

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

სოფიო გიგაური

საქართველოში ქიმიურად საშიშ ობიექტებზე ავარიის პროგნოზირება

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

სადოქტორო პროგრამა - უსაფრთხოების ინჟინერია და რისკების შეფასება

თბილისი
2017 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის
შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო
სიტუაციების მართვის დეპარტამენტში

ხელმძღვანელები: პროფესორი ლუცინდა ჩხეიძე
პროფესორი ნანა მაჭავარიანი

რეცენზენტები: პროფ. ა. ბეჟანიშვილი
ტმდ ო. ლანჩავა

დაცვა შედგება 2017 წლის ” 13 ” ივლისს, 14 საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სადისერტაციო
საბჭოს კოლეგიის N 62 სხდომაზე,
კორპუსი III, აუდიტორია 209
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,
ასოც. პროფესორი

დ.თევზაძე

საქართველოში ქიმიურად საშიშ ობიექტებზე ავარიის პროგნოზირება

თემის აქტუალობა. სამეცნიერო-ტექნიკურმა პროგრესმა არამარტო შრომის მწარმოებლურობის ამაღლებასა და საზოგადოების კეთილდღეობის ზრდას, არამედ ადამიანისათვის ახალი საფრთხეების გაჩენასაც შეუწყობს ხელი. თანამედროვე ტექნოსფეროში ადამიანის შრომისა და ცხოვრების პირობები მნიშვნელოვნად აღემატება ადამიანის ორგანიზმის ადაპტაციურ, ფიზიოლოგიურ და ფსიქოლოგიურ შესაძლებლობებს. თანამედროვეობის ერთ-ერთი დამახასიათებელი თავისებურებაა მრეწველობის სხვადასხვა დარგში ტოქსიკური ნივთიერებების გამოყენება, რომლებსაც შეუძლიათ ადამიანთა ჯანმრთელობისთვის ზიანის მიყენება, ხოლო განსაკუთრებულ პირობებში ქიმიური დაზიანების (მოწამლის) ზონების წარმოქმნა.

სამეურნეო ობიექტებზე გამოიყენება სხვადასხვა ძლიერმოქმედი მომწამლავი ნივთიერება - ტოქსიკური ქიმიური ნაერთი, რომელსაც ობიექტზე ავარიის შემთხვევაში, ატმოსფეროში გადასვლისა და ადამიანების მასიურად დაზიანების უნარი აქვს. ავარიის მიზეზი კი შეიძლება გახდეს: ტოქსიკური ნივთიერების შენახვის, გამოყენების, გადაზიდვისა და მუშაობის დროს უსაფრთხოების წესების დარღვევა და სტიქიური უბედურება.

ამჟამად საქართველოში ფუნქციონირებს 500-ზე მეტი ქიმიურად საშიში ობიექტი, რომელიც ქვეყნისთვის ეკონომიკური და სოციალური მნიშვნელობისაა, მაგრამ ამავე დროს მოსახლეობის ჯანმრთელობისა და სიცოცხლისათვის, აგრეთვე ბუნებრივი გარემოსთვის პოტენციური საფრთხის შემცველია. ადამიანზე ქიმიური საფრთხის ზემოქმედება განსაკუთრებულად მწვავედ მჟღავნდება ქალაქებსა და სამრეწველო ცენტრებში. განსაკუთრებულ შემოთვლას იწვევს ქიმიურად საშიში ობიექტების განლაგება კომპაქტურად დასახლებულ ადგილებში.

უკანასკნელ ხანებში, როგორც თბილისში, ისე საქართველოს ყველა რეგიონულ ცენტრში, გაიზარდა სიცვიის მომხმარებელი საწარმოები და ხილ-ბოსტნეულის სასაწყობო მეურნეობები. კვების მრეწველობის საწარ-

მოებში სიცივე აუცილებელი კომპონენტია კვების პროდუქტების წარმოების სხვადასხვა ეტაპზე, ხოლო საცავ-მაცივარი შუალედური რგოლია, ერთი მხრივ, კვების მრეწველობის ობიექტსა და მოსახლეობას შორის და, მეორე მხრივ, კვების მრეწველობის ობიექტსა და სოფლის მეურნეობას შორის. შესაბამისად, მაღალია მოთხოვნილება სამაცივრო დანადგარებზე, რომელშიც მაცივარ-აგენტად უმეტესად ამიაკი გამოიყენება, ხოლო საცავებისა და ტექნოლოგიური დანადგარების სადებიზინფექციოდ გამოიყენება ქლორი. ამიაკიც და ქლორიც ქიმიურად საშიშ ავარიულ ნივთიერებებს მიეკუთვნება, რომელთა მიმართ აუცილებელია უსაფრთხოების ტექნიკის მოთხოვნების დაცვის მკაცრად გაკონტროლება.

კვების მრეწველობის ქიმიურად საშიშ ობიექტებზე შესაძლო ტექნოგენური საგანგებო სიტუაციების კომპლექსური პროგნოზი, საფრთხეების შესახებ სანდო ინფორმაციის მიღება, საგანგებო სიტუაციების გამომწვევი ქიმიური ავარიებისა და კატასტროფების სანიტარიული შედეგების პროგნოზული შეფასება აქტუალური საკითხია. ეს გარემოება გახდა წარმოდგენილი სადოქტორო ნაშრომის შესრულების მოტივი.

სადოქტორო დისერტაციის თემის, მიზნისა და ამოცანების დასახვა განაპირობა კვების მრეწველობის საწარმოების განვითარებისა და ამ საწარმოებსა და მიმდებარე ტერიტორიებზე უსაფრთხოების სტრატეგიის ჩამოყალიბების პრაქტიკულმა მნიშვნელობამ და აქტუალობამ.

ქიმიურად საშიში ობიექტის უსაფრთხოებისა და, შესაბამისად, საგანგებო სიტუაციაში მოსახლეობის დაცვის უზრუნველყოფა მოითხოვს ავარიის რისკის ანალიზსა და შეფასებას, რომელიც ეყრდნობა არასასურველი მოვლენების შედეგებისა და ალბათობის განსაზღვრას, პრევენციული ღონისძიებების შემუშავებასა და განხორციელებას.

რამდენადაც თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური პოტენციალით აბსოლუტური უსაფრთხოების მიღწევა და ავარიული სიტუაციის სრულად თავიდან აცილება შეუძლებელია, ნაშრომში განხილულია კვების მრეწველობის საწარმოებში მაცივარ-აგენტთან დაკავშირებული საშიშროე-

ბის, პერსონალისა და მოსახლეობის უსაფრთხოებისა და პრევენციული ღონისძიებების საკითხები.

სამუშაოს მიზანი. კვლევის მიზანია კვების მრეწველობის საწარმოში ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერებების (კერძოდ, ამიაკისა და ქლორის) ავარიული დაღვრის შემთხვევისას ქიმიური მდგომარეობის გამოვლენა და შეფასება, მოწამვლის ზონის პროგნოზირება, ობიექტის მუშაობის მდგრადობის ამაღლების, ქიმიურად საშიშ ობიექტზე პერსონალისა და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე ნეგატიურად მოქმედი ქიმიური საფრთხეების გამოვლენა და მიღებული მონაცემების გათვალისწინებით პერსონალისა და მიმდებარე ტერიტორიაზე მოსახლეობის დაცვის მიზნით პრევენციული ღონისძიებებისა და ქიმიური საგანგებო სიტუაციის რისკის შემცირებისკენ მიმართული რეკომენდაციების შემუშავება.

კვლევის ძირითადი ამოცანებია ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერების დაღვრისას ან/და გამოფრქვევისას: შესაძლო ქიმიური მოწამვლის ზონის სიღრმისა და ფართობის განსაზღვრა; პირველად და მეორეულ ღრუბელში გადასული ძლიერმოქმედი მომწამლავი ნივთიერების ეკვივალენტური რაოდენობის გამოთვლა; ძლიერმოქმედი მომწამლავი ნივთიერებების პირველადი და მეორეული ღრუბლების გავრცელების მანძილის განსაზღვრა; მოწამლული ჰაერის ღრუბლის საწარმოო უბნებთან და დასახლებულ პუნქტებთან მიღწევის დროის გამოთვლა; ძლიერმოქმედი მომწამლავი ნივთიერების მოქმედების ხანგრძლივობის (აორთქლების დროის) გამოთვლა; ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებისა და დამცავი ნაგებობების გამოყენების შესაძლებლობის გათვალისწინებით ავარიული საწარმოო ობიექტის პერსონალსა და მოწამვლის კერაში აღმოჩენილ მოსახლეობას შორის მოწამლულთა რაოდენობისა და სტრუქტურის საორიენტაციო შეფასება.

კვლევის ობიექტები და მეთოდები. კვლევის ობიექტებად შერჩეულ იქნა ქალაქ თბილისში მდებარე რძის ქარხანა „სანტე“ და თევდორე მღვდლის ქუჩაზე არსებული საცავ-მაცივრები, სოფელ ნატახტარში - არსებული კვების მრეწველობის საწარმოები.

ანგარიშებში გათვალისწინებულ იქნა ობიექტებზე არსებული ტოქსიკური ნივთიერებების რაოდენობა, პერსონალისა და მოსახლეობის დაცულობის ხარისხი და სტატისტიკური მონაცემები ადგილმდებარეობისათვის დამახასიათებელი მეტეოროლოგიური პირობების შესახებ.

ავარიის შედეგების პროგნოზირებისა და, შესაბამისად, ავარიის ლოკალიზაციისა და ლიკვიდაციის რეალური პრევენციული ღონისძიებების დაგეგმვის მიზნით არსებული მეთოდებიდან შერჩეულ იქნა `ქიმიურად საშიშ ობიექტებზე და ტრანსპორტზე ავარიისას ძლიერმოქმედი მომწამლავი ნივთიერებებით მოწამვლის მასშტაბების პროგნოზირების მეთოდი“.

ნაშრომის სიახლე და ძირითადი შედეგები. პროგნოზული შეფასების ჩასატარებლად შეგროვილ იქნა გამოსაკვლევი თემის ირგვლივ არსებული პუბლიკაცია და სტატისტიკური მონაცემები. შემუშავებულ იქნა კვლევის სტრუქტურა, მიზანი და მეცნიერული ამოცანა. გაკეთდა შეგროვილი მასალის ანალიზი, დასკვნები და პრაქტიკული რეკომენდაციები.

საქართველოში პირველად ჩატარდა კვების მრეწველობის კონკრეტულ ობიექტებზე და მათ მიმდებარე ტერიტორიებზე კლიმატურ-გეოგრაფიული მახასიათებლების გათვალისწინებით ქიმიური მდგომარეობის კომპლექსური შეფასება.

ჩატარებული სამუშაოს საფუძველზე შესაძლებელია ქიმიურად საშიშ ობიექტზე დაცვის ადეკვატური ღონისძიებების გატარება, რაც მოსახლეობისა და ეკონომიკის ობიექტების დაცვისათვის საორგანიზაციო გადაწყვეტილებების მიღებისა და ღონისძიებების გატარების თვალსაზრისით უმნიშვნელოვანესი ელემენტია.

შედეგების გამოყენების სფერო. სადისერტაციო ნაშრომში შესრულებული გამოთვლების საფუძველზე შემუშავებული რეკომენდაციების პრაქტიკაში

დანერგვა მნიშვნელოვნად გაზრდის აღნიშნულ ობიექტებზე პერსონალისა და მიმდებარე ტერიტორიაზე მოსახლეობის უსაფრთხოების ხარისხს.

კვლევის შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს:

1. ამიაკზე მომუშავე ნებისმიერი სამაცივრე დანადგარის ავარიისას მოსახლეობის დაცვის პრევენციული ღონისძიებების დასაგეგმად, ობიექტზე არსებული მაცივარ-აგენტის რაოდენობისა და ადგილის შესაბამისი მეტეოროლოგიური, სტატისტიკური, გეოგრაფიული მონაცემების გათვალისწინებით;

2. ამიაკზე მომუშავე ნებისმიერი სამაცივრე მეურნეობის ავარიისას პოტენციური საშიშროების რაოდენობრივი შეფასებისათვის, რომელიც შემდგომში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ამ ობიექტების სამრეწველო უსაფრთხოების დეკლარაციის, უსაფრთხოების პასპორტის შესადგენად;

3. ამიაკზე მომუშავე ახალი სამაცივრე მეურნეობისათვის ადგილმდებარეობის შესარჩევად.

ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა. სამუშაოს მოცულობა და სტრუქტურა განაპირობა კონცეპტუალურმა იდეამ. სადოქტორო სამუშაო ასახავს დასახულ მიზანს და კვლევის ამოცანებს.

სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან: შესავალი, ოთხი თავი და დასკვნები. შეიცავს რეზიუმეს, შინაარს, 13 ნახაზს, 15 ცხრილს, 62 გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხას წყაროს დასახელებით. დისერტაცია წარმოდგენილია 140 თაბახის ფურცელზე.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები

შესავალში განხილულია რეალური საფრთხე, რომელსაც ტექნოგენური ხასიათის ნეგატიური ფაქტორები უქმნის ქვეყნის სტაბილურ სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებას, მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხის ამაღლებასა და ეროვნული უსაფრთხოების განმტკიცებას. მსოფლიოში ყოველწლიურად იზრდება ტექნოგენური ავარიებისა და კატასტროფების საფრთხე, როგორც მათი წარმოქმნის ალბათობის, ისე შესაძლო ზარალის მასშტაბების გაზრდის თვალსაზრისით და დაკავშირებულია, უპირველეს ყოვლისა, მრეწველობაში, ენერგეტიკასა და კომუნალურ მეურნეობაში დიდი რაოდენობით სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერების არსებობასთან, მოსახლეობის მზარდ სიმჭიდროვესა და წარმოების მასშტაბების ზრდასთან.

უკანასკნელ წლებში სხვადასხვა ქვეყნის ქიმიურად საშიშ ობიექტებზე მომხდარი ავარიების ანალიზის საფუძველზე გაკეთდა ქიმიური საფრთხეების იდენტიფიკაცია.

უსაფრთხოების სისტემების განვითარებაში დიდი პროგრესის მიუხედავად, მსოფლიოში ძველებურად ხდება დიდი კატასტროფები, ხოლო ტექნოგენურ კატასტროფებთან დაკავშირებული რისკის ხარისხი ისევ მაღალია.

აღწერილია შესრულებული სამუშაოს პრაქტიკული მნიშვნელობა ქიმიურად საშიში ობიექტის პერსონალისა და მიმდებარე ტერიტორიაზე მოსახლეობის ჯანმრთელობის დასაცავად. გაშუქებულია სამუშაოს აქტუალობის საკითხები და ჩამოყალიბებულია სადისერტაციო ნაშრომის მიზანი, სიახლე და პრაქტიკული მნიშვნელობა.

თავი I

ქიმიურად საშიში ობიექტები და მათი კლასიფიკაცია

მოცემულია სადისერტაციო თემის ირგვლივ არსებული სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა. გაანალიზებულია კვების მრეწველობის ქიმიურად საშიშ ობიექტებთან დაკავშირებული რისკები, ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერებები, მაცივარ-დანადგარები და მათი თანმდევი საშიში ფაქტორები.

განხილულია ხელოვნური სიცვიის მნიშვნელობა კვების მრეწველობაში სწრაფფუჭებადი პროდუქტების მაღალი ხარისხის ხანგრძლივად შესანარჩუნებლად და მოსახლეობის პროდუქტებით მომარაგების სეზონურობის შესამცირებლად. განხილულია სამრეწველო სამაცივრო სისტემები; მაცივარ-აგენტებისა და თბომატარებლების კლასიფიკაცია ადამიანებზე ფიზიოლოგიური ზემოქმედების, აალებადობისა და ჰაერთან ფეთქებად-საშიში ნარევების წარმოქმნის, დედამიწის ოზონის შრეზე ზემოქმედების ხარისხის გათვალისწინებით. აღწერილია სიცვიის მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე, მაცივარ-აგენტებითა და კრიოგენული სითხეებით გამოწვეული ტრავმები და დაზიანებები, პირველადი დახმარებისა და პროფილაქტიკური ღონისძიებები.

მრეწველობის ინტენსიფიკაციასთან ერთად ერთად იზრდება გარემოში მომწამლავი ქიმიური ნივთიერებების არაკონტროლირებადი გამოფრქვევა, რაც გამოუსწორებელ ზიანს აყენებს ადამიანებსა და ბუნებას. გარემოს დიდ საფრთხეს უქმნის ქიმიურად საშიში ობიექტები, რომელიც აწარმოებს, ინახავს, გადაამუშავებს ან იყენებს საშიშ ქიმიურ ნივთიერებებს. ქიმიურად საშიში ობიექტების უმეტესობა ისეა განლაგებული, რომ ერთ-ერთ მათგანზე მომხდარმა ავარიამ შეიძლება გამოიწვიოს ავარიები მოსახლვრე ობიექტებზეც. ხშირად ისინი განლაგებულია მჭიდროდ დასახლებულ რაიონებში. ავარიისას ხდება მომწამლავი ნივთიერებების გამოფრქვევა ან დაღვრა ატმოსფეროში, წყალსა და ნიადაგში.

ქიმიურად საშიში ობიექტები იყოფა ქიმიური ავარიის შედეგების მასშტაბების მიხედვით. ობიექტებს შორის, რომლებიც ფლობენ ქიმიურად საშიშ ავარიულ ნივთიერებებს, ყველაზე დიდი წილი (90%-ზე მეტი) მოდის ქლორისა და ამიაკის საცავებზე, რომლებსაც ამავე დროს ქიმიური დამაზიანებელი ფაქტორის ყველაზე მნიშვნელოვანი პოტენციალი აქვს.

გაერთიანებული ერების ორგანიზაციისა და კატასტროფების ეპიდემიოლოგიის კვლევის ცენტრმა რამდენიმე ათწლეულის განმავლობაში მომხდარი კატასტროფების შესახებ მონაცემთა ბაზაზე დაყრდნობით დაადგინა, რომ უძლიერესი ტექნოგენური ავარიების მიზეზებია: ტექნიკური სისტემის მწყობრიდან გამოსვლა დამზადების დეფექტებისა და ექსპლუატაციის რეჟიმის დარღვევის გამო; ტექნიკური სისტემის ოპერატორების მცდარი ქმედებები; სხვადასხვა დანიშნულების საწარმოების კონცენტრირება მათი ურთიერთგავლენის სათანადოდ შესწავლის გარეშე; ტექნიკური სისტემების აღჭურვის მაღალი ენერგეტიკული დონე; გარეგანი ნეგატიური ზემოქმედება ენერგეტიკის ობიექტებზე, ტრანსპორტზე და სხვ.

ქიმიური საწარმოების უმეტესობაში ავარიების მიზეზებია – უსაფრთხოების ტექნიკის წესების დარღვევა, მანქანა-დანადგარებისა და მზომი ხელსაწყოების ტექნიკური გაუმართაობა, დაბალი მომზადების დონე, საწარმოს ხელმძღვანელობასა და პერსონალს შორის ურთიერთკავშირის არარსებობა.

სადისერტაციო ნაშრომში მოცემულია ამიაკზე მომუშავე სამაცივრე დანადგარებზე მომხდარი ავარიების გაანალიზების საფუძველზე შედგენილი „მტყუნებათა ხის“ ბლოკ-სქემები.

საქართველოში საბჭოთა პერიოდში აშენებული და დღესაც მოქმედი ამიაკზე მომუშავე სამაცივრე დანადგარების უმეტესობა ვერ აკმაყოფილებს უსაფრთხოების თანამედროვე ნორმებს და საჭიროებს მოდერნიზაციას, ხოლო ახალი სამაცივრე დანადგარების დაპროექტებისა და მშენებლობისას უნდა მოხდეს უსაფრთხოების ღონისძიებების გათვალისწინება.

თავი II

ქიმიურად საშიში ნივთიერებები

ჰაერში ქიმიურად საშიში ნივთიერების გამოფრქვევა ან დაღვრა იწვევს ავარიას ან ნგრევას, ამას შეიძლება მოჰყვეს ადამიანების, ცხოველებისა და მცენარეთა მასობრივი ქიმიური მოწამვლა და დაღუპვა, აგრეთვე გარემოს ქიმიური დაბინძურება.

ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერებები, ორგანიზმში მოხვედრისას ურთიერთქმედებს ფერმენტებთან, რომლებიც მონაწილეობენ ქიმიურ და ბიოლოგიურ რეაქციებში. შედეგად ორგანიზმის არაერთი სასიცოცხლო ფუნქცია მუხრუჭდება ან წყდება. ზოგიერთი ფერმენტის სრული დათრგუნვა კი იწვევს ორგანიზმის საერთო დასნებოვნებას, ხოლო ზოგ შემთხვევაში - სიკვდილსაც კი.

ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერებების დიდი რაოდენობა ინახება მწარმოებელ ან მომხმარებელ საწარმოში.

ადამიანის ორგანიზმზე, მოქმედების ხასიათის მიხედვით, ყველა ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერება იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: უპირატესად მხუთავი (ქლორი), უპირატესად საერთოტოქსიკური, მხუთავი და საერთოტოქსიკური, მხუთავი და ნეიროტროპული ქმედების ნივთიერებებად (ამიაკი) და მეტაბოლურ შხამებად, რომლებიც აზიანებენ ცენტრალურ ნერვულ სისტემას და სისხლწარმომქმნელ ორგანოებს.

ადამიანის ორგანიზმზე ზემოქმედების ხარისხის გათვალისწინებით ქიმიური ნივთიერებები იყოფა 4 კლასად: განსაკუთრებით საშიში, ძალიან საშიში (ამიაკი), ზომიერად საშიში და ნაკლებად საშიში კლასის ნივთიერებებად.

დამაზიანებელი მოქმედების დაწყების სისწრაფის მიხედვით განასხვავებენ:

- სწრაფადმოქმედ ქიმიურად საშიშ ავარიულ და მომწამლავ ნივთიერებებს, რომლებსაც ფარული ქმედების პერიოდი არ აქვს, რამდენიმე წუთის განმავლობაში იწვევს ადამიანის სიკვდილს ან დაზიანებას.

- ნელამოქმედ ქიმიურად საშიშ ავარიულ და მომწამლავ ნივთიერებებს, რომლებსაც აქვთ ფარული მოქმედების პერიოდი და გარკვეული დროის შემდეგ იწვევს დაზიანებას.

განხილულია ამიაკის, ქლორისა და ნახშირმჟავა აირის ფიზიკური, ქიმიური და ტოქსიკური თვისებები.

თავი III

სამაცივრე დანადგარების განვითარების ტენდენციები და პერსპექტივები

კვების მრეწველობისა და აგრობიზნესის განვითარება უშუალოდაა დაკავშირებული სიცივით მომარაგების სისტემების, გაყინვისა და გაცივების კრიოგენული ტექნოლოგიების გამოყენებასა და განვითარებასთან.

მაცივარ-დანადგარის მუშა ნივთიერებაა მაცივარაგენტი - სითბოს გადამტანი (თხევადი ან აირადი). გამოიყენება როგორც ბუნებრივი, ისე ხელოვნური ნივთიერებები და მათი ნარევეები. მე-18 საუკუნის მეორე ნახევრიდან მე-20 საუკუნის დასაწყისამდე სამაცივრო დანადგარებში მაცივარაგენტად გამოიყენებოდა: წყალი, ჰაერი, დიეთილის და მეთილის ეთერები, ამიაკი, ნახშირბადის დიოქსიდი, გოგირდის ანჰიდრიდი, მეთილქლორიდი და სხვ. მაცივარაგენტების შერჩევასას გასათვალისწინებელია მოწყობილობის მუშაობის ეფექტურობა, ღირებულება, მისაწვდომობა, ეკოლოგიურობა, უსაფრთხოება, ხანძარ- და ფეთქებადსაშიშროება, ტოქსიკურობა. აღსანიშნავია, რომ ყველა მაცივარაგენტი მეტ-ნაკლებად საშიშია მოწამვლისა და დამწვრობის მიღების თვალსაზრისით.

ხელოვნური მაცივარაგენტები პირველად მიიღეს 1930 წელს, ხოლო 1931 წლიდან დაიწყო მათი სამრეწველო მიღება.

კრიოგენული ტექნიკის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე ძირითადად გამოიყენებოდა ამიაკი, ნახშირბადის დიოქსიდი, თხევადი აზოტი, ფრეონები.

კვების გადამამუშავებელი მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის საწარმოებში, მსხვილ გამანაწილებელ მაცივრებში და მაცივარკომბინატებში, სიცივით მომარაგების სისტემებში, ძირითადად, ამიაკის ბაზაზე მომუშავე კომპრესორულ და სამაცივრო დანადგარებს იყენებენ.

ამიაკი ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური და ფართოდ გავრცელებული მაცივარაგენტია, რაც აიხსნება მაღალი ენერგეტიკული მაჩვენებლების არსებობით და ინტენსიური თბოცვლით აგრეგატული მდგომარეობის შეცვლისას (კონდენსაცია, დუღილი).

ამიაკის თერმოდინამიკური და თბოფიზიკური მახასიათებლები განაპირობებს მაცივარ-დანადგარებში მაღალი მარგი ქმედების კოეფიციენტს - ამიაკის ხვედრითი მასიური წარმადობა 5-ჯერ აღემატება მრეწველობაში გამოყენებულ სხვა ნებისმიერი მაცივარაგენტის ანალოგიურ მაჩვენებელს.

ამიაკი საკომპრესორო დანადგარში პირველად გამოყენებულ იქნა აშშ-ში 1872 წელს დევიდ ბოილის მიერ. სამაცივრე დანადგარები მისი გამოყენებით აღმოჩნდა ეფექტური და რენტაბელური და მას შემდეგ სამრეწველო დანიშნულების სისტემებში დიდი ხნის განმავლობაში ამიაკი იყო დომინანტური მაცივარაგენტი, რაც განაპირობა მისმა ისეთმა თვისებებმა, როგორცაა: შედარებითი სიიაფე და ნაკლები დენადობა; მაცივარ-დანადგარის კონსტრუქციული მასალის მიმართ ქიმიური ნეიტრალურობა (სპილენძისა და მისი შენადნობების გარდა); უხსნადობა სინთეტიკურ და მინერალურ საპოხ ზეთებში; წყალში ხსნადობა; დაბალი კუთრი წონა, მძაფრი სუნი. ამიაკი არ მოქმედებს ოზონის შრეზე, თუმცა ამიაკს აქვს რიგი სერიოზული ნაკლოვანებებიც: მომწამლავი, ფეთქებად- და ხანძარსაშიში, აგრეთვე ადვილადაალებადი აირია.

ინტოქსიკაციის მიხედვით ამიაკი მიეკუთვნება მხუთავი ნეიროტროპული მოქმედების ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერებების მე-5 ჯგუფს. ამ ჯგუფის ნივთიერებები იწვევს ფილტვების ტოქსიკურ შეშუპებას, რომლის ფონზე ვითარდება ნერვული სისტემის დარღვევა. ჰაერ-

ნარევის აალებადობის და ფეთქებადსაშიშროების ხარისხის მიხედვით, ამიაკი მიეკუთვნება ქიმიურად საშიში ნივთიერებების მე-2 ჯგუფს.

გარკვეულ ეტაპზე ტოქსიკურობისა და აფეთქებასაშიშროების გამო უარი თქვეს მაცივარაგენტად ამიაკის გამოყენებაზე

თომას მიჯლიმ 1928 წელს აღმოაჩინა ახალი მაცივარაგენტი - დიფტორ-ქლორმეთანი, რომელიც მაცივარაგენტისათვის პრაქტიკულად ოპტიმალური თვისებებით გამოირჩეოდა.

1930 წლიდან სამაცივრო მრეწველობაში დაიწყო ქლორფტორნახშირბადის ჯგუფის მაცივარაგენტების გამოყენება, რამაც დასაბამი მისცა მრავალფეროვანი სამაცივრო ტექნიკის წარმოებას. გაჩნდა მაცივარაგენტები - ფრეონები (R11, R113, R114, R22), რომლებიც სამრეწველო და სავაჭრო, საშუალო და დაბალი ტემპერატურის მქონე სამაცივრო დანადგარებში, საყოფაცხოვრებო მაცივრებში, კონდიციონერებსა და თბურ ტუმბოებში გამოყენებულ ძირითად მაცივარაგენტებს წარმოადგენდა. ამ ფრეონებმა გარკვეული პერიოდის განმავლობაში ფართო გამოყენება ჰპოვა მაცივარ-დანადგარებში.

1950 წელს კონდიციონერის სისტემისთვის მიღებულ იქნა აზეოტროპული ნარევი მაცივარაგენტი R500, რომლის სიცივეწარმოება R12-ის სიცივეწარმოებას აჭარბებდა. R500 მაცივარაგენტის შემადგენლობაში შედიოდა R12 და R152a. R152a იყო პირველი ჰალოგენიზირებული ნახშირწყალბადი, რომელიც არ შეიცავდა ქლორს.

1952 წელს მაცივარაგენტების შერევის ტექნოლოგიით მიიღეს ნარევი მაცივარაგენტი R502, რომელმაც შეცვალა R22 დაბალი ტემპერატურის მქონე სამაცივრო დანადგარებში. შემდგომში დაბალი ტემპერატურების მისაღებად შემუშავდა მაცივარაგენტები R13, R503 და R13B1.

60-იანი წლებიდან დაწყებული სამრეწველო დანადგარებსა და საყოფაცხოვრებო მაცივრებში ძირითადად გამოიყენებოდა ფრეონები R12, R22 და R502.

ფრეონების გამოყენება განაპირობა ისეთმა თვისებებმა, როგორცაა: დაბალი ფასი, ხანძარუსაფრთხოება, ეფექტურობა და დაბალი ტოქსიკურობა. ფრეონი - მძიმე, უფერო, გამჭვირვალე აირია თითქმის სუნის გარეშე, ჰაერთან არ წარმოქმნის ფეთქებადსაშიშ ნარევეს, არ ურთიერთქმედებს ტექნიკაში გამოყენებულ უმეტეს ლითონებთან (გარდა თითბერისა და შენადნობებისა). ფრეონები კარგად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში, აგრეთვე საპოხ ზეთებში და პრაქტიკულად არ იხსნება წყალში. თუმცა, ფრეონს ახასიათებს ნარკოტიკული ქმედება, იწვევს სისუსტეს, გონების არევას, ძილიანობას, მაღალი კონცენტრაციისას - მოგუდვას. თხევადი ფრეონის კანზე მოხვედრამ შეიძლება გამოიწვიოს „მოყინვა“ (ბუმტუკები, ნეკროზი). ფრეონი-22 „მავნეობის“ შკალის მიხედვით მიეკუთვნება საშიში ნივთიერებების მე-4 კლასს.

ფრეონის გახურებისას 250°C-ზე წარმოიქმნება ტოქსიკური ნაერთები, მაგალითად, ფოსგენი, დიფოსგენი, ფტორწყალბადი და ქლორწყალბადი.

ამდენად, ფრეონი მთლად უვნებელი არ არის. ამიტომ სამაცივრე მოწყობილობის განლაგებისას აუცილებელია განსაკუთრებული მოთხოვნების დაცვა. გარდა ამისა, კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ R11, R12, R22 ფრეონები ოზონის შრეზე მოქმედი ნივთიერებებია. ამის შემდეგ შექმნეს ახალი ოზონდამზოგი ფრეონები R407C და R410A. აღმოჩნდა, რომ ეს ფრეონები წარმოადგენს განსაკუთრებით ძლიერ „სათბურის აირს“ და იწვევს კლიმატის გლობალურ დათბობას.

ოზონდამზოგი R407C-ის ფართოდ გამოყენების მთავარი წინააღმდეგობაა ამ ნარევის იზოტროპულობა. სამაცივრე დანადგარიდან მისი გაჟონვისას ნარევის ფრაქციების აქროლება ხდება არათანაბრად და იცვლება მისი შემადგენლობა. ამიტომ სამაცივრე სისტემის ჰერმეტიულობის დარღვევისას მისი უბრალოდ შევსება შეუძლებელია - სისტემა უნდა დაიცალოს და შეიცვალოს ახლით, რაც დიდ ფინანსურ ხარჯებთანაა დაკავშირებული.

R410A ოზონდამზოგია, რამდენადაც მის შემადგენლობაში არ შედის ქლორი. ამ ფრეონმა შეცვალა ოზონდამშლელი ფრეონი R22, თუმცა მის ნაკლად

ითვლება მისი მაღალი ღირებულება (7-ჯერ უფრო ძვირია, ვიდრე R22) და ძალიან მაღალი მუშა წნევა (26 ატმ), ამიტომ მაცივრისა და კომპრესორის კვანძები და დეტალები უნდა იყოს ზემტკიცე, რაც კიდევ უფრო ზრდის სპილენძის ხარჯს და აძვირებს სამაცივრე დანადგარს.

შეიქმნა ოზონდამზოგი ფრეონები. მაგალითად, R404A, R407C, R410A, R507A და სხვ., რომლებიც საკმაოდ ძვირია R22-თან შედარებით. უცხოურ წყაროებზე დაყრდნობით ეს სხვაობა გამოხატულია შემდეგი მნიშვნელობებით: R 134A ძვირია ფრეონ R22-ზე 165%-ით; R404A - 175%; R407C - 215%; R507A - 250%; R410A - 282%-ით და სხვ. მაშინ, როცა თვითონ ფრეონი R22 ამიაკზე ძვირია 50%-ით.

სიტუაცია კიდევ უფრო მძიმდება იმით, რომ ყველა ახალი ფრეონი სამაცივრე სისტემებში ითხოვს სპეციალური, ძვირადღირებული ზეთების გამოყენებას და მეტად დაბალი ეფექტურობით გამოირჩევა. გარდა ამისა, ფრეონზე მომუშავე დანადგარების დასამზადებლად, ძირითადად, ფერადი ლითონები გამოიყენება.

მაცივარდანადგარებისადმი ეკოლოგიის მოთხოვნების გაზრდასთან დაკავშირებით, 1987 წლიდან მონრეალის პროტოკოლის თანახმად, ევროპამ აქტიურად დაიწყო ფრეონების გამოყენების შეზღუდვა და აკრძალვაც კი. ჩამოყალიბებულია მაცივარ-დანადგარების განვითარების ტენდენციები და პერსპექტივები. შეიქმნა სამაცივრე დანადგარებში გამოყენებული აირის კონტროლის თანამედროვე სისტემები.

საქართველო მსოფლიოს იმ 190-ზე მეტ ქვეყანას შორისაა, რომელიც 1996 წელს შეუერთდა და რატიფიცირებული აქვს ოზონის შრის დამშლელ ნივთიერებათა შესახებ მონრეალის ოქმი.

საქართველომ, როგორც მონრეალის ოქმის ერთ-ერთმა აქტიურმა მხარე ქვეყანამ, წვლილი შეიტანა ოზონის შრის დაცვის საქმეში. მოხმარებიდან ამოღებულ იქნა ყველაზე საშიში ოზონდამშლელი ნივთიერებები, კერძოდ, დადგენილ ვადაზე 4 წლით ადრე 2006 წელს საქართველომ მოხმარებიდან ამოიღო ოზონის შრის დამშლელი ნივთიერებების ერთ-ერთი ჯგუფი –

ჰალონები, ხოლო 2008 წელს ანუ ვადაზე 2 წლით ადრე მოხდა ძირითადი ოზონდამშლელების – ქლორფტორნახშირბადების გამოყენებიდან ამოღება. შემუშავდა დანარჩენი ოზონდამშლელი ნივთიერებების ხმარებიდან ამოღების ათწლიანი გეგმა, რომელიც 2011-2020 წლებში განხორციელდება.

განხილული ფაქტორების გათვალისწინებით განვითარებული ქვეყნების წამყვანი სპეციალისტები და მეცნიერები დაუბრუნდნენ ამიაკს, რომელიც თერმოდინამიკური და თბოფიზიკური მახასიათებლებით ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური მაცივარაგენტია.

2012 წლის დასაწყისში 52 სახელმწიფო (გერმანია, ავსტრია, კანადა, აშშ, ირლანდია, დანია, ჩინეთი, იტალია, შვედეთი და სხვ.) გაერთიანდა კლიმატზე მოქმედი ქიმიური ნივთიერებების გამოფრქვევის შემცირების მიზნით და 2013 წელს დაადგინეს, რომ ერთადერთი ალტერნატივა, რომელიც აკმაყოფილებს ოზონის შრის და კლიმატის უსაფრთხოების მოთხოვნებს, ბუნებრივი მაცივარაგენტებია, პირველ რიგში, ამიაკი.

მიმდინარეობს აქტიური მუშაობა სამაცივრო დანადგარების ამიაკტევადობის შესამცირებლად. მათ შორის – ნახშირმჟავა აირის, როგორც შუალედური მაცივარაგენტის, სიცივის გადამტანის გამოყენებით. განვითარებული ქვეყნების წამყვანი სპეციალისტები და მეცნიერები „სათბურის“ ფრეონის ალტერნატივად თვლიან ამიაკსა და ნახშირბადის დიოქსიდს, აგრეთვე მათ კომბინირებულ შეხამებას სამაცივრო სისტემებში. ნახშირბადის დიოქსიდზე მომუშავე სამრეწველო სამაცივრო დანადგარებში ხშირად იყენებენ კასკადურ სქემას. ზედა კასკადის გამაცივებელ აგენტად გამოიყენება ამიაკი, ხოლო კასკადის ქვედა ფენაში – ნახშირბადის დიოქსიდი.

თავი IV

ქიმიურად საშიშ ობიექტზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე ქიმიური მდგომარეობის პროგნოზირება

ქიმიურად საშიში ობიექტების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ღონისძიებების კომპლექსი აერთიანებს ისეთ ელემენტებს, როგორცაა:

1. საავარიო სიტუაციის წარმოქმნის პროგნოზირება ობიექტზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე;
2. შექმნილი ქიმიური მდგომარეობის ოპერატიულად შეფასება;
3. პერსონალისა და მოსახლეობის ექსტრემალური დაცვის ღონისძიებების გატარება.

ქიმიურად საშიშ ობიექტებზე ავარიულ სიტუაციაში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქიმიური მდგომარეობის შეფასება, რომელიც ღირებულების წინებს:

- 1) ქიმიური მოწამვლის ხასიათისა და მასშტაბების განსაზღვრას;
- 2) ობიექტისა და მოსახლეობის საქმიანობაზე ქიმიური მდგომარეობის ანალიზს;
- 3) სამაშველო საქმიანობის ყველაზე ეფექტური ვარიანტის არჩევას.

მდგომარეობის წინასწარ პროგნოზირებას აკეთებს სამოქალაქო თავდაცვისა და საგანგებო სიტუაციის დეპარტამენტის შესაბამისი განყოფილებები მოწამვლილი ტერიტორიებიდან მომსახურე პერსონალისა და მოსახლეობის უსაფრთხო ადგილებში ორგანიზებულად გაყვანის მიზნით.

საავარიო სიტუაციისას აიღება რეალურად დაღვრილი ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერებების რაოდენობა და მეტეოროლოგიური პირობები, განიხილება ობიექტის, შენობებისა და ნაგებობების ტერიტორიის სადებიზინფექციო მეთოდები, ადამიანების სანიტარიული დამუშავების ღონისძიებების მეთოდები.

ქიმიური მდგომარეობის შეფასების მეთოდის მიხედვით გამოთვლილია პირველად და მეორეულ ღრუბლებში გადასული მომწამლავი ნივთიერებების (ამიაკისა და ქლორის) ექვივალენტური რაოდენობები. გარემოს კლიმა-

ტურ-მეტეოროლოგიური მახასიათებლების გათვალისწინებით განსაზღვრულია პირველადი და მეორეული ღრუბლებით მოწამვლის ზონის სიღრმეები, მოწამვლის საერთო სიღრმე, შესაძლო და ფაქტობრივი მოწამვლის ზონის ფართობები. გამოთვლილია აგრეთვე ობიექტზე ამიაკისა ან/და ქლორის გამოფრქვევის/დაღვრის შემთხვევაში მოწამვლილი ჰაერის დასახლებულ პუნქტთან მიღწევის დრო და ძლიერმოქმედი მომწამლავი ნივთიერების დამაზიანებელი მოქმედების ხანგრძლივობა, მოსახლეობის მოსალოდნელი საერთო სანიტარიული დანაკარგები და მათი სტრუქტურა. ჩატარებული გამოთვლებისა და მათი ანალიზის საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნები.

გამოსათვლელად გამოყენებულია შემდეგი ფორმულები:

$$h = H - 0,2;$$

$$Q_{g1} = K_1 K_3 K_5 K_7^1 Q_0, \text{ ტ}$$

$$Q_{g2} = (1-K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 Q/h \rho, \text{ ტ}$$

$$T_{\text{აორთქ}} = h \rho / K_2 K_4 K_7^{\text{II}}, \text{ სთ}$$

$$d_1 = d_{\text{მინ } 1} + ((d_{\text{მაქს } 1} - d_{\text{მინ } 1}) / (Q_{\text{მაქს } 1} - Q_{\text{მინ } 1})) (Q_{g1} - Q_{\text{მინ } 1}), \text{ კმ}$$

$$d_2 = d_{\text{მინ } 2} + ((d_{\text{მაქს } 2} - d_{\text{მინ } 2}) / (Q_{\text{მაქს } 2} - Q_{\text{მინ } 2})) (Q_{g2} - Q_{\text{მინ } 2}), \text{ კმ}$$

$$d = d^{\text{I}} + (0,5 d^{\text{II}}), \text{ კმ}$$

$$d_{\text{ზღ}} = N \cdot V_{\text{წ.ფ.}}, \text{ კმ}$$

$$d_{\text{ანგ}} = N \cdot V_3, \text{ კმ}$$

$$S_{\text{SesaZ}} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot d_{\text{ანგ}}^2 \cdot \phi, \text{ კმ}^2$$

$$S_{\text{ფაქ}} = K_8 \cdot d_{\text{ანგ}}^2 \cdot N^{0,2}, \text{ კმ}^2$$

$$t = X / V_3, \text{ სთ.}$$

სადაც H არის ქვედის სიღრმე (შემოზვინვის სიმაღლე), მ;

h - დაღვრილი ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერების ფენის სისქე, მ;

Q_0 - ავარიის დროს გამოფრქვეული (დაღვრილი) ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერების რაოდენობა, ტ;

Q_{g1} და Q_{g2} - პირველად და მეორეულ ღრუბელში ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერების ექვივალენტური რაოდენობა, ტ;

K_1 - ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერების შენახვის პირობებზე დამოკიდებული კოეფიციენტი;

K_2 - ნივთიერების აორთქლების ხვედრითი სიჩქარე 1 მ^2 ფართობიდან 1 საათის განმავლობაში აორთქლებული ნივთიერების რაოდენობა, $(\text{ტ}/\text{მ}^2 \cdot \text{სT})$;

K_3 - ქლორის ზღურბლური ტოქსოდოზის ფარდობა მოცემული ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერების ზღურბლურ ტოქსოდოზასთან;

K_4 - ქარის სიჩქარის გავლენა ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერების აორთქლების ინტენსიურობაზე;

K_5 - ჰაერის ვერტიკალური მდგრადობის ხარისხი ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერების განზნევის ინტენსიურობაზე:

ინვერსიისათვის $K_5 = 1$,

იზოთერმიისათვის $K_5 = 0,23$,

კონვექციისათვის $K_5 = 0,08$;

K_6 - ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერების აორთქლების ხანგრძლივობის ფარდობა ($T_{\text{აორთქ.}}$) იმ დროზე, როდესაც კეთდება პროგნოზი ($T_{\text{პროგ.}}$):

K_7 - ავარიის მომენტში ჰაერის ტემპერატურა პირველადი (K_7^I) და მეორეული (K_7^{II}) ღრუბლის ფორმირებისას ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერების აორთქლების ინტენსიურობაზე:

d_1 და d_2 - პირველადი და მეორეული ღრუბლით მოწამვლის ზონის სიღრმე, კმ;

d - მოწამვლის ზონის საერთო სიღრმე;

d^I და d^{II} - d_1 და d_2 სიდიდეებიდან უდიდესი და უმცირესი მნიშვნელობა, კმ;

$d_{\text{ზღ}}$ - მოწამვლის ზონის ზღვრული სიღრმე, კმ;

$d_{\text{ანგ}}$ - მოწამვლის ზონის საანგარიშო სიღრმე, კმ;

ρ - ქიმიურად საშიში ავარიული ნივთიერების სიმკვრივე, $\text{t}/\text{მ}^3$;

N - ავარიის დაწყებიდან გასული დრო, სთ;

V_3 - მოწამლული ჰაერის წინა ფრონტის გადატანის სიჩქარე, კმ/სთ.

გამოთვლები შესრულებულია 5 და 30 ტონა ამიაკისა და 1 ტ ქლორის დაღვრის შემთხვევისათვის. შერჩეულ ობიექტების მდებარეობის მიხედვით მეტეოროლოგიური სტატისტიკური მონაცემების გათვალისწინებით ანგარიშები ჩატარდა 1 მ/წმ, 3 მ/წმ და 5 მ/წმ ქარის სიჩქარისა და 5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C ჰაერის ტემპერატურის შემთხვევისათვის. ჩატარებული გამოთვლების შედეგები ასახულია ცხრილებში 1, 2, 3 და ნახ. 1-ზე მოცემულ შესაბამის გრაფიკებში.

გამოთვლების მიხედვით, როგორც 5, ისე 30 ტონა ამიაკის და ასევე 1 ტონა ქლორის ავარიული დაღვრისას, როდესაც ქარის სიჩქარეა 1 მ/წმ, ყველა ტემპერატურულ ინტერვალში, როგორც პირველად, ისე მეორეულ ღრუბელში გადასული ამიაკის ექვივალენტური რაოდენობა ინვერსიის შემთხვევაში ბევრად აღემატება იზოთერმიის დროს პირველად და მეორეულ ღრუბელში გადასული ამიაკის რაოდენობას. ეს განსხვავება კიდევ უფრო იზრდება კონვექციის შემთხვევაში.

ქარის სიჩქარე გავლენას ახდენს როგორც დაღვრილი ამიაკისა და ქლორის აორთქლების დროზე (უკუპროპორციულად), ისე მოწამლული ღრუბლის გავრცელების მანძილზე (პირდაპირპროპორციულად).

თუ შევადარებთ დაღვრილი ამიაკისა და ქლორის აორთქლების ხანგძლივობას, დავინახავთ, რომ ეს დრო გაცილებით დიდია ქლორის დაღვრის შემთხვევაში, რაც ამიაკისა და ქლორის ფიზიკური თვისებებით აიხსნება.

შესრულებული გამოთვლების საფუძველზე შეიძლება დანამდვილებით ითქვას, რომ ინვერსიის შემთხვევაში ვითარდება ყველაზე არახელსაყრელი პირობები - მოწამლული ღრუბელი შორს ვრცელდება და იზრდება მოწამვლის კერა. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქალაქებისა და სამრეწველო ცენტრებისათვის, სადაც სამრეწველო და ავტომანქანების გამონაბოლქვების სიჭარბის გამო ხშირია ინვერსიის მდგომარეობა.

ცხრილი 1

დაღვრილი ამიაკის რაოდენობა 5 ტ, ქარის სიჩქარე 1 მ/წმ

| T ₃ | ჰაერის ვერტიკალური მდგრადობა | | Q _{1ა} , ტ | Q _{2ა} , ტ | აორთქლების დრო, სთ T | მოწამვლის ზონის სიღრმე, მ | | d მ | d _{ზღვ} მ | d _{ანგ} მ | S _{შესაძ} მ ² | S _{ფაქტ} მ ² | უახლოეს დასახლებულ პუნქტამდე მიღწევის დრო, წთ | | |
|-----------------|------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|----------------|-----|--------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|------------|-------------|
| | | | | | | d ₁ | d ₂ | | | | | | სანტე | ნატახ-ტარი | თ.მლ. საწყ. |
| 5 ⁰ | ინვერსია | K _s =1 | 0,0252 | 0,003 | 49,36 | 559 | 248 | 683 | 5000 | 683 | 732 | 38 | 1,8 | 12 | 0,48 |
| | იზოთერმია | K _s =0,23 | 0,01 | 0,001 | | 380 | 210 | 410 | 6000 | 410 | 264 | 22 | 1,5 | 10 | 0,42 |
| | კონვექცია | K _s =0,08 | 0,002 | 0,0003 | | 229 | 197 | 328 | 7000 | 328 | 169 | 25 | 1,3 | 8,6 | 0,34 |
| 10 ⁰ | ინვერსია | K _s =1 | 0,029 | 0,003 | | 603 | 248 | 727 | 5000 | 727 | 829 | 43 | 1,8 | 12 | 0,48 |
| | იზოთერმია | K _s =0,23 | 0,007 | 0,001 | | 323 | 210 | 428 | 6000 | 428 | 288 | 24 | 1,5 | 10 | 0,42 |
| | კონვექცია | K _s =0,08 | 0,0023 | 0,0003 | | 235 | 197 | 334 | 7000 | 334 | 175 | 26 | 1,3 | 8,6 | 0,34 |
| 15 ⁰ | ინვერსია | K _s =1 | 0,0324 | 0,003 | | 643 | 248 | 767 | 5000 | 767 | 923 | 48 | 1,8 | 12 | 0,48 |
| | იზოთერმია | K _s =0,23 | 0,008 | 0,001 | | 342 | 206 | 445 | 6000 | 445 | 311 | 26 | 1,5 | 10 | 0,42 |
| | კონვექცია | K _s =0,08 | 0,003 | 0,0003 | | 248 | 197 | 347 | 7000 | 347 | 189 | 28 | 1,3 | 8,6 | 0,34 |
| 20 ⁰ | ინვერსია | K _s =1 | 0,036 | 0,003 | | 686 | 248 | 810 | 5000 | 810 | 1030 | 53 | 1,8 | 12 | 0,48 |
| | იზოთერმია | K _s =0,23 | 0,008 | 0,0008 | | 342 | 210 | 450 | 6000 | 450 | 311 | 26 | 1,5 | 10 | 0,42 |
| | კონვექცია | K _s =0,08 | 0,003 | 0,0003 | | 248 | 197 | 347 | 7000 | 347 | 189 | 28 | 1,3 | 8,6 | 0,34 |
| 25 ⁰ | ინვერსია | K _s =1 | 0,0396 | 0,003 | | 728 | 248 | 852 | 5000 | 852 | 1140 | 59 | 1,8 | 12 | 0,48 |
| | იზოთერმია | K _s =0,23 | 0,01 | 0,001 | | 380 | 210 | 485 | 6000 | 485 | 369 | 31 | 1,5 | 10 | 0,42 |
| | კონვექცია | K _s =0,08 | 0,003 | 0,0003 | | 248 | 197 | 347 | 7000 | 347 | 189 | 28 | 1,3 | 8,6 | 0,34 |

ცხრილი 2

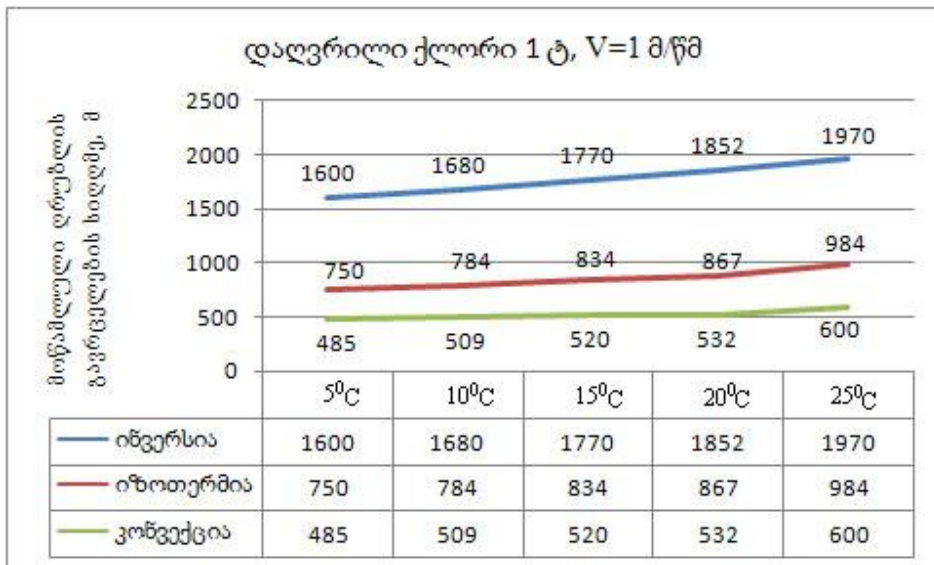
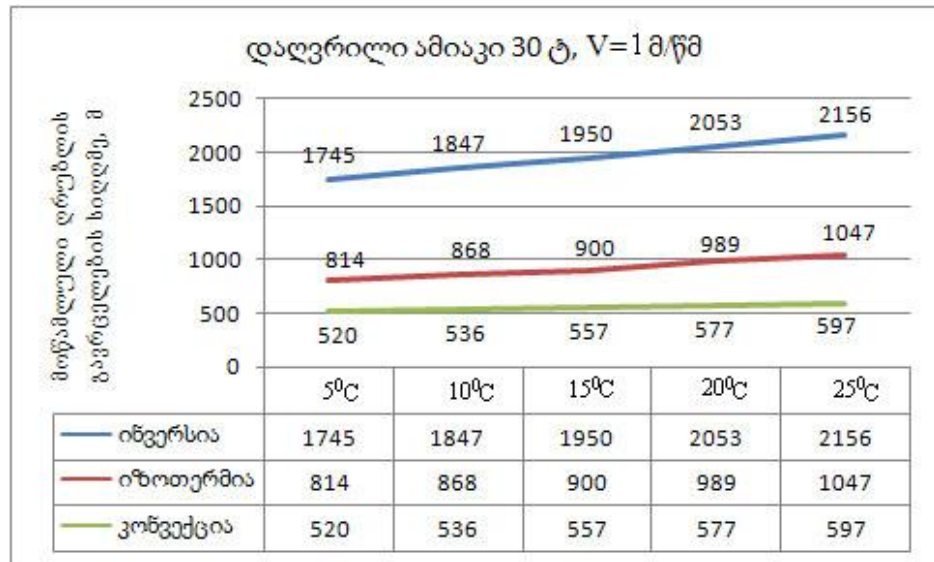
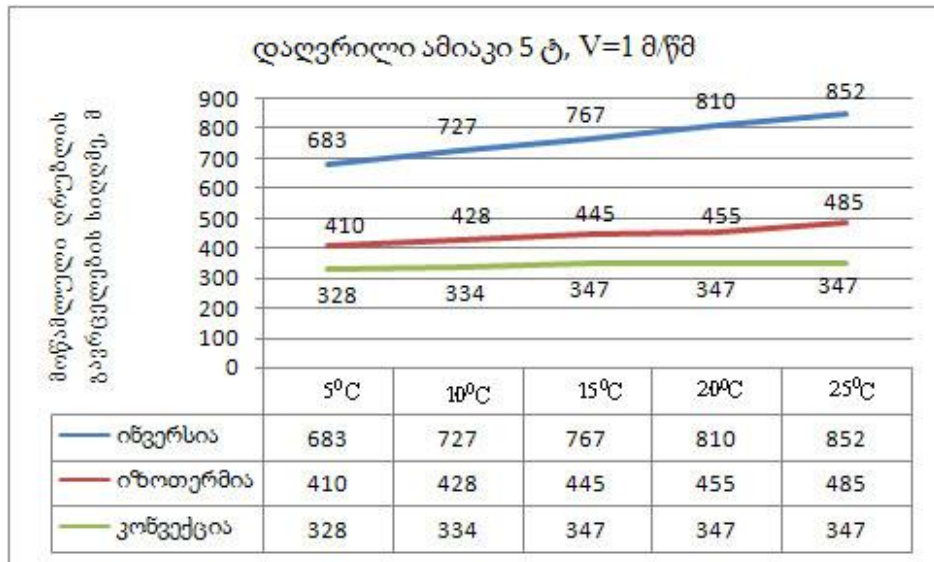
დაღვრილი ამიაკის რაოდენობა 30 ტ; ქარის სიჩქარე 1 მ/წმ.

| T ₃ | ჰაერის ვერტიკალური მდგრადობა | | Q ₁ , ტ | Q ₂ , ტ | აორთქლების დრო, სთ T | მოწამვლის ზონის სიღრმე, მ | | d მ | d _{ზღვ} კმ | d _{ანგ} მ | S _{მესამ} მ ² | S _{ფაქტ} მ ² | უახლოეს დასახლებულ პუნქტამდე მიღწევის დრო, წთ | | |
|-----------------|------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|----------------|------|---------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|------------|-------------|
| | | | | | | d ₁ | d ₂ | | | | | | სანტე | ნატახ-ტარი | თ.მღ. საწყ. |
| 5 ⁰ | ინვერსია | K ₅ =1 | 0,1512 | 0,02 | 49,36 | 1495 | 499 | 1745 | 5 | 1745 | 4779 | 247 | 1,8 | 0,48 | 12 |
| | ობოთერმია | K ₅ =0,23 | 0,0348 | 0,005 | | 671 | 286 | 814 | 6 | 814 | 1040 | 880 | 1,5 | 0,42 | 10 |
| | კონვექცია | K ₅ =0,08 | 0,0121 | 0,002 | | 405 | 229 | 520 | 7 | 520 | 424 | 64 | 1,3 | 0,34 | 8,6 |
| 10 ⁰ | ინვერსია | K ₅ =1 | 0,1728 | 0,02 | | 1598 | 498 | 1847 | 5 | 1847 | 5355 | 276 | 1,8 | 0,48 | 12 |
| | ობოთერმია | K ₅ =0,23 | 0,0397 | 0,0046 | | 729 | 380 | 868 | 6 | 868 | 1183 | 100 | 1,5 | 0,42 | 10 |
| | კონვექცია | K ₅ =0,08 | 0,0138 | 0,0016 | | 425 | 221 | 536 | 7 | 536 | 451 | 67 | 1,3 | 0,34 | 8,6 |
| 15 ⁰ | ინვერსია | K ₅ =1 | 0,1944 | 0,02 | | 1701 | 498 | 1950 | 5 | 1950 | 5968 | 308 | 1,8 | 0,48 | 12 |
| | ობოთერმია | K ₅ =0,23 | 0,0447 | 0,0046 | | 791 | 380 | 900 | 6 | 900 | 1271 | 108 | 1,5 | 0,42 | 10 |
| | კონვექცია | K ₅ =0,08 | 0,0156 | 0,0016 | | 446 | 221 | 557 | 7 | 557 | 487 | 73 | 1,3 | 0,34 | 8,6 |
| 20 ⁰ | ინვერსია | K ₅ =1 | 0,216 | 0,02 | | 1804 | 498 | 2053 | 5 | 2053 | 6615 | 341 | 1,8 | 0,48 | 12 |
| | ობოთერმია | K ₅ =0,23 | 0,0497 | 0,0046 | | 850 | 278 | 989 | 6 | 989 | 1535 | 130 | 1,5 | 0,42 | 10 |
| | კონვექცია | K ₅ =0,08 | 0,0173 | 0,0016 | | 466 | 221 | 577 | 7 | 577 | 523 | 78 | 1,3 | 0,34 | 8,6 |
| 25 ⁰ | ინვერსია | K ₅ =1 | 0,2376 | 0,02 | | 1907 | 498 | 2156 | 5 | 2156 | 7296 | 377 | 1,8 | 0,48 | 12 |
| | ობოთერმია | K ₅ =0,23 | 0,0546 | 0,005 | | 904 | 286 | 1047 | 6 | 1047 | 1720 | 146 | 1,5 | 0,42 | 10 |
| | კონვექცია | K ₅ =0,08 | 0,019 | 0,0016 | | 486 | 221 | 597 | 7 | 597 | 559 | 84 | 1,3 | 0,34 | 8,6 |

ცხრილი 3

დაღვრილი ქლორის რაოდენობა 1 ტ, ქარის სიჩქარე 1 მ/წმ

| T ₃ | ჰაერის ვერტიკალური მდგრადობა | | Q ₁ , ტ | Q ₂ , ტ | აორთქლების დრო, სთ T | მოწამვლის ზონის სიღრმე, კმ | | d მ | d _{ზღვ} კმ | d _{ანგ} მ | S _{შესამ} მ ² | S _{ფაქტ} მ ² | უახლოეს დასახლებულ პუნქტამდე მიღწევის დრო, წთ | | |
|-----------------|------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|----------------|------|---------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|------------|-------------|
| | | | | | | d ₁ | d ₂ | | | | | | სანტე | ნატახ-ტარი | თ.მლ. საწყ. |
| 5 ⁰ | ინვერსია | K _s =1 | 0,126 | 0,015 | 53,8 | 1374 | 439 | 1600 | 5 | 1600 | 4020 | 207 | 1,8 | 12 | 0,48 |
| | იზოთერმია | K _s =0,23 | 0,03 | 0,004 | | 615 | 267 | 750 | 6 | 750 | 883 | 75 | 1,5 | 10 | 0,42 |
| | კონვექცია | K _s =0,08 | 0,01 | 0,001 | | 380 | 210 | 485 | 7 | 485 | 370 | 55 | 1,3 | 8,6 | 0,34 |
| 10 ⁰ | ინვერსია | K _s =1 | 0,144 | 0,015 | | 1460 | 439 | 1680 | 5 | 1680 | 4430 | 229 | 1,8 | 12 | 0,48 |
| | იზოთერმია | K _s =0,23 | 0,033 | 0,004 | | 650 | 267 | 784 | 6 | 784 | 965 | 82 | 1,5 | 10 | 0,42 |
| | კონვექცია | K _s =0,08 | 0,012 | 0,001 | | 404 | 210 | 509 | 7 | 509 | 407 | 61 | 1,3 | 8,6 | 0,34 |
| 15 ⁰ | ინვერსია | K _s =1 | 0,162 | 0,015 | | 1546 | 439 | 1770 | 5 | 1770 | 4920 | 254 | 1,8 | 12 | 0,48 |
| | იზოთერმია | K _s =0,23 | 0,037 | 0,004 | | 700 | 267 | 834 | 6 | 834 | 1090 | 93 | 1,5 | 10 | 0,42 |
| | კონვექცია | K _s =0,08 | 0,013 | 0,001 | | 415 | 210 | 520 | 7 | 520 | 424 | 64 | 1,3 | 8,6 | 0,34 |
| 20 ⁰ | ინვერსია | K _s =1 | 0,18 | 0,015 | | 1632 | 439 | 1852 | 5 | 1852 | 5380 | 278 | 1,8 | 12 | 0,48 |
| | იზოთერმია | K _s =0,23 | 0,04 | 0,004 | | 733 | 267 | 867 | 6 | 867 | 1180 | 100 | 1,5 | 10 | 0,42 |
| | კონვექცია | K _s =0,08 | 0,014 | 0,001 | | 427 | 210 | 532 | 7 | 532 | 444 | 67 | 1,3 | 8,6 | 0,34 |
| 25 ⁰ | ინვერსია | K _s =1 | 0,2 | 0,015 | | 1750 | 439 | 1970 | 5 | 1970 | 6100 | 314 | 1,8 | 12 | 0,48 |
| | იზოთერმია | K _s =0,23 | 0,05 | 0,004 | | 850 | 267 | 984 | 6 | 984 | 1520 | 129 | 1,5 | 10 | 0,42 |
| | კონვექცია | K _s =0,08 | 0,02 | 0,001 | | 498 | 210 | 600 | 7 | 600 | 565 | 85 | 1,3 | 8,6 | 0,34 |



ნახ.1. ამიაკისა და ქლორის ავარიული დაღვრისას მოწამლული ღრუბლის გავრცელების სიღრმე

გამოთვლილია ასევე ადამიანთა სავარაუდო დანაკარგი. კვლევის ობიექტების მახლობლად მცხოვრები მოსახლეობა არაა უზრუნველყოფილი აირწინალებით. მათ აქვთ უმარტივეს თავშესაფარში, შენობაში თავის შეფარების შესაძლებლობა.

სოფ. ნატახტარის მოსახლეობა შეადგენს 1234 ადამიანს (2014 წლის აღწერის მონაცემებით). მათგან არავის არა აქვს აირწინალი, ამიტომ მოსახლეობაში დანაკარგი იქნება: 617 ად., მათგან დაზიანების მსუბუქი ხარისხით -154 ად., დაზიანების საშუალო ხარისხით (ჰოსპიტალიზაცია 2-3 თვით) – 247 ად. და დაზიანება ლეტალური დასასრულით - 216 ად.

წეროვანის დასახლებაში მოსახლეობა 9 500 ადამიანია. ადამიანთა სავარაუდო დანაკარგი შესაბამისად იქნება 4750 ადამიანი, მათგან დაზიანების მსუბუქი ხარისხით -1188 ად., დაზიანების საშუალო ხარისხით (ჰოსპიტალიზაცია 2-3 თვით) – 1900 ად. და დაზიანება ლეტალური დასასრულით - 1663 ად.

გამოთვლების მიხედვით, მოსახლეობაში პოტენციურ დაზარალებულთა რაოდენობა საკმაოდ მაღალია, რაც მოითხოვს პრევენციული ღონისძიებების გატარებას.

დასკვნები

კვლევისთვის შერჩეულ ქიმიურად საშიშ ობიექტებზე ავარიის შედეგების პროგნოზული შეფასების საფუძველზე გაკეთებულია შემდეგი დასკვნები:

1) ობიექტზე ამიაკისა და ქლორის ავარიული დაღვრა გამოიწვევს დიდ დანაკარგს, როგორც პერსონალის შემადგენლობაში, ისე მიმდებარე ტერიტორიის მოსახლეობაში, რაც განაპირობებს აღნიშნულ ობიექტებზე უსაფრთხოების ღონისძიებების გამკაცრების, მაცივარ-დანაგარების მოდერნიზაციის, თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენების აუცილებლობას.

2) თანამედროვე მაცივარ-დანაგარების მახასიათებლების შესწავლის შედეგად შერჩეული იქნება ამიაკის მცირე ტევადობის მქონე მაცივრები ან კასკადური სისტემები, სადაც სიცივის შუალედურ აგენტად გამოყენებული იქნება ნახშირბადის დიოქსიდი.

3) აღნიშნული ობიექტების მიმდებარე ტერიტორიაზე მოსახლეობის უსაფრთხოების დაცვის მიზნით, მოხდება შემდეგი პრევენციული ღონისძიებების გათვალისწინება: მოსახლეობის ინფორმირება პოტენციური ქიმიური საფრთხისა და ავარიის შემთხვევაში ქცევის წესების შესახებ; მოსახლეობის საყოველთაო აუცილებელი სწავლება საგანგებო სიტუაციაში დაცვის მეთოდებისა და ქმედებების შესახებ, მოსახლეობის მომარაგება ინდივიდუალური და სამედიცინო დაცვის საშუალებებით; კოლექტიური დაცვის საშუალებების (თავშესაფრის) აგება; ამ ადგილებში მომუშავე ყველა კატეგორიის სამედიცინო პერსონალის ყოველმხრივი სპეციალური მომზადება, ავარიის შემთხვევისათვის მოსახლეობის ევაკუაციის გეგმის შედგენა.

4) წარმოდგენილი ქიმიური მდგომარეობის პროგნოზული შეფასება იძლევა განზოგადების საფუძველს: ქიმიურად საშიში ობიექტზე ავარიული სიტუაციისაგან დაცვა შესაძლებელია ობიექტის ტექნიკური და ტექნოლოგიური სრულყოფით, საფრთხის წყაროსა და დაცვის ობიექტს შორის მანძილის გაზრდით, დაცვის ღონისძიებების გამოყენებით. უსაფრთხოების მიღწევის აუცილებელი პირობაა ადამიანების კომპეტენტურობა, საფრთხისა და მათგან დაცვის საშუალებების ცოდნა.

ნაშრომის აპრობაცია

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი საკითხები მოხსენების სახით გაშუქდა - სსიპ გრ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში აკად. ა.ძიძიგურის დაბადების 100 წლისთავისადმი მიძღვნილ სამეცნიერო კონფერენციაზე „სამთო საქმისა და გეოლოგიის აქტუალური პრობლემები“ (2014 წელი).

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტთა 84-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე (2016 წელი), ასევე კოლოკვიუმებსა და თემატურ სემინარებზე.

გამოქვეყნებული პუბლიკაციები:

1. ს.გიგაური, ლ.ჩხეიძე, ნ.მჭავარიანი, ნ.ჯვარელია. ტექნოგენური საგანგებო სიტუაციების პროგნოზირება და რისკების შეფასება საქართველოში. „საქართველოს ნავთობი და გაზი“. N30, 2015. გვ. 139-142.

2. ს.გიგაური, ლ.ჩხეიძე, ნ.მჭავარიანი. ამიაკზე მომუშავე მაცივარ-დანადგარებზე რისკის ფაქტორების შეფასება. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „ენერჯია“, N 2(78), 2016. გვ. 58-63.

3. ს.გიგაური, ლ.ჩხეიძე, ნ.მჭავარიანი. ავარიის მოსალოდნელი შედეგების გაანალიზება. „საქართველოს ნავთობი და გაზი“. N31, 2016. გვ. 138-142.

4. ს.გიგაური, ლ.ჩხეიძე, ნ.მჭავარიანი, ნ.ჯვარელია. ტექნოგენური საგანგებო სიტუაციების პროგნოზირება და რისკების შეფასება. სსიპ გრ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში აკად. ა.ძიძიგურის დაბადების 100 წლისთავისადმი მიძღვნილ სამეცნიერო კონფერენციაზე „სამთო საქმისა და გეოლოგიის აქტუალური პრობლემები“. 2014.

5. ს.გიგაური. საქართველოში უსაფრთხო სამაცივრე მეურნეობის განვითარების ასპექტები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. სტუდენტთა 84-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. 2016.

SUMMARY

Emergency situations forecast at the facilities of chemical danger in Georgia

Doctoral work provides discussion of the issues of emergency probability at the entities of food industry as the sector ensuring country's food security where chemical danger exists, as well as forecasting of the emergency outcomes and development of the preventive measures.

Work provides specific measures developed for avoiding of the emergency situations' generation, reduction of accident probability, as well as effective containment measures in case of emergencies.

Work provides discussion of such significant issues as risk identification and assessment at the facilities with chemical danger, risks forecasting and safe management of the facility based on these data.

Selection of the theme, goal and objective of the doctoral dissertation is caused by the practical significance and urgency of development of the food industry entities and formulation of the safety strategies for these entities and adjacent areas.

Middle point between the food entity on one hand and the population and on the other – between the food entity and agriculture is the cold storage warehouse. In addition, cooling is necessary component at various stages of food production.

As using current-day scientific-technological potential absolute safety cannot be achieved and near-accident situations cannot be completely avoided, the work offers discussion of the issues of danger related to refrigerating agents at food production entities, safety of the personnel and population and relevant preventive measures.

Most of the chemically dangerous facilities are located so that accident at one of them may cause accidents at the neighboring facilities as well. In addition, frequently they are located in the densely settled areas thus further increasing the degree of danger.

In the territory of Georgia there operate over 500 entities with increased chemical danger. In the recent period, both, in Tbilisi and all regional centers the number of refrigerator users like producers of ice cream, beer, light beverages, sausages, dairy products etc. increased significantly, as well as warehouse facilities for the fruits and vegetables resulting in drastic increase of demand for the refrigerating equipment. Most of these facilities use ammonia as the cooling agent.

We should particularly mention the facilities of food and dairy products, meat processing, refrigerating combined enterprises, food storage facilities, water treatment facilities. All of these use ammonia, chlorine and other toxic substances.

Work provides discussion of the probability of emergency situations at the food industry facilities where chemical danger exists, as well as the impact of the location of chemically dangerous facilities, dominating wind directions and weather conditions on the outcomes of the industrial accidents.

Among the safety measures at the chemically dangerous facilities there are considered such issues as: forecasting of the emergency situations at the facility and adjacent areas; prompt assessment of the chemical danger; measures for protection of the personnel and community where assessment of chemical danger is of particular significance implying determination of the nature and scale of chemical poisoning; analysis of the relevant impact on the operation of the facility and community activities; selection of the most effective response actions.

Forecasting of the situation is provided not only for the facilities where the chemically dangerous substances are placed but also the facilities located in the adjacent areas to ensure well organized evacuation of the personnel and population from the contaminated territories.

In forecasting of the emergency situations and assessment of their results the perimeter of the emergency zone is discussed, as well as the degree of destruction of the buildings and structures, accidents' and catastrophes response measures, sanitary-hygienic and physicochemical characteristics and trends of their use, processes and approaches in world refrigerating technologies, causes of accidents with the refrigerating plants and emergency prevention measures, issues of localization and neutralization of the primary and secondary clouds of toxic gasses resulting from chemical accidents, forecasting of the toxicity center, contaminated zones, primary and secondary clouds' penetration depths and times, contamination areas, as well as the methods of neutralization of the toxic clouds.

Based on the analysis of the emergencies at the food industry facilities and world statistical data the conclusions and recommendations are provided.

Attention is focused on the issues to be taken into consideration in selection of the refrigerating agents, such as: equipment operation effectiveness, costs, availability, environmental characteristics, safety, fire and explosion safety, toxicity. For the purpose of minimization of the damages at the chemically dangerous facilities

informing of the communities adjacent to the facility about the potential danger and protection measures is of critical significance.

To improve safety it is recommended to minimize use of ammonia in the new refrigerating plants to reduce the potential dangers in case of accidents.

For identification of dangers in case of possible accident with the ammonia refrigerating plant for the adjacent communities we have selected the following entities as the study objects: dairy factory Sante, refrigerator warehouses located at Tevdore Mghvdeli Street, brewery Natakhtari.

Doctoral work offers calculation of the equivalent quantities of the substances in the primary and secondary clouds of contaminated air, evaporation time, distance of propagation of the toxic cloud, time of achieving the settlement or object, area of the contaminated zone, toxicity persistence time, possible outcomes of the accident in the chemical contamination center, possible losses among the population and personnel based on the assumed quantities of the chemically dangerous substances and data of hydro-meteorological center of Georgia (temperature, relative air humidity, dominating winds). Emphasis is made on identification of the zones of contamination by chemically dangerous substances. Work provides discussion of neutralization of the object, buildings and structures, the territory, methods of sanitary treatment of people.

Goal of the work is analysis of the accidents and catastrophes at the chemically dangerous facility and planning of the preventive measures.