეკულური ნაერთის“ სინთეზი, ორგანული, არომატული, ასევე არაორგანული მარილების გამოყენებით;
9. სინთეზირებულ მოლეკულური ნაერთების გამოცდა/კვლევები დეტონაციის აღძვრისა და შესაძლო მუშაუნარიანობის შესაფასებლად;
10. სინთეზირებული „მოლეკულური ნაერთების“ ფუგასურობისა და ბრიზანტულობის განსაზღვრა;
11. სინთეზირებული მაღალენერგეტიკული მასალების საექსპერტო პარამეტრების დადგენა;
12. შედეგების კომპლექსური ანალიზი, დასკვნებისა და სათანადო რეკომენდაციების შემუშავება.

სინთეზის მეთოდები

მსოფლიოში არსებული გამოცდილებით, ფნ-ბების სინთეზის მეთოდებს შორის, ერთ-ერთ ყველაზე გავრცელებულ მეთოდს წარმოადგენს ცნობილი ფნ-ების **მოლეკულური სტრუქტურის ცვლილება**, რის შედეგადაც, ხშირად, იმავე თვისებების მქონე მათი **სტრუქტურული ანალოგები** მიიღება. ამის კარგი მაგალითია, მაგალითად, ფენოლის ნიტრირებით მიღებული

პიკრინმჟავას მარტივი ქიმიური გარდაქმნებით სინთეზირებული საკმაოდ მძლავრი ფნ-ები: ამონიუმის პიკრატი და მეთილპიკრატი, რომლის რეაქცია ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე



ნახ.1 პიკრინმჟავას სტრუქტურული ანალოგების სინთეზის სქემა

აღნიშნული მეთოდი წარმატებით გამოიყენება ორგანული ნაერთების სხვა კლასების ახალი წარმომადგენლების, მაგალითად, ფარმაცევტული პრეპარატების სინთეზშიც. ცნობილია, რომ თეთრი სტრუქტოციდის მოლეკულური სტრუქტურის ცვლილებით მიიღება ასეულობით ნაწარმი, რომელთაგან 50-ზე მეტს ამ ცნობილი სამედიცინო პრეპარატის მსგავსი ფარმაკოლოგიური აქტივობა გააჩნია. ასეთებია სულგინი, ალბუციდი, უროსულფანი და ა.შ.

სინთეზურადაა მიღებული ისეთი ცნობილი ფნ-ები, როგორცაა ალიფატური და არომატული ნიტრონაერთები - ტეტრანიტრომეთანი, ტროტილი, პიკრინმჟავა, სტიფნინმჟავა; ნიტრამინები - ჰექსოგენი, ოქტოგენი, CL-20; ნიტროეთერები ანუ აზოტმჟავას ესტერები - ნიტროგლიკოლი, ნიტროგლიცერინი, ნიტროცელულოზა და სხვა მრავალი.

ცნობილი ფნ-ების ქიმიურ მოდიფიკაციას იაფი რეაგენტებით (რასაც მივყავართ არანაკლები სიმძლავრის ახალი ფნ-ების სინთეზამდე), მნიშვნელოვანი ეკონომიური ეფექტის მოცემა შეუძლია. აქ პირველ რიგში იგულისხმება ე.წ. „მოლეკულური ნაერთები“. პიკრინმჟავას, ტროტილისა და მეთილპიკრატის გამოყენებით ახალი ფნ-ების სინთეზის პრიორიტეტულობა, ანალოგიური მოტივაციებით არის განპირობებული.

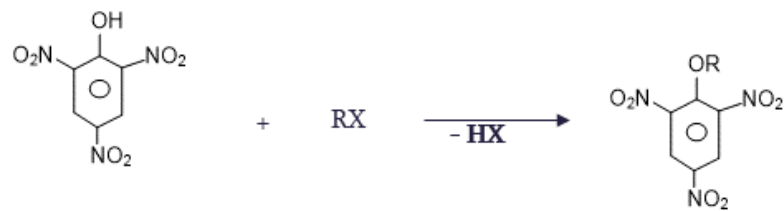
ახალი ფნ-ების მოძიება ფენოლური ნაერთების წიაღში, განპირობებულია, პირველ რიგში იმით, რომ თვითონ ფენოლი არის უმნიშვნელოვანესი და იაფი ნედლეული ფართო მოხმარების ისეთი

ნაწარმების მისაღებად, როგორცაა საღებავები, ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები, პლასტმასები. მათ რიცხვშია, აგრეთვე, ცნობილი ფნ-ებიც - პიკრინის მჟავა, მეთილპიკრატი, ამონიუმის პიკრატი, კრეზოლიტი, იზომერული დინიტროფენოლები და ა.შ. ამასთან ერთად, გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს განსხვავებული აგებულების პოლინიტროარომატული ნაერთების სინთეზი და კვლევა. ამ ეტაპზე, ასეთებად შერჩეულ იქნა ე.წ. „მოლეკულური ნაერთები” რომელთა სინთეზი სიმარტივითა და მაღალი პრაქტიკული გამოსავლით იქცევეს ყურადღებას.

სხვადასხვა სახეობის პოლინიტროარომატული ნაერთების სინთეზის მეთოდები და სქემები:

1. ნიტრირების სუბსტრატების წინასწარი სინთეზი ნიტრირებისათვის. უკანასკნელი 2-3 წლის მანძილზე სამთო ინსტიტუტის ფეთქებადი მასალების კვლევისა და აფეთქების ტექნოლოგიების ლაბორატორიაში ფენოლისა და ანიზოლის გამოყენებით სინთეზირებულ იქნა სხვადასხვა აგებულების ნაჯერი და ეთილენური რიგის ალკილფენოლები;

2. ცნობილი პოლინიტროარომატული ნაერთების უშუალო გარდაქმნა. პირველ რიგში, შესაძლებელია პიკრინმჟავას ჰიდროქსილის გარდაქმნა, კერძოდ, ბენზოლირება, კონდენსაცია მონოქლორმმარმჟავასთან და სხვა მსგავს აქტიურ ნაერთებთან. ზოგადი რეაქცია ასე შეიძლება გამოვსახოთ:

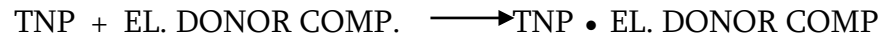


ნახ.2 პიკრინმჟავას ჰიდროქსილის გარდაქმნის სქემა

ანალოგიურად, შეიძლება მეთილპიკრატის მეთოქსილის ჯგუფისა და ტროტილის მეთილის ჯგუფის გამოყენება მსგავსი გარდაქმნებისათვის;

3. „მოლეკულური ნაერთების” სინთეზი. სადოქტორო ნაშრომის შესასულებლად ცნობილი ფნ-ების უშუალო გარდაქმნით, განხორციელდა ე.წ. „მოლეკულური ნაერთების” სინთეზი. ამ მიზნით, გამოყენებულია ელექტრონოაქცეპტორული პიკრინმჟავას, ტროტილისა და მეთილპიკრატის

ურთიერთქმედება სხვადასხვა ელექტრონოდონორულ ნაერთებთან - ბენზოლთან, ტოლუოლთან, რეზორცინთან და ა.შ. ქვემოთ მოყვანილია რეაქციის ზოგადი სქემა პიკრინმჟავას მაგალითზე:



ელექტრონოდონორულ კომპონენტებად გამოყენებულია მინერალური მარილებიც. უფრო ვრცლად, ეს საკითხი, ქვემოთ იქნება განხილული.

მიწისქვეშა ექსპერიმენტული ბაზა და კვლევისათვის გამოყენებული დანადგარები

ნაშრომის ექსპერიმენტული ნაწილი შესრულდა საქართველოს თავდაცვის სამინისტროს სახელმწიფო სამეცნიერო ტექნიკური ცენტრის „დელტას“ სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის ფეთქებადი მასალების სინთეზის და კვლევის ლაბორატორიაში და მიწისქვეშა ასაფეთქებელ კამერაში (ნახ. 3)

მიწისქვეშა ასაფეთქებელი კომპლექსი შედგება გვირაბების სისტემისგან. იგი უკავშირდება მთავარ შახტას-კამერას. კამერაში ამფეთქებლების მიერ საამფეთქებლო სამუშაოები ტარდება. ასაფეთქებელი კამერა დაკავშირებულია დაკვირვების სადგურთან. სადგურში განთავსებულია დეტონაციის წრედის მართვის ბლოკი, აგრეთვე გამზომი და სარეგისტრაციო აპარატურა.



ნახ.3 მიწისქვეშა გვირაბთა კომპლექსის პორტალი (ა) და აფეთქების კამერა (ბ)

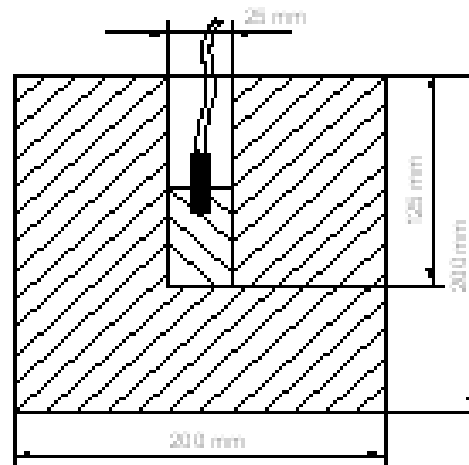
აფეთქებით გარდაქმნის უნარის და ენერგეტიკული მახასიათებლების დადგენის მეთოდები

აფეთქების სრული ენერგია გამოიყოფა სითბოს სახით, რომელიც გადახურებული და მაღალი წნევის აირების (აფეთქების პროდუქტების) გაფართოებისას ასრულებს მექანიკურ მუშაობას. რეალურად, გამოყენების დროს, აფეთქების სითბოს გარდაქმნა მექანიკურ მუშაობად მიმდინარეობს მნიშვნელოვანი დანაკარგებით. (ქიმიური, სითბური, მექანიკური მუშაობის უსარგებლო ფორმები და ა.შ.). აფეთქების შედეგად შესრულებულ საერთო მუშაობას აფეთქების ფუგასური მოქმედება ეწოდება. მისი განსაზღვრა ხდება აფეთქების აირების გარკვეულ საფეხურამდე სრული გაფართოების პირობის დაშვებით. ფეთქებადი ნივთიერების ბრიზანტული მოქმედების გამოვლენა აფეთქების კერის უშუალო სიახლოვეს ხდება. აღნიშნულ ზონაში აირების წნევა და სიმკვრივე მაქსიმალურ, პიკურ მნიშვნელობას აღწევს.

ფეთქებადი ნივთიერების მუშაობის უნარის (ფუგასური მოქმედების) ძირითად განმსაზღვრელი ფაქტორებია აფეთქების სითბო და გამოყოფილი აირების მოცულობა. აფეთქების ბრიზანტული მოქმედება კი დამოკიდებულია დეტონაციის სიჩქარესა და იმ პიკურ წნევაზე, რომელიც დეტონაციის ტალღის ფრონტზე მიიღწევა. ფეთქებადი ნივთიერების მუშაობის უნარის (ფუგასური მოქმედების) შედარებითი შეფასების მეთოდებიდან ყველაზე დიდი გამოყენებს პოვა ტრაუცლის სინჯმა (ნახ.4). მისი არსი მდგომარეობს შემდეგში: ამზადებენ ტყვიის ცილინდრს, რომელსაც ერთი ფუძიდან ღერძის გასწვრივ უკეთდება ასევე ცილინდრული ფორმის მცირე ზომის სამუხტი კამერა. კამერაში თავსდება გამოსაცდელი ფეთქებადი ნივთიერების მუხტი. გამოსაცდელი ნივთიერება მასა ძირითადად შეადგენს 10გ-ს. იგი წინასწარ იფუთება პერგამენტის ქაღალდის ან კალის თხელი ფურცლისგან დამზადებულ მასრაში. მუხტში თავსდება დეტონატორი (მუხტის სიმაღლის 2/3-ზე). ხოლო კამერა მოიტენება ინერტული მასალით. აფეთქებამდე, კამერის მოცულობა (V_0) ჩვენთვის

ცნობილია. აფეთქების შემდეგ კამერა ფართოვდება და იგი ე.წ. „მსხლის“ ფორმას ღებულობს, შესაბამისად მისი მოცულობა (V_b) იზრდება.

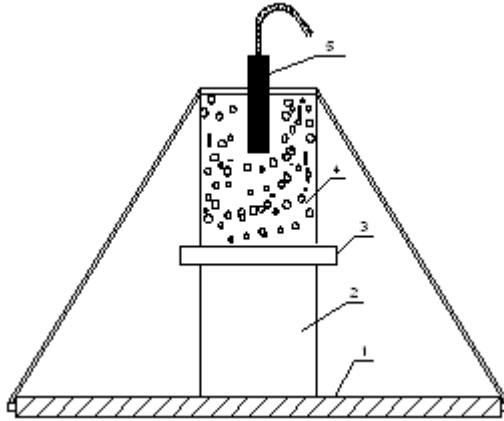
მოცულობის ნაზრდი ($V_b - V_0$) გამოხატული კუბურურ სანტიმეტრებში წარმოადგენს ფეთქებადი ნივთიერების მუშაობის უნარის პირობით ზომას. მოცულობის ნაზრდის გაზომვისას მიღებულ შედეგს დეტონატორის აფეთქებით გამოწვეული გაფართოების წილი (30 სმ^3) უნდა გამოაკლდეს.



ნახ.4 ტრაუცლის სინჯით ფუგასურობის დადგენის სქემა

ფეთქებადი ნივთიერების **ბრიზანტულობას** განსაზღვრავენ **ჰესის სინჯით** რომლის სქემაც ნაჩვენებია ნახ.5-ზე.

გამოსაცდელად იღებენ 10-15 გ ფეთქებად ნივთიერებას. ტყვიის ცილინდრი (2), რომლის დიამეტრია 40 მმ, ხოლო სიმაღლე 60 მმ, თავსდება ფოლადის ფილაზე (1) (სისქე 20 მმ). ტყვიის ცილინდრს ზევიდან ედება ფოლადის ფირფიტა (3) (დიამეტრი 40 მმ, სისქე 10 მმ), რომელზეც განთავსდება ქაღალდის მასრაში შეფუთული ფეთქებადი ნივთიერება (4) დეტონატორით (5). ტყვიის ცილინდრი აფეთქების ზემოქმედებით გამოწვეული დეფორმაციის შედეგად სიმაღლეში მოიკლებს. სხვაობას, ცილინდრის საწყის და საბოლოო სიმაღლეს შორის მიიჩნევენ ფეთქებადი ნივთიერების ბრიზანტულობის პირობით ზომად.



ნახ.7 ჰესის სინჯით ბრიზანტულობის განსაზღვრის სქემა

ცნობები დისერტაციის მოცულობისა და სტრუქტურის შესახებ

დისერტაცია შედგება 104 გვერდისაგან და შეიცავს რეზიუმეებს ქართულ და ინგლისურ ენაზე. სადისერტაციო ნაშრომი, რომელიც წარმოდგენილია 5 თავით: 1. შესავალი; 2. ლიტერატურის მიმოხილვა (5 პარაგრაფი); 3. კვლევა (4 პარაგრაფი), 4. დასკვნა; 5. გამოყენებული ლიტერატურა. ნაშრომში წარმოდგენილია 58 ნახაზი და 4 ცხრილი. ნაშრომის ბოლოს, გამოყენებულ ლიტერატურაში, წარმოდგენილია 52 წყარო.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები

პიკრინმჟავას სინთეზის მეთოდის სრულყოფა. მეთილპიკრატის

სინთეზი:

როგორც ზემოთ უკვე აღინიშნა, პიკრინმჟავა არის ძირითადი „სამუშაო“ ნივთიერება. მისი შერჩევა განაპირობა ერთის მხრივ პიკრინმჟავას აფეთქებით გარდაქმნის კარგმა უნარმა და მეორეს მხრივ მისმა ელექტრონოაქცეპტორულმა თვისებამ, რაც საშუალებას იძლევა სხვადასხვა ელექტროდონორულ ნაერთებთან ურთიერთქმედებით განხორციელდეს შესაბამისი „მოლეკულური ნაერთების“ სინთეზი. ამ მიზნის მისაღწევად საჭირო გახდა პიკრინმჟავას სინთეზის მრავლრიცხოვანი ექსპერიმენტის ჩატარება მისი დაგროვების, და შემდგომი კვლევებისთვის საჭირო ოდენობით მიღებისთვის. სინთეზი განხორციელდა ერთ-ერთი ცნობილი

მეთოდის მიხედვით. სინთეზის პროცესზე დაკვირვებისა დადგინდა გარემოებები, რაც იწვევდა საბოლოო პროდუქტის დაბალ გამოსავალანობას. შესაბამისად, ჩვენს მიერ სინთეზის ტექნოლოგიაში შეტანილ იქნა ცვლილებები, რომლებმაც პიკრინმჟავას პრაქტიკული გამოსავლი 46-48% - დან გაზარდა თითქმის 86%-მდე.

პიკრინმჟავას სინთეზი ჩვენს მიერ გაუმჯობესებული მეთოდით:

20გ ფენოლი მოთავსებულ იქნა ბრტყელძირა კოლბაში, უსაფრთხოების დაცვით მოხდა მისი გაღობა წყლის აბაზანაზე, რომლის დროსაც მას წვეთობით ემატებოდა 33მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა. ტემპერატურა გაზრდილ იქნა 95-97°C-მდე, ხოლო გაცხელება გრძელდებოდა 1სთ-ის განმავლობაში.

24 საათის განმავლობაში დაყოვნების შემდეგ ტემპერატურა აწეულ იქნა 45 °C-მდე, რომლის დროსაც მოხდა 35მლ კონცენტრირებული აზოტმჟავას (d=1,4) დამატება. ამ დროს სარეაქციო ნარევის ტემპერატურა იზრდება 76 °C-მდე და მუქდება ნიტროზული აირების გამოყოფის გამო. შეიმჩნევა ნარევის აქაფებაც. რეაქცია გაგრძელდა მორევის პირობებში იმავე ტემპერატურაზე 30 წუთის განმავლობაში. შემდეგ ტემპერატურა დაწეულ იქნა 50°C-მდე და წვეთობით მოხდა 24მლ აზოტმჟავის დამატება. შემდეგ იწყება სარეაქციო მასის გაცხელება. 70°C-ზე აირგამოყოფა კვლავ ინტენსიურია, ხოლო 85°C-ზე ინტენსივობა მაქსიმალურია. აწეულ იქნა ტემპერატურა დუღილამდე, რომელიც გაგრძელდა 25 წუთის განმავლობაში. ბოლო პროცესია გაცივება ოთახის ტემპერატურამდე. კოლბაში გაჩნდა პიკრინმჟავას მყარი კრისტალური კომპლექსები, რომლებიც გაფილტვრით მოცილდა. რეაქციის პროდუქტი ჩარეცხილ იქნა ცივი, წყალნარევი აზოტმჟავით და გაშრობილ იქნა. შედეგად მიღებულ იქნა 24გ პროდუქტი.

მუქი წითელი ფილტრატის ხელახალი გადატანა მოხდა რეაქტორში და მორევის პირობებში დაემატა 10 მლ აზოტმჟავა. გაცხელება გაგრძელდა 95-97°C-ზე 1 საათის განმავლობაში. შემდეგ მოხდა გაცივება, 300მლ ნულგრადაუსიანი წყლის დასხმის შედეგად, ტემპერატურა დაყვანილ იქნა

0°C-მდე, ნივთიერება გაიფილტრა ცივად და არეცხილ იქნა. ფილტრზე დარჩა მოყვითალო მზინავი კრისტალები 18გ ოდენობით. სულ მიღებული იქნა 42გ პიკრინმჟავა. **პრაქტიკული გამოსავალი ჩვენს მიერ გაუმჯობესებული მეთოდით დაახლოებით 86%-ია.**

სინთეზის პროცესის აღწერიდან ჩანს რომ, თითქმის მთლიანად შეცვლილ იქნა რეაქციის ტემპერატურული რეჟიმი, რამაც, ცხადია, გავლენა იქონია საბოლოო შედეგზე.

მეთილპიკრატის სინთეზი პიკრინმჟავას სინთეზის მაქსიმალური ანალოგის პირობებში:

საწყისი რეაგენტები: ანიზოლი - 12 გ; აზოტმჟავა: I ულუფა - 20 მლ, II – 10 მლ; გოგირდმჟავა - 32 გ.

გოგირდმჟავას დამატების ბოლოს ხსნარი გამუქდა. ტემპერატურა აწეულ იქნა იქნა 96-97 °C-ზე 1 საათის განმავლობაში და დაყოვნებულ იქნა 12 საათით.

აზოტმჟავას I ულუფის დამატებისას ტემპერატურამ 45 °C-მდე აიწია. აირწარმოქმნა არ შეინიშნებოდა. დამატების სიხშირე შემცირდა, რათა ერთბაშად არ დაიწყოს აირწარმოქმნა აზოტმჟავას გარკვეული რაოდენობის დამატების შემდეგ და არ მოხდეს გაშხეფება.

ნიტროზული აირების გამოყოფა დაიწყო 80 °C-ის შემდეგ, რომელიც საკმაოდ ინტენსიური გახდა 90-97 °C ტემპერატურაზე. აზოტმჟავას პირველი ულუფის დამატებიდან 15-20 წუთის შემდეგ აირწარმოქმნა შეწყდა. მეორე ულუფის დამატება დაწყებულ იქნა 65 °C-დან და დაბალი სიჩქარით შემდეგ ტემპერატურა აწეულ იქნა 97 გრადუსამდე (ცხელდებოდა ნახევარი საათი). სარეაქციო ნარევი დაყოვნებულ იქნა რამდენიმე დღე-ღამის განმავლობაში. შემდეგ სარეაქციო ნარევეზე დასხმულ იქნა 300მლ-მდე ნულგრადუსიანი წყალი. მყისიერად შეიმჩნევა ღია ფერის ნალექის გამოყოფა. გაფილტრულ იქნა წყლის ტუმბოს დახმარებით და აშრობილ იქნა. რეაქციის პროდუქტი მოვარდისფერო-მოყვითალო კრისტალებს წარმოადგენს. მივიღებულ იქნა 13,5გ მეთილპიკრატი, ანუ პრაქტიკულმა გამოსავალმა შეადგინა 48%.

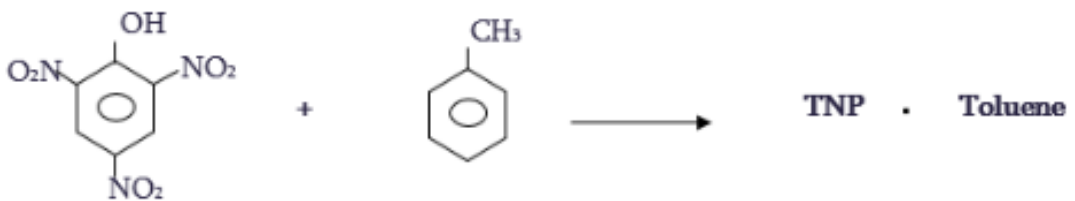
მოლეკულური ნაერთების სინთეზი:

ნაშრომში განხორციელებული სამეცნიერო კვლევები შეეხება პიკრინმჟავას, ტროტილისა და მეთილპიკრატისაგან ახალი, ფეთქებადი ნივთიერებების - „მოლეკულური ნაერთების“ („ნაერთები მუხტის გადატანით“ - „Charge Transfer Compounds“) სინთეზს და მათი აფეთქების პარამეტრების დადგენას.

უნდა აღინიშნოს, რომ „მოლეკულური ნაერთების“ სინთეზი მიმდინარეობს „სუფთად“, მინარევების გარეშე, „რბილ“ პირობებში, ორგანული სინთეზისათვის დროის უჩვეულოდ მცირე ინტერვალში. სინთეზს არ სჭირდება ენერგიატევადი პირობების შექმნა და რაც მთავარია, ხასიათდება მიზნობრივი ნაერთების საკმაოდ მაღალი გამოსავლით.

პიკრინმჟავას, ტროტილისა და მეთილპიკრატისაგან სინთეზირებული იქნა 18 „მოლეკულური ნაერთი“, მათ შორის:

- პიკრინმჟავასა და ტოლუოლის „მოლეკულური ნაერთი“



ნახ.6 TNP • Toluene სინთეზის სქემა

- პიკრინმჟავასა და კალიუმის ქრომატის „მოლეკულური ნაერთი“



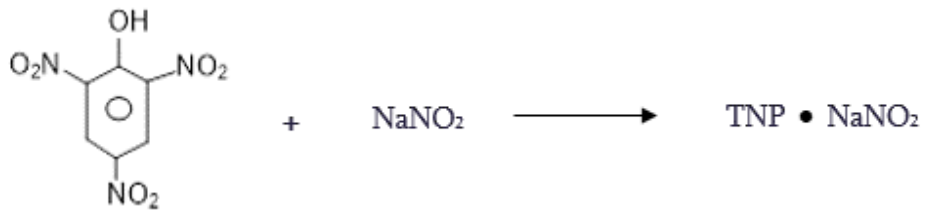
ნახ.7 TNP • K₂CrO₄ სინთეზის სქემა

- პიკრინმჟავასა და ამონიუმის ნიტრატის „მოლეკულური ნაერთი“



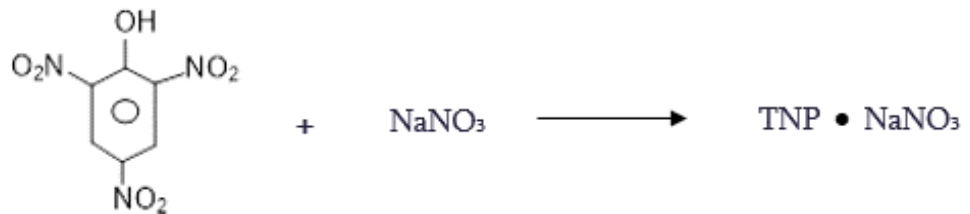
ნახ.8 TNP • NH₄NO₃ სინთეზის სქემა

- პიკრინმჟავასა და ნატრიუმის ნიტრიტის „მოლეკულური ნაერთი“



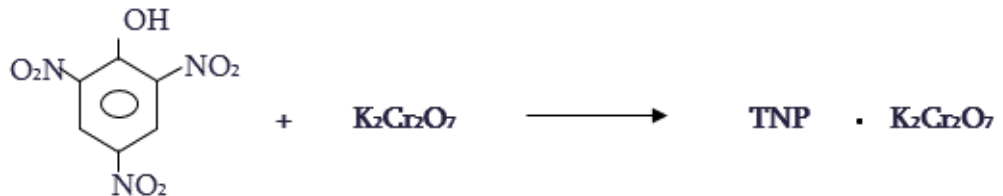
ნახ.9 TNP • NaNO₂ სინთეზის სქემა

- პიკრინმჟავასა და ნატრიუმის ნიტრატის „მოლეკულური ნაერთი“



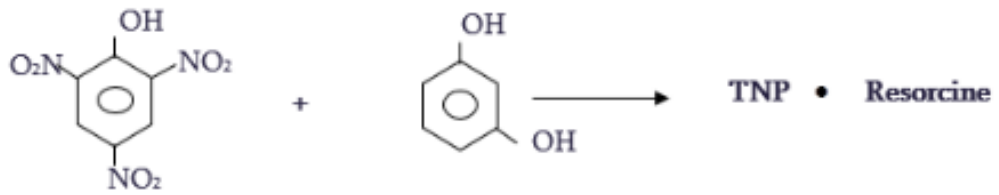
ნახ.10 TNP • NaNO₃-ის სინთეზის სქემა

- პიკრინმჟავასა და კალიუმის ბიქრომატის „მოლეკულური ნაერთი“



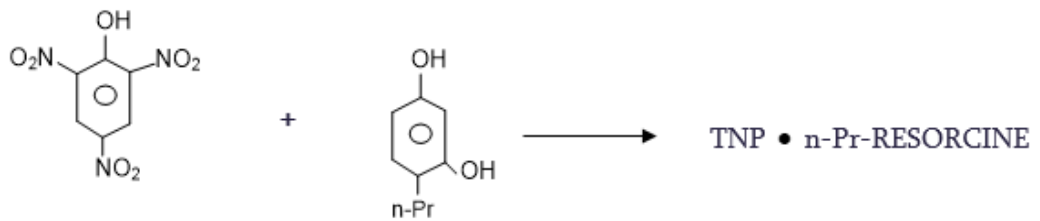
ნახ.11 TNP • K₂Cr₂O₇ სინთეზის სქემა

- პიკრინმჟავასა და რეზორცინის „მოლეკულური ნაერთი“



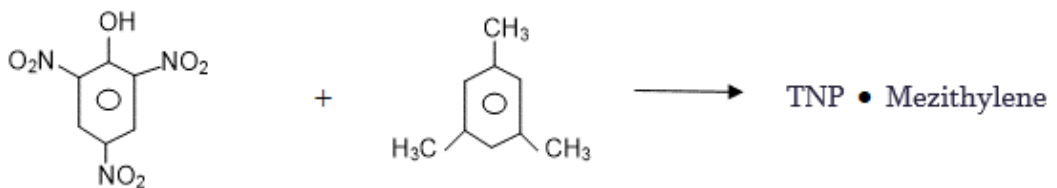
ნახ.12 TNP • Resorcine სინთეზის სქემა

- პიკრინმჟავასა და n-პროპილრეზორცინის „მოლეკულური ნაერთი“



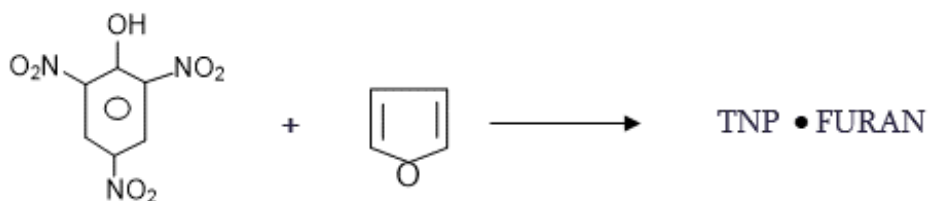
ნახ.13 TNP • n-Pr-RESORCINE სინთეზის სქემა

- პიკრინმჟავასა და მეზითილენის „მოლეკულური ნაერთი“



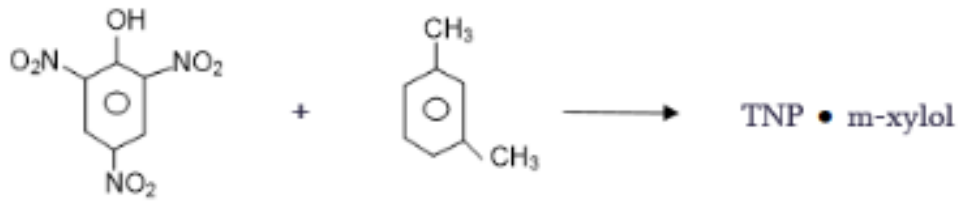
ნახ.14 TNP • Mezithylene სინთეზის სქემა

- პიკრინმჟავისა და ფურანის „მოლეკულური ნაერთი“



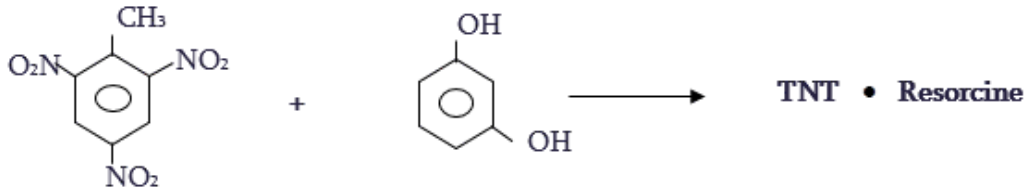
ნახ.15 TNP • FURAN სინთეზის სქემა

- პიკრინმჟავისა და მ-ქსილოლის „მოლეკულური ნაერთი“



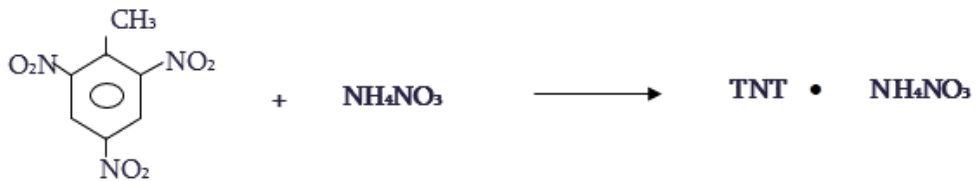
ნახ.16 TNP • m-xylol სინთეზის სქემა

- ტროტილისა და რეზორცინის „მოლეკულური ნაერთი“



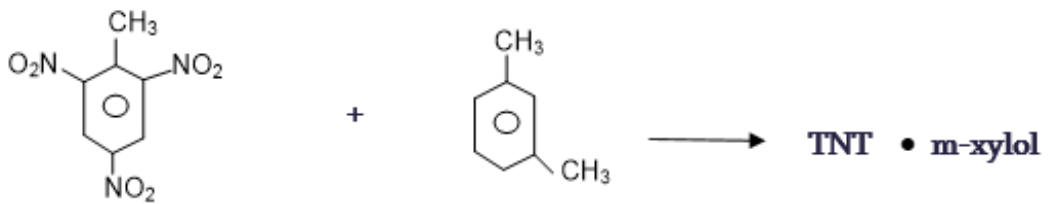
ნახ. 17 TNT • Resorcine სინთეზის სქემა

- ტროტილისა და ამონიუმის ნიტრატის „მოლეკულური ნაერთი“



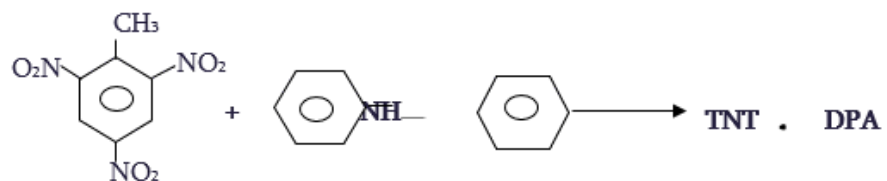
ნახ. 18 TNT • NH₄NO₃ სინთეზის სქემა

- ტროტილისა და მ-ქსილოლის “მოლეკულური ნაერთი”



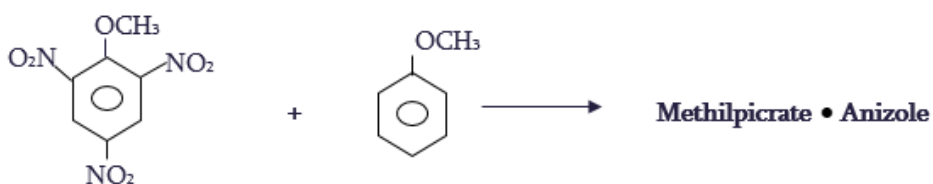
ნახ.19 TNT • m-xylol სინთეზის სქემა

- ტროტილისა და დიფენილამინის “მოლეკულური ნაერთი”



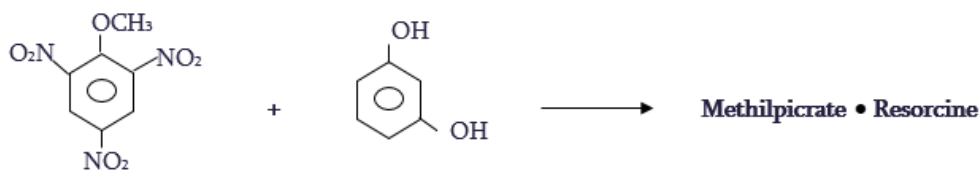
ნახ.20 TNT • DPA სინთეზის სქემა

- მეთილპიკრატის და ანიზოლის „მოლეკულური ნაერთი“



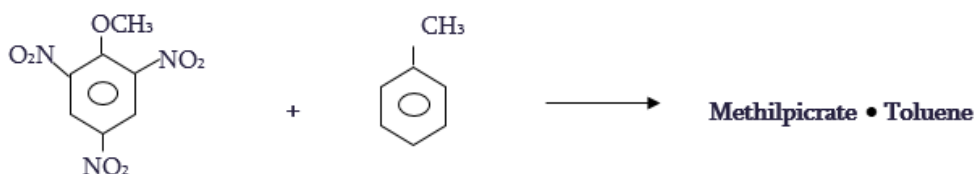
ნახ.21 Methilpicrate • Anizole სინთეზის სქემა

- მეთილპიკრატის და რეზორცინის „მოლეკულური ნაერთი“



ნახ.22 Methilpicrate • Resorcine სინთეზის სქემა

- მეთილპიკრატის და ტოლუოლის „მოლეკულური ნაერთის“ სინთეზი



ნახ.23 Methilpicrate • Toluene სინთეზის სქემა

სინთეზირებული ნაერთების გამოცდა აფეთქებით გარდაქმნის უნარზე

აფეთქების უნარზე გამოსაცდელად შერჩეულ/მომზადებულ იქნა ექვსი „მოლეკულური ნაერთი“. (ნივთიერებების შერჩევა მოხდა მაღალი სარეაქციო გამოსავლისა და რეაქციის პროდუქტების სისუფთავის მაღალი ხარისხის მიხედვით): I-TNP. Toluene; II-TNT. Resorcine; III-TNT . DPA; IV-TNP. Resorcine; V-TNP. NH₄NO₃; VI-TNT. NH₄NO₃.

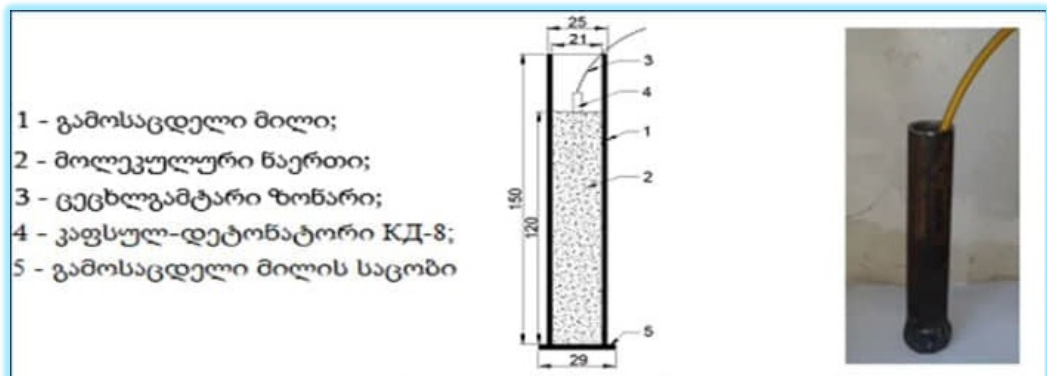


ნახ. 24 სინთეზირებული „მოლეკულური ნაერთები“

„მოლეკულური ნაერთების“ გამოცდა დეტონაციის აღძვრაზე

დეტონაციის აღძვრის უნარის შესამოწმებლად გამოყენებულ იქნა მუხტების მყარ გარსაცმში ლოკალიზებულ მდგომარეობაში გამოცდის სტანდარტული სქემა, რომელიც ნაჩვენებია ნახ.24-ზე. კერძოდ, გრძივი მუხტების მისაღებად, საცდელი ნივთიერება ჩაიტვირთა დაბალნახშირბადიანი ფოლადის მილში. მილის ერთი ბოლო დახშულია იგივე გვარის მასალის საცობით, ხოლო მეორე მხრიდან (დეტონატორის

განთავსების არეში) მუხტი არ არის მოტენილი და იმყოფება თავისუფალ მდგომარეობაში. მილის დიამეტრის შერჩევა მოხდა პირობითად, ბრიზანტული ფეთქებადი ნივთიერებების გამოცდების ანალოგის მიხედვით. დეტონაციის ინიცირებისთვის გამოყენებულ იქნა კაფსულ-დეტონატორი KД-8 ცეცხლგამტარი ზონარით:



ნახ.25 სინთეზირებული „მოლეკულური ნაერთების“ გამოსაცდელი მილის სქემა და ხედი

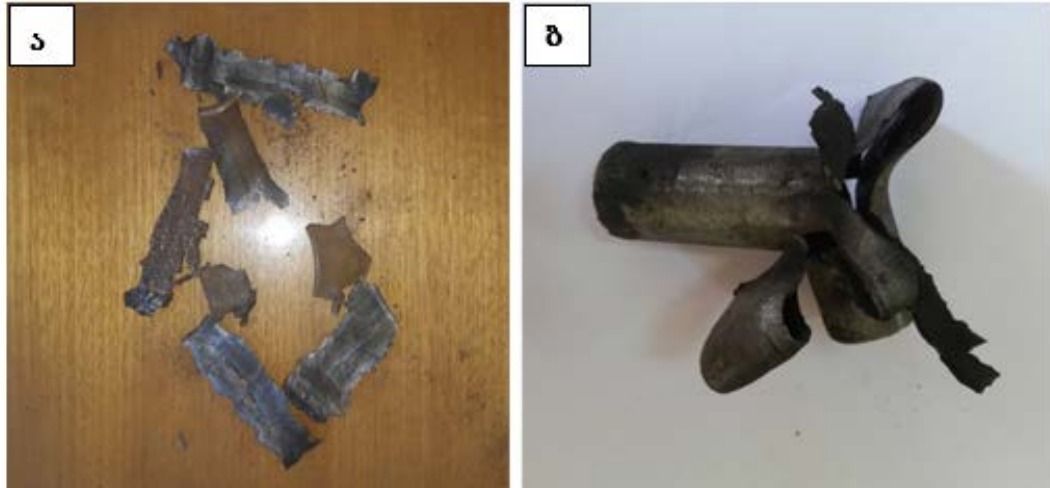
შედეგების შეფასება განხორციელდა ექსპერიმენტის შემდეგ, კამერაში არსებული მუხტის გარსაცმის ფიზიკური მდგომარეობის ანალიზით, მისი დეფორმაციისა და ფრაგმენტაციის ხარისხის შეფასებით, სასაგნე მაგიდის ვიზუალური დათვალიერებით და გამოსაცდელი ნივთიერების (არასრული დეტონირების შემთხვევაში) კვალის აღმოჩენისთვის ჩატარებული მოკვლევით. ყურადღება მიექცა, აგრეთვე, აფეთქებით ქიმიური გარდაქმნისას წარმოქმნილი აკუსტიკური ეფექტის იდენტიფიკაციას, მის გამორჩევას განმხოლოებული დეტონატორის აფეთქებით წარმოქმნილი აკუსტიკური სიგნალისგან.

პირველადმა ექსპერიმენტებმა დაადასტურა სინთეზირებული ნივთიერებების აფეთქებითი გარდაქმნის უნარი. გამოცდისას გენერირებული აკუსტიკური სიგნალის ინტენსივობა მნიშვნელოვნად სჭარბობდა განმხოლოებული დეტონატორის აფეთქების სიგნალს, თუმცა მისი ინსტრუმენტული დასაბუთება არ განხორციელებულა.

ნაერთი I-ის აფეთქებამ გამოიწვია გარსაცმის სრული ფრაგმენტაცია,

რაც დამახასიათებელია მაღალი ბრიზანტულობისა და მუშაუნარიანობის მქონე ფეთქებადი ნივთიერებებისთვის.

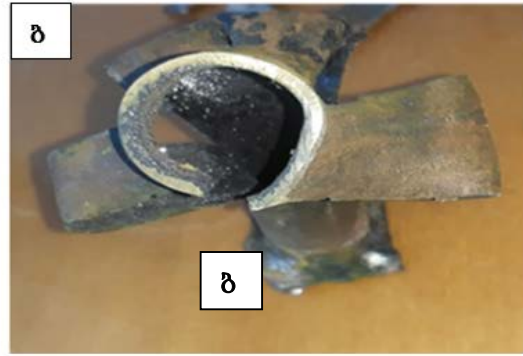
ნაერთი II-ის აფეთქებამ გამოიწვია ფოლადის მილის ცილინდრული ზედაპირის სიმეტრიული რღვევა მსახველზე და მისი დეფორმაცია, რაც დამახასიათებელია მაღალი დინამიკური წნევებით ცილინდრული დახშული გარემოს დატვირთვებისთვის. შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 25 -ზე.



ნახ. 26 აფეთქების შედეგად ფოლადის გარსაცმის ფრაგმენტაციის (ა) და დეფორმაცია/რღვევის (ბ) ტიპური სურათები: ა - I; ბ - II

ყველა მოლეკულური ნაერთი ტესტირებულ იქნა აფეთქების თვისებაზე. ყველა აფეთქება იყო სრულფასოვანი, ნარჩენების გარეშე. განსხვავებული შედეგები მიიღება V და VI ნაერთების შემთხვევაში. კერძოდ, თუ I-IV ნაერთებისათვის, უპირატესად ხდებოდა ფოლადის მილის დეფორმაცია და რღვევა, უკანასკნელ ორ შემთხვევაში მოხდა მუხტის გარსაცმის სრული ფრაგმენტაცია. საყურადღებოა ისიც, რომ I-IV ნივთიერებები ფეთქდებოდა 25გ ოდენობით, ხოლო V და VI ნაერთები, მხოლოდ 15-15 გ-ის ოდენობით.

აფეთქების უნარზე ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ მოლეკულურ ნაერთებს არაორგანული ელ. დონორული კომპონენტით აფეთქების უფრო მეტი ენერგია გააჩნიათ, ვიდრე ელ. აქცეპტორული კომპონენტების შემცველ იგივე ნაერთებს.



ნახ.27 აფეთქების შედეგად ფოლადის გარსაცმის დეფორმაცია/რღვევის ტიპური სურათები: ა - III ; ბ - IV



ნახ.28 აფეთქების შედეგად ფოლადის გარსაცმის ფრაგმენტაციის ტიპური სურათები: ა - V ; ბ - VI

პიკრინმჟავასა და ამონიუმის ნიტრატთან მისი „მოლეკულური ნაერთის“ გამოცდა ფუგასურობაზე

ფეთქებადი ნივთიერების ფუგასური მოქმედების შეფასებისათვის გამოვიყენეთ ტრაუცლის სინჯი ზემოთ აღწერილი სქემით.

ჩვენს მიერ სინთეზირებული პიკრინმჟავას და ასევე პიკრინმჟავას ამონიუმის ნიტრატთან „მოლეკულური ნაერთის“ გამოცდა ფუგასურობაზე დასრულდა შემდეგი შედეგით: პიკრინმჟავას მუშაუნარიანობამ შეადგინა: 240, ხოლო „მოლეკულური ნაერთის: 338.



ნახ. 29 ტრაუცლის „ბომბი“

ამონიუმის ნიტრატთან პიკრინმჟავას „მოლეკულური ნაერთის“ გამოცდა ბრიზანტულობაზე

ჩვენს მიერ სინთეზირებული ფეთქებადი ნივთიერების, ამონიუმის ნიტრატთან პიკრინმჟავას „მოლეკულური ნაერთი“-ს - ბრიზანტულობა განვსაზღვრეთ ჰესის სინჯის საშუალებით. გაზომვა მოხდა ოთხ წერტილში, საიდანაც გამოთვლილ იქნა საშუალო არითმეტიკული. ტყვიის ცილინდრის სიმაღლის კლებამ შეადგინა 14 მმ.



ნახ. 30 ტყვიის ცილინდრი

დასკვნები

დისერტაციის ფარგლებში შესრულებული კვლევების შედეგად სრულად იქნა მიღწეული დასახული მიზნები, კერძოდ:

1. ფენოლის ნიტრირებით სინთეზირებულია ფეთქებადი ნივთიერება - პიკრინმჟავა;

2. პიკრინმჟავას სინთეზის პირობების მნიშვნელოვანი ცვლილებით შესაძლებელი გახდა პიკრინმჟავას პრაქტიკული გამოსავლის გაზრდა 40%-ით ცნობილ მეთოდიკასთან შედარებით;
3. სინთეზირებული იქნა ფეთქებადი ნივთიერება - მეთილპიკრატი. მისი სინთეზი ჩატარდა პიკრინმჟავას სინთეზის გაუმჯობესებული მეთოდის ანალოგიით;
4. პიკრინმჟავას გამოყენებით სინთეზირებულია თერთმეტი „მოლეკულური ნაერთი“;
5. ორკომპონენტური მოლეკულური ნაერთების სინთეზისათვის ელექტრონოდონორულ კომპონენტებად გამოყენებულია როგორც ორგანული არომატული ნაერთები, ასევე არაორგანული მარილები;
6. სინთეზში გამოყენებულია 10-მდე ელექტრონოდონორული არომატული ნივთიერება, ასევე 5-მდე არაორგანული მარილი;
7. მეთილპიკრატისაგან სინთეზირებულია სამი სახეობის მოლეკულური ნაერთი ელექტრონოდონორული კომპონენტების - ანიზოლის, ტოლუოლის და რეზორცინის მონაწილეობით;
8. ტროტილისაგან სინთეზირებულია ოთხი სახეობის მოლეკულური ნაერთი, როგორც ორგანული, არომატული, ასევე არაორგანული მარილების გამოყენებით;
9. ერთ-ერთ ელექტროდონორულ კომპონენტად გამოყენების მიზნით რეზორცინის n-პროპილის სპირტით კატალიზური ალკილირების რეაქციით სინთეზირებულია 4-n-პროპილრეზორცინი;
10. პიკრინმჟავასა და 4-n-პროპილრეზორცინისაგან სინთეზირებულია შესაბამისი მოლეკულური ნაერთი;
11. შერჩეულ ექვს მოლეკულურ ნაერთზე ჩატარდა პირველადი ლაბორატორიული კვლევები დეტონაციის ადმგრისა და მუშაუნარიანობის შესაფასებლად. მასრის ფრაგმენტაციის ხარისხისა და გამოცდისას გენერირებული აკუსტიკური სიგნალის ინტენსივობის საფუძველზე ექსპერიმენტულად დადასტურდა

სინთეზირებული ნივთიერებების საკმაოდ ძლიერი აფეთქებითი გარდაქმნის უნარი;

12. ორგანული ელექტროდონორული კომპონენტების შემცველი მოლეკულური ნაერთებიდან პიკრინმჟავასა და ტოლუოლის მოლეკულურმა ნაერთმა გამოიწვია ფოლადის მასრის სრული ფრაგმენტაცია. (25გ), ხოლო დანარჩენი მოლეკულური ნაერთების აფეთქებამ დეფორმაცია - რღვევა და ღუნვა;
13. სინთეზირებულია პიკრინმჟავასა და ტროტილის მოლეკულური ნაერთები არაორგანულ მარილთან - ამონიუმის ნიტრატთან;
14. აფეთქების უნარზე გამოცდებით, პიკრინმჟავასა და ტროტილის მოლეკულურმა ნაერთებმა ამონიუმის ნიტრატთან (15-15 გ ოდენობით) გამოავლინეს მუხტის გარსაცმის სრული ფრაგმენტაციის უნარი;
15. პიკრინმჟავასა და ამონიუმის ნიტრატის მოლეკულური ნაერთების გამოცდა ბრიზანტულობაზე ჩატარდა ჰესის მეთოდით. ტყვიის ცილინდრის სიმაღლის კლებამ შეადგინა 14 მმ. რაც პიკრინმჟავას ანალოგიურ მონაცემზე ოდნავ ნაკლებია;
16. ჩვენს მიერ სინთეზირებული პიკრინმჟავას ამონიუმის ნიტრატთან მოლეკულური ნაერთის მუშაუნარიანობა განისაზღვრა ტრაუცლის სინჯით. პიკრინმჟავასთვის კამერის გაფართოებამ შეადგინა 240, ხოლო მოლეკულური ნაერთისთვის 338. მიუხედავად იმისა, რომ 10 გ მოლეკულური ნაერთი შეიცავს 30 %-ით ნაკლებ პიკრინმჟავას, მისი მუშაუნარიანობა პიკრინმჟავას იგივე მახასიათებელზე 41%-ით მეტია. მოლეკულური ნაერთის სინთეზით იზრდება ელექტრონაქცეპტორული კომპონენტის, ამ შემთხვევაში პიკრინმჟავას აფეთქების სიმძლავრე;
17. ექსპერიმენტულად დადგინდა სინთეზირებული ნაერთების ტექნოლოგიური საექსპერტო მახასიათებლები;

18. შემუშავებული ტექნოლოგია შესაძლოა გამოყენებულ იქნას საბრძოლო მასალების უტილიზაციასა და გამონთავისუფლებული ვადაგასული ტროტილის რეციკლირებისთვის, პირველადი ან/და მეორადი დანიშნულებით მისი შემდგომი გამოყენების მიზნით.

ინფორმაცია ნაშრომის აპრობაციის შესახებ

სადისერტაციო კვლევის ფარგლებში გამოქვეყნებულია რამდენიმე სამეცნიერო ნაშრომი, რომლებიც წარმოდგენილია სიის სახით:

1. „სიახლე პიკრინმჟავას სინთეზის მეთოდოლოგიაში“ ISSN 1512-407X თანაავტორები: მ. ნადირაშვილი გ. თხელიძე გ. ბეინაშვილი ნ. აბესაძე სამთო ჟურნალი N1 (44) თბილისი, კოსტავას 77;
2. „The Improvement of Picric Acid Synthesis Methodology“. თანაავტორები: ნ. ჩიხრაძე, მ. ნადირაშვილი, ა. გიგინეიშვილი, გ. ბეინაშვილი. მულტიდისციპლინარული მსოფლიოს სიმპოზიუმი WMESS 2021, ჩეხეთი, ქ. პრატა, 2021 წ. doi: 10.1088/1755-1315/906/1/012132;
3. „აფეთქების პროცესების მექანიზმი“ თანაავტორები: მ. ნადირაშვილი, ი. ვარშანიძე, გ. ბეინაშვილი "სამთო ჟურნალი", №1(43), გვ: 35–41, თბილისი, 2020;
4. ზოგიერთი „მოლეკულური ნაერთის“ სინთეზი და გამოცდა აფეთქებაზე. თანაავტორები: ნ. ჩიხრაძე, მ. ნადირაშვილი 7th International Scientific-practical Conference on Up-to-date Problems of Mining and Geology. 2021 Abstract book: p.31;
5. მეთილპიკრატისა და მისი „მოლეკულური ნაერთის“ სინთეზი . თანაავტორები: მ. ნადირაშვილი, ნ. აბესაძე, გ. თხელიძე 7th International Scientific-practical Conference on Up-to-date Problems of Mining and Geology. 2021 Abstract book: p.77;
6. SYNTHESIS AND RESEARCH OF "MOLECULAR COMPOUNDS" FROM SOME EXPLOSIVES თანაავტორები: მ. ნადირაშვილი, ა. აფრიაშვილი, გ. ბეინაშვილი 7th International Scientific-practical Conference on Up-to-date Problems of Mining and Geology. 2020 Abstract book: p.70;

7. „მაღალენერგეტიკული ნაერთების სინთეზი და ფეთქებადი თვისებების კვლევა“. შრომები, მართვის ავტომატიზებული სისტემები. გვ.79-83. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2022წ.

Abstract

Synthesis of high energetic nitro compounds and investigation of explosion properties to improve the methods of expertise

The Major part of condensed explosive materials are produced using chemical synthesis technology.

Currently, many explosives of various functions and types are produced in the world, but the requirements for them are growing and becoming more stringent. In particular, mass-produced explosives for industrial use, together with many positive factors, they have strong disadvantages that's are most often expressed in energy, environmental, expertise and economic indicators.

So, in order to avoid of these negative sides, as well as to reduce risks during production and application, is absolutely relevant topic of the development of new methods for the synthesis of explosives and their improvement.

Considering the above, the aim of doctoral work is the following: the synthesis of new molecular compounds by using the chemical transformation of familiar explosives: picric acid, methyl picrate and trinitrotoluene; study of energy indicators and the ability of explosive transformation of synthesized substances; reducing products costs and increasing efficiency; optimization of components to improve the safety of production, storage and transportation and also to reduce negative effect to the environment; designation of examination of parameters for prevention and identification of their misuse.

To achieve the stated goals, the following tasks were solved:

1. Synthesizing picric acid by nitration of phenol and change of synthesis conditions to discover opportunities to increase the outcome;
2. Synthesizing methyl picrate by nitration of anizol and change of synthesis conditions to discover opportunities to increase the outcome;
3. For the synthesis of two-component molecular compounds using of aromatic organic compounds, and inorganic salts as the electron donor components;
4. In the synthesis, up to 10 electro donor aromatic substances are used, as well ad up to 5 inorganic salts;
5. Synthesis of “molecular compounds” by using picric acid;
6. Catalyzed alkylation of resorcin by using n-propyl alcohol, synthesizing propylresorcin and its compounds with picric acid and relevant molecular compounds;
7. From methyl picrate synthesizing 3 molecular compounds by using electro donor components - anozol, toluene and resorcin;

8. From trotyl synthesizing 4 molecular compounds by using organic aromatic as well as inorganic salts;
9. Conducting initial laboratory studies on newly synthesized molecular compounds to assess detonation and possible performance;
10. Verification of explosiveness and brisance of synthesized molecular compounds.
11. Determination of expertization parameters;
12. Summarizing the results and developing appropriate recommendations.

On the basis of the conducted research were archived our goals, conclusions were drawn and recommendations for further research in this direction were developed.