

ვიქტორ ჩიხლაძე

საბჭოთა საზღვარგარეთო რაკეტები



ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
მიხეილ ნოდias სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი

ვიქტორ ჩიხლაძე

სეტყვის სანინააღმდეგო რაკეტები



უნივერსიტეტის
გამომცემლობა

მონოგრაფია შეეხება ატმოსფერულ პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების ჩატარების ერთ-ერთ მეთოდს. სარაკეტო მეთოდი, მიუხედავად შედარებითი სიძვირისა, უზრუნველყოფს საკმარის სიზუსტეს, ოპერატიულობას და უშუალოდ სეტყვის წარმოქმნის ზონაში და ფრენის ტრაექტორიის გასწვრივ მაკრისტალიზირებული ნივთიერებების ნაწილაკების გენერაციას საჭირო რაოდენობით სწრაფ შეტანას. ამ პრინციპზე მომუშავე სხვადასხვა გაბარიტებისა და ტექნიკური მახასიაებლების მრავალი სისტემა არის შექმნილი მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში მათი პირობების და კონცეფციის სპეციფიკიდან გამომდინარე. მონოგრაფია დახმარებას გაუწევს სწავლის პროცესში როგორც საქართველოს უმაღლესი სასწავლებლების შესაბამისი პროფილის პროფესორ-მასწავლებლებსა და სხვადასხვა საფეხურის სტუდენტებს, ასევე სეტყვაზე აქტიური ზემოქმედების სფეროში მომუშავე პერსონალსა და აღნიშნული პრობლემატიკით დაინტერესებულ პირებს.

რედაქტორები:

ნოდარ ვარამაშვილი

ფიზიკა-მათემატიკის აკადემიური დოქტორი,
ივ. ჭავჭავაძის სახელობის თსუ-ს მიხეილ ნოდიაშვილის
გეოფიზიკის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი;

შმაგი თელია

სსიპ სახელმწიფო სამხედრო სამეცნირო-ტექნიკურ ცენტრ
„დეღელას“ სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემებისმართვის
დეპარტამენტის უფროსის მოადგილე, პოლკოვნიკი

რეზენზენტები:

ლამზირა ლალიძე

ფიზიკა-მათემატიკის აკადემიური დოქტორი,
ივ. ჭავჭავაძის სახელობის თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი

მარიკა ტატიშვილი

ფიზიკა-მათემატიკის აკადემიური დოქტორი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის
ინსტიტუტის ამინდის პროგნოზირების, ბუნებრივი და ტექნიკური
კატასტროფების მოდელირების განყოფილების გამგე

შესავალი

ყველა დროში სოფლის მეურნეობას ყველაზე დიდ ზარალს სეტყვა აყენებდა. ამიტომ ძალიან დიდი ხნის წინათ კაცობრიობამ დაიწყო ფიქრი იმაზე, თუ როგორ შებრძოლებოდა ამ სტიქიურ უბედურებას. ჯერ კიდევ ჰეროდოტე ყვებოდა იმაზე, რომ თრაკიელები ისრებს უშენდნენ სეტყვის ღრუბლებს. რასაკვირველია, ეს სასოწარკვეთილების შესანიშნავი იყო. უფრო გვიანდელ საუკუნეებში ღრუბლებს თოფებიდან და ზარბაზნებიდან ესროდნენ. მაგრამ მათ, ვინც ისროდნენ, წარმოდგენა არ ჰქონდათ, რა უნდა ექნა ჭურვს ღრუბლისთვის [1].

ჯერ კიდევ XVI-XVII საუკუნეებში იმ დროის მეცნიერებმა წარმოადგინეს მოსაზრება, რომ სეტყვის და ელჭექის ღრუბლების დასაშლელად სპეციალური ზარბაზნებია გამოსაყენებელი, რომლებიც ჭურვებს კი არა, გრიგალისებრ რგოლებს გამოისვრიან და ეს რგოლები, მალეა ატმოსფეროში შეღწევისას, დაშლიან ჯერ კიდევ ჰაერში მყოფ სეტყვის მარცვლებს. ამისთვის საჭირო იყო განსხვავებული ზარბაზნები ძაბრისებური ლულით.

სეტყვის საწინააღმდეგო არტილერია, ერთ-ერთმა პირველმა, ავსტრიის იმპერატორმა მარია-ტერეზამ შეიძინა. ამ დროს კი ფრანგები ძველებურად – ზარების რეკვით აგრძელებდნენ სეტყვის და ელჭექის ღრუბლებზე ზემოქმედებას.

ყველაზე ძველი სეტყვაზე ზემოქმედების სამსახური იყო შექმნილი ჩინეთში. ოდითგანვე არასასურველი ამინდის მოვლენებთან ბრძოლისას ჩინელები ათასობით პეტარდს აფეთქებდნენ და იმავდროულად ცაში რაკეტებს უშვებდნენ, რომ ამ უბედურების მიზეზი, „ცის დრაკონი“ შეეშინებინათ. ხოლო ამერიკის ინდიელები და ზოგიერთი აფრიკული ტომი მაგიას მიმართავდნენ.

ღრუბლებზე და ნალექებზე აქტიური ზემოქმედების დარგში ქეშმარიტი რევოლუცია 1948 წელს მოხდა, როდესაც ამერიკელმა პროფესორმა ლეგმიურმა ექსპერიმენტული კვლევების დროს დაადგინა, რომ იოდოვანი ვერცხლის კრისტალები ყინულის კრისტალების იზომორფულია და მათზე ატმოსფეროში საღრუბლო წყლის ინტენსიური კრისტალიზება ხდება. მაგრამ იოდოვანი ვერცხლის გამოყენება ეკონომიკურად არასახარბიელოა და ექსპერიმენტატორებმა დაადგინეს, რომ ამ მიზნებისთვის გამოსადეგია იოდოვანი ტყვიაც, მაგრამ ის ნაკლებად აქტიურია და ეკოლოგიურად მავნეა. მოგვიანებით იყო დამუშავებული უფრო იაფი და უსაფრთხო რეაგენტები, მაგალითად მყარი ნახშირორჟანგი და უბრალო ცემენტიც კი, მაგრამ მათი გამოყენება მხოლოდ თვითმფრინავ-ლაბორატორიებიდან იყო შესაძლებელი. ჯერჯერობით იოდოვანი ვერცხლი კონკურენციის გარეშე რჩება, თუმცა ამ დროის განმავლობაში ბევრი ძალისხმევაა დახარჯული მისი შემცვლელის მოძებნაზე [2].

წინა საუკუნეშიც კი თანამედროვე ტექნიკის – ავიაციის და რაკეტების – სეტყვის ღრუბლების წინააღმდეგ გამოყენება უშედეგოდ მთავრდებოდა. ცნობილია, რომ 1955 წლის სეზონში იტალიაში სეტყვის ღრუბლებში ასი ათასი რაკეტა იქნა გაშვებული, მაგრამ პროფესორ გ. სულაქველიძის აზრით, რომელიც საბჭოთა კავშირში სეტყვასთან ბრძოლის თეორიის ერთ-ერთი ფუძემდებელი იყო, ამას დიდი აზრი არ ჰქონდა, ვინაიდან იტალიური რაკეტების „ჭერი“ მხოლოდ 1,5-2 კილომეტრს აღწევდა, მაშინ როდესაც მსხვილი წვეთების ზონა (ღრუბლის ის ნაწილი, სადაც სეტყვის მარცვლები წარმოიქმნება) 5-7 კმ სიმაღლეზე იმყოფება.

სეტყვის და თქეში წვიმების მოსვლა ხდება ღრუბლიანობის მძაფრი განვითარებისას. სეტყვის ან თქეში წვიმის წარმოშობის პროცესი, კონვექტიური ღრუბლების სწრაფი ზრდის დაწყების შემდეგ, სულ რაღაც 30-40 წუთის განმავლობაში ხდება. ეს განაპირობებს ღრუბლებზე ზემოქმედების სპეციფიკას. უპირველეს ყოვლისა, საშიში ნალექების თავიდან აცილების მიზნით, ზემოქმედება უნდა იყოს ოპერატიული და საშიში ღრუბლების მძაფრი განვითარების დაწყებიდან, არა უგვიანეს, 10-15 წუთის შემდეგ უნდა დაიწყოს. ზემოქმედებამ ღრუბლების განვითარების უფრო გვიან სტადიაზე შესაძლოა შეასუსტოს სეტყვა, მაგრამ მის მოსვლას თავიდან ვერ აიცილებს. ინტენსიური ნალექების თავიდან აცილების მიზნით ღრუბლებზე ზემოქმედების ძირითადი მეთოდია ისეთი პირობების შექმნა, რომელიც ნალექების ნაწილაკების ანომალურ ზრდას გამოიწვევს. სეტყვის და საშიში თქეშის თავიდან აცილების მიზნით ღრუბლებზე ზემოქმედების საუკეთესო საშუალებაა რაკეტები, რომლებსაც შეუძლიათ მიიტანონ რეაგენტი ღრუბლის ნებისმიერ ნაწილში. ღრუბლის გადამეტცივებული ზონის ან მისი მნიშვნელოვანი ნაწილის კრისტალიზება გამოიწვევს ანომალურად დიდი ინტენსივობის სეტყვის ან თქეშის წარმოშობის შესაძლებლობას. მსხვილი ნაწილაკების კრისტალებთან კოაგულაციამ შეიძლება ფხვიერი თოვლის ფანტელების წარმოქმნა და სუსტი წვიმა გამოიწვიოს. მაკრისტალიზებელი ელემენტების ღრუბელში შეყვანის გარდა, სეტყვის თავიდან აცილება სხვა გზებითაც არის შესაძლებელი. ფ. ლადლამმა ღრუბლის ქვედა ნაწილში მსხვილი მარილის ნაწილაკების შეტანა შემოგვთავაზა. მისი აზრით, მათმა ზრდამ შესაძლოა ღრუბლის ცენტრალურ ნაწილში მსხვილი წვეთების ისეთი დიდი კონცენტრაცია განაპირობოს, რომ ისინი გაყინვისას ვერ გაიზრდებიან მსხვილი ზომის სეტყვის მარცვლებად. მარილის მიწოდება ღრუბელში შესაძლებელია პატარა რაკეტებით.

სეტყვის თავიდან აცილების მიზნით ღრუბლებზე ზემოქმედების პირველი ცდები XIX-ე საუკუნის ბოლოს დაფიქსირდა. რიგ ქვეყნებში (საფრანგეთი, იტალია, შვეიცარია, რუსეთი) სეტყვასაში ღრუბლებს ცეცხლს საარტილერიო დანადგარებიდან უშენდნენ. ითვლებოდა, რომ ჭურვების აფეთქება ღრუბლის დაშლას გამოიწვევდა. ღრუბლების დამუშავება რაკეტებით, რომლებიც მაკრისტალიზებელ ნივთიერებებს არ შეიცავდნენ, არც თუ შორეულ წარსულში ხდებოდა (შვეიცარია 1948-1952 წლები, იტალია 1948-1954 წლები). სეტყვასთან ბრძოლისათვის მაკრისტალიზებელი ნივთიერების AgI-ის მიწისზედა ბოლის გენერატორებს იყენებდნენ. ანალოგიური ცდები 1952-1954 წლებში საფრანგეთში, 1956 წელს კანადაში, 1956-1959 წლებში შვეიცარიაში ტარდებოდა. მიწისზედა გენერატორების გამოყენება ვერ იძლევა დადებითი ეფექტის შესახებ დასკვნის გაკეთების საშუალებას. ცდები AgI-ს შემცველი რაკეტებით სეტყვასთან ბრძოლის საკითხში, საფრანგეთში 1950 წელს, ხოლო იტალიაში 1954 წელს დაიწყო. იტალიაში ეს ცდები საკმაოდ მასიურ ხასიათს ატარებდა. ზაფხულის სეზონის განმავლობაში 100000 რაკეტამდე უშვებდნენ. ცალკეული ღრუბელი ნახევარი საათის განმავლობაში 100 რაკეტამდე იბომბებოდა, მაგრამ რამდენიმე წლიანი ზემოქმედების შედეგად მათი ეფექტურობის დამარწმუნებელი შედეგების მიღება ვერ მოხერხდა. როგორც ჩანს, პირველ რიგში ეს რაკეტების არასაკმარისი პარამეტრებით და მათი გამოყენების არცთუ სწორი მეთოდიკით (სროლა იწყებოდა უკვე ნალექის დაწყების შემდეგ) იყო გამოწვეული. საბჭოთა კავშირში სამუშაოები სეტყვის თავიდან აცილების საკითხში 1958-1959 წლებში დაიწყო. წინასწარი ცდების შედეგები ვ. ბალაბანოვას, ნ. ბიბილაშვილის, ა. ქარცივაძის, ბ. კირიუხინის და გ. სულაქველიძის სტატიებშია განხილული (1959 წ.). ი. გაივრონსკის და იუ. სერეგინის ნაშრომებში აღწერილია ცდები, რომლებიც ხორციელდებოდა სეტყვის თავიდან ასაცილებლად ქობინში მყარი ნახშირორჟანგის შემცველ კონვექტიურ ღრუბლებზე რაკეტებით ზემოქმედებისას. ექსპერი-

მენტი 1959-1961 წლებში ალაზნის ველსა და ტბა ფარავანის მიდამოებში, სამსარის ქედთან ტარდებოდა. ღრუბელში CO₂-ის შეყვანა (0,5-დან 1,0 კილოგრამამდე ღრუბელზე) -5 და -10°C იზოთერმებს შორის ხდებოდა. რაკეტებს უმიზნებდნენ სანტიმეტრული დიაპაზონის რადიოლოკატორების მიერ აღმოჩენილ ღრუბლის ყველაზე მსხვილ წვეთებიან ზონას. დაკვირვება ზემოქმედების შედეგებზე ტარდებოდა რადიოლოკატორების, ღრუბლების კინოგადაღებისა და მიწისზედა ნალექშომი ქსელის მეშვეობით [3, 4].

ბევრ რეგიონში, რომლებიც ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროების შუა განედებზეა განლაგებული, სეტყვა ყოველწლიურად 3-დან 18%-დე მოსავალს ანადგურებს. სეტყვა, აგრეთვე, დიდ ზიანს აყენებს ფლორას და ფაუნას, ნაგებობების სახურავებს და მინებს, მწყობრიდან გამოჰყავს ელექტრომომარაგების და სხვა კომუნიკაციები. სოფლის მეურნეობის პროდუქციის დანაკარგები მსოფლიოს მასშტაბით ყოველწლიურად 6 მილიარდ ამერიკულ დოლარს აღემატება, პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში კი ეს ზარალი შეადგენს დაახლოებით 740 მილიონ დოლარს, ამიტომ სეტყვისგან დაცვას მსოფლიოს ბევრ რეგიონისთვის სერიოზული ეკონომიკური მნიშვნელობა აქვს. მსოფლიოს მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის რეგისტრების და სხვა წყაროების თანახმად, სეტყვისგან დაცვა მსოფლიოს 48 ქვეყანაში ხორციელდებოდა, სადაც დაახლოებით 87,6 მილიონ ჰექტარზე 50-ზე მეტი სეტყვისგან თავის აცილების პროექტი ტარდებოდა. მსოფლიოს რიგ რეგიონებში ოდითგანვე იყენებენ ლითონის ან კაპრონის ბადეებს, მაგრამ ამგვარი დაცვა ძალიან ძვირი ჯდება (ჰექტარზე 5-10 ათასი დოლარის რიგისა), იქმნება ეკოლოგიური პრობლემები და ამიტომ გამოიყენება მხოლოდ ისეთ ფართობებზე, რომლებიც ერთეულ ან ათეულ ჰექტარს ითვლიან.

სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების მეცნიერულად დასაბუთებული მეთოდების დამუშავება რამდენიმე ათეული წლის წინათ დაიწყო. ამ პერიოდის განმავლობაში აპრობაცია ბევრმა მეთოდმა გაიარა, რომლებიც ერთი მეორისგან სეტყვის ღრუბლების კონცეპტუალური მოდელებით და აგრეთვე, მათი აღმოჩენის და გარჩევის ხერხებით, ზემოქმედების ფიზიკური პრინციპებით და აგრეთვე რეალიზაციის ხერხებით და ტექნიკური საშუალებებით განსხვავდებიან.

სეტყვისგან დაცვის ძირითადი მეთოდებია:

მიწისზედა-გენერატორული – გამოიყენება საფრანგეთში, იტალიაში, ესპანეთში, შვეიცარიაში, უნგრეთში, კანადაში, ბრაზილიაში და ა.შ.;

საავიციო, რომელიც გამოიყენება აშშ-ში, ავსტრიაში, გერმანიაში, საბერძნეთში, კანადაში, არგენტინაში, ხოლო ადრე გამოიყენებოდა კენიასა და სამხრეთ აფრიკაში;

საარტილერიო, რომელიც გამოიყენება ჩინეთსა და მონღოლეთში 18 პროექტში, ხოლო ადრე გამოიყენებოდა რუსეთში, აზერბაიჯანში, სომხეთში, საქართველოში, უზბეკეთსა და ტაჯიკეთში;

სარაკეტო – გამოიყენება 3 პროექტში რუსეთში, უკრაინაში, მოლდოვაში, უზბეკეთში, არგენტინაში, ბულგარეთში, ხორვატიაში, სლოვენიაში, იტალიაში, სერბეთში, მაკედონიაში, ჩინეთში, საქართველოში, ადრე კი გამოიყენებოდა აზერბაიჯანში, სომხეთში, ტაჯიკეთში, უნგრეთში, ბრაზილიაში.

ზემოთ აღნიშნული მეთოდების სხვადასხვა კომბინაცია.

მაკრისტალიზებული რეაგენტებით სეტყვის ღრუბლების ჩათესვის სარაკეტო ტექნოლოგია, რომელიც სეტყვისგან დასაცავად უმეტეს ქვეყნებსა და დაცვის პროექტებში გამოიყენება, რეაგენტის საკმარისად ზუსტ მიწოდებას და დისპერგირებას უშუალოდ

მომავალი სეტყვის წარმოქმნის არეში უზრუნველყოფს, რითაც ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების საჭირო კონცენტრაციას ქმნის.

ჩამოთვლილი ტექნოლოგიების შედარებითი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ჩათესვის კონცეფციის საუკეთესო რეალიზებას სარაკეტო ტექნოლოგია უზრუნველყოფს, რომლის ეფექტურობა პოსტსაბჭოურ ქვეყნებში 80-90 % აღწევს [5].

სეტყვიანობა, რომელსაც არსებითი ეკონომიური ზარალი მოაქვს სახალხო მეურნეობისთვის და პირველ რიგში სოფლის მეურნეობისთვის, ასწლეულების განმავლობაში მწარმოებლებისთვის უბედურების მომტანი იყო. სეტყვასთან ბრძოლა ძირითადად პასიური მეთოდებით მიმდინარეობდა და მხოლოდ ბოლო ათწლეულებში, ახალი სამეცნიერო და ტექნიკური მიღწევების საფუძველზე, მიიღო უფრო აქტიური და მიზანმიმართული ხასიათი. სხვადასხვა სამეცნიერო ვარაუდების საფუძველზე იყო დამუშავებული სეტყვანარმოქმნის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების რამდენიმე კონცეფცია. მათგან ერთ-ერთი ძირითადი მეთოდი, რომელმაც ფართო აღიარება და გავრცელება მოიპოვა, არის მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია სეტყვანარმოქმნის პროცესებზე ზემოქმედებაზე, ღრუბელში მაკრისტალიზებული რეაგენტების, ძირითადად იოდის შენაერთების შეყვანით [6-12]. ეს მეთოდი გულისხმობს აქტიური ნივთიერებების შეტანას პოტენციურად სეტყვასაში გროვა ღრუბლების ფენებში ნულოვანი იზოთერმის ზემოთ – 10°C დონემდე.

რეაგენტის ღრუბელში მისატანად გამოიყენება მიწისზედა (მიწისზედა გენერატორები, საზენიტო არტილერია, რაკეტები) და საავიაციო ხერხები და ტექნიკური საშუალებები. თუ წვრილმანებს არ გამოვეკიდებით, მოკლედ აღვნიშნავთ, რომ მიუხედავად შედარებითი სიძვირისა, ყველაზე მისაღებია მიტანის რაკეტული მეთოდი, რომელიც საკმარისი სიზუსტით და ოპერატიულობით უზრუნველყოფს უშუალოდ სეტყვის წარმოქმნის ზონაში მაკრისტალიზებული ნივთიერებების საკმარისი რაოდენობის შეტანას [13-16]. ამჟამად ამ მიზნისათვის რუსეთში, ბულგარეთში, ჩინეთში, სერბეთში და სხვა ქვეყნებში დამზადებული სხვადასხვა ტიპის უმართავი რაკეტები გამოიყენება. ნებისმიერი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის მოქმედების პრინციპი იმაში მდგომარეობს, რომ ღრუბელში ისეთი აქტიური რეაგენტის დისპერგირება მოახდინოს, რომლის ნაწილაკებიც ყინულწარმომქმნელ ბირთვებად გარდაიქმნებიან, რომლებიც შემდგომში ღრუბლის გადამეტცივებული ტენის კრისტალიზაციის ხელოვნური ცენტრები ხდება. სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტების ეფექტურობა მით უფრო მაღალია, რაც უფრო მეტია მის მიერ გამოყოფილი ყინულწარმომქმნელი ბირთვების რაოდენობა. გარდა ამისა, მათი დიდი უპირატესობაა ნებისმიერ ამინდსა და დღეღამის ნებისმიერ დროს მოქმედების საშუალება, შესაძლებლობა დიდი ტერიტორიების დაფარვისა რამდენიმე წუთში და რეაგენტის საჭირო დოზით შეტანისა რაკეტების რაოდენობის და მათი ფრენის ტრაექტორიების ცვლილების გზით [14, 16-18]. საქართველოში სამუშაოები, რომელიც დაკავშირებული იყო ამინდის მოდიფიკაციის პრობლემებთან, დაკერძოდა სეტყვის და ელჭექის მოვლენებთან და მათზე ზემოქმედების მეთოდების და საშუალებების დამუშავებასთან, დაიწყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტში 1953 წელს. მოგვიანებით ამ საქმიანობას მიუერთდა ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტი. 1967 წელს სეტყვასთან ბრძოლის საწარმოო სამუშაოების ჩასატარებლად შეიქმნა გასამხედროებული სეტყვასთან ბრძოლის სამსახური. მთლიანობაში 1960-1990 წლებში კახეთის და სამხრეთ საქართველოს რაიონების 1 მლნ ჰექტარზე მეტ ფართობზე ტარდებოდა მსხვილმასშტაბიანი საცდელი, საცდელ-საწარმოო და ოპერატიული ზემოქმედება. დადებითი ეფექტი იცვლებოდა 20-95% ინტერვალში 75-85% საშუალო მნიშვნელობით. ცალკეულ შემთხვევებში, როდესაც ზემოქმედება ტარდებოდა 152 ზემძლავრ „სუპერუჯრედოვან“ ღრუბლებზე,

ეფექტი აღმოჩნდა ნულოვანი, ე.ი. აღინიშნა ძლიერი სეტყვის მოსვლა [15, 19, 20]. თითქმის ყველა სამუშაოებში გამოიყენებოდა მაკრისტალიზებული რეაგენტები (AgI , PbI_2) [7], ხოლო ერთ რაიონში ზემოქმედება ტარდებოდა კომბინირებულ მეთოდით (AgI , NaCl) [21]. ღრუბლებში რეაგენტის შესატანად გამოიყენებოდა რაკეტები, საარტილერიო ქურვები და თვითმფრინავი. სამუშაოების რენტაბელობა იყო საკმაოდ მაღალი – 1:3 - დან 1:5 -დე.

აქტიური ზემოქმედების რაკეტული მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს სეტყვის დამატებითი კონკურენტული ჩანასახების შექმნას მომატებული რადიოქოს ზონაში მაკრისტალიზებული რეაგენტის შეტანით, დამუშავებული იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტში ა. ქარცივაძის ხელმძღვანელობით, ცენტრალურ აეროლოგიურ ობსერვატორიასთან ერთობლივად (ხელმძღვანელები ი. ი. გაივრონსკი და იუ. ლ. სერიოგინი). თავდაპირველად გამოიყენებოდა იტალიური „იტალრაცი“ და საბჭოთა სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი ПГИ-М, რომელიც დამუშავდა სპეციალური საკონსტრუქტორო ორგანიზაციების მიერ საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის ინიციატივით და მონაწილეობით [20]. შემდგომ გამოიყენებოდა უფრო სრულყოფილი და გაცილებით უფრო მძლავრი რაკეტები „Ониако“ [22], რომლებიც შეცვალა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკისა და ტექნიკური გამოყენებითი ქიმიის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებში შექმნილმა სეტყვასაწინააღმდეგო კომპლექსმა „Алазань“-მა, რომლის შემადგენლობაში შედიოდა, მოქმედების რადიუსით განსხვავებული, უნიფიცირებული ერთ და ორრეჟიმიანი სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტები „ალაზანი-1“ და „ალაზანი-2“ და აგრეთვე მაროსებრი 12 მიმმართველიანი გამშვები დანადგარი ТКБ-040. „Ониако“-სგან განსხვავებით, „Алазань“-ის ტიპის რაკეტებს ახასიათებს მეტი სიზუსტე ბრუნვის ხარჯზე, ნაკლები გაბარიტები, წონა და შესაძლებლობა ერთდროულად დაამუშაოს ღრუბლების დიდი სივრცეები [14, 19, 20, 23-25].

სეტყვა ოდითგანვე ითვლებოდა ერთ-ერთ ყველაზე საშიშ ბუნებრივ მოვლენად. მასთან ბრძოლისათვის დამუშავებულ იქნა აქტიური ზემოქმედების რამდენიმე კონცეფცია. ერთ-ერთი მათგანი არის მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია სეტყვის წარმოქმნის პროცესის შეცვლაზე ღრუბელში მაკრისტალიზებული რეაგენტების, ძირითადად იოდის შენაერთების, შეტანაზე [27, 32-36]. რეაგენტის ღრუბლებში შეტანის რამდენიმე საშუალება არსებობს, მაგრამ მათ შორის ყველაზე მისაღებია სარაკეტო მეთოდი. მიუხედავად შედარებითი სიძვირისა, იგი უზრუნველყოფს საკმარის სიზუსტეს, ოპერატიულობას და უშუალოდ სეტყვის წარმოქმნის ზონაში მაკრისტალიზირებული ნივთიერებების საჭირო რაოდენობის შეტანას [13,14,16] ვინაიდან ნებისმიერი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის მუშაობის პრინციპი იმაში მდგომარეობს, რომ რაკეტა თავის ფრენის ტრაექტორიის გარკვეულ უბანზე იწყებს აქტიური რეაგენტის გამოყოფას, რომელიც საღრუბლო გარემოს ნოტიო ჰაერთან ურთიერთობისას ყინულწარმოქმნელ ბირთვებად გარდაიქმნება, რომლებიც ღრუბლებში არსებული გადამეტცივებული წყლის წვეთებისთვის კრისტალიზაციის ხელოვნურ ცენტრებს წარმოადგენენ [6, 27, 28, 32-41].

ითვლება, რომ სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტის ეფექტურობა დამოკიდებულია მის მიერ რეაგენტის ერთი გრამის, დროის ან მანძილის ერთეულში გამოყოფილი ყინულწარმოქმნელი ბირთვების რაოდენობაზე [14,16,18, 6, 26-30].

ეს რაკეტები გამოირჩეოდნენ მცირე გაბარიტებით, წონით, საკმაოდ დიდი სიზუსტითა და დიდი ფართობების დამუშავების უნარით [14, 19, 23]. ამ თაობის რაკეტებს ჰქონდათ მყარსაწვავიანი რაკეტული ძრავა, ქობინი პიროტექნიკური შემადგენლობით (ვერცხლის ან ტყვიის იოდოდი, ამონიუმის გვარჯილა, იდიტოლი და გრაფიტი ან

მინერალური ზეთი), აალების სისტემა (დისტანციური მილსი, დროის დაყოვნების წინასწარი დაყენებით) და თვითგანადგურების სისტემა.

სხვადასხვა ქვეყანაში ჩატარებული სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოები სერიოზულად განსხვავდებიან ერთი მეორესგან ჩათესვის სამეცნიერო კონცეფციების მიხედვით [19, 27, 36].

ბოლო წლებში პოსტსაბჭოთა სივრცეში, მათ შორის საქართველოშიც, გამოიყენება სეტყვასთან ბრძოლის მეთოდი, რომელიც განვითარებადი და ჩამოყალიბებული სეტყვის ღრუბლების მომავალი სეტყვანარმოქმნის ადგილებში აჩქარებული ნალექ-ნარმოქმნის კონცეფციაზე არის დაფუძნებული და მათი მაკრისტალიზებული რეაგენტებით მასირებულ ჩათესვას გულისხმობს [27].

თავი 1.

საზღვარგარეთული სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო კომპლექსები

ძალიან მოკლედ განვიხილოთ საზღვარგარეთ ადრე შექმნილი სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო კომპლექსები.

სარაკეტო სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსები სარაკეტო გამშვები დანადგარების და რაკეტების შემადგენლობით უზრუნველყოფენ რეაგენტის ოპერატიულ მიწოდებას ღრუბლის საჭირო უბანში და ფრენის ტრაექტორიის გასწვრივ მაკრისტალიზებული ნაწილაკების გენერაციას. სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის და გამშვები დანადგარების საკუთარი კონსტრუქციები, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებიან გაბარიტებითა და ტექნიკური მახასიათებლებით, ბევრ ქვეყანაშია შექმნილი.

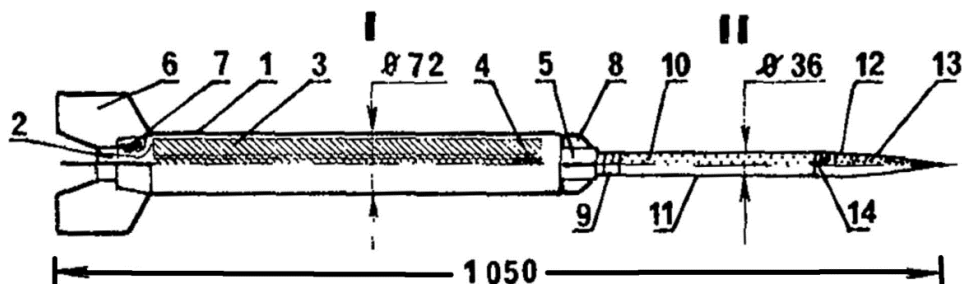
1980-1982 წლებში **არგენტინაში** შექმნილი იყო 70 და 126 მმ კალიბრის „CLAG-1“ და „CLAG-2“ ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები, რომლებსაც მოქმედების რადიუსი 5 და 8 კილომეტრი, ხოლო მაკრისტალიზებული რეაგენტის რაოდენობა 3 და 5 კილოგრამი ჰქონდათ შესაბამისად. მათი გაშვება „CL“ ტიპის 4 ლულიანი დანადგარებიდან ხორციელდებოდა. სამწუხაროდ, მათ ფუნქციონირების დაბალი საიმედოობა ახასიათებდათ. 1986-1993 წლებში საბჭოთა რაკეტების „Алазань“-ის და „Кристалл“-ის ანალოგები „აეროპაგ-1“ და „აეროპაგ-2“ იყო შექმნილი, მაგრამ დაბალი საიმედოობის გამო შეუძლებალი გახდა მათი პრაქტიკული გამოყენება.

ბრაზილიაში იყო დამუშავებული AG-3000 и SAGA-4000 ტიპის 56 მმ კალიბრის მცირე გაბარიტიანი რაკეტები, რომლებიც შესაბამისად 3000 და 4000 მეტრ სიმაღლეს აღწევდნენ, და აგრეთვე "BRITAGRAN"-ის ტიპის 60 მმ კალიბრის რაკეტა, რომლებსაც ვერტიკალურად დამაგრებულ მიმმართველებიდან უშვებდნენ.

იუგოსლავიაში შექმნეს სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმების ფართო სპექტრი:

- მცირე ზომის „P-1“, „M-59“, „M-86“ და სხვა ტიპის რაკეტები, რომლებიც დაახლოებით 10 გრამ AgI-ს შემცველ ყინულნარმოქმნელ შემადგენლობას შეიცავდნენ და 1000 მეტრ სიმაღლეს აღწევდნენ;
- 1969-დან 1971 წლამდე 80 მმ კალიბრის „CAKO-1“ ტიპის რაკეტა, რომელიც დაახლოებით 200 გრამ AgI-ს შემცველ შემადგენლობას შეიცავდა და 3500 მეტრ სიმაღლეს აღწევდა;
- 1972-დან 1974 წლამდე 80 მმ კალიბრის „CAKO-2“ ტიპის რაკეტა გამოიყენებოდა, რომელიც 400-დან 600 გრამამდე AgI-ს შემცველ შემადგენლობას შეიცავდა და 4200 მეტრ სიმაღლეს აღწევდა;
- 1974-დან 1984 წლამდე 78 მმ კალიბრის „CAKO-3“ ტიპის რაკეტა გამოიყენებოდა, რომელიც 400 გრამამდე AgI-ს შემცველ ნივთიერებას შეიცავდა და 3500 მეტრ სიმაღლეს აღწევდა;
- 1980 წლიდან გამოიყენებოდა „TG-10“ და „TG-5“ ტიპის ორკალიბრიანი რაკეტები. მათ 72 მმ კალიბრის ძრავა და 40 მმ კალიბრის წინა გამოცალკევებადი ნაწილი ახასიათებდათ. იგი 400 გრამამდე AgI-ს შემცველ ნივთიერებას შეიცავდა. „TG-10“ და „TG-5“ ტიპის რაკეტების ღრუბლების ჩათესვის ეფექტური რადიუსი 10 და 5 კმ-ს აღწევდა;

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „TG-IO“ გამორჩეულია თავისი უნიკალური თვისებებით და მახასიათებლებით, ამიტომ ის ცოტა დეტალურად განვიხილოთ. „TG-IO“ – ეს არის მინა-ბოჭკოვანი პლასტმასისგან დამზადებული ორსაფეხურიანი რაკეტა. ძრავა შეიცავს სარაკეტო საწვავს და ვერცხლის იოდიდის ბაზაზე შექმნილი პიროტექნიკური ნარევით ავსებულ კონტეინერს. რაკეტის ზოგიერთი მახასიათებელი ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე.



ნახ. 1. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „TG-IO“

I. ძრავას ნაწილი (ბუსტერი): 1. ძრავა; 2. საცმი; 3. საწვავი; 4. აალების სისტემა; 5. გასართი; 6. სტაბილიზატორის ფრთა; 7. თვითგანადგურების სისტემა.

II. კონტეინერი: 8. საცმი წიბოებით და შემაერთებული ნაწილით; 9. ქრონომეტრაჟის სისტემა; 10. AgI-ს შემცველი პიროტექნიკური ნარევი. 11. მინა-პლასტიკის კორპუსი; 12. პლასტიკის ცხვირის გარსმდენი; 13. ბალასტი; 14. დეტონატორი.

ტექნიკური მონაცემები:

საერთო სიგრძე – 1050 მმ;
 მასა – 4,35 კგ;
 ძრავას დიამეტრი – 72 მმ;
 საწვავის მასა – 1,5 კგ;
 კონტეინერის დიამეტრი – 36 მმ;
 რეაგენტის მასა – 0,40 კგ;
 ჩათესვის დაწყების დრო – $5 \pm 0,5$ წმ-დან 25 ± 2 წმ-დე;
 ჩათესვის დრო – 27 ± 2 წმ.

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „TG-IO“ -ს ფუნქციები:

კონტეინერზე სინქრონიზაციის სისტემა გაშვებამდე უნდა იყოს დაყენებული. ელექტრული ქსელი რაკეტის დანადგარში ჩადებისას ირთვება. აალების კოლოფიდან დენი იწვევს საწვავისა და პიროსაკეტის აალებას, რომელიც კონტეინერს ბუსტერისგან ათავისუფლებს. ბუსტერული ძრავა დაახლოებით 1,2 წამს მუშაობს და რაკეტას 700 მ/წმ-დე სიჩქარეს ანიჭებს. განცალკევებული ნაწილები შორდებიან ერთიმეორეს. მეტი დინამიკური წინააღობის გამო ძრავა გამოეყოფა და მუხრუჭდება, ხოლო კონტეინერი ინერციით, თითქმის იგივე სიჩქარით თავისუფალ ფრენას განაგრძობს. ცხრა წამის შემდეგ ბუსტერული ძრავას სექცია დეტონატორის 24 გრამის დენთის დახმარებით ფეთქდება და უსაფრთხო ნაწილაკებათ იშლება. კონტეინერი ნელა კარგავს სიჩქარეს თავისი კარგი აეროდინამიკური თვისებების და შედარებით დიდი მასის წყალობით. დაპროგრამირებულ დროში რეაგენტი ააღდება და იწყებს დისპერგირებას

საქშენის მეშვეობით 27 ± 2 წამის განმავლობაში. ცივ ატმოსფეროსთან კონტაქტში წარმოიშვება AgI-ის აეროზოლი. როდესაც რეაგენტი მთლიანად დაიხარჯება, ხდება დეტონატორების გააქტიურება და კონტეინერი წვრილ ნაწილებად იშლება [42].

80-ან წლებში გამოყენებული იყო 78 მმ კალიბრის „CAKO-6“ – 7 კმ, „PP-6“ და „PP-8“ 72 მმ კალიბრის და 6 და 8 კმ მოქმედების რადიუსით, „MTT-8“ და „MTT-10“ 81 მმ კალიბრის და 8 და 10 კმ მოქმედების რადიუსით, რომლებიც 400 გრამიდან 2 კილოგრამამდე ყინულწარმომქმნელ რეაგენტს შეიცავდნენ. ყველა ამ რაკეტის ნამუშევარი კორპუსების ლიკვიდაცია ასაფეთქებელი ნივთიერების კოჭას აფეთქებით ხორციელდებოდა. მათი სრულყოფა მოქმედების რადიუსის, ყინულწარმომქმნელი რეაგენტების მასის და ეფექტურობის გაზრდის მიმართულებით ხორციელდებოდა. რაკეტების პირველ ვარიანტებში იყო რეაგენტი „T-0“ AgI-ს 50%-ნი შემცველობით. შემდგომში იყო შექმნილი პიროტექნიკური შემადგენლობები AgI-ს 10 და 20 % შემცველობით, და, აგრეთვე, „R-32“ შემადგენლობა AgI-ის 25% შემცველობით გამოიყენებოდა, რომელიც შემადგენლობის 1 გრამიდან $2,5 \cdot 10^{12}$ აქტიური ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების გამოსავალს (-10^0 C) უზრუნველყოფდა, რაც ერთი რიგით მეტია, ვიდრე რეაგენტ „T-0“-დან. „VTG-12“, „VTG-8“ და „VTG-8A“ რეაგენტებს შემადგენლობის 1 გრამიდან $2,5 \cdot 10^{12}$, $4,6 \cdot 10^{12}$ და $5 \cdot 10^{12}$ აქტიური ნაწილაკების გამოსავალი აქვთ შესაბამისად, ხოლო რეაგენტ „MTT“-ს – $4,2 \cdot 10^{12}$. ამჟამად სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებს სერბეთი, ჩრდილოეთი მაკედონია და ხორვატია აწარმოებენ. სერბული „Трајан“ (TD-6 და TD-6B) ტიპის და მაკედონური „MTT-9“ ტიპის 55 მმ კალიბრის რაკეტებს აქვთ დაახლოებით 5,5 კილომეტრის მოქმედების რადიუსი და „R2“ ტიპის 400 გრამ რეაგენტს შეიცავენ. 1 რაკეტიდან აქტიური ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების გამოსავალი დაახლოებით $1,7 \cdot 10^{15}$ შეადგენს. ოდნავ გადაუხვიოთ და ასევე ეტაპობრივი მაკედონური MTT 9M ტიპის რაკეტის პარამეტრებს გადავხედოთ [43]:

MTT 9M ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის ტექნიკური მახასიათებლები

გამშვები კონტეინერის სიგრძე 1047 მმ
გამშვები კონტეინერის დიამეტრი 60 მმ
კონტეინერის მასა რაკეტით 4700 ± 150 გ
რაკეტის სიგრძე 840 ± 2 მმ
რაკეტის დიამეტრი 55 მმ
რაკეტის მასა 3550 ± 100 გ
რაკეტის ძრავის ტიპი კომპოზიტური
რაკეტის ძრავას მასა ინგიბიტორით 1190 ± 20 გ
რაკეტის სასტარტო სიჩქარე 80 მ/წმ
დრო აქტივაციიდან ძრავას სრულ გაშვებამდე 30 მილიწამი
ძრავას მუშაობის დრო 4 ± 1 წმ
ძრავას სრული იმპულსი $1,930 \pm 25$ ნანოწამი
საშუალო მუშა წნევა ძრავაში მაქსიმუმ 45 ბარი
რაკეტის მაქსიმალური ფრენის სიჩქარე 600 მ/წმ
მაქსიმალური სიმაღლე 85^0 ამაღლებისას 6000 მ
მაქსიმალური სიშორე 45^0 ამაღლებისას 7800 მ
რეაგენტის რაოდენობა რაკეტაში 400 ± 3 გ
რეაგენტის აქტივობა $1,87 \times 10^{13}$ ნაწილაკი/გრამზე
რეაგენტის ჩათესვის დაწყების დრო $7 \pm 1,5$ წმ
რეაგენტის ჩათესვის სრული დრო $31 \pm 1,5$ წმ
თვითლიკვიდაციის დრო 41 ± 2 წმ

დენთის რაოდენობა თვითლიკვიდაციისთვის 14 ± 1 გ პლასტიკური დენთი
 კაფსულ-დეტონატორების რიცხვი 3 ცალი DK 8 და 1 ცალი DK 6
 რაკეტის გააქტიურება ელექტრული
 აალების სისტემის წინააღობა 0,6-0,8 ომი
 ელექტრული დენი აალებისათვის 0,68 ა
 ტემპერატურული დიაპაზონი რაკეტის გამოყენებისთვის -5°C -დან $+50^{\circ}\text{C}$ -დე
 გარანტიის ვადა 5 წელი

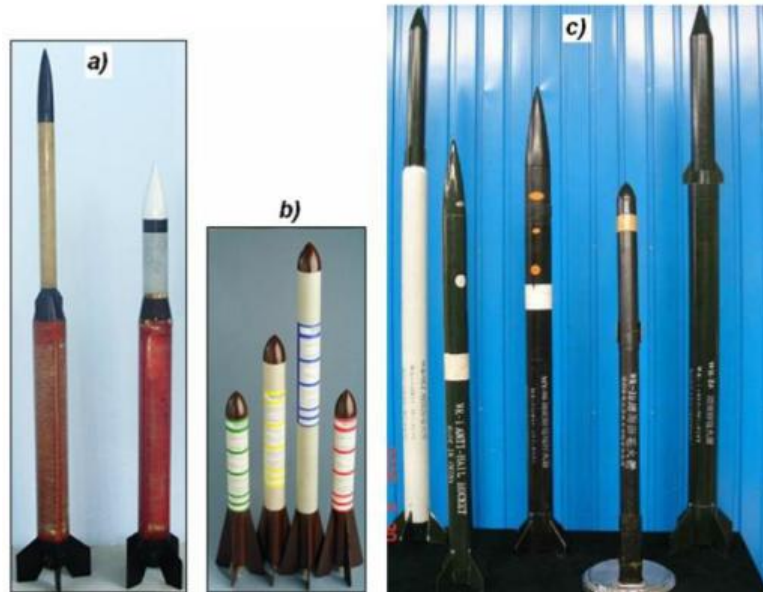
შეფუთვა მომხმარებლის პირობები

სხვადასხვა სახის სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმების გასაშვებად 3, 4 ან 6 მიმმართველიანი ხელით დასამიზნებელი სარაკეტო გამშვები დანადგარები („SAKO“, „UUL“, „TGL“, „UIKL-94“) იყო შექმნილი. აგრეთვე, დანადგარები ამალლების კუთხის ხელით დამიზნებითა და აზიმუტით, ავტომატური დამიზნებით 6 ან 12 მიმმართველიანი გამშვები დანადგარით „SAVIKO UL“. სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმების ტენისგან და მექანიკური დაზიანებისგან დასაცავად სატრანსპორტო-გამშვებ კონტეინერებს იყენებენ, რომლებიც აგრეთვე მიმმართველების როლს ასრულებენ.

შვეიცარიასა და ავსტრიაში პატარა ზომის დენთის რაკეტებს იყენებდნენ.

ჩინეთში დაახლოებით 42 მილიონი ჰექტარის დასაცავად რამდენიმე ტიპის უამრავ სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმებს იყენებენ:

- წინა ნაწილის მონობლოკური აღჭურვილი;
- წინა ნაწილის კასეტური აღჭურვილი (როგორც რაკეტა „Кристалл“-ში);
- გამოყოფადი წინა ნაწილით (როგორიც აქვს „TG-10“ ტიპის რაკეტას).



ნახ. 2. სერბული (a), შვეიცარული (b) და ჩინური (c) წარმოების სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები

ჩინური წარმოების სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმების ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები მოყვანილია ცხრილში. მათ გასაშვებად სტაციონარულ, საავტომობილო და საზღვაო სარაკეტო დანადგარებს იყენებენ, მათ შორის დისტანციური მართვით, რომლებსაც 3, 4 ან 8 მიმმართველი აქვთ.

ცხრილი 1.

ჩინური სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები

ტექნიკური მახასიათებლები	WR-18	WR-98	WR-98Z	WR-1D
რაკეტის კალიბრი, მმ	82	82	82	57
რაკეტის სიგრძე, მმ	1440	1450	1580	1060
რაკეტის მასა, კგ	8,5	8,3	9,0	4,3
ფრენის მაქსიმალური სიმაღლე, კმ	8,0	8,5	9,0	6,0
რეაგენტის მასა AgI-ის საფუძველზე	725	725	630*	220
აქტიური ნაწილაკების გამოსავალი -10°C	1,8·10 ¹⁵			
რეაგენტის დისპერგირების დრო, წმ	45	≤ 35	30	≤ 25
უსაფრთხოების სისტემა	პარაშუტი	პარაშუტი		
ფუნქციონირების საიმედოობა, %	99	99		
პარაშუტით დაშვების სიჩქარე, მ/წმ	≤ 8	≤ 8		
ექსპლუატაციის ტემპერატურა, °C	-30 -დან 45-დე			

*15 პიროვლემენტი, რომლებსაც ფრენის ტრაექტორიაზე გამოისვრის.

ბულგარეთში ამჟამად 55 მმ კალიბრის მცირე გაბარიტიან სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტას „Loza“-ს და მის მოდიფიკაციებს „Loza-2“, „Loza-3“ და „Loza-6“ იყენებენ. ეს დასაკეცი ფრთების მქონე რაკეტები ფირმა „Стройпроект“-მა მოდერნიზებული „MTT-9M“ ტიპის მაკედონური რაკეტის ბაზაზე შეიქმნა 1,5 მილიონი ჰექტარი სასოფლო-სამეურნეო მიწის ფართობების დასაცავად. ამის გარდა ფირმა „Arsenal 2000 JSCo“-ში 82 მმ კალიბრის სეტყვის საწინააღმდეგო მოწყობილობა „Lazur“ შექმნა. ამ რაკეტების პარამეტრები ცხრილშია მოყვანილი. წიგნის წაკითხვისას შეიძლება გაგიკვირდეთ, თუ რატომ მეორდება, ზოგჯერ არაერთხელ, სხვადასხვა რაკეტის ან დანადგარის მახასიათებლები. ეს მრავალი ფაქტორით არის გამოწვეული. ზოგჯერ ეს შეხსენებას უკავშირდება. ასე რომ ეჭვი არავის გაუჩნდეს რეკლამის მსგავს ქმედებაში. ცალკე უნდა შევეხოთ ბულგარულ ფირმა „Стройпроект“-ს. გარკვეულ ეტაპზე მის სათავეში მდგომი ხალხი, და შესაბამისად ფირმის პოლიტიკაც შეიცვალა. ამ ფირმამ თავისი ნაწარმის სახელწოდება არ შეცვალა, მაგრამ ნაწარმის მახასიათებლები მკვეთრად შეიცვალა. ამიტომ ბოდიშის მოხდით, დეტალებში ჩახედვისაგან თავს ცოტა შორს დავიჭერთ და მხოლოდ ტექნიკურ მხარეს დავაკვირდებით.



ნახ. 3. ბულგარული რაკეტა „Loza-6“ გამშვები კონტეინერით (a), სეტყვის საწინააღმდეგო მოწყობილობა „Lazur“ (b) და კომბინირებული დანადგარი მათ გასაშვებად (c).

ცხრილი 2.

ბულგარული სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები

ტექნიკური მახასიათებლები	Loza	Loza -2	Loza -3	Loza -6	Lazur
კონტეინერის სიგრძე, მმ	1045	1045	1410	-	-
კონტეინერის გარე დიამეტრი, მმ	60	60	60	-	-
რაკეტის კალიბრი, მმ	55	55	55	60	83
რაკეტის მასა, კგ	2,8	3,25	5,0	3,2	10,5
რაკეტის და კონტეინერის საერთო მასა, კგ	3,85	3,65	6,4	-	-
ღრუბლების ჩათესვის რადიუსი, კმ	7,0	7,5	7,5	10	8,5
ყინულნარმომქმნელი შემადგენლობის მასა, კგ	0,4	0,4	0,4	0,9	0,4
აგლ-ის შემცველობა: %/გ	12,5/50	12,5/50	12,5/50	8/72	8 / 32
აქტიური ნაწილაკების გამოსავალი - 10°C: შემადგენლობის 1 გრამიდან: 1 რაკეტიდან:	$1,2 \cdot 10^{13}$ $4,8 \cdot 10^{15}$	$1,2 \cdot 10^{13}$ $4,8 \cdot 10^{15}$	$1,2 \cdot 10^{13}$ $4,8 \cdot 10^{15}$	$4,0 \cdot 10^{13}$ $3,6 \cdot 10^{16}$	$2,4 \cdot 10^{13}$ $9,5 \cdot 10^{15}$
რეაგენტის დისპერგირების დრო, წმ	30	30	32	900	$33 \pm 1,5$
თვითლიკვიდაციის დრო, წმ	38	38	42	-	42

თავი 2.

საბჭოთა და რუსული სარაკეტო სეტყვის საწინააღმდეგო პირველი თაობის კომპლექსები

მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში სეტყვასთან ბრძოლის მრავალწლიანმა გამოცდილებამ და ამინდის მოდიფიკაციის, პიროტექნიკის და სარაკეტო ტექნიკის დარგებში სპეციალისტების თანამშრომლობამ რუსეთს საშუალება მისცა შეექმნა ეკოლოგიურად სუფთა პიროტექნიკური შემადგენლობებისა და სამი თაობის სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო კომპლექსები, რომლებიც თავის ანალოგებს უსწრებენ მოქმედების რადიუსით, სიზუსტით, მიზნობრივი დატვირთვით, საიმედოობით და გამოყენების უსაფრთხოებით.

სარაკეტო კომპლექსები „ПГИ-М“, „Облако-М“, „Алазань-2М“

პირველი თაობის სარაკეტო კომპლექსები „ПГИ-М“ და „Облако-М“ საბჭოთა კავშირში სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში „Точмаш“-ში 1962-1968 წლებში იყო შექმნილი და იმ დროისთვის საუკეთესო Agl -ს და Pbl2 -ს ბაზაზე შექმნილი მარისტალიზებული რეაგენტებით იყვნენ აღჭურვილნი.

იყო შექმნილი სპეციალური რაკეტების მთელი ოჯახი: «Облако», ПГИ, «Алазань-1», «Алазань-2М», «Алазань-2МТ», «Кристалл», «Небо», რომელთა მახასიათებლები მოყვანილია ცხრილ 12-ში.



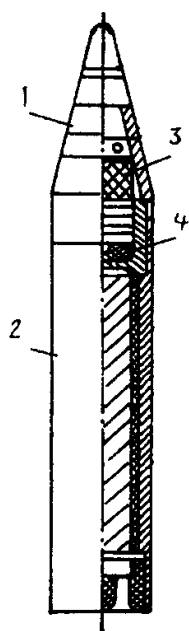
ნახ. 4. პირველი თაობის რაკეტები და დანადგარები

ცხრილი 3.

სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტების ძირითადი მახასიათებლები

ტიპი	კალიბრი, მმ	სიგრძე, მმ	რაკეტის / მუხტის მასა	მაქს. სიმაღლე, კმ	ტემპერატურული დიაპაზონი, °C
1	2	3	4	5	7
ПГИ	82,5	–	– / 3,1	4,2	–
«Алазань-1»	82	960	9,8 / 3,1	8,7	–
«Алазань-2М»	82,5	1450	8,3 / 3,1	8,7	- 10 -დან + 50
«Алазань-2МТ»	82,5	1550	9,0 / 2,8	9,5	- 10 -დან + 60
«Облако»	125	2110	35 / 5	8,6	–
«Кристалл»	100	1965	11,5 / 4,4	8	- 5 -დან + 50

ამ რაკეტებს საფუძვლად უდევს მყარი საწვავის რაკეტული ძრავები (მსრძ), რომლებშიც გამოყენებულია ბალისტიკური, პლასტიკური ან ნარევი მყარი საწვავის მუხტი.



პირველი საბჭოთა სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა ПГИ (ნახ. 5.) წარმოადგენს 82,5 მმ კალიბრის ტურბორეაქტიულ ჭურვს. იგი შედგება დენთიანი სარაკეტო ძრავისა და ცხვირის (წინა) ნაწილისგან, რომელშიც განლაგებულია რეაგენტის შემცველი ბოლის კოჭა.

ნახ. 5. სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტა ПГИ -ს მოწყობილობა – 1 – წინა ნაწილი, 2 – კორპუსი, 3 – იოდოვანი ვერცხლის შემცველი კოჭა, 4 – გამოსაგდები მუხტი

რაკეტა ПГИ-ს გასაშვებად ელექტრული იმპულსის მეშვეობით ხდება დენთის სარაკეტო ძრავის აალება. რაკეტა ჩამოდის გამშვები დანადგარის მიმმართველებიდან. მისი ფრენის სტაბილიზაცია მიიღწევა განივი ღერძის გარშემო ტრიალით, რასაც უზრუნველყოფს ძრავის საქშენის არხების სპეციალური კონსტრუქცია. გაშვებიდან დაფიქსირებული დროის ინტერვალის (რომელიც განისაზღვრება მანძილით სეტყვის ღრუბლამდე) გასვლის შემდეგ, ხდება ბოლის კოჭას

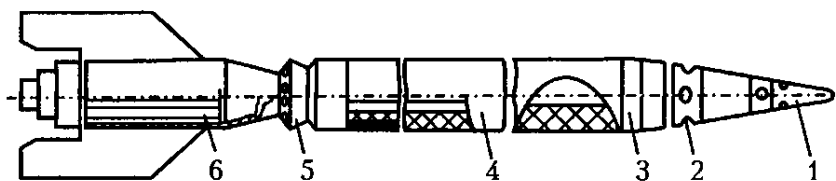
აალება, რომლის წვისას რეაგენტი აეროზოლის სახით ბოლთან ერთად გამოიყოფიერება გარეთ და ხდება მისი გაბნევა ღრუბელში რაკეტის ფრენის ტრასის გასწვრივ. ბოლის კოჭას დაწვის შემდეგ, ამუშავდება ასაფეთქებელი მუხტი და აქუცმაცებს რაკეტის კორპუსს უსაფრთხო წვრილ ნაწილაკებად. პირველი თაობის სარაკეტო კომპლექსები «ПГИ-М» და «Облако-М» შეიქმნა საბჭოთა კავშირში სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტ «Тоҷмааш»-ის მიერ 1962-1968 წლებში და აღჭურვილი იყო AgI და PbI₂ ბაზაზე შექმნილი იმ დროისთვის საუკეთესო მაკრისტალიზებული რეაგენტებით. „ПГИ-М“ და „Облако-М“ კომპლექსები საქართველოში ალაზნის ველზე, მოლდავეთში, უკრაინის

ყირიმის ოლქსა და უზბეკეთში გამოიყენებოდა. კომპლექსი «ПГИ-М» შედგება 60 მმ კალიბრის რაკეტადან და ერთლულიანი «ТКБ-01» ან ოთხ ლულიანი «ТКБ-04» გამშვები დანადგარისგან. რაკეტა «ПГИ-М» უზრუნველყოფს 2% AgI-ს შემცველი 60 გრამი პიროტექნიკური შემადგენლობის აქროლვას 5 კმ რადიუსში 4 კმ სიმაღლემდე, რის შემდეგაც 300 გრამი ასაფეთქებელი მუხტი შლის კორპუსს წვრილ ნაწილაკებად. [27, 44]

ასაფეთქებელი ნივთიერების მუხტის აფეთქების საიმედოობის ასამაღლებლად, ამ მუხტის კაფსულ-დეტონატორი აქტიური ბოლის კოჭას უკანა ბოლოსთან ცეცხლ-გამტარი პიროტექნიკური ბილიკით არის დაკავშირებული. ჭურვის კორპუსის და-ქუცმაცების გასაუმჯობესებლად, რაკეტული ძრავას წინა ფსკერის ამობურცულობა, რომელიც ასაფეთქებელი ნივთიერების მუხტზეა მიდებული, ძრავას უკანა ნაწილსაც კარგად შლის.

„ПГИ-М“ კომპლექსი განკუთვნილია 6 კილომეტრამდე მანძილზე მყოფი სეტყვის ღრუბლებში რეაგენტის მისატანად და შესატანად. ფრენის სუსტი პარამეტრების გამო, ჭურვს შეუძლია მხოლოდ დამხმარე ფუნქციები შეასრულოს და ამიტომ სხვა სეტყვასაწინააღმდეგო ნაწარმებთან ერთად უნდა იქნას გამოყენებული [45].

რაკეტა „Облако“-ს ახასიათებს (ნახ. 6.) ПГИ-ზე გაცილებით მეტი სროლის მანძილი და რეაგენტის მარაგი. მისი ძირითადი მახასიათებლებია: კალიბრი – 125 მმ, სიგრძე 2110 მმ, მასა 35 კგ, მაქსიმალური სიმაღლე – 8,6 კმ, ფრენის მაქსიმალური მანძილი – 12 კმ, აქტიური ბოლის ტრასის სიგრძე აღწევს 8 კმ, ხოლო რეაგენტის (იოდოვანი ვერცხლის) მასა 5 კგ. ერთი ესეთი რაკეტა ქმნის ატმოსფეროში დაახლოებით 10^{16} ყინულის ბირთვებს. ფრენის დროს რაკეტის სტაბილიზაცია მიიღწევა აეროდინამიკური ფრთასხმულობით.



ნახ. 6. სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტა «Облако» (ზემოთ – ჭრილში, ქვემოთ – საერთო ხედი) - 1 - წინა დისტანციური მილისი; 2 - რეაგენტის ბოლის გამოსასვლელი ნახვრეტი; 3 - აქტიური ბოლის კოჭა; 4 - პიროდენტიათი ძრავა; 5 - საქშენის ბლოკი; 6-პარაშუტის ნაკვეთური



«Облако» და «Облако-М» — საბჭოთა 125 მმ კალიბრის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებია. იგი ყაზანის ექსპერიმენტულ საკონსტრუქტორი ბიუროშია შექმნილი. ექსპლუატაციაში 1964 წლიდანაა.

მოქმედების პრინციპი:

რაკეტა იღებს სტარტს დახრილი გამშვები დანადგარიდან, რომელშიც 4 ან 12 მიმმართველია. სეტყვის ღრუბელში რეაგენტის გაფრქვევის შემდეგ რაკეტა პარაშუტით ეშვება მიწაზე. რაკეტის კორპუსი მინა-პლასტიკიდან არის შესრულებული, მასში მყარი საწვავის მუხტია მოთავსებული. კორპუსის ქვედა ნაწილში სამ პარაშუტიანი სისტემაა მოთავსებული.

რაკეტა «Облако-М» თავისი წინაპარის მოდერნიზირებული ვარიანტია. იგი კიდევ დიდი ხნის განმავლობაში გამოიყენებოდა სეტყვის საწინააღმდეგო სამსახურებში.

ქვემოთ მოცემულია მისი ტექნიკური პარამეტრები:

რეაგენტი — იოდოვანი ვერცხლი;

რეაგენტის მასა, კგ — 5,1;

ფრენის მაქსიმალური სიმაღლე, კმ — 11,5;

რაკეტის სიგრძე, მ — 2,0 («Облако»), 2,1 («Облако-М»);

რაკეტის მასა, კგ — 34 («Облако»), 35 («Облако-М»);

ძრავას მუშაობის დრო, წმ — 12...13;

რეაგენტის გაფრქვევის დრო, წმ — 30...50;

პარაშუტით ჩამოსვლის სიჩქარე, მ/წმ — 6...8;

ძრავა — მყარსხეულიანი მყარ საწვავზე მომუშავე სარაკეტო ძრავა.



ნახ. 7. „Облако“ (სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა). მარცხნივ – საერთო ხედი და გამშვები დანადგარი, მარჯვნივ – სტარტის მომენტი

რაკეტა ПГИ-ს ანალოგიურად, რაკეტა «Облако»-ს ძრავის მუშაობის დამთავრების შემდეგ მოცემული დროის გასვლისას ააღდება ბოლის კოჭა და რეაგენტის გაბნევა ხდება სეტყვის ღრუბელში. ამის შემდეგ ფეთქდება ამოშვები მუხტი და მისი მოქმედების შედეგად იხსნება პარაშუტის ნაკვეთურის სახურავი და გამოიტყორცნება სამუხრუჭე პარაშუტი, რომლის მეშვეობითაც რაკეტა ეშვება მიწაზე. რაკეტის დაშვების

სიჩქარე 5-8 მ/წმ-ია. «Облако»-ს კომპლექსის შემადგენლობაში შედის იგივე დასახელების 8 კმ მოქმედების რადიუსის მქონე რაკეტა, გამშვები დანადგარი «ТКБ-06» და ასაფეთქებელი მოწყობილობა, რომლის დანიშნულებაცაა ძრავის პიროტექნიკური კოჭას აალება. რაკეტა «Облако» შედგება სათავო დისტანციური ასაფეთქებელ «ТА-5», აქტიური ბოლის კოჭას მქონე სათავო ნაწილისაგან, 6,5 წმ მომუშავე რაკეტური ძრავისაგან, საპარაშუტო ნაკვეთურიდან და «МДД-1» ფსკერის მექანიზმიდან, რომელსაც მოქმედებაში მოყავს გამომტყორცნი და ძირითადი პარაშუტები, რომელთა დანიშნულებაცაა (6 ÷ 8 მ/წმ) სიჩქარით დედამიწაზე დაუშვას რაკეტის მინაპლასტიკის კორპუსი. „ТКБ-06“ გამშვებ დანადგარს აქვს ოთხლულიანი მიმმართველების სისტემა, ადგილის კუთხის მიმართ ქანაობის და აზიმუტით ბრუნვის მექანიზმები. მიმმართველების სისტემის დამიზნება კუთხური კოორდინატებით ხდება ხელით, შესაბამისი შკალების მიხედვით, ხოლო რაკეტების გაშვება კონდენსატორული ასაფეთქებელი მანქანით [46-49]. „ПГИ-М“ რაკეტის მოქმედების მცირე რადიუსი, რაკეტა „Облако“-ს სიდიდე (კალიბრი 125 მმ, სიგრძე 2163 მმ, მასა 35 კგ) ხელის გამშვებ დანადგარებთან ერთად, რომლებსაც ცოტა მიმმართველები (ლულები) ჰქონდათ, ვერ უზრუნველყოფდნენ მძლავრი სეტყვის ღრუბლების ჩათესვის ოპერატიულობას.

საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის სამინისტროსთან არსებული სეტყვასთან ბრძოლის სამსახურის ტექნიკური დაკვეთის საფუძველზე გამოყენებითი ქიმიის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტმა (ქ. სერგიევ პოსადი) შექმნა კომპლექსი „Алазань-1“, რომელიც ექსპლუატაციაში შევიდა 1961 წლიდან

1972 წლიდან „Алазань-1“-ს ნაცვლად ექსპლუატაციაში შევიდა მოდერნიზებული რაკეტები „Алазань-2 (1 საფეხურიანი) და „Алазань-2М“, რომლებსაც არ გააჩნიათ პარაშუტი. „Алазань-2 (ნახ. 8.) რამდენადმე ნაკლებია ზომებით „Облако“-ზე და მისი თვითლიკვიდაცაა ხდება აფეთქებით, როგორც რაკეტა ПГИ. იგი შედგება ორ დენთიანი კოჭათი აღჭურვილი ორკამერიანი ძრავისგან, რომლებიც НМФ-2 და РСМ-12К რეცეპტურების დენთებისგან არის დამზადებული თავისი პირობებისაგან. ეს უკანასკნელი უზრუნველყოფს დენთის წვას უფრო დაბალი წნევის პირობებში. მოკლედ განვიხილოთ, თუ რას წარმოადგენს სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტა და მისი ძირითადი კვანძები „Алазань-2М-1СТ“ მაგალითზე.

როგორც წესი, ეს არის მრგვალი კვეთის მილისებური კორპუსი, რომელშიც შეიძლება გამოყვით: წინა ან ცხვირის ნაწილი, ძრავა, სტაბილიზატორი, საქშენის ბლოკი, თვითლიკვიდაცის ბლოკი.

თავის ნაწილში განლაგებულია ამფეთქებელი მოწყობილობა და პიროტექნიკური კოჭა ქიმიური რეაგენტით. საქშენის ბლოკის ელექტროკაფსულაზე ელექტრული იმპულსის მიწოდებისას ხდება ძრავას საწვავის კოჭას აალება. როდესაც ის საჭირო წნევის ძალას მიაღწევს, რაკეტა დამჭერ მოწყობილობას წყდება და იწყებს მოძრაობას წინ დახრილ მიმმართველზე. ფრენის დროს შემხვედრი ჰაერის ნაკადის მოქმედების გამო პროპელერი იწყებს ტრიალს და ათავისუფლებს საცემელს, რომელიც კაფსულას ურტყამს. ხდება თავის ამფეთქებლის ამოქმედება, რომელიც იწვევს პიროტექნიკური კოჭას აალებას. ამავე დროს ელექტრული იმპულსი, ერთდროულად ძირითად და სათადარიგო არხებით, მიეწოდება თვითლიკვიდაცის მექანიზმს. კოჭას წვისას სეტყვის ღრუბელში აქტიური რეაგენტის აეროზოლი შედის. მისი ჩაწვისას, ფრენის 41-ე-43-ე წამზე ხდება თვითლიკვიდატორის ამოქმედება ძირითადი არხით. თუკი ეს არა ხდება, რამდენიმე წამში ბრძანება მეორდება სათადარიგო არხით. გამოყენებული რაკეტა ნადგურდება ზედაპირიდან არა ნაკლებ ერთი კილომეტრის სიმაღლეზე.

„Алазань-2М-1СТ“ ტიპის რაკეტის ტექნიკური მონაცემები

კალიბრი, მმ - 82,5

სიგრძე, მმ - 995,0

მასა, კგ - 6,53

კოჭას მასა, კგ - 1,2

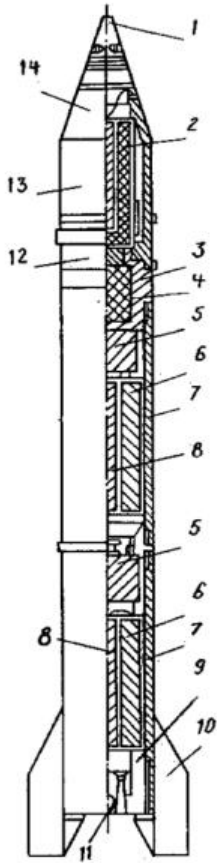
დრო გაშვებიდან რეაგენტის გამოსვლამდე, წმ - 6-7

ფრენის მაქსიმალური სიშორე, კმ - 5,0

ფრენის მაქსიმალური სიმაღლე, კმ - 4,0

რაკეტის მოქმედების ეფექტური რადიუსი, კმ - 4,3

უსაფრთხო გამოყენების ალბათობა, % - 99,97



ნახ. 8. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა «Алазань-2М»

1 - დისტანციური მილისი; 2 - აქტიური ბოლის კოჭა; 3 - შემაერთებული მილისი; 4 - სასკდომი მუხტი; 5 - პიროტექნიკური კოჭები; 6 - ძრავის დენთის კოჭები; 7 - კორპუსი; 8 - მყარი საწვავის რაკეტული ძრავის კამერა; 9 - საქშენი; 10 სტაბილიზატორი; 11 - ელექტროკაფსულა; 12 - კორპუსის დაშლის (დაქუცმაცების) დისტანციური კვანძი; 13 - რაკეტის თავის ნაწილის კორპუსი; 14 - აეროზოლის გამოსასვლელი ნახვრეტი.

კოჭებს აქვს ცილინდრული ფორმა გრძივი შვერილით, იგი თავსდება 82,5 მმ დიამეტრის კორპუსში 7, რომელიც იკეტება საქშენის ბლოკით 9. მასზე შემაერთებული მილისის მეშვეობით ახრახნიან სათავე ნაწილს გარსმდენის კონუსთან ერთად. ამ უკანასკნელში მოთავსებულია იოდოვანი ვერცხლის შემცველი პიროტექნიკური შემადგენლობის კოჭა და დისტანციური მილისი 1, რომელიც გაშვებიდან 7 წამის შემდეგ გასცემს ბრძანებას და ააქტიურებს რეაგენტის გამოშვების დაწყებას მე-14-ე ნახვრეტიდან, სეტყვასაშიშ ღრუბელში. რაკეტის მუშაობის დამთავრების და მისი მიწაზე ვარდნის დაწყების შემდეგ, დისტანციური კვანძი 12 ააქტიურებს სასკდომი მუხტის (ასაფეთქებელი ნივთიერების შემცველი კოჭას) აფეთქებას. ამის შედეგად კორპუსის ლითონის გარსი იშლება წვრილ ნაწილებად, რომლებიც მიწაზე ვარდნისას უკვე აღარ წარმოადგენენ საშიშროებას. რაკეტის მუხტების უფრო

დაბალ წნევაზე წვის უზრუნველსაყოფად, გამოიყენება პიროტექნიკური კოჭა 5. ამ რაკეტის მომდევნო კონსტრუქციებში მათი ლითონის კორპუსები შეიცვალა მინაპლასტიკურებით [19, 50].

კომპლექსი «Алазань» გამოიყენებოდა ჯერ საქართველოში, ხოლო სერიოზული მოდერნიზაციის შემდეგ, როდესაც კომპლექსის დასახელება «Алазань-2М»-ზე შეიცვალა, გამოიყენებოდა მთელს საბჭოთა კავშირში, ბულგარეთში, არგენტინაში, ბრაზილიასა და უნგრეთში. კომპლექსი «Алазань» შედგება 12 ლულიანი გამშვები დანადგარი «ТКБ-040»-სგან, ერთი ან ორსაფეხურიანი «Алазань-1СТ» და «Алазань-2» რაკეტებისგან, რომელთა კორპუსი ასაფეთქებელი ნივთიერების კოჭას აფეთქების შემდეგ, იშლება მოსახლეობისა და ობიექტებისთვის უსაფრთხო ზომის ნაწილაკებად. უწყვეტად ხდებოდა ამ კომპლექსის გაუმჯობესება გამშვები დანადგარის და რაკეტების კონსტრუქციის ტექნოლოგიურობის ამაღლების ჭრილში, მოქმედების რადიუსის,

მისი ყინულწარმომქმნელი ეფექტურობის, ფუნქციონირების საიმედოობის და გამოყენების უშიშროების თვალსაზრისით. მთელი რიგი წლების (1988-2006 წწ.) განმავლობაში იყო შექმნილი რაკეტები „Алазань-3“, „Алазань-ЧМ-15“, „Алазань-5“ და „Алазань-6“. განსაკუთრებით აღსანიშნავია «Алазань-6», რომელიც დღესაც ფართოდ გამოიყენება.

ცხრილი 3-დან ჩანს, რომ რაკეტები „Кристалл“, „Алазань-2М“ თავისი მახასიათებლებით გაცილებით აღემატებიან რაკეტა „Алазань 1“-ს. მაგალითად, 10-ჯერ გაზრდილი უსაფრთხო ექსპლუატაციის ვადა უზრუნველყოფს მათ უპირატეს გამოყენებას მჭიდრო მოსახლეობის მქონე რაიონებში, გამოყენების გაზრდილი ტემპერატული დიაპაზონი (60 °C-დე) უზრუნველყოფს მათ უპირატესად გამოყენებას ტროპიკული კლიმატის მქონე რეგიონებში, ხოლო რაკეტა «Кристалл» -ის 50 % გაზრდილი მოქმედების რადიუსი მოგვცემს საშუალებას თავიდან ავიცილოთ სეტყვანარმოქმნის პროცესი გაცილებით დიდ ტერიტორიებზე [51].

თავი 3.

მეორე თაობის სარაკეტო სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსები [27]

1981-1986 წლებში შეიქმნა მეორე თაობის სარაკეტო სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსები „Hebo“ და „Кристалл“, რომლებიც კალიბრით, წინა ნაწილების აღჭურვის შემადგენლობით, გამშვები დანადგარების აგების იდეოლოგიით (დისტანციური დამიზნება, მრავალლულიანობა, სწრაფმსროლელობა), უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემებით განსხვავდებოდნენ პირველი თაობის კომპლექსებისაგან. სარაკეტო კომპლექსი „Hebo“ შედგება 13 კილომეტრი ეფექტური რადიუსის მქონე 83 მმ კალიბრის „Hebo“-ს ტიპის რაკეტებისგან და 18 ლულიანი „MC-280H“ ტიპის ელექტრომექანიკური ამძრავიანი და დისტანციური მართვის პულტიანი გამშვები დანადგარისგან შედგება. რაკეტა „Hebo“-ს შემადგენელი ნაწილებია: ძრავა საქმენის ბლოკთან ერთად, ფრთები რომელიც იკცება და კალიბრის ზომაში ეტევა, საპარაშუტო კონტეინერი, თავის ნაწილი, რომელშიც 1,12 კგ მაკრისტალიზებული რეაგენტია და თავის დისტანციური ასაფეთქებელი მოწყობილობა „ДГВ-Н“, რომელიც აქტიური ბოლის კოჭას სტარტიდან 3,5 წამის შემდეგ აალებისთვის გამოიყენება. პასტისებური საწვავის საფუძველზე შექმნილი ძრავის მუხტი რაკეტას 950 მ/წმ-დე მძლავრ გაქანებას აძლევს და ფრენის გაზრდილ სიშორეს უზრუნველყოფს. მუშაობის ბოლოს კოჭა ცეცხლის ალს გამოყოფს, რომელსაც მოქმედებაში მოჰყავს გამოსაგდები მუხტი. ამის შედეგად რაკეტა ორ ნაწილად იყოფა, გამოიყორცნებიან პარაშუტები და რაკეტის ორივე ნაწილი მიწაზე ეშვება.



ნახ. 9. მეორე თაობის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების გამშვები დანადგარები [52].

რასაკვირველია, ლაპარაკი რაკეტების თაობებზე დაყოფის შესახებ ადვილია და დასაშვებია მხოლოდ გარკვეული დროის შემდეგ, როცა შეიძლება გაეცნო ადრე გამოშვებულ და პრაქტიკაში გამოყენებულ სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების და სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსების მუშაობას, მათ სუსტ და ძლიერ მხარეებს, მათ

ეფექტურობას და საიმედოობას. ნუ დაგვავიწყდება, რომ ყოველი გამოშვებული ნაწარმის უკან გარკვეული სტრუქტურები იდგა. მეტი წილი ამ ნაწარმებისა ეგრეთ წოდებული კონვერსიის დროს იყო დამუშავებული და გამოშვებული. მწარმოებლისთვის ეს არ იყო მთავარი პროდუქცია, ეს იყო იძულებითი სამუშაო, ზოგჯერ გადარჩენისთვის, ზოგჯერ არც თუ კომპეტენტური ზემდგომი ორგანოების დავალებით. მათში ხშირად შესამჩნევი იყო ის ნიუანსები, რომლებიც უფრო სამხედრო და არა სამოქალაქო პროდუქციას ესაჭიროებოდა. ამას ისიც დავუმატოთ, რომ პრაქტიკული გამოცდა ნიშნავდა არა მარტო პოლიგონზე ერთჯერად სროლებს, არამედ რეალურ საველე პირობებში, ნაკლებად კვალიფიცირებული მსროლელების ხელში რამდენიმე სეზონის განმავლობაში სკრუპულოზურ და სერიოზულ მუშაობას თავისი ანალიზით და სათანადო დასკვნებით. ალბათ ამიტაც აიხსნება საბჭოთა (რუსული) სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების მრავალფეროვნება.

სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო კომპლექსი „He60“

სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო კომპლექსი „He60“ განკუთვნილია სეტყვისაგან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დასაცავად და აგრეთვე, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ნალექების ხელოვნური გაზრდისათვის.

კომპლექსის შემადგენლობა: სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები „He60“ და სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო გამშვები დანადგარი დამიზნების დისტანციური ამძრავებით. სერიულ წარმოებაში 1985 წლიდან.

ტექნიკური მახასიათებლები:

კალიბრი, მმ – 83

სიგრძე, მმ – 2150

მასა, კგ – 16,8

რეაგენტის მასა, კგ – 1,12

რეაგენტის გამოყოფის დრო, წმ – 44 ± 7

რეაგენტის მიწოდების ეფექტური რადიუსი, კმ – 12

სროლის მაქსიმალური მანძილი, კმ – 14



ნახ. 10. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „He60“-ს გამშვები დანადგარი (მარცხენი) და – სტარტის მომენტი (მარჯვნივ)

გამშვები დანადგარი

მიმმართველების რაოდენობა, ცალი – 18

სწრაფმსროლელობა – 12 გასროლა/წთ

მასა, კგ – 500

დამიზნების სიჩქარე, გრადუსი წამში:

ჰორიზონტალურად – 10

ვერტიკალურად – 6

დასაცავი ფართობი ერთი ზალპით, ჰა – 60000ჰა



ნახ. 11. სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო კომპლექსი „Heნი“ [54, 55, 56]

ძირითადი მოქმედი ნივთიერება იოდოვანი ვერცხლი (AgI), იყო აგრეთვე მცდელობები ვერცხლის მარილების სიძვირის გამო მათი KI-თ შეცვლის შესახებ.

ამ რაკეტის ხანმოკლე გამოყენების ერთ-ერთი მიზეზი შეიძლება იყოს ის, რომ იგი მრავალი საბჭოთა და რუსული სერიულად წარმოებული ნაწარმებიდან ერთადერთია, რომელშიც პასტისებური საწვავი გამოიყენებოდა. მიუხედავად მაღალი ბალისტიკური მახასიათებლებისა, სიძვირის და ექსპლუატაციაში გამოყენების საშიშროების გამო ვერ მოხერხდა მისი ფართო დანერგვა. შენახვისას რაკეტის ერთერთ მხარეს ჩნდებოდა აირის ბუშტულაკები (რაც დადასტურებულია ამ ნაკეთობების რენტგენოსკოპიით), რომლებიც გაშვებისას იწვევდნენ წვის ზედაპირის გადიდებას, რაკეტების აფეთქებას და გამშვები დანადგარების განადგურებას [53].

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Heნი“, შეიცავს ძრავას ერთ რეჟიმიანი საწვავის მუხტით, თავის კონუსურ გარსმდენში მოთავსებულ რეაგენტის პიროტექნიკურ კოჭას და დამუხრუჭების სისტემას, რომელიც თავის ნაწილსა და ძრავას შორის არის მოთავსებული და პარაშუტს და მის გახსნის მექანიზმს შეიცავენ [57, 58].

სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო კომპლექსი „АЛАЗАНЬ – КРИСТАЛЛ“.



ნახ. 12. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები „Кристалл“ (ზემოთ) და „Алазань“ (ქვემოთ)



ნახ. 13. სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო კომპლექსი „Кристалл“

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის ცნობით, არასრული მონაცემებით, მარტო ჩრდილოეთ ამერიკის და ევროპის ქვეყნებში სეტყვით მიყენებული საშუალო წლიური დანაკარგი 2 მილიარდ დოლარზე მეტს შეადგენს. მსოფლიოს 30-ზე მეტი ქვეყანა სხვადასხვა მეთოდით (საარტილერიო, საავიაციო, სარაკეტო და აგრეთვე მიწისზედა გენერატორებით) ებრძვის ამ სტიქიურ უბედურებას.

ამჟამად, სეტყვისგან დაცვის ყველაზე მაღალ ეფექტურობას რუსული (ყოფილი საბჭოთა) ტექნოლოგია იძლევა, რომლის ფიზიკური არსი სეტყვის ან სეტყვასაშიშ ღრუბლებში დაჩქარებული ნალექწარმოქმნა და მათში სეტყვის წარმოქმნის და ზრდის პროცესების ჩახშობაა.

ტექნოლოგია

ამ მიზნით ტექნოლოგია გულისხმობს სეტყვის, სეტყვასაშიშ და პოტენციურად სეტყვასაშიშ ღრუბლების რადიოლოკაციურ გამოვლინებას და ამოცნობას, მათში სეტყვის წარმოქმნის მომავალი მოცულობების გამოყოფას და იქ „მიწა-ჰაერის“

კლასის სპეციალური რაკეტების საშუალებით მაკრისტალიზებული რეაგენტების შეტანას.

რუსული ტექნოლოგიის საფუძველზე შექმნილი სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო კომპლექსი „Алазань – Кристалл“ შედგება МРЛ-5 ტიპის ორტალღიანი მეტეოროლოგიური რადიოლოკატორისგან, ТКБ ტიპის თორმეტლულიანი გამშვები დანადგარისგან და სეტყვის საწინააღმდეგო „Алазань“ და „Кристалл“ ტიპის რაკეტებისგან [59, 60].

ცხრილი 4.

2001 წლამდე ძირითად ტექნიკურ საშუალებათა ტექნიკური მახასიათებლები

პარამეტრები	რაკეტების ტიპი		
	Алазань 2М, Алазань-ЧМ 15	Алазань 2М-1СТ	Кристалл-1М Кристалл-2М
სიგრძე, მმ	1346	885	1956+4,3
კალიბრი, მმ	82,5	82,5	82,5
მასა, კგ	9,2	6,0	12,0+0,5
აქტიური ბოლის შემადგენლობის მასა, კგ	0,63	0,63	1,1
მაქსიმალური მანძილი, მ	10 000	4 800	14 000
მოქმედების ეფექტური რადიუსი, მ	9 000	4 300	12 000
მაქსიმალური სიმაღლე, მ	9 000	4 300	9 000
სათავო ნაწილის ტიპი	მონობლოკური	მონობლოკური	მონობლოკური
ექსპლუატაციის ტემპერატურული რეჟიმი, ° C	-5 – +40	-5 – +40	-5 – +50

გამშვები დანადგარი ТКБ

უზრუნველყოფს ყველა 12 რაკეტის გაშვებას 1 წუთის განმავლობაში. ამით მიიღწევა ღრუბლის არჩეული ზონის ფართობრივი ჩათესვა, ხოლო განსხვავებული ვერტიკალური კუთხეების დაყენებისას – მოცულობითი ჩათესვა.

ძირითადი მახასიათებლები

მიმმართველების რაოდენობა – 12;
 ორიენტირების კუთხეები, ° :
 - აზიმუტით – ბიჯით 3-5° – 0-360;
 - ვერტიკალურად – ბიჯით 5° – 45-85;
 დატენვის კუთხე, ° – 20;
 მასა, კგ – 500;
 კადმიუმ-ნიკელის აკუმლატორი – НКН-45;
 ძაბვა, ვ – 27+3
 ნომინალური ტევადობა, ა*სთ – 45.

„Кристалл“ (სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა)

„Кристалл-1“, „Кристалл-2“, „Кристалл-3“ – 82,5 მმ კალიბრის საბჭოთა სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები სეტყვის ღრუბლებისგან სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დასაცავად. რაკეტები დაამუშავა გამოყენებითი ქიმიის სამეცნიერო-კვლევითმა ინსტიტუტმა 1987-1995 წლებში. მწარმოებელი – ჩაპაევის სახელობის ჩეხოქსარის სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანება. სარაკეტო კომპლექსი „Кристалл“ „Кристалл-1“ და „Кристалл-2“ შედგება რაკეტებისგან, რომლებიც შესაბამისად მთიან და ვაკე ადგილებში გამოიყენებიან, და 12 ლულიანი გასაშვები დანადგარისგან.



ნახ. 14. სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო კომპლექსი „Кристалл“ პოზიციაზე

2001 წლიდან რუსეთის ჰიდრომეტეოროლოგიური კომიტეტის ბრძანებით სეტყვის საწინააღმდეგო და ზვავსაწინააღმდეგო სროლების ჩატარებისას ძირითად ტექნიკურ საშუალებად შემდეგი ნაწარმი გამოცხადდა (ცხრილი 5.):

ცხრილი 5.

რაკეტების და ჭურვების ძირითადი მახასიათებლები

ძირითადი მახასიათებლები	რაკეტების და ჭურვების ტიპები			
	Алазань-5	Кристалл	УОФ-412	Алан
კალიბრი, მმ	82,5	82,5	100	69
სიგრძე, მმ	1402	1965	1104	975
მასა, კგ	8,8	11,5	12,25	4,45
მასა, გ (რეაგენტის, ასაფეთქებელის)	16,83	6,16	8,3	44
ასვლის მაქსიმალური სიმაღლე (ამაღლების კუთხის დაყენებაში შეზღუდვების გარეშე), კმ	9,3	10	11,3	13
ასვლის სიმაღლე (დანადგარის	7	7	7	

ამაღლების მაქსიმალური კუთხის დაბლოკვით, კმ				
სროლის მაქსიმალური მანძილი, კმ	12	14	16	16
ლიკვიდაციის სისტემა	აფეთქება *	აფეთქება *	აფეთქება **	პარაშუტი ****

* 1000 მ მეტ სიმაღლეზე.

** დაბრკოლებასთან შეხვედრისას.

*** პარაშუტის გახსნა 12 კმ დაშორებაზე.

სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „АЛАЗАНЬ-5“ [61]

ამ სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის დამმუშავებელი და წამყვანი ორგანიზაცია არის ქ. პერმის გაერთიანება „Искра“.

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Алазань-5“ განკუთვნილია ზემოქმედების პუნქტიდან 3-4-დან 9-10 კილომეტრამდე დაშორებულ სეტყვასაშიშ ღრუბლებზე ზემოქმედებისათვის.

ნაწარმი „Алазань-5“ -ს ძირითადი პარამეტრები:

კალიბრი, მმ – 82,5;
 დიამეტრი მაქსიმალური (კონსტრუქციის გაშვებული ელემენტებით), მმ – 96,5;
 სიგრძე, მმ – 1402 max;
 მასა, კგ – 8,8±0,2;
 ყინულწარმოქმნელი შემადგენლობის მასა, კგ – 0,66±0,06;
 ყინულწარმოქმნელი ბირთვების რიცხვი, ცალი:
 – მინუს 10°C ტემპერატურაზე – 3x10¹⁵
 – მინუს 6°C ტემპერატურაზე – 3x10¹⁴
 უსაფრთხოების სისტემის ელასტიური ბაფთის ელემენტების ჯამური მასა, კგ – 0,19;
 მაქსიმალური ჰორიზონტალური ფრენის სიშორე 55° ამაღლების კუთხის დროს 55°, მ – 12000;
 დრო გაშვებიდან თვითლიკვიდაციამდე, წმ – 41,0±5,0;
 დრო გაშვებიდან წინა ნაწილის ამუშავებამდე, წმ – 13.0±2.5;
 გამშვები დანადგარის ტიპი – ТКБ-040Д-04, და აგრეთვე, „Алазань-5“ ტიპის რაკეტების გასაშვებად განკუთვნილი ТКБ-040 ტიპის დანადგარები.

უსაფრთხოების ზომები

ნაწარმი „Алазань-5“ შეიცავს ფეთქებად ნივთიერებებს და ამდენად მასთან მუშაობა საფრთხილოა. ნაკეთობა მიეკუთვნება 1 კლასის 1.2 ქვეკლასს, შეთავსებადობის G ჯგუფს.

ტრანსპორტირება და შენახვა:

ნაწარმი „Алазань-5“-ის ტრანსპორტირება და შენახვა მწარმოებლის მიერ შეფუთულ მდგომარეობაში შესაძლებელია რკინიგზის და საწყალოსნო ტრანსპორტით მანძილის შეუზღუდავად, საავტომობილო ტრანსპორტით ავტობანზე 3700 კილომეტრამდე, ხოლო გრუნტის გზებზე 300 კილომეტრამდე. აგრეთვე დასაშვებია ტრანს-

პორტირება საჰაერო გზით ჰერმეტიკულ გასათბობ ნაკვეთურებში. ტრანსპორტირების დროს შტაბელის სიმაღლე 2 მეტრს არ უნდა აღემატებოდეს. ნაწარმი ინახება ხის ყუთებში, ოთხ-ოთხი ცალი. ყუთის გაბარიტებია 155x49x22 სმ, $V=0,17 \text{ მ}^3$. ბრუტო – 63 კგ.

ნაწარმი ინახება მწარმოებლის მიერ შეფუთულ მდგომარეობაში გრილ საცავებში 3 წლის განმავლობაში, აქედან 6 თვე სავსელ პირობებში, ფარდულში და ღია მოედანზე ნალექების და მზის რადიაციის უშუალო ზემოქმედების გარეშე -50° -დან $+50^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე.

რაკეტა „Алазань-5“ შედგება თავის ნაწილისგან, რომელშიც აქტიური ბოლის კოჭაა დანახვრეტებიანი გარსმდენი აეროზოლის გამოსაშვებად, ძრავასგან (ორკამერიანი პიროდენთიანი ძრავა, საქშენების ბლოკი), უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემისგან (ასაფეთქებელი ნივთიერების ერთი ბაფთა, რომელიც კორპუსის გასწვრივაა განლაგებული), ოთხ ფრთიანი სტაბილიზატორი და ელექტროკაპსულიანი მილისაგან [62].

სარაკეტო კომპლექსი «Кристалл» შედგება «Кристалл-1» და «Кристалл-2» ტიპის რაკეტებისგან რომლებიც მთის და ვაკის რაიონებში გამოიყენება, შესაბამისად, 12 ლულიანი „ТКБ-0183“ ტიპის ელექტრომექანიკური ამძრავიანი და დისტანციური მართვის პულტიანი გამშვები დანადგარისგან შედგება. რაკეტები „Кристалл-1“ და „Кристалл-2“ შეიცავენ ორრეჟიმიან ძრავას საქშენის ბლოკით და ხისტი გაფრთიანებით, კასეტურ თავის ნაწილს, რომელშიც 28 პიროტექნიკური ელემენტი, თავის „ТК-1“ ან „ТК-2“ დისტანციურ ამფეთქებელს თავის ნაწილში მოქმედებაში მოსაყვანად და აგრეთვე, თვითლიკვიდაციის სისტემას, რომელიც კუმულატიური ღრმულის მქონე ასაფეთქებელ ნივთიერებას წარმოადგენს ბაკელიტური ფისით შენეებული ქაღალდის კორპუსის მთელ სიგრძეზე დაქუცმაცებისთვის. ყველა 28 პიროტექნიკურ ელემენტს, რომლებიც 11,5 გ რეაგენტს შეიცავენ და ფრენის ტრაექტორიაზე ყოველ 0,25 – 0,3 კმ-ზე გამოიტყორცნებიან, შეუძლიათ $1,3 \cdot 10^{14}$ ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკი გამოყოს და ვერტიკალურად დაახლოებით 0,5 კმ ჩათესოს.

ვერტიკალურად ჩათესვის და აზიშუთით რაკეტების სერიის გაშვების შეთავსება ღრუბლების მოცულობით ჩათესვას უზრუნველყოფს. სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის „Несо“ და „Кристалл“-ის 12-13 კილომეტრამდე გაზრდილი მოქმედების რადიუსი და რაკეტების ფრენის დამრეცი ტრაექტორიები უზრუნველყოფენ ზემოქმედების პუნქტების რაოდენობის შემცირებას და მსვილმასშტაბიანი ზემოქმედების ობიექტების წარმატებულ ჩათესვას, მისი ჩათესვის ადგილის ლოკალიზაციის შეცდომების გადაფარვით. დისტანციურად მართვადი ელექტრომექანიკური ამძრავიანი მრავალლულიანი (18 და 12 ლულა) „МС-280Н“ და „ТКБ-0183“ ტიპის გამშვები დანადგარების გამოყენება ნებისმიერი კატეგორიის (ზემძლავრი სეტყვის ღრუბლების ჩათვლით) ზემოქმედების ობიექტის ჩათესვის საჭირო ტემპს უზრუნველყოფს. სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსები „Несо“ და „Кристалл“-ის გამოყენებამ სეტყვისგან დაცვის ეფექტურობის ამაღლება უზრუნველყო, მაგრამ რაკეტების და გამშვები დანადგარების მაღალმა ღირებულებამ მათი გამოყენების მასშტაბები და ხანგრძლივობა შეზღუდა.

თავი 4.

მესამე თაობის სარაკეტო სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსები

სეტყვისგან დაცვის ეფექტურობის შემდგომი განვითარების და ტექნიკური საშუალებების გაღრმავების მიზნით დამუშავებული იქნა მცირეგაბარიტოვანი მესამე თაობის სარაკეტო სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსები. მათი შექმნის საფუძვლად შემდეგი კონცეფციები დაიდო:

ობიექტური და სუბიექტური შეცდომების წყაროების გამორიცხვის მიზნით სეტყვის საწინააღმდეგო ოპერაციების ავტომატიზაცია;

პიროტექნიკური შემადგენლობების და მაკრისტალიზებული ნაწილაკების გენერატორების ყინულწარმოქმნითი ეფექტურობის ამაღლება;

რაკეტების მოქმედების რადიუსის და რეაგენტის შეტანის სიზუსტის გაზრდა;

რაკეტების უსაფრთხოების და ეკოლოგიური სისუფთავის გაზრდა;

სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმების, გამშვები დანადგარების და სეტყვისგან დაცვის სისტემის თვითღირებულების შემცირება სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის ხარჯის, სარაკეტო პუნქტების რაოდენობის და პერსონალის შემცირების ხარჯზე.

ამ კონცეფციების რეალიზაციის მიზნით შეიქმნა სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსები, რომლებიც გაზრდილი მოქმედების რადიუსის მქონე მცირეგაბარიტოვანი „Алан-2“, „Алазань-9“, „Ас“ ტიპის რაკეტებისგან და „Элия-2“ ტიპის ავტომატიზირებული გამშვები დანადგარებისგან შედგება.

სარაკეტო სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსი „Алан“

სარაკეტო სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსი „Алан“ 1999-2001 წლებში ქალაქ პერმში შეიქმნა. სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „Алан-2“ ძრავისგან, საქშენის ბლოკისგან, დასაკეცი სტაბილიზატორისგან, საპარაშუტო სისტემისგან, დენტის წნევის აკუმულატორიდან და ПДО-3 ტიპის ძრავას აალების მოწყობილობისგან შედგება. სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის ძრავას აღჭურვისათვის პირველად იყო გამოყენებული ყინულწარმოქმნელი საწვავი, რომელიც ფრენის ტრაექტორიის მთელს მანძილზე რეაქტიულ წევას და ღრუბლების ყინულწარმოქმნელი ნაწილაკებით ჩათესვას უზრუნველყოფდა. ღია აქციონერულ საზოგადოება „НИИПМ“-ში შექმნილმა ყინულწარმოქმნელი საწვავის გამოყენებამ საშუალება მისცა აღნიშნულ წარმოებას «Алазань-6», «Кристалл» და «Неро» შეცვლილიყო „Алан-2“-ით, რომლის საგაბარიტო-მასური მაჩვენებელი 2,21 კგ-ის ტოლია, რაც 3,3 ჯერ აღემატება სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმ „Алазань-6“-ს. ჩატარებულმა გამოცდებმა აჩვენა, რომ 1 გრამ ყინულწარმოქმნელი საწვავიდან აქტიური სწრაფმოქმედი ყინულწარმოქმნელი ბირთვების გამოსავალი -10^0 C ტემპერატურაზე არანაკლებ $5 \cdot 10^{12}$ შეადგენს, ხოლო ერთ რაკეტიდან – $1,1 \cdot 10^{16}$. დენტის წნევის აკუმულატორის გამოყენებამ სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის სტარტის მაღალი სიჩქარე (არა ნაკლებ 90 მ/წმ) უზრუნველყო, რამაც ფრენის მიმართულებაზე მიწისპირა ქარის გავლენა შეამცირა. საპარაშუტო სისტემა ნამუშევარი რაკეტის ალუმინის კორპუსის მიწაზე უსაფრთხო სიჩქარით დაშვებისთვისაა განკუთვნილი. დასაკეცი სტაბილიზატორების გამოყენებამ შესაძ-

ლებელი გახადა სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „Алан-2“-ს გაშვება გლუვი მილიდან განეხორციელებინათ და შესაბამისად, შედარებით მცირეგაბარიტიანი 36 ლულიანი „Алан-М3“ ტიპის გამშვები დანადგარი შეექმნათ. სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „Алан-2“-ს გაშვება 65-დან 75⁰-დე კუთხით ხორციელდება, რომლის დროსაც სწრაფად მიიღწევა ჩათესვისთვის საჭირო სიმაღლე და „მკვდარი ზონის“ რადიუსი 2 კილომეტრამდე მცირდება. 11,5 კილომეტრის მოქმედების რადიუსი და ერთ კილომეტრიან ფენაში 9 კილომეტრზე უფრო გრძელი დამრეცი ტრაექტორიები მცირე და დიდ მასშტაბიანი ზემოქმედების ობიექტების ჩათესვის ხელსაყრელ პირობებს უზრუნველყოფენ. მაგრამ, მიუხედავად თვალსაჩინო უპირატესობისა, სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „Алан-2“-ს და „Алан-М3“ ტიპის გამშვები დანადგარის მაღალმა ღირებულებამ სეტყვასთან ბრძოლის პრაქტიკაში მათი გამოყენების მასშტაბები და ხანგრძლივობა შეზღუდეს. აღსანიშნავია, რომ „Искра“-სა და „НИИПМ“-ში შეიქმნა და გამოცდებს გადის უფრო იაფი მცირეგაბარიტიანი სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „Алан-3“, რომელიც სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „Алан-2“-ის ანალოგია შემცირებული გაბარიტებითა და მასური მახასიათებლებით [63, 64, 65].

Алан (სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა)

«Алан-1» — რუსული წარმოების 69 მმ კალიბრის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა, რომელიც სეტყვის ღრუბლებისგან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დასაცავადაა განკუთვნილი. იგი შეიმუშავეს ქ. პერმის სამეცნიერო-საწარმო გაერთიანება „Искра“-მ, გამოყენებითი ქიმიის სამეცნიერო -კვლევითი ინსტიტუტმა და ყაზანის ექსპერიმენტული საკონსტრუქტორო ბიურო „სოიუზ“-მა. ექსპლუატაციაშია 1994 წლიდან.

მოქმედების პრინციპი

რაკეტა სტარტს იღებს „Алан М3“ ტიპის დახრილი გამშვები დანადგარიდან. გაშვება შეიძლება წარმოებდეს როგორც ზალპებით 36 რაკეტით, ასევე რაკეტების ჯგუფებით ნებისმიერ მიმართულებით 85⁰ ამალლების კუთხემდე. ყველა პროცესის მართვა მოშორებული საკომანდო პუნქტიდან ხორციელდება. ადამიანის უშუალოდ გაშვების ზონაში ყოფნა არ არის აუცილებელი [66].

ტექნიკური პარამეტრები:

რეაგენტი — იოდოვანი ვერცხლი;
თავის ნაწილის მასა, კგ — 3;
ფრენის მაქსიმალური სიშორე, კმ — 14;
სროლის სიმაღლე, კმ — 3...6;
რაკეტის სიგრძე, მ — 0,9...1,2;
რაკეტის სასტარტო მასა, კგ — 6,3...6,4;
ძრავას მუშაობის დრო, წმ — 44;
რაკეტის საწყისი სიჩქარე, მ/წმ — 100; ძრავა — მყარი საწვავის რაკეტული ძრავა.

ახალი თაობის „ალანი“

1. სამუშაოს შესრულების ვადები: 1995-2001 წლები.

სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის შემქმნელი და სათავო ორგანიზაცია ქ. პერმის ღია სააქციო საზოგადოება, სამეცნიერო-საწარმო გაერთიანება „Искра“.

ახალი თაობის სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსი „ალანი“ სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმს (სსწ) „ალანი“-ს და გამშვებ დანადგარს „Алан-М3“ -ს შეიცავს.

სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „ალანი“ სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა (სსრ) „ალანი“-გან და წნევის დენთის აკუმულატორისგან (ნდა) შედგება. ისინი ერთიმეორესთან ცანგური ტიპის დამჭერით არიან დამაგრებული. „ნალმტყორცნის“ სტარტის პროცესში წნევის დენთის აკუმულატორში მუხტის წვის პროდუქტების წნევა გამშვებ მილში აჩქარებს რაკეტას არა ნაკლებ 110 მ/წმ სიჩქარემდე, რაც 3-4 ჯერ აღემატება არსებული სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების გამშვები დანადგარის მიმმართველებიდან გამოსვლის სიჩქარეს და ამით გამოორიცხავს მიწისპირა ქარის მოქმედებას. ის პრინციპული განსხვავება, რაც სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „ალან“-ს ანალოგიური დანიშნულების სხვა სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებისგან განასხვავებს და მის მაღალ ტაქტიკურ-ტექნიკურ ხარისხს განაპირობებს, არის ერთ დეტალში: ეს არის აქტიური ბოლის კოჭასი და მყარი სარაკეტო საწვავის მუხტის ფუნქციების შეთავსება. ყინულწარმოქმნელი ნივთიერება AgI სამარშო ძრავას საწვავის შემადგენლობაში შედის. ეს ძრავა რეაგენტის ღრუბელში შეყვანის მთელი დროის განმავლობაში მუშაობს. სამარშო ძრავას უწყვეტ მუშაობას ფრენის უფრო მაღალი სიჩქარის და შესაბამისად, ფრენის უფრო დამრეც ტრაექტორიისკენ მივყავართ, რომლის დროსაც რეაგენტის გაბნევა 1 კმ სისქის ვიწრო ფენაში ხდება, რაც ზრდის რეაგენტის შეტანის სიზუსტეს. მოსახლეობისთვის უსაფრთხო დაშვების სიჩქარეს (~12 მ/წმ) საპარაშუტო სისტემა უზრუნველყოფს. თვითლიკვიდაციის სისტემის უარყოფამ საპარაშუტო სისტემის სასარგებლოდ სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტაზე ასაფეთქებელი ნივთიერებების არარსებობამდე, და შესაბამისად არასანქცირებულ მიზნებში მისი გამოყენების შეუძლებლობამდე მიგვიყვანა. პოლიეთილენის თავის გარსმდენის გარდა სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის ყველა დეტალი, რომელიც გარემოს მავნე მოქმედებას განიცდის, მეტალისგან არის დამზადებული, რაც მკვეთრად განასხვავებს მას სხვა სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებისგან და მის მაღალ საექსპლუატაციო ხარისხს განაპირობებს. სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის გადატენვების რაოდენობა პრაქტიკულად შეუზღუდავია. სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის შენახვის საგარანტიო ვადა 5 წელია, საიდანაც გამშვებ დანადგარში 1,5 წლამდეა, რაც სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების ფაქტიურად სამ სეზონს შეესაბამება (ვიმაიდან სეტყვასთან ბრძოლის სეზონი ექვს თვეზე მეტ ხანს არ გრძელდება). გამშვები დანადგარის მიმმართველების პაკეტი 36 გამშვებ მილს შეიცავს, რაც ერთი აქტიური ზემოქმედების დროს გადატენვის გარეშე სროლისთვის საკმარისია. ჰორიზონტალური და ვერტიკალური დამიზნების ამძრავები უზრუნველყოფენ მართვის პულტიდან გამშვები დანადგარის დამიზნებას მაღალი სიჩქარით. ბრძანების გაცემიდან ზალპში პირველ გასროლამდე (ოპერატორის მიერ ბრძანების მიღების და მისი პულტიდან შეყვანის გათვალისწინებით) 35 წამზე მეტი არ გადის. ინტერვალი ზალპში შემდგომ გასროლამდე (1-10 გრადუსით კუთხის შემობრუნების ჩათვლით), 1-2 წამს არ აჭარბებს. ზალპში გასროლების რაოდენობა 1-დან ოცდათექვსმეტამდეა, და არა 1-დან სამამდე, როგორც ანალოგებთან. ეს მახასიათებლები ძალიან წააგავს საბრძოლო ხომალდებზე დაყენებულ ნავსაწინააღმდეგო ყუმბარმტყორცნების მახასიათებლებს.

სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის „ალანი“-ს ძირითადი მახასიათებლები:

კალიბრი, მმ – 69;
 რაკეტის სიგრძე, მმ:
 მიწოდების – 1261
 ფრენის დროს – 975
 რაკეტის მასა, კგ:
 მიწოდების – 6,3;

ფრენის დროს, საწყისი – 4,45;
 ფრენის დროს, საბოლოო – 1,9;
 აქტიური საწვავის მასა, კგ – 2,1
 1 გ საწვავიდან აქტიური ნაწილაკების გამოსავალი, ერთეული, არა ნაკლები:
 -10°C ტემპერატურაზე – 5×10^{12} ;
 - 6°C ტემპერატურაზე – 5×10^{11} ;
 ძრავის მუშაობის დრო, წმ – 50;
 აქტიური რეაგენტის შეყვანის მაქსიმალური სიშორე, კმ – 11,5;
 დანადგარიდან რაკეტის გამოსვლის სიჩქარე, მ/წმ – 115;
 ფრენის სიშორე, კმ – 14;
 გარანტიის ვადა, წელი – 5
 ექსპლუატაციის ტემპერატურა, °C – -40 +50;
 გამოყენების ტემპერატურა, °C – +5+50;
 უსაფრთხო გამოყენების ალბათობა- 0,99999.

გამშვები დანადგარის „Алан-МЗ“-ის ძირითადი მახასიათებლები:

მიმმართველების რაოდენობა, ცალი – 36;
 ამაღლების მაქსიმალური კუთხე, გრადუსი – 85;
 ამაღლების მინიმალური კუთხე, გრადუსი – 30;
 ჰორიზონტალური დამიზნების კუთხე, გრადუსი – 0 – 360
 ელექტროამძრავით დამიზნების კუთხე, გრად/წმ
 ჰორიზონტის მიხედვით – $10,4 \pm 0,5$
 ამაღლების კუთხის მიხედვით – $3,7 \pm 0,5$;
 გამშვები დანადგარის მასა, კგ, არა უმეტეს – 1300;
 გაბარიტები სატრანსპორტო მდგომარეობაში, მმ:
 სიგრძე – 2900;
 სიგანე – 1655;
 სიმაღლე – 1420;
 კვების ძაბვა, ვ – 24–29;
 მოსახმარი სიმძლავრე, ვტ, არა უმეტესი – 800;
 დრო ბრძანების გაცემიდან ზალპში პირველ გასროლამდე, წმ – 35;
 ზალპური სროლის დროს ინტერვალი რაკეტებს შორის, წმ – 1 – 2.



ნახ.15. რაკეტა „Алан-2“

ახალი თაობის რაკეტა „Алан-2“ – ფრთაშესხმული უმართავი 69 მმ კალიბრის რეაქტიული ჭურვი, რომელიც 11,5 კილომეტრის რადიუსში ღრუბლების ეფექტურ ჩათევას უზრუნველყოფს. ყინულწარმომქმნელი რეაგენტის გენერატორი სამარშო ძრავაა, რომელიც 45 წამის განმავლობაში აქტიურ სწრაფმოქმედ კრისტალიზაციის ბირთვებს აგენერირებს და საჭირო წვეის ძალას ქმნის ფრენის მთელ ტრასაზე.

რაკეტა „Алан-2“-ს ანალოგებთან შედარებით რიგი უპირატესობები გააჩნია:

- პრინციპულად ახალი კონსტრუქცია
- მაკრისტალიზებული რეაგენტის დიდი მასა (2,2 კგ);
- რეაგენტის მიტანის დიდი სიზუსტე რაკეტის მიმმართველებიდან დიდი სიჩქარით (≥ 100 მ/წმ) გამოსვლის ხარჯზე, რაც მის ფრენის სიზუსტეზე მიწისპირა ქარის გავლენას გამორიცხავს;
- სამარშო ძრავას უწყვეტი მუშაობის გამო აქვს დამრეცი ტრაექტორიები, რაც 8 – 10 კმ სიგრძის ტრასაზე უზრუნველყოფს რეაგენტის შეტანას კილომეტრიან საღრუბლო ფენაში;
- ფეთქებადსაშიში ელემენტების უქონლობა, საპარაშუტო სისტემის სიმარტივე და საიმედოობა მჭიდროდ დასახლებულ რაიონებში უსაფრთხოებას უზრუნველყოფენ.



ნახ. 16. სარაკეტო გამშვები დანადგარი “Алан-М3”

ავტომატიზირებული გამშვები დანადგარი “Алан-М3” უზრუნველყოფს დამიზნების ნახევრად ავტომატურ და ავტომატურ რეჟიმებში “Алан-2” სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებით სროლას. გაშვება შესაძლოა წარმოებდეს როგორც ერთიანად 36 რაკეტით, ასევე რაკეტების ჯგუფებით ნებისმიერ მიმართულებით 85° -დე ამალღების კუთხით მოტრიალების დაპროგრამებული ბიჭით და სროლის მოცემული ინტერვალით.

თავი 5.

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Ac“

წარმოდგენილია და რეალიზებულია ახალი სქემის რაკეტა ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედებისთვის, ნაჩვენებია მისი უპირატესობები. ამ კლასის რაკეტებისადმი თანამედროვე მოთხოვნები სრულდება აქტიური რეაქტიული სტარტის მექანიზმით და ფრენის მთელ ტრასის მანძილზე მომუშავე სამარშო ძრავით, რომელიც უმართავი რაკეტის სქემაში მყარი სარაკეტო საწვავის ახალ სახეობას იყენებს. ახალი საწვავის განსხვავებული თავისებურებაა მასში სარაკეტო ძრავას საწვავის და აქტიური ნაწილაკების გენერატორის ფუნქციების შერწყმა. რაკეტის ჩვეულებრივ სქემასთან შედარებით, სადაც ძრავას საწვავის მუხტების და აეროზოლის გენერატორის ფუნქციები გაყოფილია, შემოთავაზებული სქემა ითვალისწინებს რაკეტის იგივე, ან გაზრდილი, მოქმედების მანძილზე, რაკეტის სასტარტო მასის რამდენჯერმე შემცირებას და ჩათესვის ტრასის მანძილის ერთეულზე კრისტალიზაციის აქტიური ცენტრების მასის გაზრდას.

შესავალი

ევროპის, აზიის, აფრიკის, ჩრდილო და სამხრეთ ამერიკის ბევრ რეგიონში სეტყვა და გვალვა ყოველ წელს 3-დან 20% -დე სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციას ანადგურებს. ისინი აგრეთვე დიდ ზიანს აყენებენ ფლორას, ფაუნას და სამეურნეო ობიექტებს. ბევრ ქვეყანაში აღინიშნება გვალვისგან მოსავლის სერიოზული დანაკარგები (ზოგ წლებში 50%-დე). კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში ამინდის არასახარბიელო მოვლენებისგან დაცვის მეცნიერულად დასაბუთებული მეთოდების დამუშავება დაახლოებით 40 წლის წინ დაიწყო. ამჟამად მსოფლიოს ათობით ქვეყანაში ნალექების ხელოვნური გაზრდის, ღრუბლების გაბნევის (გაფანტვის) და სეტყვისგან დაცვის მსხვილმასშტაბიანი სამეცნიერო და საწარმოო პროექტები ხორციელდება. ამინდის მოდიფიცირების ტექნოლოგიები ღრუბლებში მიმდინარე მიკროფიზიკური და დინამიური პროცესების ბუნებრივი სვლის შეცვლის მიზნით ღრუბლების მაკრისტალიზებელი ან ჰიგროსკოპიური რეაგენტებით ჩათესვაზეა დაფუძნებული. ყველაზე დიდი განვითარება სეტყვისგან დაცვის მეთოდებმა მიიღო. სეტყვისგან დაცვის მეთოდების უმეტესობა დაფუძნებულია ღრუბლების სარაკეტო, საარტილერიო, საავიაციო ან სახმელეთო ყინულწარმოქმნელი ნაწილაკების გენერატორების საშუალებით მაკრისტალიზებელი რეაგენტებით (AgI) ჩათესვაზე. მიწისპირა გენერატორების მეთოდი სეტყვისგან დანაკარგებს 41-44%-ით ამცირებს, ამერიკული საავიაციო ტექნოლოგია კი – 44-49%-ით. რუსეთის სარაკეტო ტექნოლოგიამ 1981-2000 წლებში სეტყვისგან მიყენებული ზარალის 86±90%-ით შემცირება უზრუნველყო. სეტყვისგან დაცვის სარაკეტო მეთოდის უმაღლესი ეფექტურობა პირველ რიგში იმით არის განპირობებული, რომ სწორედ სარაკეტო მეთოდი უზრუნველყოფს მომავალი სეტყვის წარმოქმნის უბნის ყველაზე ოპერატიულ, ზუსტ და თანაბარ ჩათესვას. სარაკეტო მეთოდის ნაკლოვან მხარედ სეტყვისგან დაცვის შედარებით მაღალი თვითღირებულება უნდა მივიჩნიოთ, რაც რაკეტების მაღალ ღირებულებასთან არის დაკავშირებული. სეტყვისგან დაცვის ღირებულების რადიკალურად შემცირე-

ბისტვის იყო შექმნილი და 2014 წელს წარმატებით გაიარა უწყებათშორისო გამოცდები „Ac“-ის ტიპის ახალი ტიპის რაკეტამ.

მოთხოვნები ახალი თაობის რაკეტებისადმი

„ღრუბლებში სროლის“ ამოცანის მოჩვენებითი სიმარტივის მიუხედავად, რაკეტას წაყენებული აქვს ძნელად განსახორციელებელი და წინააღმდეგობრივი მოთხოვნების კომპლექსი. უპირველეს ყოვლისა რაკეტამ უნდა უზრუნველყოს ღრუბლის მაკრისტალიზებული რეაგენტით ტრასული ჩათესვა აქტიური ზემოქმედების უბანზე ტრაექტორიის სიმაღლის მცირე ვარდნის პირობებში, რაც ღრუბლის გარემოს ტემპერატურის მხოლოდ ვიწრო დიაპაზონში ხორციელდება და უდიდეს ეფექტთან არის დაკავშირებული. ზემოქმედებისთვის საუკეთესო სიმაღლე (იზოთერმა -6°C) რეგიონზე, წლის დროზე და სხვა ფაქტორებზეა დამოკიდებული და ზღვის დონიდან 3-6 კმ სიმაღლეზე არის განთავსებული. რაკეტის ტრაექტორიის ჰორიზონტალურთან ახლო უბანზე გადასვლა უნდა ხდებოდეს სტარტის წერტილთან რაც შეიძლება ახლოს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ზემოქმედების პუნქტის თავზე ჩნდება ზემოქმედებისთვის მიუწვდომელი ვრცელი ზონა, რომლის გადაფარვაც მეზობელი პუნქტიდან ხდება. ბუნებრივია ტრაექტორიის ჰორიზონტალური მონაკვეთის სიგრძის გაზრდის სურვილი, ვინაიდან რაკეტის მოქმედების რადიუსი აქტიური ზემოქმედების იმ პუნქტების ქსელის სიხშირეზეა დამოკიდებული, სადაც რაკეტების გასაშვები დანადგარებია განლაგებული. რაკეტების გაშვება ნებისმიერი ამინდის პირობებშია აუცილებელი, რაც მიწისპირა ქარის სიჩქარის და მიმართულების მიმართ რაკეტის ტრაექტორიებს დაბალ მგრძნობელობას გარკვეულ მოთხოვნებს უყენებს.

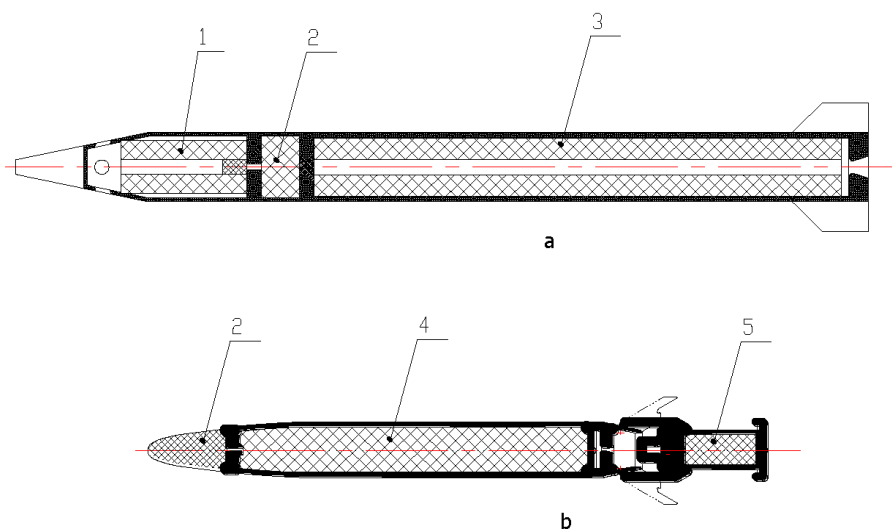
ექსპლუატაციის უსაფრთხოების პირობებიდან გამომდინარე, დაუშვებელია ნამუშევარი კონსტრუქციის მიწაზე ვარდნა. და ბოლოს, საკმაოდ ხისტმა შეზღუდვებმა ფასების მხრიდან, საშუალება მოგვცა ამოცანა გადაგვეჭრა მხოლოდ უმართავი რაკეტების კლასში, რომლებსაც მცირე მასა აქვთ, მაღალტექნოლოგიურები არიან და იაფი, ხელმისაწვდომი მასალისგან არიან დამზადებული. რასაკვირველია, ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედებისთვის განკუთვნილი რაკეტების ეფექტურობის ერთერთი უმთავრესი მაჩვენებელია აქტიური კრისტალების გამოსავალი. მძლავრ კონვექტიურ ღრუბლებში აეროზოლების გავრცელების ციფრულმა მოდელირებამ საშუალება მოგვცა უფრო მკაფიოდ მოგვეხდინა აეროზოლის გენერატორებთან მოთხოვნების წაყენების ფორმულირება. ნაჩვენებია, რომ სეტყვის თავიდან აცილების ეფექტურობის რადიკალური ზრდისათვის აუცილებელია, რომ აქტიური მაკრისტალიზებული ნაწილაკების საწყისი კონცენტრაცია 10^{10} - 10^{11} მ $^{-3}$ რიგისა იყოს. ასეთი კონცენტრაციის დროს, ჩათესვიდან პირველი 3-4 წუთის განმავლობაში ხდება ღრუბლის გარემოს ყველა მიკროფიზიკური პარამეტრის ტრანსფორმირება, ყინულის კრისტალების ფორმირება და კონდენსაციური მატება იმ ზომამდე, სადაც იწყება მათი კოაგულაციური ზრდა, ყინულოვანების მომატება ღრუბლის წვეთოვანი წყლიანობის გაღარიბების ხარჯზე.

ახალი თაობის რაკეტის სქემა

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების მახასიათებლები მათი კონსტრუქციული სქემებით არის განპირობებული. რაკეტების უმეტესობას საკმაოდ ახლო მყოფი კონსტრუქციული სქემები აქვს. ყველა მათგანი შეიცავს სასტარტო ძრავას, აეროზოლების გენერატორს აქტიური ბოლის პიროტექნიკური კოჭას სახით, უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემას, ნამუშევარი კონსტრუქციის პარაშუტირების ან აფეთქებით დაქუცმაცების გზით უტილიზირებას. ყველა ეს რაკეტა გამშვები დანადგარიდან ძრავას

წვეის ხარჯზე გამოდის. რასაკვირველია, რაკეტები არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან კონსტრუქციით, სისტემების მუშაობის ციკლოგრამებით და ურთიერთქმედების ორგანიზებით, მაგრამ სქემურ გადაწყვეტებში, რომლებიც კრისტალიზაციის აქტიური ცენტრების გამოსავალს ან ტრაექტორიულ მახასიათებლებს განსაზღვრავენ, ისინი მსგავსებია.

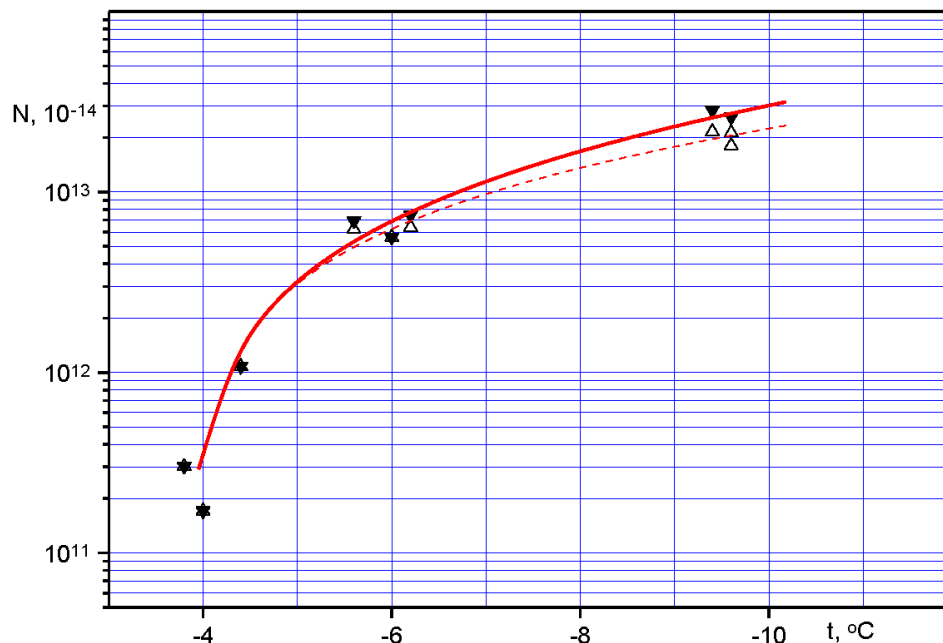
ავტორებმა ნაშრომში [66] წარმოადგინეს პრინციპულად ახალი სქემა – რაკეტა აქტიურ-რეაქტიული სტარტით და სამარშო ძრავათი, რომელიც ფრენის მთელს ტრაექტორიაზე მუშაობს და მყარი სარაკეტო საწვავის ახალ სახეობას გამოიყენებს. ახალი საწვავის განსხვავებული თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ მასში სარაკეტო ძრავას საწვავის და აქტიური ნაწილაკების გენერატორის ფუნქციები შერწყმულია. განვხილეთ სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების ტრადიციული და ახალი სქემების შედარებითი ანალიზი. დავიწყეთ ყველაზე მნიშვნელოვანი მახასიათებლიდან – კრისტალიზაციის აქტიური ცენტრების გამოსავლიდან. ამჟამად საღრუბლო ტენის კრისტალიზაციის ცენტრების როლში ეფექტური ნივთიერებების არჩევანი არცთუ დიდია. ეკოლოგიურ თვალსაზრისიდან გამომდინარე არჩეულია და მთელს მსოფლიოში გამოიყენება ვერცხლის იოდინი. სათანადო დანამატებით ეს ნივთიერება შეყავთ პიროტექნიკურ შემადგენლობაში ან მყარ საწვავში. საწვავის წვის დროს AgI-ის აქროლება ხდება და ის საღრუბლო გარემოში ძირითადად აიროვან მდგომარეობაში შეყავთ წვის პროდუქტების შემადგენლობაში. ცხელი ჭავლის და ცივი საღრუბლო გარემოს შერევისას ხდება AgI-ს ორთქლის გაციება და კონცენტრაციის შემცირება, მათი შემდგომი კონდენსაციით და აეროზოლის წარმოქმნით. ფიზიკურად ეს არის ძლიერ გადაჯერებული ორთქლის კონდენსაციის პროცესი. წარმოქმნილი კრისტალების აქტივობა, რაშიც იგულისხმება ნაწილაკების უნარი მოცემულ ტემპერატურაზე ითამაშოს საღრუბლო ტენის კრისტალიზაციის ცენტრების როლი, დამოკიდებულია მათ ზომებზე და ზედაპირის მდგომარეობაზე. კრისტალიზაციის ცენტრის გარშემო ყინულის კრისტალების წარმოქმნა სტოქასტური პროცესია. საღრუბლო გარემოში აქტიურები შეიძლება 0,01 მკმ ან უფრო დიდი ზომის AgI-ის ნაწილაკები იყოს. ნაწილაკების ზომის ზრდასთან ერთად ყინულის კრისტალების წარმოქმნის სიჩქარე მოცემულ ტემპერატურაზე იზრდება და აქტიურობა მჟღავნდება საღრუბლო ტენის უფრო მაღალ ტემპერატურაზე.



ნახ. 17. რაკეტის ტრადიციული (a) და ახალი (b) სქემები: 1 – აქტიური ბოლის კოჭა, 2 – უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემა, 3 – სასტარტო ძრავა, 4 – სამარშო ძრავა, 5 – სასტარტო გაზოგენერატორი

როგორც ჩანს, ღრუბელში წვის პროდუქტების ნებისმიერი ხერხით შეყვანისას აიროვანი AgI-ს უმეტესი ნაწილი ადრე თუ გვიან კონდენსირებას განიცდის აეროზოლის წარმოქმნით. მაგრამ ნაწილაკების სპექტრი არსებითად არის დამოკიდებული ტემპერატურის ცვლილების სიჩქარეზე და AgI-ს ორთქლის კონცენტრაციაზე საღრუბლო გარემოსთან წვის პროდუქტების შერევის პროცესში. წვის პროდუქტების AgI-ს ორთქლის კონცენტრაციით განზავების სიჩქარის შემცირებისას, ნაწილაკების ზომების განაწილების ცენტრი უფრო დიდი ნაწილაკებისკენ იხრება. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების ტრადიციულ სქემაში აქტიური ბოლის კოჭა მხოლოდ აეროზოლის გენერატორის როლს ასრულებს და შემადგენლობის გაცილებით უფრო ფართო ვარიაციებია დასაშვები, ვიდრე იმ შემთხვევაში, როცა აეროზოლის გენერატორის ფუნქციები ძრავას საწვავის მუხტთანაა შერწყმული ისე, როგორც ახალ სქემაში. თუ პიროტექნიკურ შემადგენლობებში AgI-ს შემცველობა 40%-ს და მეტს შეადგენს, საწვავის შემადგენლობაში ბალისტიკური, წვის, რეოლოგიური და ზოგიერთი სხვა მაჩვენებლებით შეზღუდვების გამო, შესაძლოა მხოლოდ ერთი რიგით ნაკლები AgI-ს რაოდენობის შეტანა. მაგრამ ტრადიციულ სქემაში ღრუბელში წვის პროდუქტების შეყვანა ხდება რაკეტის წინა ნაწილში განლაგებული გვერდითი ფანჯრების მეშვეობით, რაც ხელს უწყობს განივი ქავლების გადამტან ნაკადთან საკმაოდ ინტენსიურ შერევას და კონცენტრაციის სწრაფ დაწევას. ამის შედეგად ჩნდება წვრილი კრისტალების დიდი რაოდენობა, რომელთა აქტივობა მჟღავნდება საღრუბლო გარემოს გაცილებით უფრო დაბალ ტემპერატურაზე, ვიდრე ეს ღრუბლებზე ზემოქმედებისას არის საჭირო. წვრილ ნაწილაკებზე ყინულის კრისტალების ზრდა დროში იწელება. რაკეტა „Кристалл“-ში საღრუბლო გარემოსთან წვის პროდუქტების შერევის პროცესი ორგანიზებულია მონობლოკური აქტიური ბოლის კოჭას ნაცვლად 26-28 ჩამოსაგდები პიროელემენტის გამოყენების გზით. მაგრამ ამ სქემამ სიძვირის გამო ვერ მოიპოვა ფართო გამოყენება. ახალ სქემაში საწვავის წვის პროდუქტები გამოედინება ლავალის საქშენით. ძრავას ზებგერითი ქავლის მომყოლ თანმდევ ნაკადთან შერევის ტემპი გაცილებით უფრო დაბალია და იქმნება უფრო მსხვილი აეროზოლური ნაწილაკების ზრდის პირობები. გარდა ამისა, პირობები აეროზოლების ჩანასახების შექმნისათვის უკვე ძრავას საქშენში ჩნდება, სადაც წვის პროდუქტების ტემპერატურა გაფართოების პროცესში იკლებს და AgI -ის ორთქლი გადაჯერებული ხდება. მაგრამ ქავლის შემდგომი დამუხრუჭებისას და საწვავის წვის შედეგად ჰაერში გამოსაყოფი პროდუქტების ბოლომდე დაწვისას AgI -ის ორთქლის ტემპერატურა ისევ იზრდება და ნაწილაკების ჩანასახები შეიძლება ისევ დაიშალოს. ახალი სქემით, ძრავას აეროზოლის გენერატორთან შერწყმით არის შესრულებული სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Ас“. კრისტალიზაციის აქტიური ცენტრების გამოსავლის შემონახვამ აჩვენა ახალი სქემის უპირატესობა. აქტიური ნაწილაკების გამოსავლის შეფასება ხდება შემადგენლობიდან, და არა შემადგენლობაში აქტიური ნივთიერების 1 გრამიდან. მიუხედავად იმისა, რომ საწვავის შემადგენლობაში AgI ნაკლებია საუკეთესი პიროტექნიკურ შემადგენლობებთან შედარებით, ნაწილაკების გამოსავალი ახალი საწვავის 1 გრამიდან რაკეტის ახალ სქემაში სეტყვისგან დაცვის ამოცანებისთვის ტემპერატურების საინტერესო დიაპაზონში აღმოჩნდა გაცილებით მეტი. 2% AgI შემცველი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Ас“-ის საწვავიდან აქტიური ნაწილაკების გამოსვლა ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით საუკეთესოა სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებით მიღებულ შედეგებს შორის და -4°C -ზე 10^{11} ნაწილაკს, ხოლო -8°C 10^{13} -ზე მეტს შეადგენს. მნიშვნელოვანია ავღნიშნოთ, რომ ნაწილაკების მაღალ გამოსავალთან ერთად, აეროზოლს საკმაოდ მაღალი ყინულის ნაწილაკების წარმოქმნის კინეტიკა გააჩნია (პრაქტიკულად ყველა აქტიურმა ნაწილაკმა აქტივობა გამოიჩინა საღრუბლო

გარემოში შეყვანის შემდეგ ორ წუთში, ხოლო კრისტალიზაციის ტემპერატურული ზღურბლი დაახლოებით -4°C -ია (კრისტალიზაციის ტემპერატურულ ზღურბლში ისეთ მაქსიმალურად მაღალ ტემპერატურას გულისხმობენ, რომლის დროსაც საღრუბლო ტენის კრისტალიზაციის პროცესი შესამჩნევი სიჩქარით მიმდინარეობს). მოსალოდნელია, რომ აქტიური კრისტალების საკმარისად დიდი გამოსავალი დაახლოებით -4°C ტემპერატურისას ნალექების ხელოვნური გაზრდის და ღრუბლიანობის გაბნევის მიზნებისთვის აქტიური ზემოქმედების ჩატარების საშუალებას მოგვცემს.



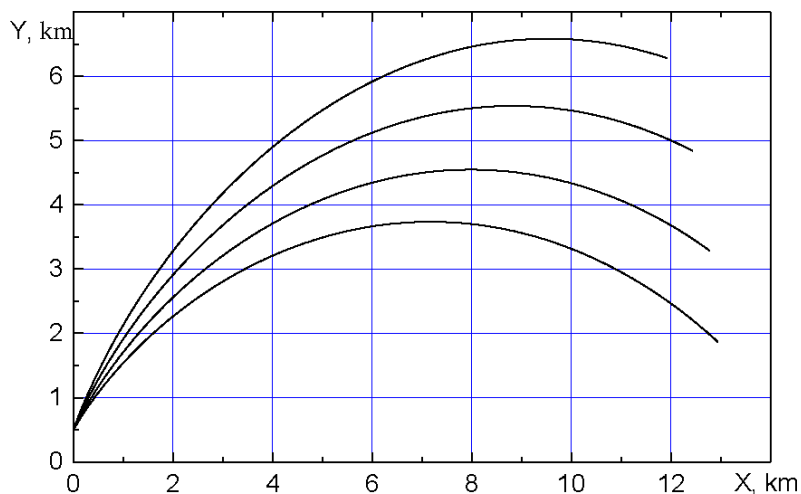
ნახ. 18. რაკეტა „Ac“ -ის 1 გრამ საწვავიდან კრისტალიზების აქტიური ცენტრების გამოსავლის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე: მუქი აღნიშვნები და უწყვეტი ხაზი – ზოგადი გამოსავალი, ღია ფერის აღნიშვნები და პუნქტირის ხაზი – საღრუბლო გარემოში შეყვანიდან ორი წუთის შემდეგ

ნაწილაკების აქტივობის წარმოქმნის მაღალ კინეტიკას პრინციპული მნიშვნელობა აქვს მაკრისტალიზებული ნაწილაკების საწყისი კონცენტრაციის ამალგებისთვის. საქმე იმაშია, რომ მძლავრ კონვექციურ ღრუბლებისთვის დამახასიათებელია საკმაოდ მაღალი ტურბულენტობა და მასთან დაკავშირებული გადატანის პროცესების ინტენსივობა. ტურბულენტური დიფუზიის კოეფიციენტი $300 \text{ მ}^2/\text{წმ}$ აღწევს. თუ ნაწილაკების აქტივობა 2 წუთზე მეტი ხნის შემდეგ მჟღავნდება, მაშინ შეუძლებელია აქტიური მაკრისტალიზებული ნაწილაკების 10^{10} - 10^{11} მ^{-3} საწყისი კონცენტრაციის უზრუნველყოფა ზოგადად მაღალი გამოსავლის დროსაც. ხოლო მაღალი საწყისი კონცენტრაცია საჭიროა ყინულის კრისტალების სწრაფი კოაგულაციური ზრდის მექანიზმის „გასაშვებად“ (60-80 მკმ ზომის მიღწევის შემდეგ), რაც ხელს უწყობს ყინულწარმოქმნის ინტენსივობის გაზრდას ღრუბლის წვეთოვანი წყლიანობის გაღარიბების სარგზე.

მოვასხდინოთ ტრადიციულ და ახალ სქემებში რაკეტების ტრაექტორული და გაბარიტ-მასური მახასიათებლების შედარება. თვალნათლივ ჩანს, რომ იმ რაკეტის მასა და გაბარიტები, რომელშიც აეროზოლის გენერატორის და ძრავას მუხტის ფუნქციები შეთავსებულია, იქნება ნაკლები უკვე იმ მიზეზით, რომ სასარგებლო

ტვირთი თვით ძრავას საწვავია. თუმცა მასაში უფრო შესამჩნევი მოგება ძრავას წვეის უფრო რაციონალური დიაგრამის ხარჯზე მიიღწევა. ტრადიციულ სქემაში ძრავა მხოლოდ მოკლე დროს მუშაობს სასტარტო უბანზე, ანვითარებს დიდ წევას და რაკეტას დიდი სიჩქარით გააქანებს. შემდგომ რაკეტა ინერციით მიფრინავს და სწრაფად კარგავს სიჩქარეს აეროდინამიკური წინააღმდეგობის მოქმედების გამო. რაკეტა „ალაზანში“ ეს მდგომარეობა ნაწილობრივ გამოსწორებულია ძრავას ორმაგი ჩართვით, პაუზით ჩართვებს შორის, მაგრამ ამ შემთხვევაშიც რაკეტის სიჩქარე მკვეთრად იცვლება მთელ ტრაექტორიაზე. ახალი სქემით ძრავა მთელ ტრაექტორიაზე დაახლოებით მუდმივი წვეის რეჟიმში მუშაობს. ამასთან, უსაფრთხოების სისტემის ამოქმედებას ძრავას მუხტის წვის მომენტი განსაზღვრავს. რაკეტის სიჩქარე ტრაექტორიის უმეტეს ნაწილზე უმნიშვნელოდ იცვლება, ვინაიდან აჩქარების საწყის ეტაპზე და ტრაექტორიის ჰორიზონტალურთან ახლო უბანზე მყარდება წვეის და აეროდინამიკური წინააღმდეგობის პარიტეტი. ფრენის სიჩქარის წინააღმდეგობაზე არაწრფივი დამოკიდებულების გამო, წინააღმდეგობის ძალთა იმპულსი ფრენის მუდმივი სიჩქარისას, ფრენის თანაბარი მანძილისა და ერთნაირი წინააღმდეგობის კოეფიციენტებისას, არსებითად უფრო დაბალია, და საწვავის ნაკლებ რაოდენობას მოითხოვს. იმის გათვალისწინებით, რომ საწვავის მასის შემცირება საშუალებას გვაძლევს რაკეტის გაბარიტები დავაპატარავოთ და წინააღმდეგობა შევამციროთ, სასტარტო მასაში მოგება მოქმედების იგივე ან გაზრდილი რადიუსის დროს ხდება მრავალჯერადი. ახალი სქემით, რაკეტის მასა-გაბარიტული მახასიათებლებიდან და აქტიური ზემოქმედებისთვის ხელსაყრელ ტრაექტორიებიდან გამომდინარე, ოპტიმალურად უნდა ჩაითვალოს მოქმედების ეფექტური რადიუსი 10-12 კმ. ამასთან, რაკეტის სიჩქარე ტრაექტორიის უმეტეს ნაწილში ახლოა ბგერის სიჩქარესთან. ეს დამატებით მოთხოვნებს უყენებს რაკეტის აეროდინამიკურ კომპონირებას ტრანსბგერით უბანში ტალღური წინააღმდეგობის შემცირების ქრილში. სხვა დანიშნულების პრაქტიკულად ყველა რაკეტისათვის ტრანსბგერით სიჩქარეზე ფრენის არასახარბიელო რეჟიმი აჩქარების უბანზეა რეალიზებული და მოკლევადიანია. მოქმედების დიდი რადიუსის მისაღწევად დიდი სიჩქარეებია საჭირო, რაც რაკეტის მისაღები მასურ-გაბარიტული მახასიათებლებისას, მასის რიცხვების 0,9-დან 1,2-ის დიაპაზონში, წინააღმდეგობის სწრაფი ზრდის გამო, ძნელად უზრუნველყოფადია. მოქმედების ნაკლები რადიუსისას რაკეტა უფრო კომპაქტური გამოდის, მაგრამ სამაგიეროდ მკვეთრად მცირდება ზემოქმედების ერთი პუნქტიდან დასაცავი ტერიტორიის ფართი. ახალი სქემით შესრულებული რაკეტის ტრაექტორიები უფრო ხელსაყრელია ღრუბლის ჩათესვისთვის. ტრაექტორიის თითქმის ჰორიზონტალურ უბანს აქვს მეტი სიგრძე და ის სტარტის წერტილთან უფრო ახლოს იწყება. ეს ისევ წვეის უფრო რაციონალურ დიაგრამაზე და მასთან დაკავშირებულ ტრაექტორიის მანძილზე სიჩქარის ცვლილებაზე არის დამოკიდებული. ტრადიციულ სქემაში რაკეტა სტარტიდან სწრაფად კრეფს სიჩქარეს მაქსიმალურამდე, შემდეგ კი კარგავს მას. მოცემულ სიმაღლეზე ასვლისას რაკეტა მოძრაობს თითქმის სწორხაზოვნად, ხოლო ჩათესვის უბანზე ტრაექტორიას დიდი სიმრუდე ახასიათებს. ახალ სქემაში რეალიზებულია საწინააღმდეგო, ჩათესვისათვის უფრო ხელსაყრელი დინამიკა. სიჩქარის მდორედ მატებისას სიმაღლის აკრეფის უბანზე ტრაექტორიას დიდი სიმრუდე ახასიათებს, ხოლო ჩათესვის უბანზე გაზრდილი სიჩქარე ხელს უწყობს სიმაღლის შენარჩუნებას. რაკეტის დამრეცი ტრაექტორიები და სტარტის წერტილის თავზე მიუწვდომლობის შედარებით პატარა ზონა ახასიათებს, რაც შესაძლებლობას იძლევა ურთიერთ გადაფარვის გარეშე მოხდეს ზემოქმედების პუნქტების განლაგების დაპროექტება. ამ სქემის კიდევ ერთი უპირატესობაა აქტიურ-რეაქტიული სტარტი. სასტარტო აირგენერატორის დენთის

აირების მოქმედების ხარჯზე, რომელიც სტარტის შემდეგ გამშვებ მილში რჩება, რაკეტა უკვე სასტარტო მილში იწყებს გაქანებას 100 მ/წმ-დე სიჩქარით, ხოლო მიმმართველიდან გამოსვლისას რაკეტის სიჩქარის გაზრდა ამცირებს რაკეტის ტრაექტორიის მგრძნობელობას მიწისპირა ქარისადმი. რაკეტის ტრადიციულ სქემაში მიმმართველებიდან გამოსვლისას რაკეტა 30 მ/წმ-ზე მეტ სიჩქარეს ვერ აწვითარებს. გარდა ამისა, რაკეტის გაქანებისათვის საჭირო ძრავას წევის ენერგიასთან შედარებით, აქტიურ-რეაქტიული სტარტი საწვავის ნაკლებ რაოდენობას მოითხოვს (სტარტის დროს რაკეტის მასის არა უმეტესი 1% -ისა უკუცემის ძალების კომპენსაციის გარეშე, და არა უმეტესი 3%-სა კომპენსაციით).



ნახ. 19. რაკეტა „Ac“ -ის ნომინალური ტრაექტორიები

და ბოლოს, უფრო მსუბუქი და კომპაქტური რაკეტის პარაშუტირება ან უსაფრთხო ნაწილებად დაქუცმაცება ფრენის დასასრულს უფრო ადვილია. რაკეტის სასტარტო მასა არის ერთერთი იმ ძირითადი მაჩვენებლებიდან, რომლებიც განსაზღვრავენ არა მხოლოდ უმართავი რაკეტის, არამედ კომპლექსის ფასს მთლიანობაში. მოქმედების გადიდებული რადიუსის მქონე უფრო მსუბუქი რაკეტისთვის საჭირო იქნება უფრო ნაკლები რაოდენობის, შედარებით მარტივი და კომპაქტური გამშვები დანადგარი. შეიქმნა სეტყვის საწინააღმდეგო 12 კმ მოქმედების ეფექტური რადიუსის მქონე რაკეტა „Ac“, რომლის სასტარტო მასა 1,42 კილოგრამია. თავისი მახასიათებლების ერთობლიობით რაკეტას ანალოგი არ გააჩნია. „НИИПМ“-ში შექმნილია უნიკალური მყარი სარაკეტო საწვავი, რომელიც უზრუნველყოფს რაკეტის შემადგენლობაში $5 \cdot 10^{12} \text{ გ}^{-1}$ -ზე მეტ კრისტალიზაციის აქტიური ცენტრების გამოსავალს -6°C ტემპერატურაზე.

სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანება „Ирвис“-მა „НИИПМ“-თან თანამშრომლობით ყაზანში დაიწყო რაკეტის სერიული წარმოება. რაკეტის გასაშვებად დამუშავებულია და სერიულად იწარმოება ავტომატიზირებული გამშვები დანადგარი „Элия“ 36 გამშვები მილით. რაკეტა გამშვებ მილში დაცულია დამცავი ხუფით, რომელიც გაშვებისას ვარდება, რაც ანალოგებისგან განსხვავებით საშუალებას იძლევა საჭიროებისათვის გამზადებული რაკეტები მთელი სეზონის განმავლობაში დანადგარში იყოს და მძლავრ პროცესებზე ზემოქმედება ერთი კომპლექტით განხორციელდეს.

შედეგები

ამგვარად, შექმნილია რაკეტა „Ac“, რომელიც ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედებისათვის თანამედროვე მოთხოვნებს ყველაზე კარგად აკმაყოფილებს. იგი აქტიურ-რეაქტიული სტარტით და სამარშო ძრავით უმართავი რაკეტის სქემით არის აწყობილი. ძრავა ფრენის მთელს ტრაექტორიაზე მუშაობს და მყარი სარაკეტო საწვავის ახალ სახეობას იყენებს. ძრავა უზრუნველყოფს საჭირო წევის მახასიათებლებს აქტიური ნაწილაკების გენერატორის ფუნქციებთან ერთად. საწვავის მუხტების და აეროზოლის გენერატორის გაყოფილი ძრავა, ჩვეულებრივ სქემასთან შედარებით, საშუალებას იძლევა რაკეტების მოქმედების ტოლი ან მეტი მანძილისას რამდენჯერმე შემცირდეს რაკეტის სასტარტო მასა და ჩათესვის ტრასის სიგრძის ერთეულზე კრისტალიზაციის აქტიური ცენტრების გამოსავალი არსებითად გაიზარდოს. ახალი სარაკეტო კომპლექსების ღირებულების რადიკალურმა შემცირებამ საშუალება უნდა მოგვცეს გამოვიყენოთ იგი არა მარტო სეტყვასთან საბრძოლველად, არამედ ბუნების სხვა არასახარბიელო მოვლენებისგან (თქეში წვიმები, გვალვა, ნისლი, თოვლი) დასაცავად.

ცხრილი 6.

სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის „Ac“-ის ტექნიკური მახასიათებლები

მახასიათებლის დასახელება	მნიშვნელობა
კალიბრი, მმ	57 ^{-0,2}
ნაწარმის სიგრძე გაზის გენერატორთან ერთად, მმ	707
სიგრძე ფრენის დროს, მმ	520
ნაწარმის მასა გაზის გენერატორთან ერთად, კგ	1,80
საფრენი მასა, კგ	1,41
ყინულწარმომქმნელი საწვავი-რეაგენტის მასა, კგ	0,83
გაზის გენერატორის მუშაობის დრო, წმ	0,03 ± 0,01
AgI -ის რაოდენობა ერთ ნაწარმში, გ	16,6
ერთ ნაწარმიდან აქტიური ყინულწარმომქმნელი ბირთვების გამოსავალი არა ნაკლებ	
- მინუს 10°C ტემპერატურაზე	1,6·10 ¹⁶
- მინუს 6°C ტემპერატურაზე	4,7·10 ¹⁵
გამშვები დანადგარის მიმმართველიდან გასვლის სიჩქარე, მ/წმ	85 ± 5
ღრუბლების ჩათესვის ეფექტური რადიუსი ზღვის დონიდან გაშვების და ჩათესვის სიმაღლეებისგან დამოკიდებულებით კმ	10,7 ± 0,6
საჭირო ფენაში ჩათესვის მანძილის სიგრძე, კმ	9,0 ± 0,5
ტრაექტორიის მაქსიმალური სიმაღლე, კმ	10,8
მაქსიმალური ჰორიზონტალური სიშორე, კმ	16,7
დრო გაშვებიდან თვითლიკვიდაციამდე, წმ	47 ± 4
ტრაექტორიის ბოლო წერტილის გადახრა სიმაღლით და აზიმუტით	1/50
ნამუშევარი რაკეტის კორპუსის თვითლიკვიდაციის სისტემა	დენთის გარეშე
გარანტირებული ძაბვა გაშვებისთვის, ვ	24,0 ± 2,4
გასაშვები იმპულსის ხანგრძლივობა, წმ	1,0 ± 0,1
გასაშვები დენის ძაბვა, ა	≥ 3
დრო გაშვების იმპულსის მიწოდების მომენტიდან ნაწარმის მილიდან გასვლამდე, წმ	≤ 0,8

უსაფრთხო ძაბვა 30 წუთის განმავლობაში, ვ	6
იზოლაციის წინაღობა გავარვარების ბოგირსა და კორპუსს შორის, მომი, არა ნაკლებ	20
ვარვარების ბოგირის წრედის წინაღობა, ომი: - ნაწარმის გაშვებამდე - ნაწარმის გაშვების შემდეგ	≤ 3 ≥ 1000

ცხრილი 7.

სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის „Ac“-ის ძირითადი საექსპლუატაციო მახასიათებლები

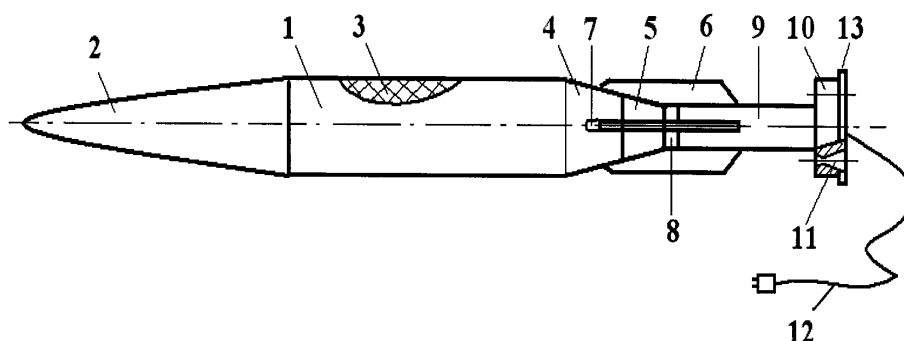
მახასიათებლის დასახელება	პარამეტრის მნიშვნელობა
გაშვების სიმაღლე ზღვის დონიდან, მ	2000-მდე
მიწისპირა ქარის დასაშვები სიჩქარე გაშვებისას, მ/წმ	≤ 30
ნაწარმის შეუფერხებელი მუშაობის ალბათობა ექსპლუატაციის მთელ პერიოდისათვის 0,9 სანდოობის ალბათობით	0,9995
მოსახლეობისთვის ნაწარმის უსაფრთხო გამოყენების ალბათობა 0,9 სანდოობის ალბათობით	0,999999
ნაწარმი „Ac“-ის გამოყენების კლიმატური პირობები: - ჰაერის ტემპერატურა, 10 საათიანი მზის რადიაციის ზემოქმედების ჩათვლით, °C - ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა 25 °C ტემპერატურის დროს - წვიმის ინტენსივობა, მმ/სთ	5-დან 50-დე 98%-დე 150-დე
დანადგარში წვიმის ან მზის ქვეშ გადაფარების გარეშე უწყვეტი ყოფნის დრო, დღე-ღამე	ძო 180
ვადა ნაწარმის გამოყენებამდე ტექნიკური კონტროლის მიერ მიღებიდან, წელი	5
საგარანტიო ვადა შეფუთვიდან ამოღების შემდეგ, წელი	2
მწარმოებლის შეფუთვაში ტრანსპორტირების მანძილი, კმ: - გასათბობ თერმოკაბინებში რკინიგზის, წყლის და საჰაერო ტრანსპორტით - ავტოტრანსპორტით ბეტონის გზებზე - ავტოტრანსპორტით გრუნტის გზებზე და უგზოობაზე	მანძილის შეუზღუდავად 1000 -დე 300 -დე
დასაშვები დატენვის ჯერადობა	10-მდე
ადრე გაშვებული რაკეტის ჭავლის ზემოქმედება	არა
ვარდნის უსაფრთხო სიმაღლე შეფუთვით ან მის გარეშე ნებისმიერ გრუნტზე	3-დე
შენახვისას შტაბელის სიმაღლე, მ	1,5-მდე

სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „Ac“-ის მოწყობილობა

რაკეტების ახალი თაობა გამოირჩევა იმით, რომ მათ არ გააჩნიათ ცალკე ქობინი, რომელშიც განთავსებულია რეაგენტი და ასაფეთქებელი. ისინი ძირითადად ორ რეჟიმიანებია – არის სასტარტო ძრავი, რომელსაც აყავს რაკეტა გარკვეულ სიმაღლეზე და სამარშო, რომელშიც შეთავსებულია რაკეტული ძრავის და აქტიური კრისტალების გენერატორის ფუნქციები, იგი მუშაობს ფრენის მთელ აქტიურ ტრაექტორიაზე. ამ რაკეტებში გამოყენებულია მყარი სარაკეტო საწვავის ახალი ნაირსახეობა –

ყინულწარმომქმნელი მყარი საწვავი, რომელიც უზრუნველყოფს რაკეტის გადაადგილებას. ჩვეულებრივ სქემასთან შედარებით, ამ რაკეტებში, მოქმედების ერთი და იგივე ან მეტ მანძილზე, მოხერხდა წონის რამდენჯერმე შემცირება და ჩათესვის ტრასის სიგრძის ერთეულზე კრისტალიზაციის აქტიური ცენტრების რაოდენობის გაზრდა [91]

რაკეტის მაღალი ეფექტურობა მიიღწევა, აგრეთვე, ფრენის ოპტიმალური ტრაექტორიით. სამარშო ძრავის მუშაობის დიდი დროის გამო (რამდენიმე ათეული წამი) და შედარებით მცირე რეაქტიული ძალის ხარჯზე მიღწეულია დამრეცი ტრაექტორია. რაკეტა სეტყვის ღრუბელში გაივლის მანძილს საჭირო, ოპტიმალურ სიმაღლეზე, რითაც მიიღწევა ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების მუდმივი ატყორცნა საჭირო ზონაში [93].



ნახ. 20. მცირეგაბარიტის სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტა „ას“:

1 – რაკეტის კორპუსი; 2 – წინა გარსმდენი; 3 – სამარშო ძრავა ყინულწარმომქმნელი მყარი საწვავით; 4 – უკანა გარსმდენი; 5 – საქშენის ბლოკი; 6 – დასაკეცი სტაბილიზატორის ფრთა; 7 – ფრთების შარნირული სამაქგრი; 8 – ცანგური ჩამკეტი; 9 – აირგენერატორული სასტარტო ამაჩქარებელი; 10 – მაცენტრირებელი; 11 – აირგამომყვანი არხები; 12 – სადენები დანადგართან შესაერთებლად; 13 – სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის უკანა საყრდენი.

სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „Ac“ შედგება სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტისგან, დასაკეცი ფრთებისგან, სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტასთან ცანგური ჩამკეტით შეერთებული გაზის გენერატორისგან, დანადგარის გამშვებ წრედთან მისაერთებელი მავთულებისა და გამშვები მილისათვის დამცავი ხუფისგან.

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტას აქვს პლასტიკის კორპუსი, რომელშიც მოთავსებულია სამარშო ძრავა ყინულწარმომქმნელი მყარი საწვავით, რომელიც უზრუნველყოფს რეაქტიულ წევას და ფრენის მთელს ტრაექტორიაზე თვითლიკვიდაციის წერტილამდე მაკრისტალიზებული ნაწილაკებით ღრუბლის ჩათესვას.



ნახ. 21. სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „Ac“-ის შემადგენლობა

1 – სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა; 2 – გაზოგენერატორი; 3 – ცანგური ჩამკეტი; 4 – დანადგარის გამშვებ წრედთან მისაერთებელი მავთულები

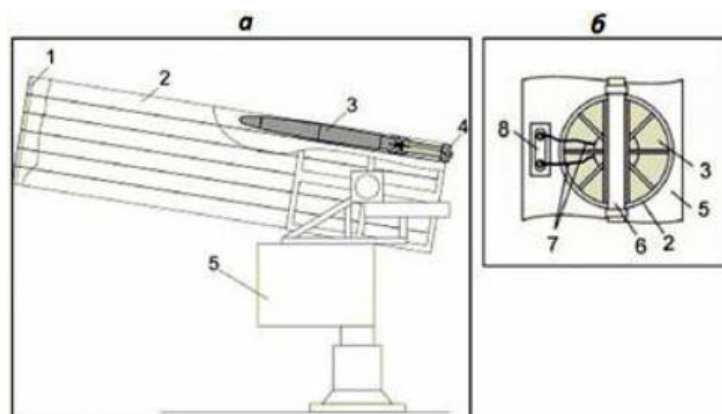
გაზოგენერატორი განკუთვნილია გასაშვებ მილიდან სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის მომატებული სიჩქარით გამოფრენის უზრუნველსაყოფად ფრენის სიზუსტეზე მინისპირა ქარის გავლენის შესამცირებლად. გაზოგენერატორის კორპუსი რაკეტის გაშვების შემდეგ დანადგარში რჩება.

ცანგური ჩამკეტი (25 კილოგრამამდე განცალკევების ძალისხმევით) განკუთვნილია სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის გაზოგენერატორთან გადასაბმელად ამოქმედების მომენტამდე.

დანადგარის ზამბარისებრი შემაერთებლებით მისაერთებელი მავთულები განკუთვნილია სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის დანადგარის მიმმართველის გამშვებ წრედში ჩასართავად, რომელზეც რაკეტის გაშვების იმპულსი მიეწოდება.

სტაბილიზატორების ბლოკი შედგება ოთხი კუდის, გარსმდენის, განივ კილოებში შარნირულად ჩამაგრებული ფირფიტოვანი სტაბილიზატორისგან და სტაბილიზატორების გახსნის მექანიზმისგან, რომელიც მილისისგან და შეკუმშვის ზამბარისგან შედგება. სტაბილიზატორები კუთხით არიან დაყენებული შემხვედრი ჰაერის ნაკადისკენ და სწრაფად აბრუნებენ რაკეტას ფრენის მდგრადობის გასაზრდელად.

ელასტიური დამცავი ხუფი, რომელიც ყოველ სეტყვის საწინააღმდეგო „Ac“ ტიპის რაკეტას მოყვება, განკუთვნილია თხელკედლიანი ალუმინის გამშვები მილის ნალექების, მტვრის და სხვა უცხო საგნებისგან დასაცავად. ხუფს გამშვები მილის ბოლოში დატენვისას აყენებენ.



ნახ. 22. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Ac“ – განლაგება დანადგარის მიმმართველ მილში

a – გვერდხედი: გამშვები დანადგარი „Элия-2“ სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმის „Ac“ განლაგებით მიმმართველში; **б** – ხედი მიმმართველის უკანა მხრიდან; სადაც: 1 – დამცავი ხუფი; 2 – დანადგარის მიმმართველი; 3 – სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი; 4 – სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის უკანა საყრდენი; 5 – გამშვები დანადგარი; 6 – დამჭერი შტანგა; 7 – სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის დანადგართან მისაერთებელი მავთულები; 8 – დანადგარის გამშვები მილის ელექტრული ჩასართავი

სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმი „Ac“-ის მოქმედების პრინციპი

მიმმართველის გასართავზე იმპულსის მიწოდებისას ხდება ძრავას გაშვების ინიცირება, რომლის ცხელი გაზების საშუალებით მუშაობას იწყებს გაზოგენერატორი. ეს უკანასკნელი ზრდის წნევას მიმმართველში, ცანგური ჩამკეტის გახსნა განცალკევებს სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტას გაზოგენერატორისაგან და საწყის აჩქარებას

ანიჭებს ჩართულ ძრავიან სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტას. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის მიმმართველში გადაადგილებისას მის წინ იქმნება ჭარბი წნევის არე, რომელიც გამშვები მილის ბოლოდან დამცავ ხუფს აგდებს. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის მიმმართველიდან გამოსვლის შემდეგ სტაბილიზატორები იხსნება და ღია მდგომარეობაში ფიქსირდება. გაზოგენერატორის მოქმედების გამო სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა მილიდან 85 ± 5) მ/წმ სიჩქარით გამოდის, ამასთან, უკუცემა გამშვებ უწყვეტად მომუშავე ძრავას რეაქტიული წევის ხარჯზე.

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის ყინულწარმომქმნელი მყარი საწვავიანი უწყვეტად მომუშავე ძრავა აქტიური ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების გენერატორია და ამიტომ, ფრენის მთელს ტრაექტორიაზე, თვითლიკვიდაციის წერტილამდე, მაკრისტალიზებული ნაწილაკებით ღრუბლის წრფივ-ტრასულ ჩათესვას ახდენს.

ძრავას მუშაობის დამთავრების შემდეგ უზრუნველყოფილია სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის კორპუსის დაქუცმაცება (თვითლიკვიდაცია) უსაფრთხო ფრაგმენტებად, ასაფეთქებელი ნივთიერებების გამოყენების გარეშე. ნამუშევარი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Ac“-ის კორპუსის სრული წონა 350 გრამია, ხოლო ცალკეული ფრაგმენტის წონა შეიძლება 130 გრამამდე იყოს. ეს ფრაგმენტი – სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის კორპუსის წინა ნაწილი – ვარდება ქაოტურად დაახლოებით 23 მ/წმ სიჩქარით და მაქსიმუმ 50 ჯოული კინეტიკური ენერგიით, რაც მსხვილი სეტყვის მარცვლის ენერგიას შეედრება (ანალოგების უმეტესობაში ფრაგმენტების დასაშვები კინეტიკური ენერგია 150 ჯოული და მეტია) [67, 68].



ნახ. 23. დაქუცმაცების შემდეგ სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Ac“-ის კორპუსის ფრაგმენტები

თავი 6.

ზოგი რამ „ალაზანის“ შესახებ

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების მთავარი დამმუშავებელი და მწარმოებელი მსოფლიოში ამჟამად რუსეთის ფედერაციაა. აქ დამუშავდა და შეიქმნა რამდენიმე ტიპის როგორც კლასიკური კონსტრუქციის, ასევე პერსპექტიული სისტემის, ე.წ. ყშმს – ყინულწარმომქმნელი მყარი საწვავის გამოყენებით. რუსეთში ძირითადი და ამჟამად ერთადერთი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების სერიული მწარმოებელი დარჩა ჩებოქსარის ჩაპაევის სახელობის სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანება, რომლის საწარმოო სიმძლავრეები გაანგარიშებულია წელიწადში 100000 (ზოგი მონაცემებით 120000) რაკეტის გამოშვებაზე. ამჟამად წარმოებაში ძირითადი ტიპია „ალაზანის“ ოჯახის კარგად ცნობილი „ალაზანი-6“ [109, 110].



ნახ. 24. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „ალაზანი-6“

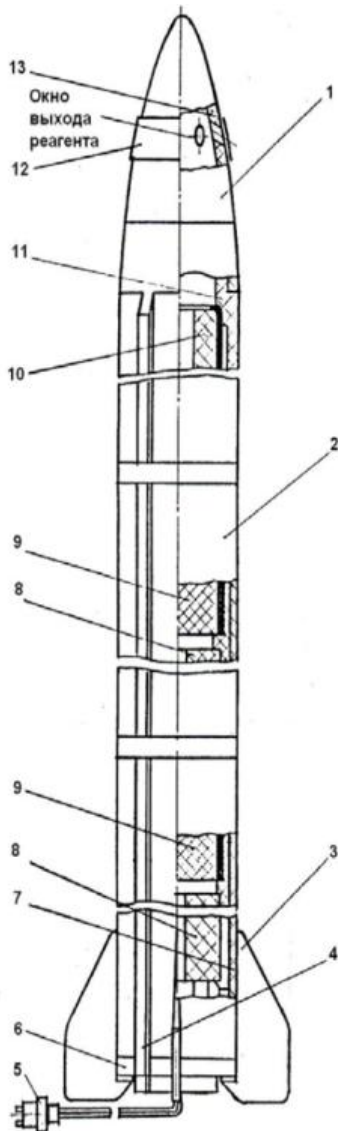
„Алазань-6“ (ნახ. 24) განკუთვნილია ზემოქმედების პუნქტიდან 3...4 -დან 9...10 კმ-დე დაშორებაზე მყოფ სეტყვასაშიშ ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედებისათვის. რაკეტების წარმოებისათვის გამოიყენება მხოლოდ ეკოლოგიურად სუფთა კომპონენტები. რაკეტების გაშვება ხდება გამშვები დანადგარებიდან (ნახ. 28).

„Алазань-6“ – ეს არის რაკეტა აქტიური ბოლის კოჭათი (აბკ), რომელშიც მოთავსებულია 8% AgI შემცველი შემადგენლობა (AD1). პიროტექნიკური შემადგენლობის წვისას აბკ უზრუნველყოფს აეროზოლის გამოყოფას ფრენის ტრაექტორიაზე. აეროზოლის ნაწილაკებზე, როცა ისინი ხვდებიან საღრუბლო გარემოში -60°C ნაკლები ტემპერატურით, ჩნდება კრისტალიზაციის ბირთვები, რომლებზეც შემდგომში ჩნდება ხელოვნური სეტყვის ჩანასახები. რაკეტა აღჭურვილია უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემით, რომელიც განკუთვნილია აბკ დაწვის შემდეგ რაკეტის დასაქუცმაცებლად ადამიანისთვის უსაფრთხო ნაწილაკებად მიწაზე ვარდნისას (ცხრილი 8).

ცხრილი 8.

რაკეტა «Алазань-6»-ის ძირითადი პარამეტრები

მახასიათებლები	მნიშვნელობები
კალიბრი, მმ	82,5
მაქსიმალური დიამეტრი (კონსტრუქციის გამოშვებული ელემენტებით) მმ	90
სიგრძე, მმ	1402 max
მასა, კგ	8,6±0,2
ყინულწარმოქმნელი შემადგენლობის მასა (აქტიური ბოლის შემადგენლობა), კგ	0,66±0,06
ყინულწარმოქმნელი ბირთვების რიცხვი, ცალი, არანაკლებ:	
-10°C ტემპერატურაზე	6,6x10 ¹⁵
-6°C ტემპერატურაზე	2,0x10 ¹⁵
ელასტიური ასაფეთქებელი ნივთიერების მასა, კგ	0,19
ტრაექტორიის მაქსიმალური სიმაღლე (გამშვები დანადგარის ამალლების კუთხე 85°)	9300
უდიდესი ჰორიზონტალური მანძილი (გამშვები დანადგარის ამალლების კუთხე 55°), მ	12000
ექსპლუატაციის ტემპერატურა, °C	0...+45
დრო ნაწარმის გაშვების მომენტიდან თავის ნაწილის მუშაობის დაწყებამდე (ბოლის გამოჩენამდე), წმ	13,0±2,5
დრო რაკეტის გაშვებიდან მის თვითლიკვიდაციამდე, წმ	41±5
ЭKB-2Aл-1 და ЭKB-2Aл-2 ელექტროკაპსულური მილისების ამუშავების გარანტირებული დენი, ა	2,0±0,5
ЭKB-2Aл-1 და ЭKB-2Aл-2 ელექტროკაპსულური მილისების ელექტრონრედის წინაღობა, ომი	0,5-დან 0,9-დე
უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემა	რაკეტის თვითლიკვიდაცია ასაფეთქებელი ნივთიერების ბაფთისებური მუხტის მეშვეობით
მოსახლეობისთვის უსაფრთხო გამოყენების ალბათობა სანდოობის ალბათობით $g=0,9$	არა ნაკლებ 0,999999



კომპლექს „ალაზან“-ის შემადგენლობა და ძირითადი მახასიათებლები

განახლებულ (მოდერნიზებულ) კომპლექს „ალაზან“-ის შემადგენლობაში შედის: რაკეტები „ალაზან-6“ და „ალაზან-7“ და გამშვები დანადგარი ТКБ-040, გამშვები დანადგარი „Элия“ ავტომატიზირებული მართვით, ხელით მართვადი გამშვები დანადგარი „Элия-МР“ და მათი მოდიფიკაციები მათ გასაშვებად (ცხრილი 11).

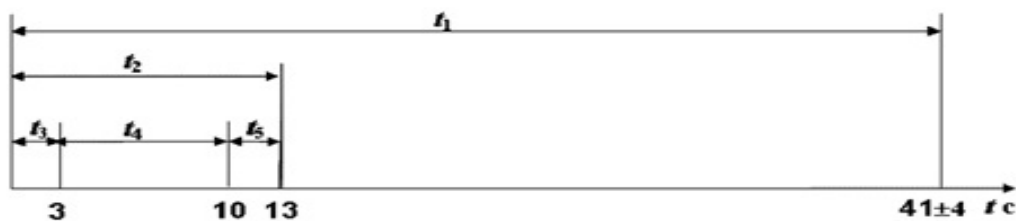
„ალაზან-6“ და „ალაზან-7“ ტიპის რაკეტების ძირითადი მახასიათებლები

„ალაზან-6“ და „ალაზან-7“ ტიპის რაკეტების შემადგენლობა და მოწყობა ნაჩვენებია ნახ. 25 და 27, ხოლო მათი ტექნიკური და საექსპლუატაციო მახასიათებლები ცხრილებში 9 და 10.

ნახ. 25. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „ალაზან-6“

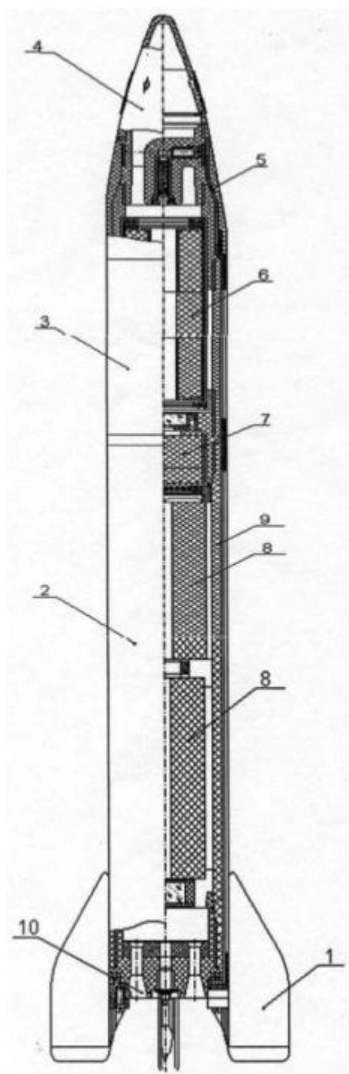
1 - თავის ნაწილი; 2 - ძრავა; 3 - სტაბილიზატორის ფრთა; 4 - უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემა; 5 - შტეფსელის (დენცქვითას) ჩანგალი მავთულებით; 6 - საქშენის ბლოკი; 7 - ძრავას კამერა; 8 - დენთის კოჭა; 9 - პიროტექნიკური კოჭა; 10 - აქტიური ბოლის კოჭა; 11 - წინა ნაწილის კორპუსი; 12 - დამცავი ბაფთა; 13- გარსმდენი

რაკეტები „ალაზან-6“ ძრავას მუშაობის რეჟიმები (ციკლოგრამა) მოყვანილია ნახ. 26.



ნახ. 26. რაკეტა „ალაზან-6“-ს მუშაობის ციკლოგრამა

t_1 – რაკეტის მუშაობის სრული დრო თვითლიკვიდაციამდე; t_2 – დრო სტარტის მომენტიდან აქტიური ბოლის კოჭას მუშაობის დაწყებამდე; t_3 – სასტარტო ძრავას მუშაობის დრო; t_4 – პაუზის დრო სასტარტო და სამარშო ძრავების მუშაობის შორის (პიროტექნიკური კოჭას წვის დრო); t_5 – სამარშო ძრავას მუშაობის დრო



ნახ. 27. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Алазань-7“

1 – სტაბილიზატორი; 2 – ერთ რეჟიმიანი ძრავა; 3 – თავის ნაწილი; 4 – გარსმდენი ნახვრეტებით; 5 – ელასტიური ასაფეთქებელი ნივთიერების ბაფთა; 6 – აქტიური ბოლის კოჭა; 7 – პიროტექნიკური კოჭა; 8 – დენთიანი კოჭა; 9 – ქალაქ-ბაკელიტის კამერა; 10 – საქშენის ბლოკი

ცხრილი 9.

„Алазань-6“ და „Алазань-7“ ტიპის რაკეტების ტექნიკური მახასიათებლები [73]

მაჩვენებლის დასახელება	მაჩვენებლის მნიშვნელობა რაკეტებისთვის	
	Алазань-6	Алазань-7
კალიბრი, მმ	82,5	
მაქსიმალური დიამეტრი გაფრთოვანებით, მმ	170,5	
სიგრძე, მმ	1602	1450
მასა, კგ	8,8 ± 0,2	8,2 ± 0,2
ყინულნარმომქმნელი შემადგენლობის მასა, კგ	0,66 ± 0,06	
აქტიური ყინულნარმომქმნელი ბირთვების გამოსავალი, ც.		
- მინუს 10° C ტემპერატურაზე;	6,6·1015	1,0·1016
- მინუს 6° C ტემპერატურაზე;	2,0·1015	5,0·1015
- მინუს 3° C ტემპერატურაზე;	-	6,6·1014

ასაფეთქებელი ნივთიერების (ბაფთების) ჯამური მასა, კგ	0,24	0,22
მიმმართველებიდან ჩამოსვლის სიჩქარე, მ/წმ	23 – 26	50 – 55
ტრაექტორიის მაქსიმალური სიმაღლე, მ	9300	8900
რაკეტის ფრენის მაქსიმალური ჰორიზონტალური სიშორე დანადგარის 55° ამალღების კუთხის დროს, მ	12000	11000
სტარტის მომენტიდან თავის ნაწილის ამუშავების დრო, წმ	13	9
დრო გაშვების მომენტიდან თვითლიკვიდაცამდე, წმ	41,0 ± 5,0	45,0 ± 5,0
ეფექტიური მოქმედების რადიუსი, კმ	10,0	9
ყინულწარმოქმნელი მოქმედების ტრასის სიგრძე, კმ	6	
ელექტროკაპსულის ამუშავების გარანტირებული დენი, ა	2,0 ± 0,05	
ელექტროკაპსულის წრედის წინაღობა, ომი	0,5 – 0,9	
უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემა	თვითლიკვიდაცა	
მოსახლეობისთვის უსაფრთხო გამოყენების ალბათობა არა ნაკლებ 0,9 ალბათობის დონეზე	0,99999	0,999999

ცხრილი 10.

„Алазань-6“ და „Алазань-7“ ტიპის რაკეტების საექსპლუატაციო მახასიათებლები

მაჩვენებლის დასახელება	მაჩვენებლის მნიშვნელობა რაკეტებისთვის	
	«Алазань-6»	«Алазань-7»
ღრუბლების ეფექტური ჩათესვის რადიუსი, კმ	4,0 – 10,5	
შენახვის საგარანტიო ვადა, წელი: - გაუთბობელ სათავსოებში მინუს 30-დან 40°C ტემპერატურის დროს - ღია მოედანზე, ბრეზენტის ქვეშ ან გადახურულში, მზის რადიაციის და ატმოსფერული ნალექების პირდაპირი ზემოქმედების გარეშე	3 0,5	
გამოყენების პირობები: - ტემპერატურა, °C - ფარდობითი ტენიანობა, %, არა უმეტეს - სიმაღლე ზღვის დონიდან, მ, არა უმეტეს - მიწისპირა ქარის სიჩქარე, მ/წმ, არა უმეტეს	0 – +45 98 2000 25	
ტრანსპორტირება მწარმოებლის შეფუთვაში, კმ: - რკინიგზის, წყლის ან საჰაერო ტრანსპორტით გასათბობ თერმოკაბინებში - ავტოტრანსპორტით ბეტონის გზებზე, არა უმეტესი - ავტოტრანსპორტით გრუნტის გზებზე და უგზოობაზე, არა უმეტესი	შეუზღუდავად 1000 300	
წვიმის ან მზის რადიაციის ქვეშ ყოფნა შალითათი გადახურვის გარეშე, სთ, არა უმეტესი	3	
გადატენვისდასაშვები ჯერადობა, არა უმეტესი	10	
ადრე გაშვებული რაკეტის გაზის ჭავლის ზემოქმედება	შეუზღუდავი	
უსაფრთხო სიმაღლე ვარდნისას შეფუთვით ან შეუფუთავად ნებისმიერ გრუნტზე, მ. არა უმეტეს	3	
შენახვისას შტაბელის სიმაღლე, მ, არა უმეტესი	2	

ცხრილი 11.

გამშვები დანადგარები „Алазань” -ის ტიპის რაკეტებისთვის

მაჩვენებლის დასახელება	გამშვები დანადგარი		
	ТКБ-040	Элия	Элия-МР
მიმმართველების კალიბრი, მმ	83	83	83
მიმმართველების რაოდენობა „Алазань”-ის ტიპის რაკეტების გასაშვებად, ცალი	12	16	12
გაბარიტული ზომები, მმ:			
- სიგრძე	2350	2000	2000
- სიგანე	2320	850	1450
- სიმაღლე	1980	1350	1200
მასა, მართვის პულტთან ერთად, კგ	670	650	340
დამიზნების კუთხე, გრადუსი:			
- აზიმუტალური	0 – 360	0 – 360	0 – 360
- ვერტიკალური	20 – 85	0 – 80	45 – 85
დამიზნების ბიჯი აზიმუტით, გრადუსი	5,0 ± 1,0	1,0 ± 0,5	2,5 ± 0,5
დამიზნების ბიჯი კუთხით, გრადუსი	5,0 ± 1,0	1,0 ± 0,5	1,0 ± 0,5
დამიზნების სიჩქარე, გრად/წმ:			
- აზიმუტით,	ხელით	10 ± 0,5	ხელით
- ვერტიკალურად	ხელით	10 ± 0,5	ხელით
სწრაფმსროლელობა, ცალი/წუთში	6	15	6
კვების ძაბვა, ვ	24 ± 10	24 ± 10	24 ± 10

გაერთიანების მიერ სხვა სერიულად წარმოებული სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა – „Алазань-9“ (ნახ. 55) განკუთვნილია ზემოქმედების პუნქტიდან 3...4-დან 9...10 კმ-დე დაშორებაზე მყოფ სეტყვასაშიშ ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედებისათვის.



ნახ. 28. ავტომატიზირებული სარაკეტო დანადგარი «Элия» (წინა პლანზე) და ხელით სამართავი სარაკეტო დანადგარი «ТКБ-040-К» (უკანა პლანზე)



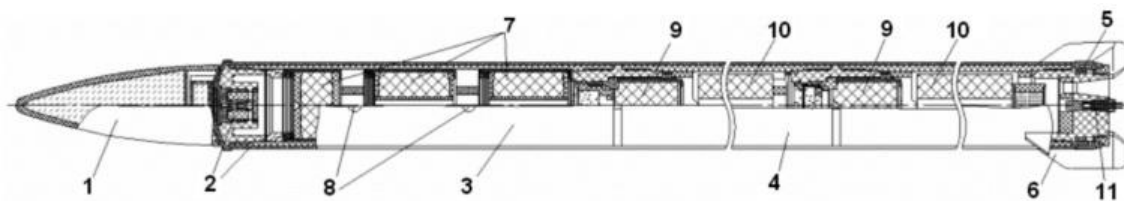
ნახ. 29. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა – «Алазань-9»

ეკოლოგიურად სუფთა სეტყვასაწინააღმდეგო ნაწარმის ახალი თაობა «Алазань-9» (ცხრილი ..., ნახ. ...) გამოირჩევა სერიულად წარმოებულ «Алазань-6» ტიპის რაკეტებისგან გაუმჯობესებული ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლებით:

- 1) გაზრდილი ხარისხი, რეაგენტის სწრაფქმედება იზრდება 2,5 – 3 ჯერ;
 - 2) ძრავას ეკოლოგიურად სუფთა საწვავი;
 - 3) დიდი ფართობების დაცვის შესაძლებლობა (10 ათასიდან 1 მილიონ ჰა-მდე);
 - 4) დაცვის ეფექტურობის გარანტია არა ნაკლები 70%;
 - 5) «Алазань-6»-თან შედარებით ნაწარმების 40% შემცირებული თვითღირებულება მათი ტექნიკურ-ტექნიკური მახასიათებლების შენარჩუნებისას.
- რაკეტების გაშვება წარმოებს გამშვები დანადგარებიდან (ნახ. 28).

შესრულება

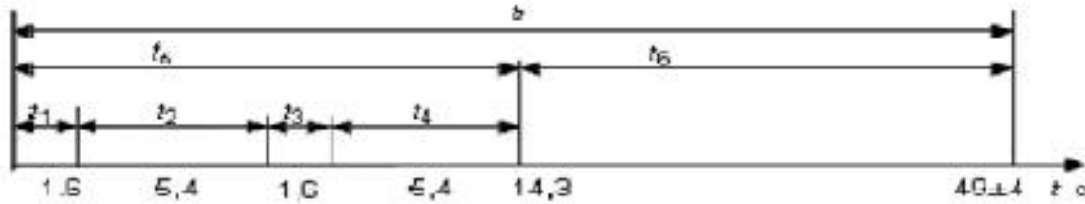
«Алазань-9» – ეს არის აქტიური ბოლის კოჭათი (აბკ) აღჭურვილი რაკეტა, რომელიც პიროტექნიკური შემადგენლობის წვისას ფრენის ტრაექტორიაზე აეროზოლის გამოყოფას უზრუნველყოფს. აეროზოლის ნაწილაკებზე, როდესაც ისინი -30°C ნაკლები ტემპერატურის მქონე საღრუბლო გარემოში ხვდებიან, წარმოიქმნება კრისტალიზაციის ბირთვები. რაკეტა აღჭურვილია უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემით, რომელიც განკუთვნილია აბკ დაწვის შემდეგ, მიწაზე ვარდნამდე, მისი წვრილ ნაწილაკებად დაქუცმაცებისთვის, რათა საშიშროება მოსახლეობისთვის თავიდან იყოს აცილებული. ქვემოთ, ნახ.4-ზე ნაჩვენებია რაკეტა «Алазань-9» ქრილში:



ნახ. 30. რაკეტა «Алазань-9» ქრილში [92].

მცირე გაბარიტიანი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა «Алазань-9» შემადგენლობა (ნახ. 4):

- 1 – გარსმდენი; 2 – უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემა; 3 – ბალასტი; 4 – ძრავა; 5 საქშენის ბლოკი; 6 – სტაბილიზატორის ფრთები; 7 – აქტიური ბოლის კოჭა; 8 – აირების (აეროზოლების) გამოსაშვები ნახვრეტი; 9 – პიროტექნიკური შემადგენლობა; 10 – ბალისტიკური დენთი; 11 – ელექტროასაალებელი



ნახ. 31. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Алазань-9“ -ს მუშაობის ციკლოგრამა

$t_1 = 1.6$ წმ – ძრავას პირველ რეჟიმში მუშაობის დრო; $t_2 = 5.4$ წმ – პირველი პიროტექნიკური შემნელებელის მუშაობის დრო; $t_3 = 1.6$ წმ – ძრავას მეორე რეჟიმში მუშაობის დრო; $t_4 = 5.4$ წმ – მეორე პიროტექნიკური შემაკავებელის მუშაობის დრო; $t_5 = 14.3$ წმ – დრო სტარტის მომენტიდან თავის ნაწილის მუშაობის დაწყებამდე; t_6 – თავის ნაწილის მუშაობის დრო; $t_7 = 49 \pm 4$ წმ – რაკეტის მუშაობის სრული დრო თვითლიკვიდაციამდე.

ცხრილი 12.

რაკეტების „Алазань-6“ და «Алазань-9» ძირითადი პარამეტრები

მახასიათებლები	მნიშვნელობები	
	Алазань-6	Алазань-9
კალიბრი, მმ	82,5	60
მაქსიმალური დიამეტრი	170,5	130
სიგრძე, მმ	1602	1342±5
მასა, კგ	8,8±0,2	4,4
ყინულწარმოქმნელი შემადგენლობის მასა, კგ	0,66±0,06	0,4±0,04
ყინულწარმოქმნელი ბირთვების რიცხვი, ცალი, არანაკლებ:		
-10°C ტემპერატურაზე	6,6x10 ¹⁵	6,6x10 ¹⁵
-6°C ტემპერატურაზე	2,0x10 ¹⁵	2,0x10 ¹⁵
-3°C ტემპერატურაზე		4,0 x10 ¹³
ელასტიური ასაფეთქებელი ნივთიერების მასა, კგ	0,24	0,13
ტრაექტორიის მაქსიმალური სიმაღლე (გამშვები დანადგარის ამალლების კუთხე 85°), მ	9300	8100
უდიდესი ჰორიზონტალური მანძილი (გამშვები დანადგარის ამალლების კუთხე 55°), მ	12000	11100
მოქმედების ეფექტური რადიუსი, როდესაც დანადგარის სიმაღლე ზღვის დონიდან 0-2000 მ, კმ	10,0	9,1-11,2
დრო ნაწარმის გაშვების მომენტიდან თავის ნაწილის მუშაობის დაწყებამდე (ბოლის გამოჩენამდე), წმ	13	14,8
მიმმართველებიდან ჩამოსვლის სიჩქარე, მ/წმ	23-დან 26-დე	40±5
დრო რაკეტის გაშვებიდან მის თვითლიკვიდაციამდე, წმ	41±4	49±4
ელექტროამაღლებლის ამუშავების გარანტირებული დენი, ა	2,0±0,05	
ელექტროწრედის წინაღობა, ომი	0,5-დან 0,9-დე	
უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემა	თვითლიკვიდაცია	
მოსახლეობისთვის უსაფრთხო გამოყენების ალბათობა სანდოობის ალბათობით $g=0,9$	არა ნაკლებ 0,99999	არა ნაკლებ 0,999999

რამდენიმე ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების, მათ შორის «Алазань-9», გასაშვებად განკუთვნილი **ავტომატური გამშვები დანადგარი «Элия-2»**

რამდენიმე ხნის წინ გაჩნდა ინფორმაცია [112– 115], რომ ჰოლდინგ „თერმოდინამიკა“-ს ჩაპაევის სახელობის ჩებოქსარის საწარმოო გაერთიანება წარმოებაში ჩაუშვებს "Алазань-8М" და „Алазань-6ЧМ“ ტიპის ახალ სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებს.

კერძოდ, "Алазань-8М" (ნახ. 32) „Алазань-6“ მოთხოვნადო მოდელის ეფექტურობას და ყველა ტექნიკურ მახასიათებლებს გააუმჯობესებს. ამასთან იგი ნაკლები კალიბრით (60 მმ) გამოირჩევა, რითიც შესაძლებელი გახდა დაახლოებით 20% შემცირებულიყო ნაწარმის მასალის შემცველობა, რამაც განაპირობა მისი ფასის კლება.

ახალი რაკეტები იქნება უფრო საიმედო და ეფექტური, ამასთან, 10%-ით მცირდება მათი თვითღირებულება.

ჰოლდინგ „თერმოდინამიკა“-ს ყველა სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა აღჭურვილია უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემით, რომელიც პასუხს აგებს რაკეტის თვითლიკვიდაციაზე – მისი დაშლაზე წვრილ ნაწილაკებად, რომლებიც მიწაზე ვარდნის დროს ხიფათს არ შეუქმნიან მოსახლეობას. აქვე უნდა აღინიშნოს, აგრეთვე, დამუშავებული ნაწარმის ეკოლოგიური უსაფრთხოებაც. მავნე ნივთიერებების მაქსიმალური კონცენტრაცია, რომელიც შეიძლება გაჩნდეს ჰაერში, წყალში და ნიადაგში რაკეტების წლიური ნორმის ერთდროულ გახარჯვისასაც კი, ამ ნივთიერებების ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციაზე 10^2 – 10^6 ჯერ უფრო ნაკლებია. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები აღჭურვილია თვითლიკვიდაციის სისტემით: მათ გააჩნიათ ქაღალდის კორპუსი, რომელიც იშლება წვრილ ნაწილაკებად და, მიწაზე ვარდნის დროს ხიფათს არ წარმოადგენს. სამწუხაროდ, უფრო დაწვრილებითი ინფორმაცია ამ პერსპექტიული რაკეტების შესახებ ჯერ არა გვაქვს. ალბათ ის გამორჩევა უწყებათაშორისო გამოცდების და სერიული წარმოების დაწყების შემდეგ.



ნახ. 32. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა "Алазань-8М"

"Алазань-8М" ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებთან ერთად იყო წარმოდგენილი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების „Элиас-А“ ტიპის გამშვები დანადგარი [116].

გამშვები დანადგარის მართვის ციფრული სისტემა ზრდის დამიზნების სიზუსტეს, უზრუნველყოფს მოწყობილობების მართვის სიმარტივეს და საშუალებას იძლევა

ოპერატიულად გამოვლინდეს და ელექტრონულ ჟურნალში დაფიქსირდე ნებისმიერი ხარვეზის მიზეზი.

სხვა უპირატესობებს შორის აღსანიშნავია დამიზნების კუთხეების ხმოვანი დაყენების შესაძლებლობა და სინათლით ინდიკაციის არსებობა.

ამჟამად ყველაზე გავრცელებული „ТКБ-040“ და „Элия-МР“ ტიპის გამშვები დანადგარებია. ამ მოწყობილობების ერთერთი ძირითადი საკვანძო ნაკლია მართვის სირთულე, რომელიც მეტეოროლოგიურ პირობებზე და გამშვების ოპერატიულობაზე ზემოქმედების ეფექტურობას ამცირებს.

„Элия-А“ ტიპის გამშვები დანადგარი 16 სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის თანმიმდევრულ გაშვებას უზრუნველყოფს. ამასთან, რაკეტები ამაღლების კუთხის სიბრტყეში აზიმუტის ძირითადი მიმართულებიდან +5-დან -5-დე გრადუსით შეიძლება იყოს მიმართული, რაც უზრუნველყოფს ზემოქმედების ფართობის გაზრდას. დანადგარს გააჩნია მოცემული აზიმუტის და ამაღლების კუთხეების დამიზნების პარამეტრების ხმოვანი თანხლების შესაძლებლობა და სხვადასხვა კალიბრის გამშვების საშუალება. სამწუხაროდ, უფრო დანვრილებითი ინფორმაცია ამ ეტაპზე არ გავაჩნია.

ინტერნეტში საინტერესო ინფორმაცია გამოჩნდა ... **შეთანხმება № [26]**

სამეცნიერო-ტექნიკური პროდუქციის შექმნაზე სააქციო საზოგადოება „ჩაპაევის სახელობის ჩეხოქსარის საწარმოო გაერთიანება“ -სა და არდასახელებულ ორგანიზაციას შორის შედგა შეთანხმება შემდეგი სამუშაოს შესრულებაზე **„მცირე გაბარიტიანი ბიკალიბრული ყინულწარმოქმნელი მყარი საწვავის (ყმს), გამყოფი ბლოკების და აღჭურვილობის დასაწვავი ელემენტების მქონე სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის (სსრ) შემუშავება“**. ამასთან, შეთანხმების დანართ № 1-ის ტექნიკურ დავალებაში მითითებულია, რომ საცდელი საკონსტრუქტორო დამუშავების დასახელებაა: „Алазань-6“ ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის საბაზო კონსტრუქციულ საფუძველზე (82 მმ კალიბრის სასტარტო ძრავა და 60 მმ კალიბრის (ყმს) -ით აღჭურვილი სამარშო ძრავით) დამუშავება და სერიული წარმოების ორგანიზება; სამუშაოს მიზანია: Алазань-6“ ტიპის (TV 7275-394-29473854-96) საშტატო რაკეტაზე არა უარესი სამომხმარებლო მახასიათებლების, 20%-ით ნაკლები თვითღირებულების და 2-დან 12 კილომეტრამდე მოქმედების ეფექტური რადიუსის მქონე რაკეტის შექმნა.

ნიმუშის დასახელება: ახალი თაობის ბიკალიბრიანი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა;

ნაწარმის გამოყენების არე: ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედება სეტყვისგან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დასაცავად, ნალექების გამოწვევა და გადანაწილება.

ნიმუშისადმი ტექნიკურ-ტექნიკური მოთხოვნები

ნიმუშის შემადგენლობა.

რაკეტა უნდა შეიცავდეს:

- სასტარტო ძრავას ბალისტიკურ მყარ საწვავზე და თვითლიკვიდაციის სისტემას;
- 60 მმ კალიბრის სამარშო ძრავას პიროტექნიკური (ყმს)-ით;
- სასტარტო და სამარშო ძრავების შეპირაპირების კვანძს;
- მოთხოვნები დანიშნულების მიხედვით;
- რაკეტის კალიბრი – 60 მმ და 82 მმ;

- რაკეტის სიგრძე არა უმეტეს – 1400 მმ;
- რაკეტის მასა არა უმეტეს – 7 კგ;
- რაკეტამ უნდა უზრუნველყოს ღრუბლების ჩათესვა ყინულწარმომქნელ აეროზოლით ფრენის ტრაექტორიაზე გაშვების ადგილიდან 2-დან 12 კმ მანძილზე, უზრუნველყოს შეძლებისდაგვარად ყინულწარმომქნელი აეროზოლის თანაბარი ხარჯვა ტრაექტორიაზე;
- რაკეტის ყინულწარმომქნელი ეფექტურობა (ИЭМ – СТП 18-46-95 მეთოდიკის თანახმად მოწმდება) ღრუბლების კამერაში შეტანის მომენტიდან პირველი ორი წუთის განმავლობაში კრისტალების არანაკლებ 80% გამჟღავნების დროში უნდა განხორციელდეს ტემპერატურებზე:
 - - მინუს 10°C – არა ნაკლები $1,0 \times 10^{16}$;
 - - მინუს 6°C – არა ნაკლები $2,0 \times 10^{15}$;
 - - მინუს 3°C – არა ნაკლები $0,66 \times 10^{15}$ – ფაკულტატიურად.
 - - რაკეტების ტრაექტორიების უპირატესი განლაგების ინტერვალი სიმაღლის მიხედვით – 3,0-დან 6,0 კმ-დე.

ამ შეთანხმების ციტირებას აღარ გავაგრძელებთ, მაგრამ თუ მომავალი რაკეტის პარამეტრები არ იქნება იმაზე უარესი, რაც ზემოთ ითქვა, ეს წინ გადადგმული მნიშვნელოვანი ნაბიჯი იქნება სეტყვის საწინააღმდეგო ტექნოლოგიების ეფექტურობის ამაღლებაში.

თავი 7.

საწვავი და რეაგენტები

წარმოდგენილ კონსტრუქციებში ენერგიის წყარო ყველა შემთხვევაში ბალისტიკური მყარი საწვავის ჩასადები მუხტები იყო. ამ სიაში განცალკევებულად დგას „Heნი“-ს ტიპის რაკეტა, რომელიც საბჭოთა კავშირსა და რუსეთში სერიულად გამოშვებულ ნაწარმთა შორის ერთადერთია, რომელშიც პასტისებური საწვავი გამოიყენებოდა. მიუხედავად მაღალი გარე ბალისტიკური მაჩვენებლებისა, სიძვირის და ექსპლუატაციისას საშიშროების გამო ამ რაკეტის ფართო დანერგვა ვერ მოხერხდა. რაკეტის დიდი ხნით შენახვისას ერთ მხარეს ჩნდებოდა აირის ბუშტები (რაც ამ ნაწარმის დიდი პარტიის რენტგენოსკოპიამ დაადასტურა), რომლებიც გაშვებისას წვის ზედაპირის გაზრდას და შესაბამისად რაკეტების აფეთქებას და გამშვები დანადგარების განადგურებას იწვევდა.

თერმოდინამიკურმა გათვლებმა აჩვენა, რომ ბალისტიკურ საწვავში ვერცხლის იოდიდის უბრალო შეყვანა ეფექტს არ იძლევა. წვის პროდუქტებში ვერცხლის იოდიდის გამოსავალი, წვის კამერაში წნევის და საწვავის წვის ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით, დახარჯული რაოდენობის 1-10% შეადგენს, ე.ი. ვერცხლის იოდიდის 90% იშლება.

ვერცხლის იოდიდის დაშლის შესამცირებლად და კრისტალიზაციის აქტიური ცენტრების რაოდენობის გასაზრდელად, პრაქტიკაში გამოყენებულ ყინულწარმოქმნელ პირობებში შემადგენლობებსა და ნარევ საწვავებში იოდის შენაერთი – ამონიუმის იოდირი შეყავთ.

იოდოვანი ამონიუმის გამოყენება 10-14%-ის რაოდენობით იოდოვანი ვერცხლის დაშლის რეაქციას აფერხებს შემადგენლობაში იოდის მაღალი კონცენტრაციის შექმნის ხარჯზე. ამ შემთხვევაში წვის პროდუქტებში იოდოვანი ვერცხლის გამოსავალი დაახლოებით 99% რიგისაა. მაგრამ ბალისტიკური ტიპის საწვავებში ამონიუმის იოდიდის გამოყენება არ არის სასურველი, ვინაიდან იგი ნიტროეთერებთან, რომელიც ბალისტიკური საწვავების ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს, ქიმიურად შეუთავსებელია; გარდა ამისა, იგი წყალში იხსნება, ხოლო ბალისტიკური საწვავების დამზადება წყალში ხდება. ამიტომ გაგრძელდა იოდის ისეთი შენაერთების მოძიება, რომლებიც ბალისტიკურ საწვავებთან ქიმიურად შეთავსებადია, არ იხსნება ან სუსტად იხსნება წყალში და წვის პროდუქტებში იოდოვანი ვერცხლის საწყისი რაოდენობის არა ნაკლებ 99%-ს გამოსავალს უზრუნველყოფს. გამოსაკვლევად არაორგანული შენაერთები – იოდწყალბადოვანი და იოდოვანი მჟავების მარილები – სპილენძის, მაგნიუმის, თუთიის, კალიუმის და ბარიუმის მარილები იყო არჩეული. გამოსაკვლევად შენაერთები საწვავში 30%-ის რაოდენობით შეყავდათ, ხოლო იოდოვანი ვერცხლი 2 %-ის რაოდენობით. როგორც აღმოჩნდა, წვის პროდუქტებში იოდოვანი ვერცხლის თითქმის სრულ გამოსავალს სპილენძის იოდირი და სპილენძის და მაგნიუმის იოდატები უზრუნველყოფენ, მაგრამ მაგნიუმის იოდატი კარგად იხსნება წყალში. შემდგომში ჩატარებულმა სპილენძის იოდიდის და იოდატის ბალისტიკურ საწვავთან ქიმიური შეთავსებადობის შეფასებამ აჩვენა, რომ გამომდინარე ინტენსიური თერმული

დაშლის დაწყების ტემპერატურის მინიმალური დასაშვები დონეებიდან, ბალისტიკურ საწვავებთან მხოლოდ სპილენძის იოდატია შეთავსებადი. სპილენძის იოდატის სხვადასვა რაოდენობის შემცველი საწვავების თერმოდინამიკური კვლევები იყო ჩატარებული წვის ტემპერატურის სხვადასხვა დონეზე, ამასთან იოდოვანი ვერცხლის შემცველობა 2%-ს უდრიდა. ასეთი არჩევანი ყინულწარმომქმნელი პირობებში პირობითი შემადგენლობების და ნარევი საწვავების დამუშავების შედეგებით იყო განპირობებული და ოპტიმალურად ითვლება.

განხილული მახასიათებლებიდან ჩანს, რომ მოყვანილი რეცეპტურა აკმაყოფილებს იმ მოთხოვნებს, რომლებიც ბალისტიკურ საწვავებს მოეთხოვება და კრისტალიზაციის აქტიური ცენტრების მაღალი გამოსავლით ხასიათდება, მაგრამ მას წვის სიჩქარის არასაკმარისი დონე ახასიათებს. ამიტომ საძებნი გახდა წვის კატალიზატორი. ბალისტიკური ტიპის საწვავებისთვის ყველაზე ეფექტური და ფართოდ გამოყენებადი დამაჩქარებლები ტყვიის შენაერთებია, მაგრამ ისინი მაღალი ტოქსიკურობით გამოირჩევა და ამიტომ სამოქალაქო დანიშნულების ნაკეთობებში მათ გამოყენება მიუღებელია. გამოკვლევებისთვის მარგანეცის, რკინის, კობალტის და კალას ჟანგები იყო შერჩეული 2% მურთან შეთავსებით. ისინი საწვავის შემადგენლობაში 5%-დე რაოდენობით როგორც სუფთა სახით, აგრეთვე მურთან 1:1 შეფარდებით შეყავდათ. ჩატარებულმა გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ ყინულწარმომქმნელი საწვავის წვის ყველაზე ეფექტური კატალიზატორი რკინის ჟანგია (5% შემცველობით მურთან შეთავსებით), რომელიც სიჩქარეს ზრდის 15 მ/წმ-დე [44].

სეტყვის საწინააღმდეგო შემადგენლობები

სეტყვის საწინააღმდეგო ანუ პირობითი შემადგენლობები რომლებიც განკუთვნილია სეტყვის თავიდან ასაცილებლად, აგრეთვე, ხელოვნური წვიმის გამოსაწვევად, ღრუბლების (ნისლების) გაბნევისთვის და ატმოსფერულ პროცესებზე სხვა ზემოქმედებისთვის, ჩვეულებრივ, თერმული ნარევის გარდა (მჟანგველი – მაგალითად NH_4ClO_4 , საწვავი – ფენოლ-ფორმალდეჰიდის ფისი, და აგრეთვე, ტექნოლოგიური დანამატები), შეიცავენ წვრილკრისტალურ ვერცხლის იოდიდს ან იმ ნივთიერებებს, რომლებიც წარმოიქმნება შემადგენლობის წვისას მიმდინარე რეაქციების დროს.

სეტყვის საწინააღმდეგო შემადგენლობების გადამეტცივებულ ღრუბელში შეყვანისას (ეგრეთ წოდებული ჩათესვა), წარმოიქმნება კრისტალიზების ცენტრების დიდი რაოდენობა (10^{12} – 10^{16} შემადგენლობის 1 გრამზე), რომლებზეც ხდება ყინულის კრისტალების ფორმირება. ამ დროს ჩნდება წვრილი სეტყვის მარცვლები, რომლების გადნობას ასწრებენ სეტყვის ღრუბელქვეშა ფენაში, და ხდება წვიმის ღრუბლებში მსხვილი წვეთების ფორმირება, ქრებიან წვრილი საღრუბლო წვეთები და ნათდება (იწმინდება ცა) ფენა ღრუბლებსა და ნისლებში.

სეტყვის საწინააღმდეგო შემადგენლობებს ტენიან კოჭებში, რომლებითაც აღიჭურვება რაკეტების წინა ნაწილები, საარტილერიო ქურვები, პირობითი პატრონები და ყინულწარმომქმნელი აეროზოლების მიწისზედა გენერატორები. სეტყვის საწინააღმდეგო შემადგენლობების გამოყენება საშუალებას იძლევა შემცირდეს სეტყვის, გვალვისა და ნისლისგან მიყენებული დანაკარგები, რომლებიც ხელს უშლიან აეროპორტების მუშაობას. სეტყვის საწინააღმდეგო შემადგენლობებს, აგრეთვე, იყენებენ ხელოვნური წვიმის გამოსაწვევად ტყის ხანძრების სალიკვიდაციო პროცესებში [68].

ცხრილი 13.

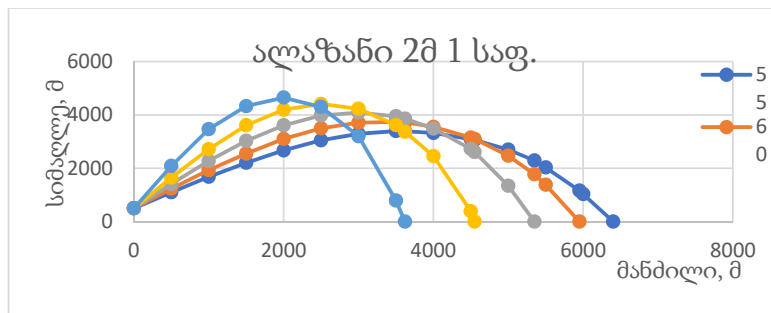
დენთის (რაკეტის საწვავის) შემადგენლობა (ინდოეთი, OLASTRA A-1) [69]

პარტია: S/MIT/01 პარტიის მოცულობა: 160 კგ		
ნედლეულის დასახელება	პროცენტი %	რაოდენობა, კგ
ამონიუმის პერქლორატი (Kopc)	55	88
ამონიუმის პერქლორატი (წვრილი)	27	43,2
პოლიბუტადიენი ჰიდროქსილური ჯგუფებით ბოლოებში (HTPB)	11.38	18.208
დი-ოქტილადიპატი (DOA)	3.00	4.800
სტრონციუმის კარბონატი	2.00	3.200
ტოლუოლდიიზოციანატი (TDI)	0,800	1.280
შემკვრელი ნივთიერებები, კატალიზატორი და შემკერავი აგენტები	0,82	1,312
საერთო	100.00	160.00

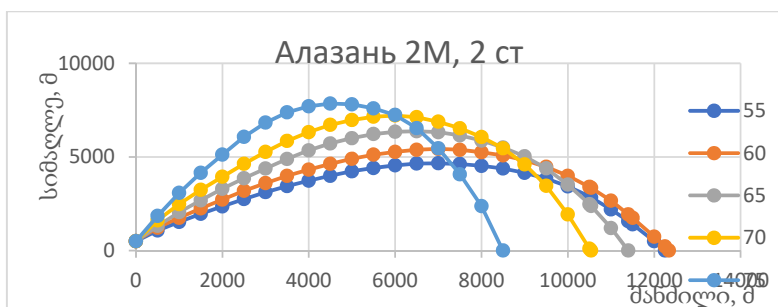
თავი 8.

ტრაექტორიები

ბალისტიკური ცხრილები, იზოთერმები და ღრუბლების ჩათესვა



ნახ. 33.

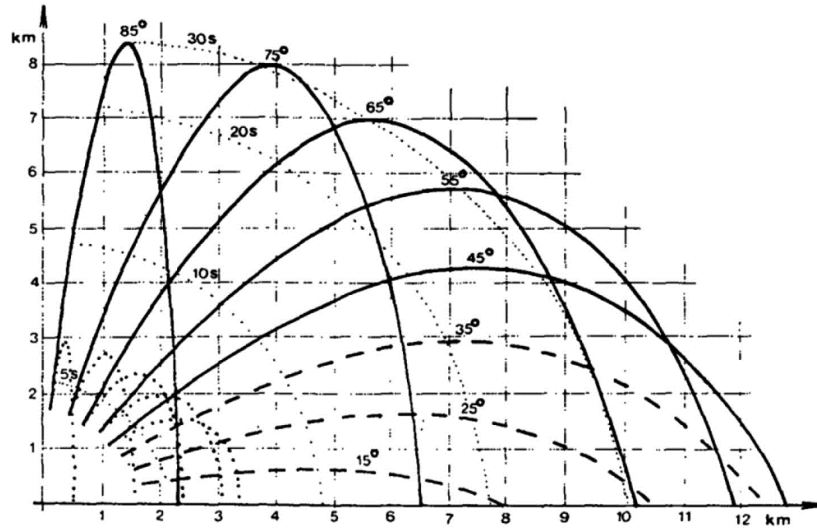


ნახ. 34.

გაგვიჩირდა, მაგრამ მოვძებნეთ და აღვადგინეთ ერთ და ორსაფეხურიანი „ალაზანი 2მ“-ის ფრენის ტრაექტორიები. ორივე შეესაბამება ზღვის დონიდან 500 მეტრ სიმაღლეზე განლაგებულ გამშვებ დანადგარს [19]. აქ არ არის ნაჩვენები რეაგენტის გამოშვების დაწყების და დამთავრების დრო, მაგრამ ის დამოკიდებული იყო ცხვირზე დაყენებული დისტანციური მილის მდგომარეობაზე. ციფრებით არის აღნიშნული დანადგარის ამალღების კუთხე.

მაღალი სიჩქარის და კარგი აეროდინამიკური ფორმების წყალობით კონტეინერი $8,3 \pm 0,3$ კმ სიმაღლეს აღწევს 85° კუთხით გაშვებისას.

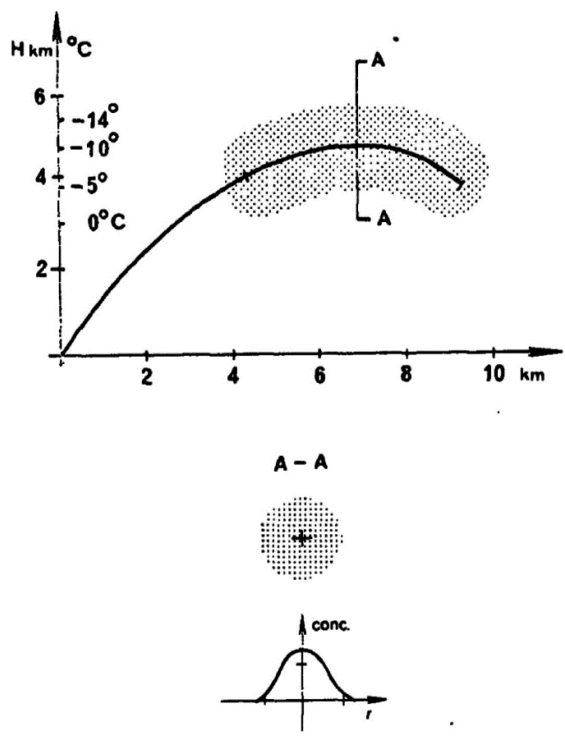
ქვედა დიაგრამაზე რაკეტა „TG-10“ -ს კონტეინერის ბალისტიკური მრუდებია (ტრაექტორიები) ნაჩვენები.



ნახ. 35. TG-10 ტიპის რაკეტების ტრაექტორიები, გაშვების სიმაღლე – 0 მეტრი ზღვის დონიდან

განიერი წყვეტილით არის ნაჩვენები ის ტრაექტორიები, რომლებიც უსაფრთხოების გამო პრაქტიკულად არ გამოიყენება (ამაღლების კუთხე 15° – 35°). პუნქტირით ნაჩვენებია ბუსტერული ნაწილების ვარდნის ტრაექტორიები. ასევე, გაშვებიდან 5, 10, 20 და 30 წამის ინტერვალები, რომლის დროსაც ფაქტიურად ხდება რეაგენტის გამოყოფა (ფაქტიურად ჩათესვის დაწყების დრო $5 \pm 0,5$ წმ-დან 25 ± 2 წმ-დე; ჩათესვის დრო – 27 ± 2 წმ.) [42].

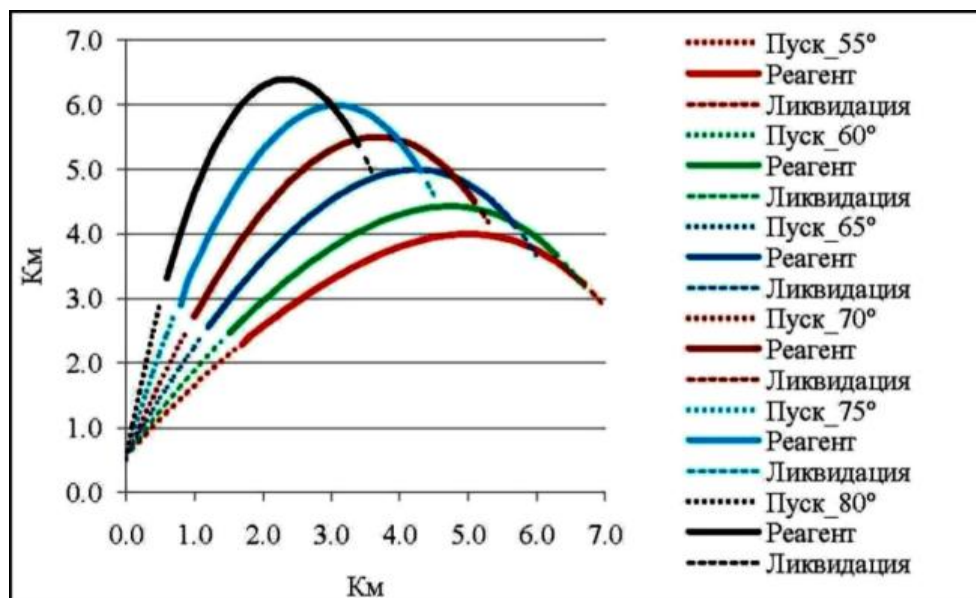
გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ საუკეთესო შედეგი მიიღება -5° და -15° იზოთერმებს შორის ჩათესვისას, რომლებიც ჩვეულებრივ 3-6 კმ სიმაღლეზე დაიკვირვება.



ნახ. 36.

ამ ნახაზებზე ნაჩვენებია რაკეტა „TG-10“ -ს კონტეინერის ერთ-ერთი ბალისტიკური მრუდი (ზემოთ), ოღონდ ვერტიკალურ ღერძზე სიმაღლე და შესაბამისი ტემპერატურებია დატანილი, ხოლო მრუდზე წერტილებით – ჩათესილი უბანი, ჩათესვის დაწყების და დამთავრების მომენტებია ნაჩვენები. აეროზოლურმა ღრუბელმა უკვე დაიწყო დიფუნდირება და ამიტომ საკმარისი მოცულობა აქვს დაკავებული. ქვემოთ (ცენტრში) ნაჩვენებია ჭრილი A-A სიბრტყეში ჯვარედინი ტრაექტორიის ცენტრს მიაწვდის. ქვედა სურათი უჩვენებს ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების კონცენტრაციის განაწილებას ტრაექტორიის ცენტრიდან მანძილზე დამოკიდებულებით. თითქმის იგივე სურათი პრაქტიკულად ყველა სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის მოქმედებას შეესაბამება, ამიტომ ამაზე აღარ შევჩერდებით.

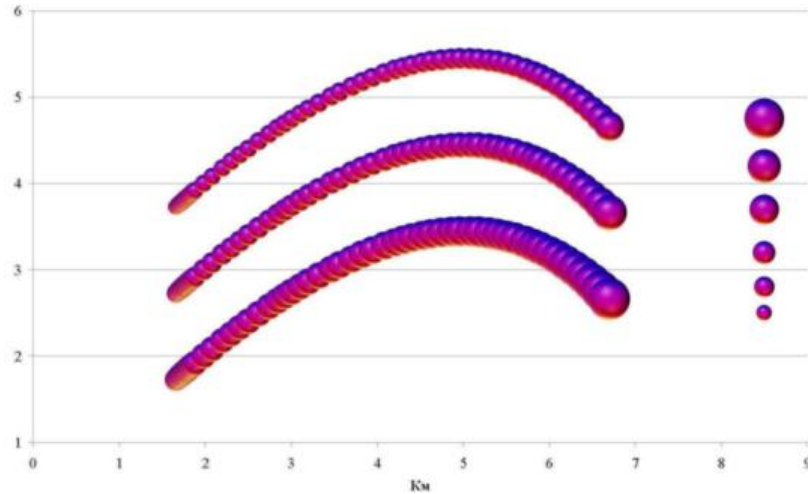
ნახ. 28. წარმოდგენილია სეტყვის საწინააღმდეგო SK-6 ტიპის რაკეტის ფრენის ტრაექტორიები გაშვებისას 55, 60, 65, 70, 75 და 80 გრადუსით ამალლების კუთხით, ზღვის დონიდან 550 მეტრ სიმაღლეზე განლაგებულ გამშვები დანადგარიდან. უწყვეტი ხაზებით ფრენის ტრაექტორიის აქტიური ნაწილებია აღნიშნული (რეაგენტის გამოყოფა). წერტილებით და პუნქტირით კი – შესაბამისად, ტრაექტორიის სასტარტო ნაწილი და რაკეტის თვითლიკვიდაციის ადგილები.



ნახ. 37. სეტყვის საწინააღმდეგო SK-6 ტიპის რაკეტის ფრენის ტრაექტორიები სხვადასხვა ამალლების კუთხით ზღვის დონიდან 550 მეტრ სიმაღლეზე განლაგებული გამშვები დანადგარიდან

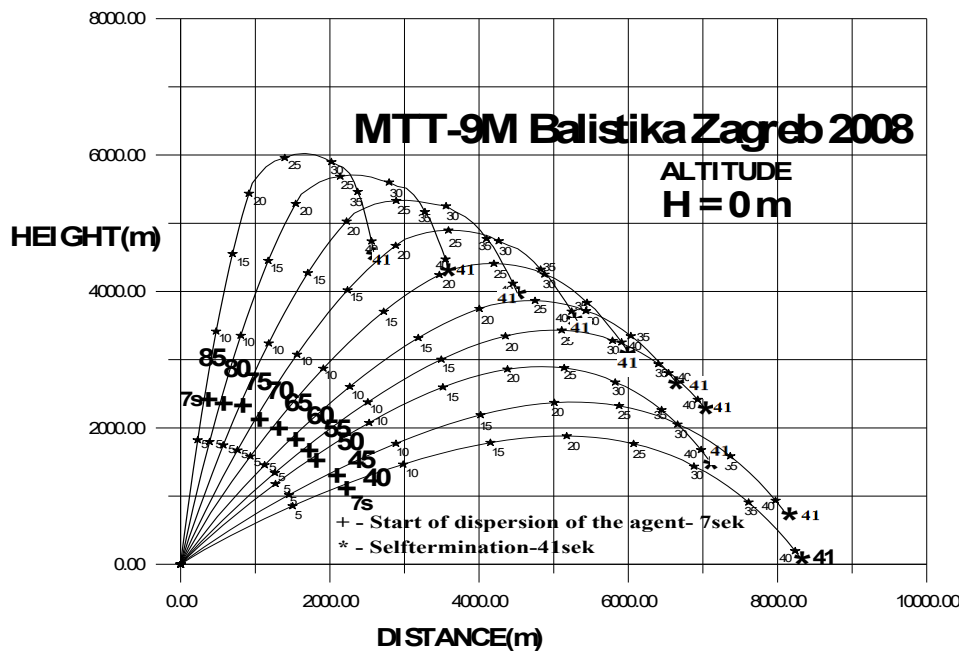
როგორც ჩანს ნახ. ...-დან, რაკეტის სხვადასხვა კუთხით გაშვებისას, მისი ასვლის მაქსიმალური სიმაღლე ზღვის დონიდან იცვლება 4,0-დან (გაშვების კუთხე 55°) 6,4 კილომეტრამდე (გაშვების კუთხე 80°). შესაბამისად, მაქსიმალური ჰორიზონტალური ფრენის სიშორე 6,7-დან 3,4 კილომეტრამდეა.

მაკრისტალიზებული რეაგენტის გამოსვლის საკმარისად მაღალი დონე ღრუბელში ყინულის ნაწილაკების საჭირო საწყისი კონცენტრაციის შექმნის საშუალებას იძლევა. მაგალითისთვის, ნახ. ... წარმოდგენილია ყინულწარმომქმნელი რეაგენტის კონცენტრაცია უძრავ ჰაერში რაკეტა SK-6-ის ფრენის ტრასის გასწვრივ რეაგენტის გაფრქვევიდან 1 წამის შემდეგ, ტურბულენტობის კოეფიციენტის სხვადასხვა მნიშვნელობისთვის.

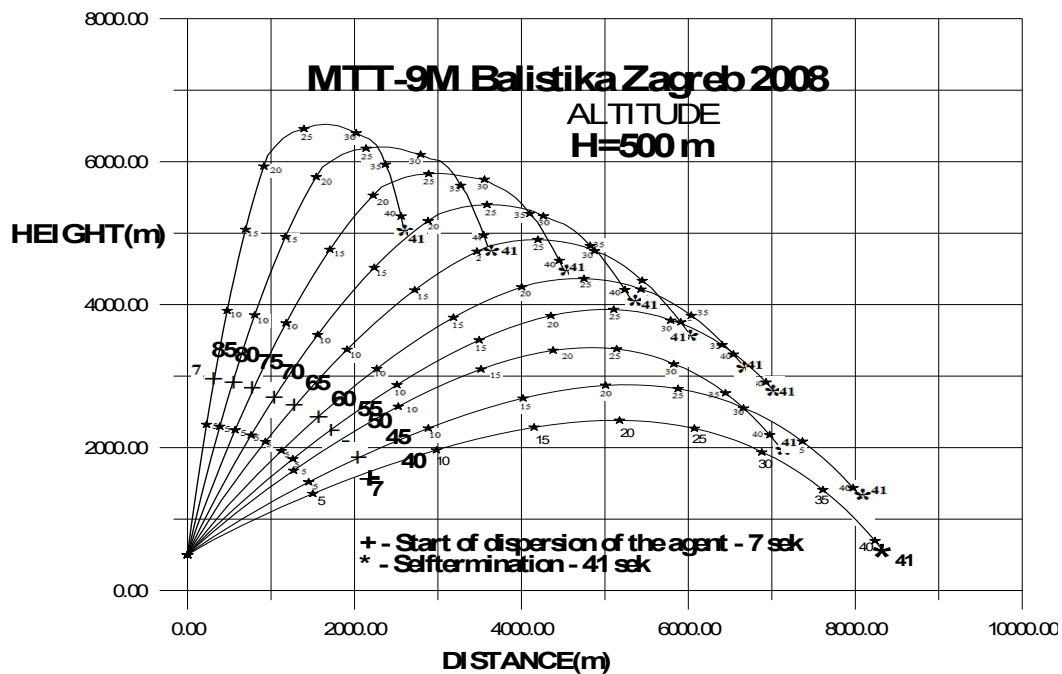


ნახ. 38. ყინულნარმომქმნელი რეაგენტის კონცენტრაცია უძრავ ჰაერში რაკეტა SK-6-ის ფრენის ტრასის გასწვრივ რეაგენტის გაფრქვევიდან 1 წამის შემდეგ. გაშვების კუთხე 55° , ტურბულენტობის კოეფიციენტი – 200, 100 და 50 მ²/წმ (ზევიდან ქვევით). სიმაღლეები შეფარდებითია (კმ). მარჯვნივ მასშტაბია, ზევიდან ქვემოთ შესაბამისად: $3 \cdot 10^9$, $1 \cdot 10^9$, $5 \cdot 10^8$, $1 \cdot 10^8$, $5 \cdot 10^7$, $1 \cdot 10^7$ მ⁻³

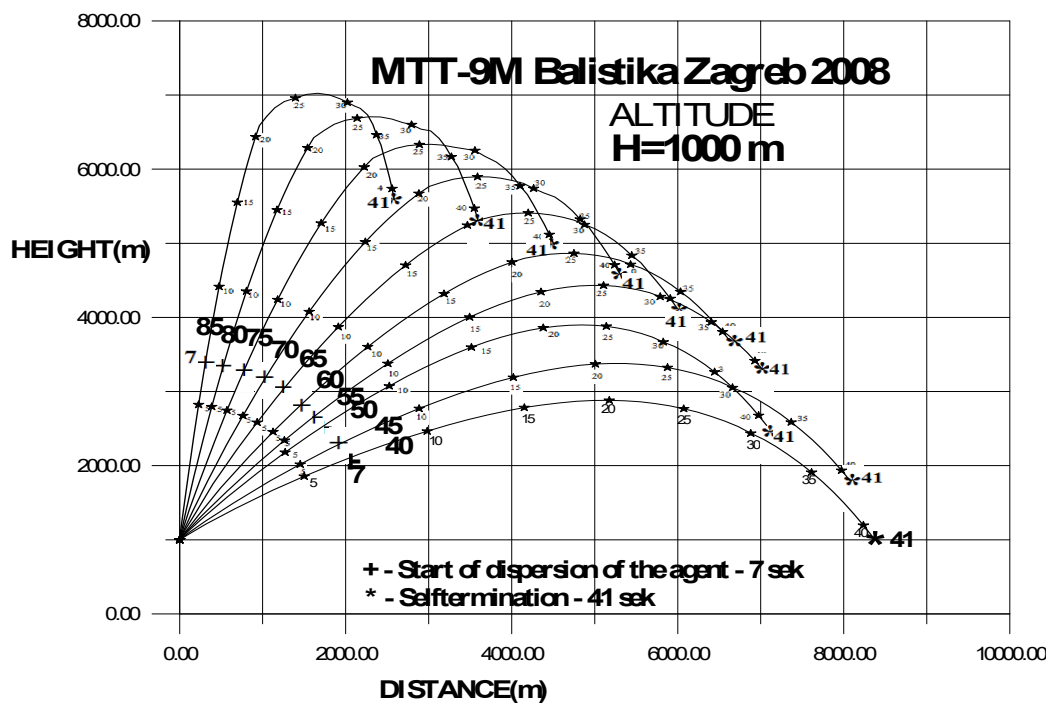
აღვნიშნოთ, რომ რაკეტის ფრენის ტრაექტორიის დასაწყისში და ბოლოში, რეაგენტის გაბნევის დამთავრებიდან 1 წამის შემდეგ, მისი კონცენტრაცია იცვლება $7.92 \cdot 10^7$ -დან $3.66 \cdot 10^9$ მ⁻³ -დე, როდესაც ტურბულენტობის კოეფიციენტი $K = 50$ მ²/წმ; $2.8 \cdot 10^7$ -დან $1.29 \cdot 10^9$ მ⁻³ -დე, როდესაც ტურბულენტობის კოეფიციენტი $K = 100$ მ²/წმ და $9.9 \cdot 10^6$ -დან $4.57 \cdot 10^8$ მ⁻³ -დე, როდესაც ტურბულენტობის კოეფიციენტი $K = 200$ მ²/წმ – რეაგენტის საშუალო კონცენტრაციები შესაბამისად $5.26 \cdot 10^8$, $1.86 \cdot 10^8$ და $6.58 \cdot 10^7$ მ⁻³ შეადგენენ [70]. ქვემოთ წარმოდგენილია რაკეტა MTT-9M -ის ფრენის ტრაექტორიები (ნახ. 30- 33).



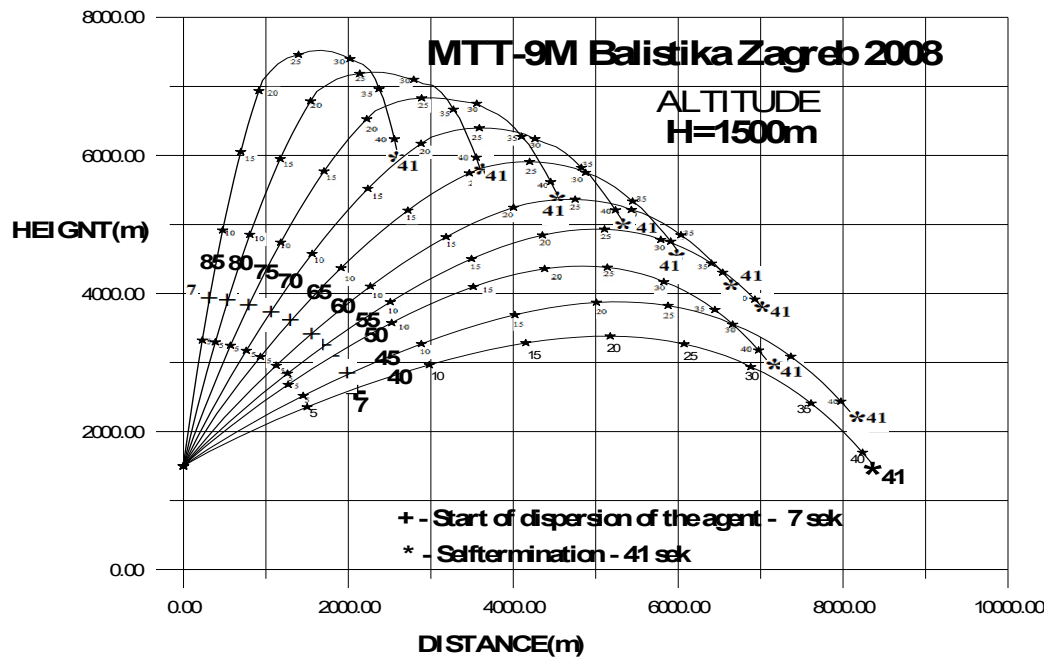
ნახ. 39.



63b.40



63b.41



ნახ. 42

ამ ოთხ ნახაზზე მოცემულია MTT-9M ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის ფრენის ტრაექტორიები. ჩვენ ისინი შევარჩიეთ საჩვენებლად, იმიტომ, რომ ისინი, ფაქტიურად, კარგად ახასიათებენ, მთელი ოჯახის „ხასიათს. ტრაექტორიები დატანილია ხელით, ზედმეტი შელამაზების გარეშე და საკმაოდ ინფორმატიულია. ჩვენ შევარჩიეთ მხოლოდ ოთხი ნახატი, თუმცა კომპლექტში, მაგალითად საქართველოსთვის, სადაც გამშვები დანადგარების განლაგების სიმაღლე თითქმის ორ კილომეტრამდეა, არის ტრაექტორიები ზღვის დონიდან 0, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750 და 2000 მეტრი სიმაღლისთვის. ყველა ტრაექტორიაზე, ხუთი წამის ინტერვალით დატანილია დროის ნიშნულები, აგრეთვე, რეაგენტის გამოშვების დაწყების (მე-7 წამი) და თვითლიკვიდაციის დრო (41-ე წამი). დატანილია, აგრეთვე, ჰორიზონტის მიმართ რაკეტის გაშვების კუთხე, ანუ ე.წ. ამალღების კუთხე. ვინაიდან წესებში მკაცრად არის რეგლამენტირებული, რომ რაკეტის თვითლიკვიდაცია უნდა მოხდეს არა ნაკლებ ერთ კილომეტრის სიმაღლეზე მიწის ზედაპირიდან, ადვილია იმის განსაზღვრა, თუ საით და რა კუთხით არის შესაძლებელი რაკეტის გაშვება [71, 72].

ვინაიდან ცოტა ძნელია და ნაკლებად ინფორმატიულია ორრეჟიმიანი რაკეტების „Алазань-6“, „Алазань-7“ და „Алазань-9“ ფრენის ტრაექტორიების გრაფიკულად წარმოდგენა, ჩავთვალეთ, რომ უპრიანი იქნება მათი სროლის ცხრილების წარმოდგენა.

ცხრილი 14.

რაკეტა „Алазань-6“-ის ტრაექტორული მახასიათებლები $t = 15^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურისას

ზემოქმედების პუნქტის სიმაღლე, ზღვის დონიდან H_0 მ	0°C იზოთერმის სიმაღლე H_0 , კმ	რაკეტების გაშვების ამაღლების კუთხე α , გრადუსი	ჩათევის ტრასის სასარგებლო ნაწილი $R_{\min}-R_{\max}$, კმ	გადაცილება მიწის იზოთერმის სიმაღლეზე H_{-6} , კმ	ლიკვიდაციის სიმაღლე ზღვის დონიდან H_0 , კმ	მოქანცვის მაჩილი, R , კმ
1	2	3	4	5	6	7
0	3,0	45	4,2 – 10,4	0,5	1,4	12,0
	3,5	50	4,0 – 10,6	0,9	2,6	12,1
	4,0	55	3,8 – 10,2	1,2	3,8	11,8
	4,5	55	4,6 – 10,2	0,7	3,8	11,8
	5,0	60	4,0 – 9,5	1,0	5,0	11,5
	5,5	60	4,6 – 9,4	0,5	5,0	11,5
	6,0	65	4,0 – 8,4	1,0	6,2	10,7
250	3,0	45	3,8 – 10,8	0,7	1,8	12,2
	3,5	50	3,6 – 11	1,0	3,0	12,4
	4,0	55	3,6 – 10,4	1,6	4,2	12,2
	4,5	55	4,2 – 10,4	0,9	4,2	12,2
	5,0	60	3,8 – 9,6	1,4	5,4	11,8
	5,5	60	4,3 – 9,6	0,9	5,4	11,8
	6,0	65	3,8 – 8,5	1,2	6,6	11,0
500	3,0	45	3,1 – 11,4	1,1	2,0	12,6
	3,5	45	4,2 – 10,8	0,6	2,0	12,6
	4,0	50	4,0 – 11,0	1,0	3,2	12,7
	4,5	50	5,0 – 10,6	0,5	3,2	12,7
	5,0	55	4,5 – 10,5	0,8	4,6	12,6
	5,5	55	5,1 – 10,2	0,4	4,6	12,6
	6,0	60	4,6 – 9,7	0,8	5,8	12,0
750	3,0	45	4,2-11,8	1,4	2,3	12,8
	3,5	45	4,0-11,4	1,1	2,3	12,8
	4,0	45	4,6-10,8	0,2	2,3	12,8
	4,5	45	6,0-10,0	0,0	2,3	12,8
	5,0	50	5,4-10,6	0,2	3,8	12,9
	5,5	50	6,2-10,0	0,0	3,8	12,9
	6,0	55	5,6-10,4	0,2	5,0	12,8
1000	3,0	45	4,2-12,0	1,6	2,8	13,0
	3,5	45	4,2-11,7	1,1	2,8	13,0
	4,0	45	4,2-11,4	0,6	2,8	13,0
	4,5	45	5,4-10,7	0,2	2,8	13,0
	5,0	50	4,8-11,2	0,6	4,0	13,6
	5,5	50	5,6-10,5	0,2	4,0	13,6
	6,0	55	5,0-10,8	0,6	5,2	13,3
1250	3,5	45	4,2-12,2	1,5	3,3	13,4
	4,0	45	4,2-11,8	1,0	3,3	13,4

	4,5	45	4,8-11,3	0,5	3,3	13,4
	5,0	45	6,0-10,6	0,0	3,3	13,4
	5,5	50	5,2-11,0	0,5	4,4	13,6
	6,0	50	6,2-10,3	0,0	4,4	13,6
1500	4,0	45	4,2-12,4	1,2	3,6	13,6
	4,5	45	4,2-11,8	0,7	3,6	13,6
	5,0	45	5,2-11,4	0,4	3,6	13,6
	5,5	45	6,4-10,4	0,0	3,6	13,6
	6,0	50	5,8-11,4	0,3	4,8	13,8
1750	4,0	45	4,2-12,6	1,4	3,8	13,8
	4,5	45	4,0-12,4	0,9	3,8	13,8
	5,0	45	4,6-12,0	0,4	3,8	13,8
	5,5	45	5,7-11,4	0,0	3,8	13,8
	6,0	50	5,2-11,6	0,6	5,1	14,0
2000	4,5	45	4,0-12,8	1,5	4,1	14,2
	5,0	45	4,0-12,4	1,0	4,1	14,2
	5,5	45	5,2-12,0	0,5	4,1	14,2
	6,0	45	6,3-11,2	0,0	4,1	14,2

ცხრილი 15.

რაკეტა „Алазань-6“-ის ტრაექტორული მახასიათებლები $t = 45^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურისას

ზემოქმედების პუნქტის სიმაღლე, ზღვის დონიდან $H_{\Sigma}, \text{მ}$	0°C იზოთერმის სიმაღლე $H_0, \text{კმ}$	რაკეტების გაშვების ამაღლების კუთხე α , გრადუსი	ჩათესვის ტრასის სასარგებლო ნაწილი $R_{\min}-R_{\max}, \text{კმ}$	გადაცილება მიწის 6°C იზოთერმის სიმაღლეზე $H_{-6}, \text{კმ}$	ლიკვიდაციის სიმაღლე ზღვის დონიდან $H_0, \text{კმ}$	მოქანცვის მანძილი, $R, \text{კმ}$
1	2	3	4	5	6	7
0	3,0	45	4,2-11,4	0,8	1,8	13,0
	3,5	45	5,2-10,6	0,3	1,8	13,0
	4,0	50	4,8-11,0	0,6	3,1	13,1
	4,5	50	5,8-10,4	0,3	3,1	13,1
	5,0	55	5,0-10,7	0,6	4,5	13,0
	5,5	55	6,0-10,0	0,1	4,5	13,0
	6,0	60	5,2-9,9	0,6	5,6	12,4
250	3,0	45	4,1-11,8	1,0	2,2	13,2
	3,5	45	4,6-11,2	0,5	2,2	13,2
	4,0	50	4,3-11,6	1,0	3,5	13,4
	4,5	50	5,3-11,0	0,5	3,5	13,4
	5,0	55	4,7-10,9	0,9	4,8	13,2
	5,5	55	5,4-10,6	0,4	4,8	13,2
	6,0	60	4,8-10,0	0,8	6,0	12,7

500	3,0	45	4,1-12,2	1,4	2,5	13,4
	3,5	45	4,1-11,8	0,9	2,5	13,4
	4,0	45	5,1-11,2	0,4	2,5	13,4
	4,5	50	4,8-11,5	0,8	3,8	13,4
	5,0	50	5,8-10,9	0,3	3,8	13,4
	5,5	55	5,2-11,0	0,9	5,1	13,6
	6,0	55	5,9-10,6	0,3	5,1	13,6
750	3,0	45	4,2-12,4	1,6	2,8	13,8
	3,5	45	4,2-12,3	1,1	2,8	13,8
	4,0	45	4,6-11,8	0,6	2,8	13,8
	4,5	50	4,2-12,0	1,1	4,2	13,8
	5,0	50	5,2-11,6	0,6	4,2	13
	5,5	55	4,7-11,2	1,1	5,5	13,3
	6,0	55	5,4-11,2	0,6	5,5	13,3
1000	3,5	45	4,4-12,8	1,4	3,2	14,0
	4,0	45	4,4-12,4	0,9	3,2	14,0
	4,5	45	5,2-11,8	0,4	3,2	14,0
	5,0	50	4,7-12,1	0,9	4,5	14,2
	5,5	50	5,7-11,6	0,4	4,5	14,2
	6,0	55	5,1-11,3	1,0	5,9	14,0
1250	3,5	45	4,4-12,8	1,7	3,5	14,2
	4,0	45	4,4-12,8	1,2	3,5	14,2
	4,5	45	4,6-12,3	0,7	3,5	14,2
	5,0	45	5,6-11,5	0,2	3,5	14,2
	5,5	50	5,0-12,2	0,8	4,8	14,4
	6,0	55	4,7-11,5	1,3	6,3	14,4
1500	3,5	45	4,3-13,0	1,2	2,6	14,0
	4,0	45	4,2-13,0	0,7	2,6	14,0
	4,5	45	4,2-12,8	0,2	2,6	14,0
	5,0	45	5,0-12,4	1,0	3,8	15,1
	5,5	45	6,0-11,8	1,0	3,8	15,1
	6,0	50	5,6-12,2	0,7	5,2	14,7
	6,5	50	4,0-8,4	0,2	5,2	14,7
1750	3,5	45	4,6-13,1	1,5	2,8	14,2
	4,0	45	4,6-13,0	1,0	2,8	14,2
	4,5	45	4,6-12,2	0,5	2,8	14,2
	5,0	45	4,2-12,8	0,8	4,2	15,0
	5,5	45	5,6-12,2	0,3	4,2	15,0
	6,0	50	5,0-12,6	1,0	5,5	14,8
2000	3,5	45	4,4-13,4	1,6	3,2	14,6
	4,0	45	4,4-13,4	1,2	3,2	14,6
	4,5	45	4,6-13,0	0,7	3,2	14,6
	5,0	45	4,2-13,4	1,2	4,6	15,2
	5,5	45	4,8-13,0	0,7	4,6	15,2
	6,0	50	4,6-12,8	1,2	6,0	15,4

ცხრილი 16.

რაკეტა „Алазань-7“-ის ტრაექტორული მახასიათებლები $t = 15^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურისას

ზემოქმედების პუნქტის სიმაღლე, ზღვის დონიდან H_{Σ} , მ	0°C იზოთერმის სიმაღლე H_0 , კმ	რაკეტების გაშვების ამაღლების კუთხე α , გრადუსი	ჩათესვის ტრასის სასარგებლო ნაწილი $R_{\min}-R_{\max}$, კმ	გადაცილება მიწის 6°C იზოთერმის სიმაღლეზე H_{-6} , კმ	ლიკვიდაციის სიმაღლე ზღვის დონიდან H_0 , კმ	მოქანცვის მანძილი, R , კმ
0	3,0	45	2,8 – 7,3	0,5	1,7	8,6
	3,5	55	2,5 – 7,0	1,0	2,8	8,2
	4,0	55	2,9 – 6,6	0,5	2,8	8,2
	4,5	65	2,2 – 5,8	1,0	4	7,0
	5,0	65	2,5 – 5,5	0,0	4	7,0
	5,5	75	1,5 – 3,8	0,7	5,5	5,0
	6	75	1,8 – 3,5	0,3	5,5	5,0
500	3,0	45	2,2 – 2,8	1,5	2,2	9,5
	3,5	45	2,8 – 8,4	1,0	2,2	9,5
	4,0	55	2,3 – 8,0	1,7	3,3	9,1
	4,5	55	2,7 – 7,7	1,2	3,3	9,1
	5,0	65	2,0 – 6,6	1,7	4,5	7,8
	5,5	65	2,4 – 6,4	1,2	4,5	7,8
	6,0	65	2,7 – 6,2	0,7	4,5	7,8
1000	3,0	45	1,6 – 9,4	2,2	2,7	10,0
	3,5	45	2,2 – 9,1	1,7	2,7	10,0
	4,0	45	2,8 – 8,8	1,2	2,7	10,0
	4,5	55	2,3 – 8,5	1,9	3,8	9,5
	5,0	55	2,6 – 8,3	1,4	3,8	9,5
	5,5	55	3,2 – 7,8	0,9	3,8	9,5
	6,0	65	2,4 – 6,8	1,5	5	8,2

ცხრილი 17.

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Алазань-9“-ის სროლის ცხრილები

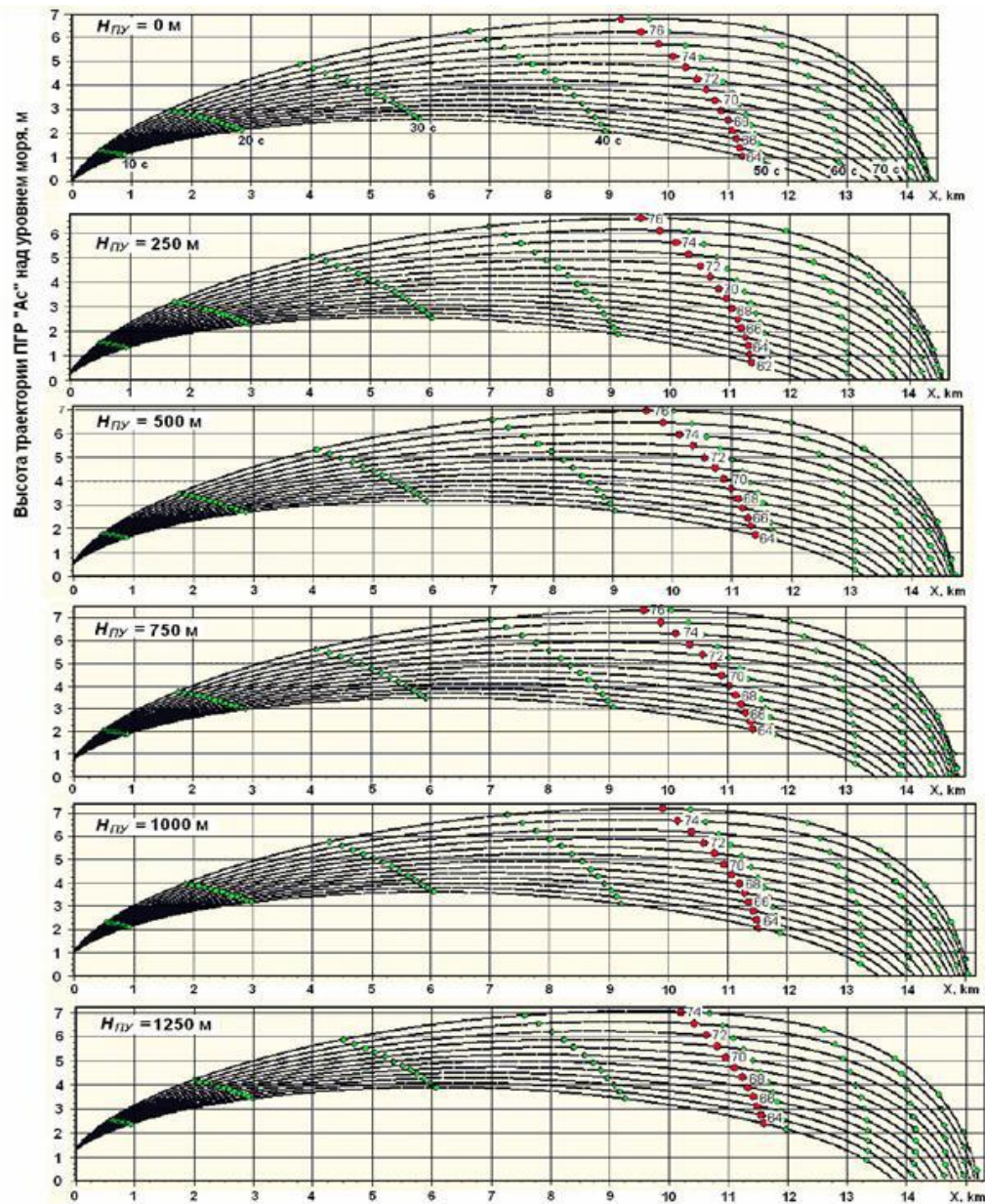
რაკეტა „Алазань-9“-ის გაშვების კუთხეები და ტრაექტორიების მახასიათებლები ჰაერის $0-40^{\circ}\text{C}$ ზღვის დონიდან მითითებულ გაშვების პუნქტის და მიწის 6°C იზოთერმის სიმაღლეებზე.

ზემოქმედების პუნქტის სიმაღლე, ზღვის დონიდან H_{Σ} , მ	0°C იზოთერმის სიმაღლე H_0 , კმ	რაკეტების გაშვების ამაღლების კუთხე α , გრადუსი	ჩათესვის ტრასის სასარგებლო ნაწილი $R_{\min}-R_{\max}$, კმ	გადაცილება მიწის 6°C იზოთერმის სიმაღლეზე H_{-6} , კმ	ლიკვიდაციის სიმაღლე ზღვის დონიდან H_0 , კმ	მოქანცვის მანძილი, R , კმ
0	3,0	50	3,2-10,0	1,0	1,9	11,2

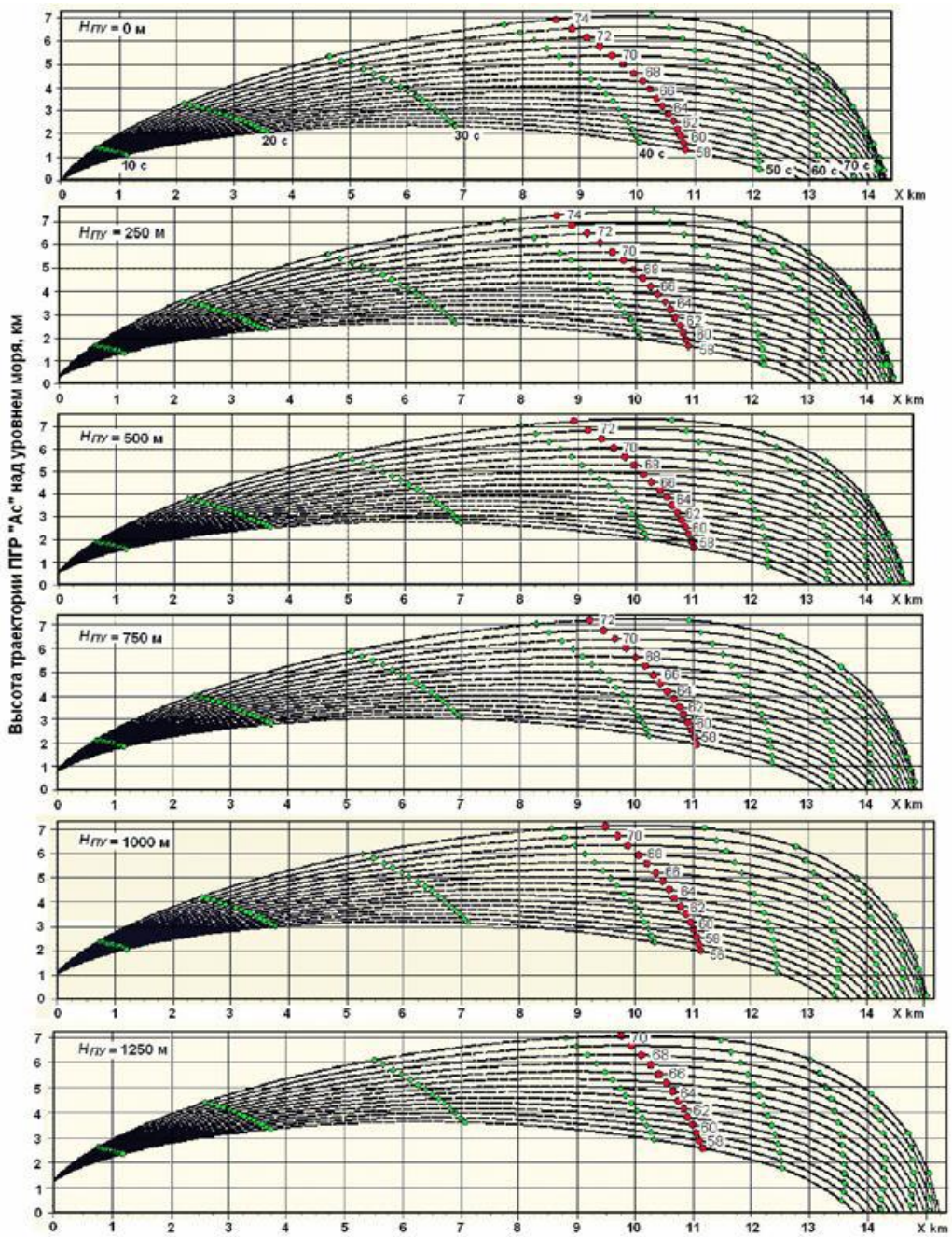
	3,5	50	4,0-9,6	0,5	1,9	11,2
	4,0	55	3,8-9,6	0,9	3,0	11,1
	4,5	55	4,5-9,1	0,4	3,0	11,1
	5,0	60	4,0-8,9	0,7	4,1	10,6
	5,5	65	3,7-8,1	0,9	4,1	10,6
	6,0	65	4,1-8,0	0,5	5,3	10,1
250	3,0	50	2,8-10,3	1,3	2,8	11,7
	3,5	50	3,6-10,1	0,8	2,8	11,7
	4,0	55	3,5-9,7	1,2	4,0	11,8
	4,5	55	4,0-9,7	0,8	4,0	11,8
	5,0	60	3,8-9,5	1,2	5,2	11,2
	5,5	60	4,2-9,2	0,6	5,2	11,2
	6,0	65	3,8-8,6	0,9	6,3	10,5
500	3,0	50	2,4-10,5	1,6	2,4	11,7
	3,5	50	3,1-10,2	1,0	2,4	11,7
	4,0	50	4,0-9,9	0,6	2,4	11,7
	4,5	55	3,8-10,0	1,2	3,8	11,5
	5,0	60	3,5-9,5	1,2	5,0	11,2
	5,5	60	5,0-9,4	0,9	5,0	11,2
	6,0	65	3,7-8,8	1,4	6,0	10,6
750	3,0	50	1,9-10,3	2,0	3,5	12,0
	3,5	50	2,6-10,3	1,5	3,5	12,0
	4,0	50	3,5-10,5	1,0	3,5	12,0
	4,5	55	2,2-9,9	1,4	4,8	11,9
	5,0	55	4,0-9,9	0,9	4,8	11,9
	5,5	60	3,7-9,1	1,4	5,9	11,8
	6,0	60	4,3-9,1	0,9	5,9	11,8
1000	3,0	50	2,0-10,8	2,1	3,1	12,2
	3,5	50	2,3-10,8	1,6	3,1	12,2
	4,0	50	3,1-10,5	1,1	3,1	12,2
	4,5	50	4,0-10,2	0,6	3,1	12,2
	5,0	55	3,6-10,1	1,3	4,4	12,1
	5,5	55	4,2-9,9	0,6	4,4	12,1
	6,0	60	4,0-9,7	1,0	5,7	11,9
1250	3,5	50	2,0-10,6	2,1	4,1	12,7
	4,0	50	2,6-10,6	1,6	4,1	12,7
	4,5	50	3,5-10,6	1,1	4,1	12,7
	5,0	55	3,7-10,1	1,45	5,4	12,6
	5,5	55	4,0-10,1	0,9	5,4	12,6
	6,0	60	3,8-8,5	1,3	6,6	12,1
1500	4,0	50	2,2-11,1	1,8	4,0	12,7
	4,5	50	3,0-11,1	1,3	4,0	12,7
	5,0	50	3,9-10,7	0,8	4,0	12,7
	5,5	55	3,7-10,3	1,2	5,3	12,6
	6,0	55	4,3-10,3	0,7	5,3	12,6
1750	4,0	50	2,6-11,5	2,1	4,1	13,1
	4,5	50	2,7-11,5	1,6	4,1	13,1
	5,0	50	2,8-11,2	1,1	4,1	13,1
	5,5	55	3,3-10,9	1,6	5,4	13,0
	6,0	55	4,0-10,9	1,1	5,4	13,0

2000	4,0	50	1,8-11,5	2,4	4,4	13,1
	4,5	50	2,2-11,5	1,9	4,5	13,
	5,0	50	3,0-11,5	1,4	4,5	13,1
	5,5	50	4,0-11,0	0,9	4,5	13,1
	6,0	55	3,7-10,9	1,3	5,8	13,0

შენიშვნის სახით განვმარტავთ, რომ ტერმინი „მოქანცვის მანძილი“ ამ შემთხვევაში გულისხმობს იმ მანძილს, რომელზეც რაკეტა იფრენდა დედამიწაზე ვარდნამდე, თუ თვითლიკვიდაცია არ მოხდებოდა. სეტყვის საწინააღმდეგო „Ac“ ტიპის რაკეტის ფრენის ტრაექტორიების გრაფიკები.



ნახ. 43. სეტყვის საწინააღმდეგო „Ac“ ტიპის რაკეტის ფრენის ტრაექტორიები, როდესაც მუხტის ტემპერატურა $t = 20^\circ\text{C}$ და გამშვები დანადგარის სიმაღლე ზღვის დონიდან 0, 250, 500, 750, 1000 და 1250 მეტრია.



ნახ. 44. სეტყვის საწინააღმდეგო „Ас“ ტიპის რაკეტის ფრენის ტრაექტორიები, როდესაც მუხტის ტემპერატურა $t = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ და გამშვები დანადგარის სიმაღლე ზღვის დონიდან 0, 250, 500, 750, 1000 და 1250 მეტრია. [67]

თავი 9.

ლაბორატორული გამოკვლევები

მცირეგაბარიტიანი აეროდინამიური სტენდი ყინულწარმომქმნელი აეროზოლების გენერატორების ეფექტურობის განსაზღვრისათვის [74].

დანიშნულება

აეროდინამიკური სტენდი განკუთვნილია სასრული ზომის ყინულწარმომქმნელი აეროზოლების გენერატორების გამოკვლევების ჩასატარებლად მიწისზედა პირობებში. სტენდი იძლევა ყინულწარმომქმნელი ეფექტურობის (აქტიური ნაწილაკების რაოდენობა შემადგენლობის ან ხსნარის წონის ერთეულიდან) განსაზღვრის საშუალებას გადამეტცივებული ღრუბლის სხვადასხვა ტემპერატურაზე, გენერატორის 30 მ/წმ-დე სიჩქარის ჰაერის ნაკადის შემობერვის პირობებში.

სტენდის შემადგენლობა



ნახ. 45. დანადგარის საერთო ხედი: ღია ტიპის აეროდინამიკური მილი (მარცხნივ), გასაყინი კამერა (მარჯვნივ)

ღია ტიპის აეროდინამიკური მილის შემადგენლობა:

- საღრუბლო კამერა;
- აეროზოლების განზავების სისტემა;
- აეროზოლების სინჯების აღების სისტემა;
- აეროზოლების გენერატორის დამაგრების და აალების სისტემები;
- მოწყობილობის აეროზოლებისგან განმედიის სისტემები;
- ყინულის კრისტალების რეგისტრაციის სისტემები.

აეროდინამიკური მილი განკუთვნილია ჰაერის ნაკადის შესაქმნელად აეროზოლების გენერატორის შემობერვისთვის და შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან:

- მაღალი წნევის ვენტილატორი;
- 0,3 მეტრის დიამეტრის და 1,5 მეტრი სიგრძის მუშა ნაწილი;

- 0,5 მეტრის დიამეტრის და 2 მეტრი სიგრძის დიფუზორი;
- 0,3 მეტრის დიამეტრის და 8 მეტრი სიგრძის გამოსაბოლქვი მილი;
- 0,1 მეტრის დიამეტრის ტურბულიზატორი;
- დაწნევის მილისი და მიკრომანომეტრი;
- მუშა ნაწილში გენერატორის დამაგრების სისტემა.
- **საღრუბლო კამერა** განკუთვნილია მოცემული ტემპერატურის მქონე გადა-მეტცივებული მოდელოური ნისლის შესაქმნელად. მუშა მოცულობა 125 ლიტრს შეადგენს. საღრუბლო კამერა ვენტილატორით, გამანათებლით, ტემპერატურის გამზომით და ორთქლის გენერატორით არის აღჭურვილი.

აეროზოლების განზავების სისტემა განკუთვნილია აეროდინამიკურ მილში აეროზოლების საწყისი კონცენტრაციის გასაზავებლად და შეიცავს:

- 2 ლიტრის მოცულობის სინჯის ასაღებს;
- 125 ლიტრის და 1000 ლიტრის მოცულობის ავზებს აეროზოლებისათვის, რომ-ლებშიც ჰაერის გადასარევად ვენტილატორებია ჩამონტაჟებული.

აეროზოლების სინჯების აღების სისტემა შედგება:

- ამღები მოწყობილობა, რომელიც ჰაერის ნაკადის მართობულად არის მიმართული;
- ჰაერის საბერისგან, რომელიც აეროდინამიური მილიდან აეროზოლების უწყვეტ მიღებას უზრუნველყოფს.

რეგისტრაციის სისტემა განკუთვნილია საღრუბლო კამერაში ფორმირებული ყინულის კრისტალების დასაჭერად და შემდგომ დასათვლელად და შეიცავს::

- თერმოსტატებს;
- ოპტიკურ მიკროსკოპს.



ნახ. 46. ოპტიკური მიკროსკოპი.

საღრუბლო კამერის მუშა მოცულობა მასში განლაგებული თერმოსტატებით და სხვა აღჭურვილობით

ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები

დანადგარის მუშა ნაწილის კვეთის დიამეტრი – 0,3 მ;

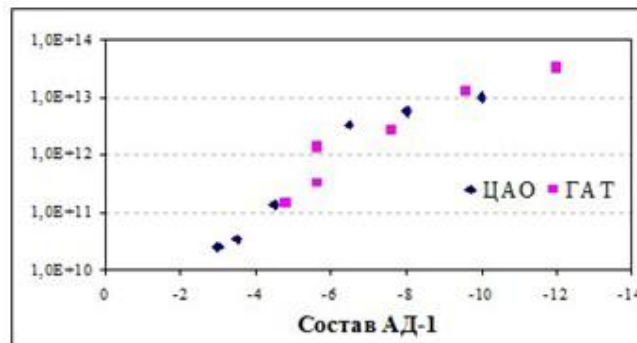
- ჰაერის ნაკადის სიჩქარე – 30 მ/წმ-დე;
- გადამეტცივებული ნისლის ტემპერატურების დიაპაზონი – -1°C -დან – 25°C -დე;
- აეროზოლის კონცენტრაციის განზავების კოეფიციენტი – 70-დე;
- ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების გამოსავლის გაზომილი (გაზომვადი) მინიმალური და მაქსიმალური მნიშვნელობები – 10^7 და 10^{17} გ^{-1} ;
- ერთი გაზომვის ხანგრძლივობა – დაახლოებით 40 წუთი;
- პიროტექნიკური შემადგენლობის 1 გრამიდან მინუს 10°C ტემპერატურაზე ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების გამოსავლის ერთი გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა – $\pm 120\%$;
- მოხმარებული სიმძლავრე – არა უმეტესი 1 კვტ/სთ.

ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების გამოსავლის გაზომვის პრინციპი

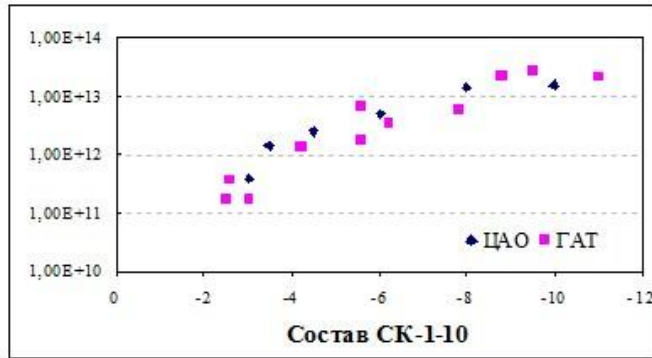
გაზომვის პრინციპი მდგომარეობს გადამეტცივებული წყლის ნისლის აეროზოლებში წარმოქმნილი ყინულის კრისტალების რიცხვის განსაზღვრაში, რომელიც წარმოიშვება ჰაერის ნაკადში ყინულწარმომქმნელი გენერატორის ფუნქციონირებისას. ცნობილი ჰაერის ნაკადი იქმნება სინჯის შეყვანისას აეროზოლების განზავების სისტემაში, ხოლო საჭირო მახასიათებლების მქონე ჰაერის ნაკადი კი – აეროდინამიკურ მილში.

ნისლი მომუშავე საღრუბლო კამერის ცივ სამუშაო მოცულობაში ცხელი წყლის ორთქლის ჭავლის შეშვებისას ჩნდება. წარმოქმნილი ყინულების კრისტალების რაოდენობა ფასდება საღრუბლო კამერის იატაკის ფართობის ერთეულზე მოსული კრისტალების რაოდენობით. კრისტალების დაჭერა მიკროთერმოსტატში ხდება იმ დროის განმავლობაში, სანამ არ მოხერხდება მათი რაოდენობის დათვლა ოპტიკური მიკროსკოპის დახმარებით.

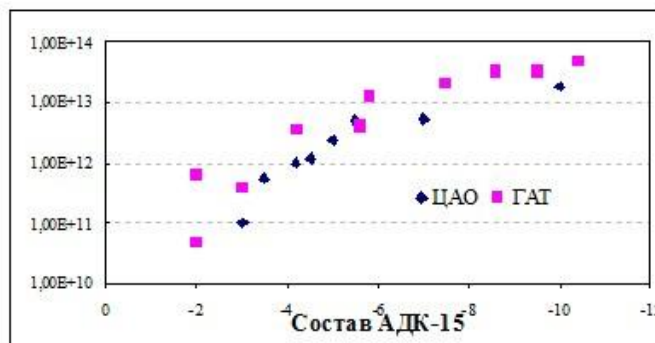
ატმოსფერული ტექნოლოგიების სააგენტოს მონაწილეობით რუსეთში შექმნილი ყინულწარმომქმნელი შემადგენლობების ეფექტურობა



ნახ. 47.



ნახ. 48.



ნახ. 49.

ქვემოთ წარმოდგენილია ცენტრალურ აეროლოგიურ ობსერვატორიაში ნ. პლაუ-დეს ხელმძღვანელობით შექმნილი **დანადგარი რეაგენტების ყინულწარმომქმნელი აქტივობის განსაზღვრისათვის**, რომელიც შემდგომ სახელმძღვანელო დოკუმენტის საფუძველი გახდა; მისი საშუალებით დგინდება ყველა რუსეთში წარმოებული რეაგენტების გამოსავალი და ხარისხი.

ყინულწარმომქმნელი რეაგენტის ეფექტურობის განსაზღვრის პრინციპი

ყინულწარმომქმნელი რეაგენტის ეფექტურობა განისაზღვრება აქტიური ნაწილაკების გამოსავლით (რაოდენობით) ამა თუ იმ სახით (კერძოდ, ყინულწარმომქმნელი რეაგენტის პირობითი შემადგენლობაში დაწვის შედეგად) აეროზოლში გადაყვანილი რეაგენტის მასის ერთეულიდან. ყინულწარმომქმნელი რეაგენტის ეფექტურობის გაზომვის პრინციპი მდგომარეობს ყინულის კრისტალების დათვლაში, რომლებიც გადამეტცივებული წყლის ნისლეში ჩნდებიან (წარმოიშვებიან) აეროზოლის სახით მასში გამოსაკვლევი რეაგენტის ცნობილი რაოდენობის შეყვანისას. ნისლი იქმნება გაციებულ საღრუბლო კამერაში ცხელი წყლის ორთქლის ან წყლის მექანიკური დისპერგირების გზით. გამოსაკვლევი რეაგენტი წინასწარ გადაყავთ აეროზოლურ მდგომარეობაში ცალკე ავზში – აეროზოლურ კამერაში. ის კრისტალები, რომლებიც საღრუბლო კამერის ფსკერზე ეშვებიან, ხვდებიან რეპლიკების შემქმნელი ნივთიერების აფსკზე, რომელიც გამაგრების შემდეგ ინარჩუნებს მათ ნაკვალევს, ან მიკროთერმოსტატიში, სადაც კრისტალები იმდენხანს შენარჩუნდება, რამდენიც საკმარისია ოპტიკური მიკროსკოპით მათ დასათვლელად. აქტიური ნაწილაკების გამოსავლის მინიმალური და მაქსიმალური გაზომილი მნიშვნელობები დამოკი-

დებულია ნაწილაკების რეგისტრაციის მეთოდზე, გამოყენებული აეროზოლური კამერის მოცულობაზე, და დასაშვები (გაზომვის საშუალებებიდან გამომდინარე) აეროზოლში გადასაყვანი რეაგენტის რაოდენობაზე.

მოცემულ მეთოდიკაში ისინი შესაბამისად 10^7 და 10^{19} გ^{-1} შეადგენენ.

განსახილველი სიდიდის ცვლილების დიაპაზონი

აქტიური ნაწილაკების ამოსავლის მინიმალური შესაძლო მნიშვნელობა 0 გ^{-1} შეადგენს. ზედა ზღვრად შეიძლება ჩაითვალოს ყველაზე აქტიური ყინულნარ-მომქმნელი რეაგენტის – იოდოვანი ვერცხლის – აქტიური ნაწილაკების თეორიული გამოსავალი, რომელიც ყველაზე დაბალ, მინუს 25°C -ზე 10^{19} გ^{-1} შეადგენს.

მეთოდიკის ცდომილება

მეთოდიკის ცდომილება ძირითადი და დამატებითი ცდომილებებით განისაზღვრება.

ძირითადი ცდომილება

მეთოდიკის ძირითადი ცდომილება სისტემატური და შემთხვევითი მდგენელებისგან ჯამდება.

ძირითადი ცდომილების სისტემატური მდგენელი აეროზოლური ნაწილაკების დანაკარგებით (მათი კოაგულაციით და დალექვით) არის განპირობებული მოსამზადებელი ოპერაციების დროს გადამეტცივებულ ნისლში აეროზოლის შეყვანისას და საღრუბლო კამერის მუშა მოცულობაში ისეთი ტემპერატურული გრადიენტების არსებობის გამო, რომლებიც მუდმივად არსებობენ და რომლებსაც ყინულნარმომქმნელი ბირთვების ნაწილის აქტივირებისკენ მივყევართ. ეს ხდება იმ ტემპერატურაზე, რომელიც განსხვავებულია საღრუბლო კამერის ცენტრში დაფიქსირებული ცდის ტემპერატურისაგან. ჩვეულებრივ, ექსპერიმენტური შეფასებების თანახმად, 1-3 წუთი მოსამზადებელი ოპერაციების დროს აეროზოლური ნაწილაკების ჯამური დანაკარგები საწყისი კონცენტრაციით 10^7 სმ^{-3} და ზომებით $5 \cdot 10^{-5} \text{ სმ}$ 5% არ აღემატება. ძირითადი ცდომილების სისტემატური მდგენელი, რომელიც საღრუბლო კამერაში ტემპერატურის გრადიენტის არსებობასთან არის დაკავშირებული, გამოსავლის ტემპერატურულ დამოკიდებულების $N(T)$ სახეზეა დამოკიდებული და $0,03^{\circ}\text{C}/\text{სმ}$ ნაკლებ ტემპერატურის გრადიენტის დროს 5% არ აღემატება $N(T)$ -ს იმ უბნებისთვის, სადაც გამოსავალი N უმნიშვნელოდ იცვლება ტემპერატურასთან ერთად ($dN/dT \leq 0,1N^{\circ}\text{C}^{-1}$), და რეაგენტის აქტივობის ზღურბლთან 25% იზრდება, სადაც $dN/dT \geq N^{\circ}\text{C}^{-1}$.

ძირითადი ცდომილების შემთხვევითი მდგენელი ჯამდება:

- 1) აეროზოლში გადასაყვანი რეაგენტის* საწყისი მასის განსაზღვრის შემთხვევითი ცდომილება;
- 2) გამოსაკვლევი აეროზოლის მოცულობის განსაზღვრის შემთხვევითი ცდომილება;
- 3) აქტიური ნაწილაკების (ყინულის ნაწილაკების) რიცხვის განსაზღვრის ცდომილება;
- 4) გადამეტცივებული ნისლის ტემპერატურის გაზომვის ცდომილება.

მასის დანაკარგები რეაგენტის დისპერგირების პროცესში დისპერგირების მეთოდების სისტემატურ ცდომილებებს ეკუთვნის და ნამდვილ მეთოდიკაში არ განიხილება.

პირველი ორი ცდომილება სასწორის და შპრიცის ცდომილებებს ეკუთვნის და თითოეული მათგანის ცდომილება $\pm 10\%$ არ აღემატება.

ყინულის კრისტალების რიცხვის განსაზღვრის ცდომილება შედგება კრისტალების მიკროსკოპის მხედველობის არეში δ_n დათვლის ცდომილებისგან, რომელიც $\pm 5\%$ არ აღემატება, ცდომილება δ_n -სგან, რომელიც არჩევის შეზღუდვებით არის განპირობებული და კრისტალების n რიცხვის ფლუქტუაციებისგან, რომლებიც მიკროსკოპის მხედველობის არეში ხვდებიან. ვინაიდან δ_n პუასონის კანონი

განსაზღვრავს როგორც $\delta_n = 1/\sqrt{n}$ (სადაც $\bar{n}$ კრისტალების საშუალო რიცხვია მხედველობის არეში, ხოლო n აჩეების *ჩიცხვია*), იგი შეიძლება იყოს შემცირებული არა უმეტეს $\pm 15\%$ -ის დონემდე სათვლელი არეების რიცხვის გაზრდით. გაზომვის ცდომილების შემთხვევითი მდგენელი, რომელიც დაკავშირებულია გადამეტცივებული ნისლის ტემპერატურის განსაზღვრის δ_T ცდომილებასთან, დამოკიდებულია გამოსვლის ტემპერატურული დამოკიდებულების $N(T)$ ხასიათზე. მის ყველაზე დამახასიათებელ უბნებზე, სადაც dN/dT $0,05N$ -დან $0,1N$ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ -დე, იცვლება, იგი $\pm (10...20)\%$ შეადგენს. ტემპერატურის ცვლილებისას, N -ის მკვეთრი ცვლილების უბანში, სადაც $dN/dT \geq N$ $^{\circ}\text{C}^{-1}$, ცდომილება 80% -დე და მეტიც იზრდება.

დამატებითი ცდომილება

გამოსვლის გაზომვის დამატებითი ცდომილება აეროზოლურ კამერაში გარემოს მდგომარეობის მახასიათებლების – ტემპერატურისა და ტენიანობის ცვლილებასთან არის დაკავშირებული და შეიძლება თავი იჩინოს ყინულწარმოქმნელი რეაგენტების გამოსვლის განსაზღვრისას, რომელთა აქტივობა ძლიერ არის დაკავშირებული წყლის ორთქლის გადაჯერებასთან იმ შემთხვევაში, თუ არ არის დაცული მეთოდიკის გამოყენების პირობები, რომლებიც ადრე არის მითითებული. ამ დროს გამოსვლის გაზომილი მნიშვნელობა შეიძლება რამდენიმე რიგით იყოს მომატებული.

მოთხოვნები მოწყობილობების, გაზომვის საშუალებების და გაზომვების ჩატარების წესების მიმართ.

- მოწყობილობები და გაზომვის საშუალებები. მეთოდიკაში აუცილებელ მოწყობილობებად მიიჩნევა გაციებადი საღრუბლო კამერა და აეროზოლების მისაღები კამერა (აეროზოლური კამერა). გაზომვის საშუალებებია თერმომეტრი საღრუბლო კამერის მუშა მოცულობაში ტემპერატურის გასაზომად, ტენიანობის გამზომი, მოწყობილობა (შპრიცი) = დოზირებულ სინჯების ასაღებად, წამზომი, სასწორი – რეაგენტის (პიროშემადგენლობის) ნიმუშების ასაწონად და მიკროსკოპი – ყინულის კრისტალების დასათვლელად.
- საღრუბლო კამერა
- საღრუბლო კამერის მუშა მოცულობა 100-დან 1000 ლიტრამდე უნდა იყოს.
- მუშა მოცულობაში ტემპერატურა მინუს 25-დან პლუს 25 $^{\circ}$ C ფარგლებში უნდა რეგულირდებოდეს.
- მინიმალური ტემპერატურის, მინუს 25 $^{\circ}$ C მიღწევის დრო 5 საათზე მეტი არ უნდა იყოს.
- საღრუბლო კამერა უნდა იყოს აღჭურვილი შემდეგი საშუალებებით: ტემპერატურის გამზომი, ვენტილატორი ტემპერატურის და ნაწილაკების კონცენტრაციის გასათანაბრებლად, მოწყობილობა ორთქლის მისაღებად (ორთქლის გენერატორი), ყინულის კრისტალების დამჭერი მოწყობილობა, გამანათებელი შუქის პარალელური კონით OI-9, OI-21 კრისტალიზაციის პროცესის დაკვირვებისთვის, ლიუკები აეროზოლების სინჯების შესაყვანად და სხვა ხელის ოპერაციების შესასრულებლად.

- აეროზოლური კამერა. 0,5-დან 2,0 მ³ მოცულობის აეროზოლური კამერა, რომელშიც განთავსებულია ვენტილატორი საკვლევი აეროზოლის მოსამზადებლად და ნაწილაკების კონცენტრაციის გასათანაბრებლად. კამერა მიერთებულია გამწვავ ვენტილაციასთან და მისი განმეორება აეროზოლებისგან ხდება არაუმეტეს 30 წუთის განმავლობაში.

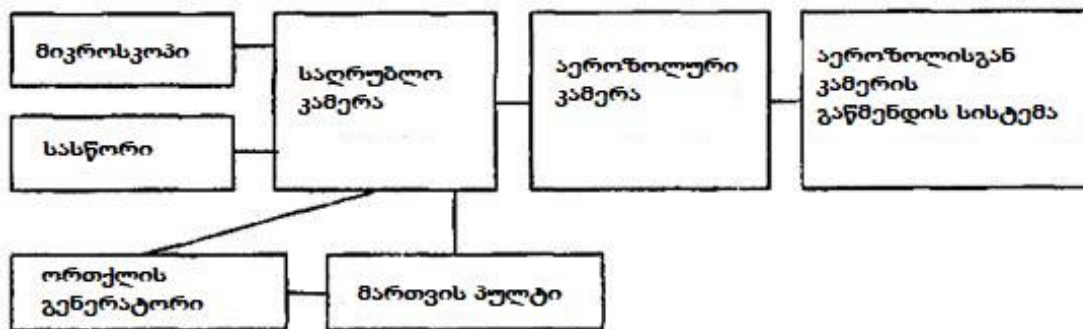
გაზომვის საშუალებები

- საღრუბლო კამერაში ტემპერატურის გაზომვა უნდა წარმოებდეს ტემპერატურის გამომით გასაზომი ტემპერატურების მინუს 25-დან პლუს 25° C ფარგლებში (დიაპაზონში) მონაცემების ცდომილებით არა უმეტეს 0,3°C-სა.
- აეროზოლურ კამერაში ტენიანობის გაზომვა ხდება ტენიანობის ნებისმიერი გამომით (ჰიგრომეტრი, ფსიქრომეტრი), მონაცემების არა უმეტეს 5% ცდომილებით.
- აეროზოლების სინჯების დოზირებისთვის გამოიყენება 20-დან 250 სმ³ ტევადობის შპრიცი, შესაბამისად, 1-დან 10 სმ³ დანაყოფის ფასით.
- დროის გასაზომად გამოიყენება წამომი 1წამის დანაყოფის ფასით.
- აეროზოლში გადასაყვანი რეაგენტის მასის გაზომვა ხდება 1 მგ დანაყოფიანი სასწორით იმ შემთხვევაში, თუ ასაწონი ნიმუშის მასა 10-დან 500 მგ-დეა, ხოლო იმ შემთხვევაში, თუ ასაწონი ნიმუშის მასა 10 მგ-ზე ნაკლებია, გამოიყენება 0,01 მგ დანაყოფის ფასის მქონე მიკროანალიტიკური სასწორი.
- კრისტალების რაოდენობის დასათვლელად გამოიყენება МБМ-1 ტიპის მიკროსკოპი 200 ჯერ გადიდების შესაძლებლობით.

- ტიპური დანადგარის აღწერილობა.

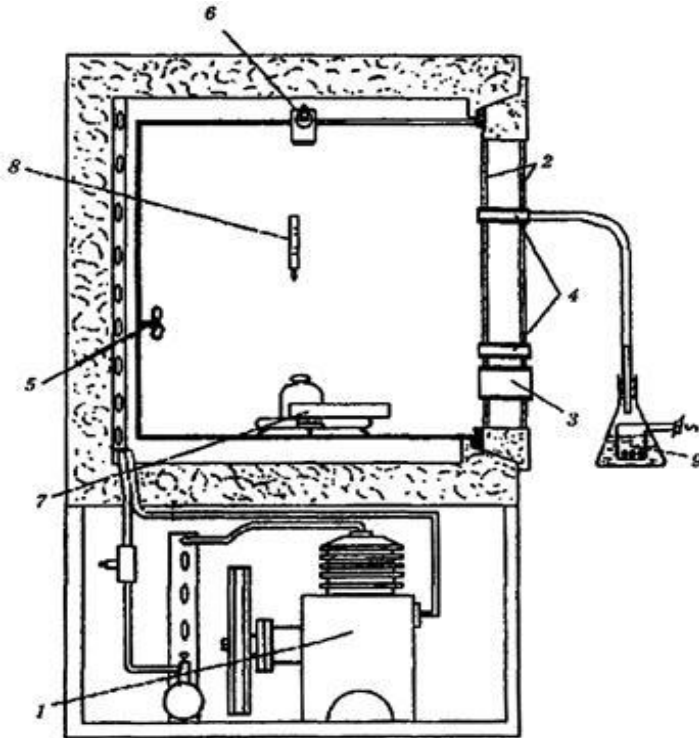
ზემოთ ჩამოთვლილ მოთხოვნებს ცენტრალურ აეროლოგიურ ობსერვატორიაში გამოყენებული დანადგარი სრულიად აკმაყოფილებს (ნახ. 42).

დანადგარში შედის: 300 ლიტრის მოცულობის გასაციხელი მუშა მოცულობის მქონე საღრუბლო კამერა (გერმანული წარმოების TSW-300 ტიპის სამაცივრო კარადის საფუძველზე შექმნილი), გაწმენდის ავტონომიური სისტემის მქონე 800 ლიტრის მოცულობის აეროზოლური კამერა, 600 ვატის სიმძლავრის ორთქლის გენერატორი, 1 მგ დანაყოფის ფასის მქონე BT-500 ტიპის ტორსიული სასწორი; 0,01 მგ დანაყოფის ფასის მქონე ВЛР-20 ტიპის მიკროანალიტიკური სასწორი; მიკროსკოპი МБМ-1; საღრუბლო კამერაში განთავსებული მოწყობილობების და ორთქლის გენერატორის მართვის პულტი.



ნახ. 50. ყინულწარმომქმნელი რეაგენტების ეფექტურობის გაზომვი მოწყობილობის სქემა

- საღრუბლო კამერა (ნახ. 42) წარმოადგენს TSW-300 ტიპის გადაკეთებულ სამაცივრო კარადას მუშა მოცულობით 900 x 460 x 720 მმ. საღრუბლო კამერის სამაცივრო დანადგარი 1 კვტ სიმძლავრეს მოიხმარს და საშუალებას იძლევა მუშა მოცულობის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურიდან მინუს 25° C-მდე ოთხ საათში გააციოს. კარადის წინა პანელზე ორიდან ერთი კარები ორგანული მინიდან დამზადებულ ორმაგი ფანჯრით არის შეცვლილი. მასში ორგანული მინისგან დამზადებული 100, 23 და 23 მმ დიამეტრის სამი მილი გადის.



ნახ. 51. საღრუბლო კამერის ქრილი

- 1 – სამაცივრო აგრეგატი;
- 2 – ორმაგი ფანჯარა;
- 3, 4 – მილისები;
- 5 – ვენტილატორი;
- 6 – გამანათებელი მოწყობილობა;
- 7 – კრისტალების სინჯების ამღები;
- 8 – ვერცხლის წყლიანი თერმომეტრი;
- 9 – ორთქლის გენერტორი

100 მილიმეტრი დიამეტრის განიერი მილისი აეროზოლების სინჯების შესატანად და მუშა მოცულობაში ხელის ოპერაციების შესასრულებლად გაჩვენებული. 23 მმ დიამეტრის ორი ვიწრო მილისი მუშა მოცულობაში ჰაერის შესაცვლელად და სხვა საჭიროებისთვის შეიძლება იყოს გამოყენებული. საღრუბლო კამერის შიდა კედლები უჟანგავი ფოლადისგან არის დამზადებული. მოცულობის ერთერთ შიდა კედელზე ჰაერის შესარევად შესარევად და ნაწილაკების კონცენტრაციის გათანაბრებისთვის დამაგრებული არის ვენტილატორი (5). ვენტილატორის ჩამრთველი კამერის წინა პანელზეა გამოტანილი. საღრუბლო კამერის იმ ზედა ნაწილში, რომელიც ფანჯრიდან ჩანს, დამაგრებულია გასანათებელი მოწყობილობა (6), რომელიც შუქის პარალელურ კონას იძლევა ნისლის გაჩენის და მისი ფაზური მდგომარეობის ცვლილებების პროცესებზე ვიზუალური დაკვირვებისათვის. ამგვარ მოწყობილობად ОИ-19 ტიპის მიკროსკოპის გამანათებელია გამოყენებული. წარმოქმნილი ყინულის კრისტალების დასაჭერად საღრუბლო კამერის ფსკერზე კრისტალების სინჯების ამღები (7) არის მოთავსებული. ძირითადი მისი ნაწილია დისკი, რომელსაც რელე და მექანიკური გადაცემა ამოძრავებს. დისკზე სასინჯი მინებისთვის 10 ჩაღრმავებაა გაკეთებული. იგი ლითონის კორპუსშია მოთავსებული და აქვს ფანჯარა მინების რიგრიგობით ექსპონირებისათვის. ნახვრეტის დასახურად კორპუსზე ლითონის ფირფიტაა დამაგრებული, რომელიც რელეს მეშვეობით გადაადგილდება. სასინჯ მინებზე რეპლიკების შე-

საქმნელი ხსნარის დასატანად, კამერაში წვეთიდან აპკის გასაჭიმად ხსნარის შემცველი ბიუქსი, მინის წკირი მინაზე ხსნარის წვეთის დასატანად და მინის ლილვაკია მოთავსებული. მინუს 25-დან პლუს 25⁰ C-მდე ფარგლებში (დიაპაზონში) ტემპერატურების გასაზომად საღრუბლო კამერის ცენტრში სინდიყის თერმომეტრია დამაგრებული, დანაყოფის ფასით 0,2⁰C. ორთქლის გენერატორი საღრუბლო კამერაში ორთქლის მისაწოდებლად და მასში ნისლის შესაქმნელადაა განკუთვნილი. იგი წარმოადგენს სითბოგამძლე კოლბას, მასში მოთავსებულ 600 ვატის სიმძლავრის ელექტროსპირალით.

- გამანათებელი მოწყობილობის, დისკის შემობრუნების რელეს ნახვრეტის დასახური და ორთქლის გენერატორის ჩამრთველები მართვის პულტზეა გამოტანილი.
- აეროზოლური კამერა 1200 x 1210 x 570 მმ ზომის მართკუთხა ყუთს წარმოადგენს. თვითონ კამერა ვინიპლასტიკისგან არის შექმნილი, წინა კედელი კი ორგანული მინისაა. ამ კედელში გაჭრილია კარები კამერაში აეროზოლების მისაღები მოწყობილობის მოსათავსებლად და პატარა ლიუკი, რომლის მეშვეობითაც შპრიცის საშუალებით აეროზოლების სინჯების აღება ხდება საღრუბლო კამერაში გამოსაკვლევად. III-8 ტიპის 150 სმ³ მოცულობის შპრიცი გამოიყენება 10 სმ³ დანაყოფის ფასით. აეროზოლური კამერის შიგნით, ერთერთ გვერდით კედელზე განთავსებულია ვენტილატორი, რომელსაც მიღებული აეროზოლის კონცენტრაციის გათანაბრებისთვის იყენებენ. ვენტილატორის ძრავას ბრუნვათა რიცხვის სიჩქარეს ძრავაზე მიწოდებული 95-დან 200 ვოლტამდე ძაბვის რეგულირებით ახდენენ და იგი 10-დან 30-დე ბრ/წმ ფარგლებში იცვლება. აეროზოლებისგან კამერის გასაწმენდად მის ზედა ნაწილში ლიუკია გაკეთებული, რომელიც ცდის ჩატარების დროს სახურავით იხურება და, საჭიროების შემთხვევაში, კამერას სავენტილაციო მილთან აერთებს. გაწმენდის პროცესის დასაჩქარებლად და ნაწილაკების უფრო სრულ განდევნისათვის, აეროზოლური კამერა შემოვლითი მილით არის აღჭურვილი, რომლის შესასვლელზე ΦK აეროზოლური ფილტრია დაყენებული. კამერის ჰაერის დაჩქარებული გაწმენდა DB-2 ტიპის შემბერავით, მისი ფილტრში იძულებითი გატარებით მიიღწევა. აეროზოლურ კამერაში ტემპერატურა და ტენიანობა M-34 ტიპის ფსიქრომეტრით იზომება [75, 76, 77].

ყაზანის ტექნოლოგიურ უნივერსიტეტში შექმნილია დანადგარი და დამუშავებულია მეთოდიკა იმ პიროტექნიკური შემადგენლობების გამოსაკვლევად, რომლებიც ჰიგროსკოპიურ აეროზოლებს გენერირებენ. დანადგარი საშუალებას იძლევა საკმარისი სიზუსტით, ოპერატიულად შევაფასოთ თბილ ნისლებსა და ღრუბლებზე ზემოქმედებისას ჰიგროსკოპიური აეროზოლის, პიროტექნიკური აეროზოლის შემადგენლობების რეცეპტურის ეფექტურობა. თვისობრივად გაღიავენის უნარი შეიძლება დახარისხდეს შუქის სხივის ინტენსივობის დაკლებით, რომელიც აეროზოლის ფენაში გადის. ამგვარად, რეაგენტის დაწვის შემდეგ შუქის სხივის ინტენსივობის გაზომვა დროის გარკვეული ინტერვალების შემდეგ, საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ დროში გაღიავენის უნარის ცვლილება [78].

პრაქტიკულად იგივე მეთოდით მომუშავე იგივე დანადგარი გაიმეორეს ნალჩიკში, ერთადერთი – დამატებულია მცირე ზომის საღრუბლო კამერა და ზოგი ხელსაწყო უფრო თანამედროვეთი არის შეცვლილი: 140 ვატის სიმძლავრის ულტრაბგერითი ორთქლის გენერატორი Electrolux EHU-2510D, 10⁻⁴ გ სიზუსტეს მქონი ელექტრონული სასწორი Adventurer და Motic -ის ტიპის ოპტიკური მიკროსკოპი [79].

თავი 10.

„ზედაპირი – ჰაერის“ ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები



ნახ. 52. გამშვები დანადგარები და პირველი თაობის რაკეტები (Алазань, Кристалл, Облако)

რაკეტა „Алазань“ გახდა რამდენიმე ქვეყანაში წარმოებული სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების პროტოტიპი [6, 79, 80].

ცხრილი 18.

	Облако	Алазань 2М, АлазаньЧМ 15	Алазань 2М-1СТ	Кристалл1М Кристалл2М	ТГ-10 Югосл	WR-18 Китай	Дарг	Алазань 5/6
სიგრძე, მმ	2110	1346	885 \	1956+4,3	1050	1440	1200	1402
კალიბრი, მმ	125	82,5	82,5	82,5	75/40	82	60	82,5
მასა, კგ	35	9,2	6,0	12,0+0,5	4,3	8,5	4,5	8,5
აქტიური ბოლის შემადგენლობის მასა, კგ	5	0,63	0,63	1,1	0,4	0,725	0,7	0,63
მაქსიმალური სიშორე, მ	12000	10 000	4 800	14 000	10000	8000	12000	10500
მოქმედების ეფექტური რადიუსი, მ	8000	9 000	4 300	12 000	6000	5000	7000	6000
მაქსიმალური სიმაღლე, მ	8600	9 000	4 300	9 000	8600			
თავის (წინა) ნაწილის ტიპი	მ/ბლოკი	მ/ბლოკი	მ/ბლოკი	მ/ბლოკი	მ/ბლოკი	მ/ბლოკი	მ/ბლოკი	მ/ბლოკი
ტემპერატურული								

დიაპაზონი, °C	-5 – +40	-5 – +40	-5 – +40	-5 – +50	-5 – +40	-5 – +40	-5 – +40	-5 – +40
კრისტალების გამოსავალი	$2 \cdot 10^{16}$	$3 \cdot 10^{15}$	$3 \cdot 10^{15}$	$3 \cdot 10^{15}$	$4 \cdot 10^{14}$	$1,8 \cdot 10^{15}$	$1,0 \cdot 10^{16}$	$7 \cdot 10^{15}$

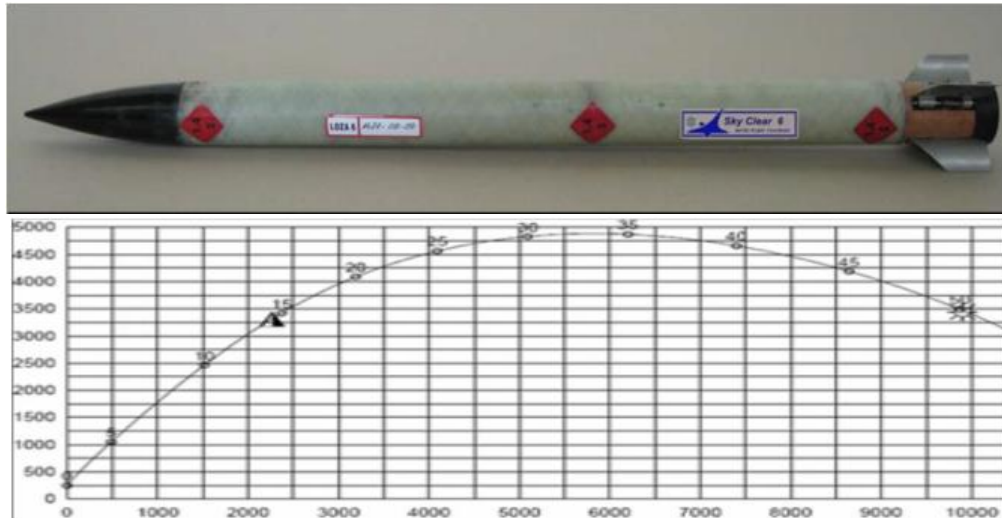
ამ თაობის ყველა სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა აღჭურვილი იყო მყარსაწვავიანი სარაკეტო ძრავით, რომელშიც გამოიყენებოდა ბალისტიკური, პლასტიკური ან შერეული მყარი საწვავი. ქობინში თავსდებოდა პიროტექნიკური ნაერთი, რომელიც მაკრისტალიზებელ რეაგენტს შეიცავდა (პიროტექნიკური ნაერთის კოჭა შეიცავდა 40–60 % AgI ან PbI_2 , 25–45 % NH_4ClO_4 , 10–25 % იდიტოლს და 1,5–2 % გრაფიტს ან მინერალურ ზეთს) [81], მის აალების სისტემას (ეგრეთ წოდებული დისტანციური მილისი) ამუშავების დროის დაყოვნების წინასწარი დაყენებით და უსაფრთხო დაშვების (პარაშუტი „Облако“-სთვის) ან მუშაობის დამთავრების შემდეგ – ასაფეთქებელი მოწყობილობა თვითლიკვიდაციისთვის, რომელიც მოსახლეობისთვის უსაფრთხო ნაწილებად შლის რაკეტის კორპუსს. განსაკუთრებულად გამოირჩევა სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა «Кристалл» და მისი ჩინური ანალოგი, რომლებიც გამოირჩევიან იმით, რომ მათ მოდულურ ქობინში განლაგებული პიროვაზნების გასროლა ხდება რიგრიგობით, რის შედეგადაც იქმნება დიამეტრით გაცილებით დიდი, მაგრამ არამთლიანი აეროზოლის ღრუბელი. ამჟამად რუსეთში სერიულად აწარმოებენ Алазань-5, Алазань-6 და Алазань-9 ტიპის მოდერნიზებულ რაკეტებს [82].



ნახ. 53. თანამედროვე რუსეთში წარმოებული სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები

თანამედროვე სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებს სხვადასხვა კონსტრუქციები აქვთ. ისინი ერთ და ორსაფეხურებიანია. ამასთან წინა ნაწილის დიამეტრი შეიძლება განსხვავდებოდეს ძრავის ნაწილის დიამეტრისაგან. რიგ თანამედროვე რაკეტებს აქვთ ე.წ. ნაღმტყორცნული გაშვების წესი –სპეციალური გამოსაგდები მუხტი ანიჭებს

რაკეტას საკმარის იმპულსს იმისათვის, რომ იგი გამოვიდეს დანადგარიდან განსაზღვრული – 20-110 მ/წმ – საწყისი სიჩქარით. ამით მიიღწევა რაკეტის სიზუსტე და მცირდება მიწისპირა ქარის გავლენა. ასევე, რაკეტის სიზუსტის მომატების მიზნით რაკეტას სტაბილიზატორების ან მიმართული საქშენების მეშვეობით ანიჭებენ უნარს იტრიალოს საკუთარი ღერძის ირგვლივ 2500 ბრუნვამდე წუთში სიჩქარით. აქტიური ბოლის კოჭას ამუშავებას უზრუნველყოფს ელექტრონული ან პიროტექნიკური შემანელებელი. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების შემდგომი თაობა გამოირჩევა იმით, რომ მათ არ გააჩნიათ რეაგენტის და ამფეთქებლის შემცველი ცალკე ქობინი. ისინი ძირითადად ორრეჟიმიანია – სასტარტო და სამარშო, რომელშიც შეთავსებულია სარაკეტო ძრავის და აქტიური კრისტალების გენერატორის ფუნქციები, რომელიც მუშაობს ფრენის ტრაექტორიის მთელ აქტიურ ნაწილში და გამოიყენებს მყარი სარაკეტო საწვავის ახალ სახეობას – ყინულწარმომქნელ მყარ საწვავს (ყწმს). ჩვეულებრივ სქემასთან შედარებით, მოქმედების თანაბარი ან მეტი მანძილის შემთხვევაში ეს რაკეტები იძლევიან საშუალებას რამდენიმეჯერ შევამციროთ რაკეტის სასტარტო მასა და გავზარდოთ კრისტალების აქტიური ცენტრების გამოსავალი ჩათესვის ტრასის მანძილის (სიგრძის) ერთეულზე [80]. რაკეტები ყინულწარმომქნელ მყარ საწვავზე ცნობილია მსოფლიოში და მათი წარმოება სხვა ქვეყნებშიც ხდება, მაგრამ ბულგარული კომპანიის (სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა Sky Clear 6) უნიკალურობა იმაშია, რომ მასში გამოყენებული ყინულწარმომქნელი მყარი საწვავი შეიცავს ყინულწარმომქნელი კომპოზიციის ძალიან მაღალ კონცენტრაციას ძრავის ბალისტიკური მახასიათებლების გაუარესების გარეშე. ამას მივყავართ ყინულწარმომქნელი აეროზოლების ძალიან მაღალ გამოსავლიანობისკენ, ამასთან მისი ყინულწარმომქნელი მყარი საწვავი (ყწმს) შეიცავს ვერცხლის შედარებით მცირე შემცველობის შენაერთებს. მათ მიერ არის დამუშავებული ორრეჟიმიანი ძრავების ტექნოლოგია (პირველი რეჟიმი სასტარტო – ამ დროს საწვავის ნარევი არ შეიცავს ყინულწარმომქნელ კომპოზიციას, მეორე რეჟიმი – სამარშო). ამასთან, შენარჩუნებულია პარამეტრების მომხმარებლისთვის სასურველ დიაპაზონში (რეჟიმში) რეგულირების საშუალება [10]. რაკეტების გაშვება ხდება როგორც უშუალოდ, მათი გამშვებ დანადგარში მოთავსების შემდეგ, ასევე ჰერმეტიკი სატრანსპორტო-გამშვები კონტეინერების გამოყენებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ რაკეტის დაცულობას (უვნებლობას) პრაქტიკულად ნებისმიერ პირობებში მთელი რეგლამენტირებული ვადის განმავლობაში. ელექტრონული აალების ამუშავების შემდეგ რაკეტა ჩვეულებრივად იღებს სტარტს, მაგრამ ძრავის სასტარტო კოჭის მუშაობის დამთავრების შემდეგ, წინასწარ დაყენებული დროის შუალედის წყალობით სამარშო რეჟიმზე გადასვლამდე, რაკეტა იცვლის დახრის კუთხეს და შემდგომში, ძრავის ხელახლა ამუშავების შემდეგ, ფრენას აგრძელებს უფრო ნაკლებად დამრეცი ტრაექტორიით. მყარი სარაკეტო საწვავის სასტარტო კოჭა ადრე გამოყენებულების ანალოგიურია, ხოლო სამარშო კოჭა წარმოადგენს პიროტექნიკურ შემადგენლობას, რომელშიც უშუალოდ არის შეყვანილი მაკრისტალიზებული რეაგენტი. ამის წყალობით ერთის მხრივ იქმნება პირობები მაკრისტალიზებული რეაგენტის გამოსავლიანობის მომატებისთვის (საწვავის წვის ზონაში უფრო მაღალი ტემპერატურის და წნევის ხარჯზე), მეორეს მხრივ კი მარტივდება და იაფდება როგორც წარმოება, ასევე თვითონ სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა. ამასთან, წინაპრებთან შედარებით, იგი გაბარიტებით გაცილებით უფრო პატარაა და მსუბუქი.



ნახ. 54. ბულგარული სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა Sky Clear 6 და მისი ფრენის ბალისტიკა (15 წამი – სამარშო ძრავას ჩართვის რეჟიმი, 50 წმ – ლიკვიდატორის მუხტის ამოქმედება)

მნიშვნელოვნად ითვლება ის გარემოება, რომ ველარ შეძლებენ თანამედროვე სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის გადააკეთებას სხვა მიზნებისთვის გამოსაყენებლად. ფრენის შემდგომი უშიშროება უზრუნველყოფილია ან განცალკევებული მუხტით ან ბაფთისებრი ლიკვიდატორით, რომლებიც განლაგებულია კორპუსში და უზრუნველყოფენ მის დანაწევრიანებას წვრილ, მოსახლეობისთვის უსაფრთხო ნაწილებად ან საპარაშუტო სისტემით, რომელიც ამუშავდება სამარშო ძრავის მუშაობის დამთავრების შემდეგ. არსებობენ მოცემული კურსის შესანარჩუნებელი სტაბილიზატორები, როგორც ფიქსირებული, ასევე გასახსნელი, რომლებიც იშლებიან რაკეტის კონტეინერიდან ან გამშვები დანადგარის მიმმართველებიდან გამოსვლის შემდეგ. ზოგიერთი თანამედროვე რაკეტის პარამეტრები მოყვანილია ცხრილ 14-ში, ხოლო მათი გამოსახულება წყაროებში [83-90].

ცხრილი 19.

	Loza-2	Loza-3	Loza-6	WR-98	WR1D	A8	PP8	Anah	AC
რაკეტის წონა, კგ	3.250	5.000	3.200	8.3	4.3	5,1	5,0	2,4	1,5
კალიბრი, მმ *	55/60	55/60	55/60	82	57	55/60	35/72	56	56
სტაბილიზატორებს შორისი განი, მმ	113	113	113						
სიგრძე, მმ	910/ 1045	1200/ 1410	920/ 1045	1450	1060	1201	1170	930	620
რეაგენტის წონა, კგ**	0.400	0.400	0.750	720	220	0,4	0,4	1,0	1,0
ნაწილაკების გამოსავალი 1 გ-ზე, ტემპერატურა -10 ⁰ C	3.0·10 ¹³	3.0·10 ¹³	8.3·10 ¹³			1·10 ¹³	1·10 ¹³	5·10 ¹²	

ნაწილაკების გამოსავალი	$1.2 \cdot 10^{16}$	$1.2 \cdot 10^{16}$	$5.4 \cdot 10^{16}$	$1.8 \cdot 10^{15}$	$1.8 \cdot 10^{15}$	$4 \cdot 10^{15}$	$4 \cdot 10^{15}$	$2 \cdot 10^{16}$	$4 \cdot 10^{16}$
Ice-forming components, %	28	28	30						
სიშორე მაქსიმალური, კმ	7.5	8.2	14.0				8,0	12,0	12,0
სიმაღლე მაქსიმალური, კმ	6.4	8.2	7.0	8.5	6.0	7,75			
ძრავის მუშაობის დრო, წმ	3.9	3.6	8 + 21***						
რაკეტის შემადგენლობა	ძრავა + აბკ	ძრავა + აბკ	სასტარტო. + ყნმს	ძრავა + აბკ	ძრავა + აბკ	ძრავა + აბკ	ძრავა + აბკ	Стартов. + ЛПТ	Стартов. + ЛПТ
სამუშაო ტემპერატურა, °C	-5 + 50	-5 + 50	-5 + 50	-30 + 45	-30 + 45	-30 + 60	-5 + 50		
გარანტია, წელი	3	3	3	3	3	3	3	5	
საიმედოობა, %				0,99	0,99			0,99999	0,99999
მწარმოებელი	ბულგარეთი	ბულგარეთი	ბულგარეთი	ჩინეთი	ჩინეთი	სერბეთი	სერბეთი	რუსეთი	რუსეთი



ნახ. 55. ჩინური და სერბული წარმოების სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები [83, 84].

გამშვები დანადგარები სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებისათვის [82, 83].

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების გამშვები დანადგარები, როგორც ხელის ამძრავით, ასევე ავტომატიზირებული, ძირითადად სტაციონარულია. მათში მიმართველების დახრის კუთხის განსაზღვრა და ორიენტაცია აზიმუტის მიხედვით ხორციელდება დისტანციურად, მართვის ცენტრალური პუნქტიდან სათანადო ბრძანების მიღებისთანავე. უსაფრთხოების მიზნებიდან გამომდინარე, რაკეტების გაშვება თითქმის ყველგან ხდება ხელით, გამოტანილი მართვის პულტით, რომელიც 24-27 ვოლტის მუდმივი დენით იკვებება. იმ ქვეყნებში, სადაც ლოკაციური საშუალებების უკმარისობას განიცდიან, კერძოდ ჩინეთში, არის მაღალი გამავლობის მანქანებსა და მცურავ საშუალებებზე დამონტაჟებული დანადგარები.

თანამედროვე სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტები ხასიათდება სხვადასხვანაირი კონსტრუქციით. ისინი ერთ ან ორ საფეხურიანია ან ორრეჟიმიანია. რიგ მათგანს ახასიათებს გაშვების დინამიური მეთოდი – გაშვებისას სპეციალური გამოსაგდები მუხტი ანიჭებს რაკეტას იმპულსს, რომლის დახმარებით რაკეტა დანადგარიდან გარკვეული საწყისი სიჩქარით (20-110 მ/წმ) გამოდის, რაც მიწისპირა ქარის გავლენას ამცირებს და ზრდის რაკეტის სიზუსტეს. ამ მიზნით გამოიყენება აგრეთვე სტაბილიზატორები და სპეციალური საქშენები, რომლებიც საშუალებას აძლევენ რაკეტას იბრუნოს თავის ღერძის მიმართ დიდი სიჩქარით. აქტიური ბოლის კოჭის აალება ხდება ელექტრონული ან პიროტექნიკური შემანელებლის საშუალებით [26]

აღმოსავლეთ ევროპის რამდენიმე ქვეყანაში აწარმოებენ მაკედონური „მტ-9მ“ ტიპის რაკეტის მოდერნიზირებულ ვარიანტებს, რომლებიც განსხვავდებიან სიგრძით, წონით, დასაკეცი სტაბილიზატორების კონსტრუქციით, რეაგენტის აქტივობით და ა.შ. მაგრამ ყველა მათგანი ერთი დიამეტრის და სქემისაა და მოთავსებულია სატრანსპორტო-გამშვებ კონტეინერში [94].

ორ ათეულ წელზე მეტ ხანს აქტიურად გამოიყენება „ალაზანი“-ს ტიპის რაკეტების ახალი მოდიფიკაციები, განსაკუთრებით ორრეჟიმიანი „ალაზან-6“. ყოველი ახალი თაობა ხასიათდება გაუმჯობესებული პარამეტრებით და ვერცხლის იოდიდის ნაკლები რაოდენობით.

რაკეტების ახალი თაობა გამოირჩევა იმით, რომ მათ არ გააჩნიათ ცალკე ქობინი, რომელშიც განთავსებულია რეაგენტი და ასაფეთქებელი. ისინი ძირითადად ორ რეჟიმიანებია – არის სასტარტო ძრავი, რომელსაც აყავს რაკეტა გარკვეულ სიმაღლეზე და სამარშო, რომელშიც შეთავსებულია რაკეტული ძრავის და აქტიური კრისტალების გენერატორის ფუნქციები, იგი მუშაობს ფრენის მთელ აქტიურ ტრაექტორიაზე. ამ რაკეტებში გამოყენებულია მყარი სარაკეტო საწვავის ახალი ნაირსახეობა – ყინულწარმომქმნელი მყარი საწვავი რომელიც უზრუნველყოფს რაკეტის გადაადგილებას. ჩვეულებრივ სქემასთან შედარებით, ამ რაკეტებში, მოქმედების ერთი და იგივე ან მეტ მანძილზე, მოხერხდა წონის რამდენჯერმე შემცირება და ჩათესვის ტრასის სიგრძის ერთეულზე კრისტალიზაციის აქტიური ცენტრების რაოდენობის გაზრდა [91]

რაკეტის მაღალი ეფექტურობა მიიღწევა აგრეთვე ფრენის ოპტიმალური ტრაექტორიით. სამარშო ძრავის მუშაობის დიდი დროის გამო (რამდენიმე ათეული წამი) და შედარებით მცირე რეაქტიული ძალის ხარჯზე მიღწეულია დამრეცი ტრაექტორია. რაკეტა გაივლის სეტყვის ღრუბელში საჭირო, ოპტიმალურ სიმაღლეზე, რითაც მიიღწევა ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების მუდმივი ჩატყორცნა საჭირო ზონაში [93].

მე-20 ცხრილში წარმოდგენილია 2014-2015 წლების პერიოდისათვის სეტყვა-საწინააღმდეგო რაკეტების პარამეტრები.

ცხრილი 20.

N		Trayal D6B	Trayal D-8	EDePro-A8	Loza-2	Loza-7	ari-2	Alazani-6	Alazani-9	Ac	Alan-2
1	სატრასპორტო-გამშენი კონტეინერის სიგრძე	1047±2 00	1422 00	1422 00	1050±2 00	1113 00					
2	გამშენი კონტეინერის დიამეტრი	60±0.2 00	60±0.2 00	60 00	60±0.2 00	60±0.2 00					
3	რაკეტის სიგრძე	840±2 00	1201±2 00	1201 00	920±2 00	993±0.3 00	920 00	1402 00	1387- 1400 00	650 00	920 00
4	რაკეტის დიამეტრი დაკეცილი სტანდარტული	55-0.2 00	55-0.2 00	55 00	55-0.2 00	55-0.2 00	55 00	82.5 00	60 00	57 00	69 00
5	რაკეტის დიამეტრი გამოილი სტანდარტული						113 00	90 00	130 00		
6	რაკეტის წონა	3550±100 გ	5180±150 გ	5.1 კგ	3500±100 გ		3.5 კგ	8.6±0.2	5.1±0.2 გ	1.50 კგ	4.4 კგ
7	რაკეტის წონა გამშენი კონტეინერით	4700±150	6500±200 გ	6.5 კგ	4.7±0.1 კგ	4.9±0.1 კგ					
8	მთავი მუხის დრო	4±1 წმ	3.5±	3.5 წმ	4.0±1.0 წმ	4.0±1.0 წმ	5 წმ				
9	ტოტალური იმპულსი	1850±150	3040±150	3500 Nsec							
10	რაკეტის სიწვრი სიჩქარე	80 მ/წმ		80 მ/წმ	80 მ/წმ	70 მ/წმ		24.2 მ/წმ	50±5 მ/წმ	110±10 მ/წმ	120±5 მ/წმ
11	რაკეტის მაქსიმალური სიჩქარე	600 მ/წმ			600 მ/წმ						
12	სიბრტყის ცენტრი (ცხვირიდან)			544 00							
13	მაქსიმალური ვერტიკალური სიმაღლე 85°ზე	6000 მ	7750 მ	7750 მ	6000 მ		7 კმ	9300 მ	8100 მ		
14	მაქსიმალური პორიზონტალური მანძილი 45°ზე	7600 მ	10000 მ		8200 მ		9 კმ	12000 მ	92±1.2 კმ	125±0.7	11.5±1.0
15	ჩაფხუვის მანძილი							7.0 კმ	8.0 კმ	10.0 კმ	10.0 კმ
16	მეტეოროლოგიური რაკეტების ჩაფხუვის წერტილი	400 ± 3 გრ		400 გ	400 გ	850±50 გ	0.5 კგ	0.85±0.05 გ	0.55±0.6 გ	990 გ	2200 გ
17	Ag-ის ჩაფხუვის წერტილი							26.4 გ	56.0 გ	19.6 გ	44.0 გ
18	რაკეტის ატმოსფერული წნევა (-10°C)	3.21·10 ⁻³	1.10 ⁻³	2.5·10 ⁻³	3.21·10 ⁻³		4.0·10 ⁻³				
19	წნევის გამოსავალი, სარკით						1.3·10 ⁻³	6.6·10 ⁻³	6.6·10 ⁻³	2.2·10 ⁻³	1·10 ⁻³
20	გაფრქვევის დრო	7 – 10 წმ	8±2 წმ	8 წმ	8 – 10 წმ			13.0±2.5 წმ	12.0±2.0 წმ		
21	რაკეტის გაფრქვევის ხანგრძლივობა წმ	30 წმ მინ		35 წმ	30 წმ	27 – 30 წმ		30±3 წმ	35±4 წმ	48±4 წმ	52.4 წმ
22	რაკეტის თვითგანადგურების დრო წმ	30 – (1-3)წმ	43±3 წმ	43 წმ	30 წმ	27 – 30 წმ		41.3 წმ	47±5.0 წმ		
23	ალუმინის წიფის ელექტროდული წინაღობა	1.2±0.2 ო	1.2±0.2 ო	1.2 ო				0.5 – 0.9 ო	7.5±1.0 ო		
24	ატმოსფერული წნევა	0.68 A	0.68 A	0.68 A				2.0±0.5 A	2.0±0.05 A		
25	მძვინვარების დრო			24 V	24 გ			24 გ	24 გ		
26	მუხის ტემპერატურული დიაპაზონი			-30 + +60 °C	-5 + +50 °C		-5 + +50 °C	0 + +45 °C	0 + +45 °C		
27	საბეჭდოების კოეფიციენტი	0.999			0.999			0.999999	0.99995	0.9995	0.9995
28	მუხის ვადა	5 წელი	5 წელი		5 წელი			3 წელი	3 წელი		
29	ჩაფხუვის მუხის სიწვრი დიამეტრი, მ	მინ. 7 მ			5 მ						

თავი 11.

ავტომატიზირებული სეტყვის სანინააღმდეგო სისტემები

სეტყვასთან ბრძოლის შედეგები ძირითადად განისაზღვრება გამოყენებული ტექნოლოგიის სრულყოფით, მისი შესრულების სიზუსტით, ხარისხით და სისწრაფით. სეტყვის წარმოქმნის სისწრაფე იწვევს იმას, რომ ზემოქმედების, ანუ ღრუბლების ჩათესვის პროცესიც უნდა განხორციელდეს უმოკლეს დროში. ეს მოითხოვს ზემოქმედების ობიექტების გამოცნობის მაღალ ოპერატიულობას და სიზუსტეს, ჩათესვის ადგილის გამოყოფას და მისი ფართობის დადგენას; მასში საჭირო რაოდენობის რეაგენტის დროულ და ზუსტ შეტანას [27]. აქვე უნდა მივიღოთ მხედველობაში ადამიანური ფაქტორის არსებობა, რომელიც ვლინდება ამ პროცესის ყველა ეტაპზე. ამ საკითხების გადაწყვეტა შესაძლებელია მხოლოდ ზემოაღნიშნული ოპერაციების ავტომატიზაციით [38]. რასაკვირველია, ეს საკმაოდ რთული და ძვირადღირებული, მაგრამ მისაღწევი პროცესია. შესაძლებელია როგორც სრული, ასევე ცალკეული ოპერაციების ავტომატიზაცია. მსოფლიოში არსებული სეტყვასთან ბრძოლის სამსახურებიდან მხოლოდ რამოდენიმეში არის დანერგილი ავტომატიზირებული სისტემები ან მისი ელემენტები. მაგალითისთვის განვიხილოთ რუსეთში შექმნილი ავტომატიზირებული სისტემა.

საკომანდო პუნქტზე სეტყვის მატარებელი და სეტყვასაშიში ღრუბლების აღმოჩენა და გამოცნობა ხდება „მას-მრლ“ (მართვის ავტომატიზირებული სისტემა – მეტეოროლოგიური რადიოლოკატორი) ტიპის სეტყვასანინააღმდეგო ოპერაციების მართვის ავტომატიზირებული რადიოლოკაციური სისტემის მეშვეობით [95]. იგი გულისხმობს სეტყვასანინააღმდეგო ოპერაციების მართვის რადიოლოკაციური სისტემის მეშვეობით ზემოქმედების ობიექტის ავტომატურ გამოცნობას, ჩათესვის ადგილის გამოყოფას და სარაკეტო პუნქტებისათვის მართვის სიგნალების გამომუშავებას. ეს სისტემა შედგება მრლ-5 ტიპის მეტეოროლოგიური რადიოლოკატორის, რადიოლოკაციური ინფორმაციის პირველადი და მეორადი ინფორმაციის დამუშავების პროგრამულ-ტექნიკური კომპლექსისაგან და ცენტრალური კომპიუტერისგან, რომელიც 60-70 კილომეტრის რადიუსში განლაგებულ 32-მდე სარაკეტო პუნქტს მართავს [97, 100]. საკომანდო და სარაკეტო პუნქტების კოორდინატები (გრძედი, განედი და სამალლე ზღვის დონიდან) GPS-ის მეშვეობით დგინდება 0,001 წუთის სიზუსტით და შეყავთ კომპიუტერში. იქვე შეყავთ გამოყენებული რაკეტების ტრაექტორული მახასიათებლები, მაგრამ ხმოვანი სიგნალის გადაცემა სარაკეტო პუნქტებზე, სადაც გამშვები დანადგრების ხელით მართვის რეჟიმში მსროლელების საკმაოდ დიდი რაოდენობა მუშაობდა, მოითხოვდა, აგრეთვე, სათანადო ინფრასტრუქტურას. ამ ინფრასტრუქტურის და პერსონალის შენახვა საკმაოდ ზრდის დაცვის ხარჯებს, მითუმეტეს, რომ მუშაობის ასეთი რეჟიმი ვერ უზრუნველყოფს ტექნოლოგიით საჭირო ჩათესვის ტემპს. ამ ნაკლოვანებების აღმოსაფრხვრელად იყო დამუშავებული და დამზადებული მოშორებული უსადენო გამშვები დანადგარი „ელია-2“-ის მართვის ავტომატიზირებული სისტემა – პროგრამულ-ტექნიკური კომპლექსი „მას-ელია“. ეს კომპლექსი უზრუნველყოფს სეტყვის მატარებელი და სეტყვასაშიში ღრუბლების ჩათესვის ტემპის ზრდას რაკეტების გაშვების ბრძანებების გადაცემის, შესრულების,

შესრულების კონტროლის ოპერატიულობის და, აგრეთვე, ბრძანებების ერთდროულად რამოდენიმე პუნქტზე გადაცემის ხარჯზე. ამ სისტემის ბოლო ელემენტია ავტომატიზირებული სეტყვასაწინააღმდეგო სარაკეტო გამშვები დანადგარი „ელია-2“ [96, 98, 99, 101].



ნახ. 56. ავტომატიზირებული სეტყვასაწინააღმდეგო სარაკეტო გამშვები დანადგარი „ელია-2“

იგი უნივერსალურია, გაანგარიშებულია ოთხი ტიპის რაკეტების გაშვებაზე როგორც დინამიურ, ასევე რეაქტიულ რეჟიმში (ცხრილი 16). მას შეუძლია იმუშაოს როგორც ავტომატურ, როდესაც მისი მართვა ხორციელდება დისტანციურად, ცენტრალური საკომანდო პუნქტიდან, ასევე ნახევრად ავტომატურ რეჟიმში, როდესაც მისი მართვა ხორციელდება გადასატანი მართვის პულტის მეშვეობით 100 მეტრამდე მანძილზე. ყველა ოპერაცია, დატენვის გარდა, ხორციელდება ადამიანის ჩარევის გარეშე. გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს, აგრეთვე, დანადგარში ჩამონტაჟებული ავტომატური მეტეოსადგურების ინფორმაციის შეგროვების შესაძლებლობა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გამოვიყენოთ იგი ჰაერის ტემპერატურის, წნევის და ტენიანობის სივრცობრივი განაწილების რუკების ასაგებად, იმ მეზომასშტაბური პროცესების გამოსაკვლევად, რომლებიც ატმოსფერული ფრონტების გავლას უკავშირდება.

ცხრილი 21.

ავტომატიზირებული სეტყვასაწინააღმდეგო სარაკეტო გამშვები დანადგარი „ელია-2“- ს პარამეტრები

პარამეტრი	პარამეტრების მნიშვნელობა ცვლადი მიმმართველების პაკეტით შემდეგი ტიპის რაკეტებისთვის:		
	Алазань-6	Алазань-9	Ас, Алан-3
მიმმართველების კალიბრი, მმ	82,5 ^{+1,5}	60 ^{+0,3}	57 ^{+0,3}
მიმმართველების რაოდენობა, ცალი	16	20	36
მიმმართველების სიგრძე, მმ	2000 ± 2	1800 ± 2	1800 ± 2
გაბარიტები, მმ:			
– სიგრძე	2055	2055	1875
– სიგანე პოჭოჭიკებით	1318 ± 2	1318 ± 2	1318 ± 2

– სიმაღლე	1400	1350	1295
მასა, კგ	190	195	215
მიმმართველების განლაგება	პარალელური		
კუთხეები დატენვისას: – აზიმუტით – ამალლების კუთხით	შეუზღუდავი + 5 გრადუსი		
გამიზნების სექტორები: – აზიმუტით – ამალლების კუთხით	შეუზღუდავი 0 -დან 78 გრადუსამდე		
დამიზნების კუთხე: – აზიმუტით – ამალლების კუთხით	15-18 გრადუსი/წმ 12-15 გრადუსი/წმ		
დამიზნების დისკრეტულობა კუთხით	1 გრადუსი		
დამიზნების ცდომილება კუთხით	± 0,5 გრადუსი		

„მას – მრლ“ სეტყვასაწინააღმდეგო ოპერაციების მართვის ავტომატიზირებული სისტემის, «მას – ელია» პროგრამულ-ტექნიკური კომპლექსის და «ელია – 2» ტიპის გამშვები დანადგარების ქსელის ბაზაზე იქმნება სეტყვის საწინააღმდეგო რობოტო-ტექნიკური სისტემა, რომელიც შეძლებს მცირე ადამიანური რესურსების მქონე სეტყვისგან დაცვის ტექნოლოგიის რეალიზებას.

გარკვეულ ინტერესს იწვევს სერბეთში 2019 წელს შექმნილი სეტყვისგან დაცვის ავტომატური სისტემა. ბლიზონიეში განლაგებული ეს ცენტრი ავტომატურად მართავს 13 მუნიციპალიტეტში განლაგებულ 99 გამშვებ დანადგარს [9]. ამ სისტემის დაცვის ზონაშია 560000 ჰა მიწის ფართობი. ეს პირველი ავტომატიზირებული რადიოლოკაციური ცენტრია სამხრეთ ევროპაში. იგი ციფრულ ტექნოლოგიებზეა აწყობილი, ამიტომ მისი რეაქციის დრო არ აღემატება 20 წამს და მას შეუძლია ერთდროულად 16 მიზანი დაამუშაოს. დაგეგმილია კიდევ სამი რადიოლოკაციური ცენტრის ავტომატიზაცია.



ნახ. 57. სერბული ავტომატიზირებული სეტყვასაწინააღმდეგო სისტემის გამშვები დანადგარი

მსროლელების ნაცვლად, რომლებიც ადრე 200-ზე მეტ სარაკეტო დანადგარებთან მორიგეობდნენ, ამჟამად სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებს ავტომატურად ერთი ცენტრიდან უშვებენ, ხოლო სასროლი პუნქტები ტექნოლოგიურად და ენერგეტიკულად ავტონომიურებია და მომზადებულები არიან სამოქმედოდ.

საქართველოში სეტყვასაწინააღმდეგო სამუშაოების ჩასატარებლად შექმნილია სდ-26 ტიპის ავტომატიზირებული სარაკეტო გამშვები დანადგარი. იგი 60 მმ კონტეინერებში მოთავსებული „მმტ-9მ“ ტიპის რაკეტის ბაზაზე შექმნილ 55 მილიმეტრიან სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების გასაშვებადაა გამიზნული. ორ სიმეტრიულად განლაგებულ კასეტაში 13-13 ცალი რაკეტა არის მოთავსებული.



ნახ. 58. საქართველოში შემუშავებული და დამზადებული ავტომატიზირებული სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტების გამშვები დანადგარი სდ-26

უსაფრთხოების მიზნით კასეტები იხსნება მხოლოდ რაკეტის გაშვების დროს. დანადგარი ელექტროენერგიით მომარაგებისათვის აღჭურვილია მზის ბატარეებით, კონტროლერით და აკუმულატორით [103 -106]. ზემოქმედების ყველა პუნქტის მართვა ხდება თბილისში განლაგებულ მართვის ცენტრიდან (მანძილი 20-145 კმ ყველაზე ახლო და მოშორებულ გამშვებ დანადგარამდე). სპეციალური პროგრამა ამოწმებს კავშირს გამშვებ პუნქტთან, დაბვას წრედში, რაკეტების რაოდენობას და მათ განლაგებას. პულტზე შეჰყავთ ინფორმაცია გასაშვები რაკეტების აზიმუტის, ამაღლების და მარაოს გაშლის კუთხის შესახებ და ა.შ. ბრძანების გაცემის შემდეგ ზემოქმედების ოპერაციის ჩატარება რამდენიმე წამში ხდება. გასროლილი და გაუსროლილი რაკეტები, თავისი საწყისი პარამეტრებით აღინიშნება მართვის სისტემის მეხსიერებაში, რომელშიც შეტანილია აგრეთვე სროლის აკრძალული აზიმუტები ყველა გამშვები დანადგარისთვის. თუ ოპერატორი შემთხვევით დაუმჩნევს რაკეტას აკრძალული აზიმუტით, მართვის სისტემა ბლოკავს დანადგარს, მანამ, სანამ არ აღმოიფხვრება დაშვებული შეცდომა. სისტემა უწყვეტად ამოწმებს ქსელში მყოფი დანადგარების ჯგუფებს კავშირის არსებობასა და ხარისხზე, დანადგარის კვების ქსელის დაბვას, დანადგარის მოძრავი ნაწილის მდებარეობაზე და ა.შ. მომსახურე პერსონალი გამშვებ დანადგარებთან მიდის მხოლოდ რაკეტების მარაგის შესავსებად და სარეგლამენტო სამუშაოების ჩასა-

ტარებლად. და ბოლოს, უნდა აღინიშნოს, რომ მთელი ქსელის გამართული ფუნქციონირებისათვის უწყვეტად წარმოებს როგორც გამშვები დანადგარების, ასევე მათი პროგრამული უზრუნველყოფის მუდმივი სრულყოფა.

მოლდაველმა ინჟინრებმაც წარმატებით გამოსცადეს დისტანციური მართვის მექანიზმები სეტყვასაწინააღმდეგო სისტემები კალარაში. პროცესი იმართებოდა დედაქალაქ კიშინიოვიდან. დამიზნების და გაშვების სიგნალი გადაცემა ხდებოდა ინტერნეტით. ტერიტორიული სამსახურის თანამშრომლებმა გასაშვები კოორდინატები მიიღეს კიშინიოვის საკომანდო პუნქტიდან. რაკეტის გაშვება მოხდა, აგრეთვე, დედაქალაქიდან მიღებული ბრძანების თანახმად. ავტომატიზირებული გამშვები მოწყობილობა დაამუშავა მოლდაველ ინჟინერთა ჯგუფმა. მოწყობილობას შეიძლება დავარქვათ „full remote controll“, ე.ი. ტელეფონით და მანძილზე მართვადი [107].

ამჟამად რესპუბლიკა მოლდოვაში 132 სეტყვის საწინააღმდეგო გამშვები სადგური ფუნქციონირებს, რომლებიც ავტომატურად მიერთებულია ერთიან საკონტროლო პუნქტს კიშინიოვში და აგრეთვე 12 სპეციალური ერთეული, რომლებიც თითქმის 1,66 მილიონ ჰექტარის ფართობზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს იცავენ [108].

თავი 12.

თანამედროვე სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები

ქვემოთ წარმოდგენილია მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში წარმოებული სახმელეთო სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო ტექნიკის და მათთვის განკუთვნილი გამშვები დანადგარების მოკლე აღწერილობა, მოცემულია მათი ტექნიკური მახასიათებლები, მოყვანილია ზოგი მათგანის ფრენის ტრაექტორიები და ა.შ. [31].

თანამედროვე სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები განსხვავდებიან კონსტრუქციით და გარეგნობით [26]. ისინი ერთ ან ორ საფეხურებიანი ან ორრეჟიმიანია. რიგი მათგანი გამოირჩევა გაშვების დინამიური მეთოდით. გაშვებისას სპეციალური გამომგდები მუხტი ანიჭებს რაკეტას იმპულსს, რომლის საშუალებით რაკეტა ტოვებს გამშვებ დანადგარს გარკვეული სიჩქარით (20-110 მ/წმ), რაც საშუალებას აძლევს რაკეტას გადალახოს მიწისპირა ქარის წინააღმდეგობა და აწიოს რაკეტის სიზუსტე. ამ მიზნით, აგრეთვე, გამოიყენება სტაბილიზატორები და სპეციალური საქშენები, რომლებიც რაკეტას თავის ღერძის ირგვლივ დიდი სიჩქარით ტრიალის საშუალებას აძლევენ. აქტიური ბოლის კოჭას (აბკ) აალება ხდება ელექტრონული ან პიროტექნიკური შემანელებლების – ცეცხლგამტარების მეშვეობით. ძალიან საწყენია (სამწუხაროა), რომ სხვადასხვა მწარმოებლების ნაკეთობების აღწერილობებში ძალიან ძნელია იდენტური მონაცემების მოძებნა რაკეტების ან მათთვის განკუთვნილი გამშვები დანადგარების ტექნიკური პარამეტრების შესახებ. ამიტომ ჩვენ გადავწყვიტეთ წარმოგიდგინოთ მხოლოდ ის მონაცემები, რომლებიც მოყვანილია მწარმოებლების მიერ გამოქვეყნებულ ღია ინფორმაციაში, ქართულ ენაზე გადმოთარგმნილი, ორიგინალური სტილისტიკის შენარჩუნებით.

ამჟამად ჰიდრომეტეოროლოგიურ პროცესებზე ზემოქმედებისთვის გამოსაყენებელი რაკეტები პირობითად შეიძლება დავყოთ საავიაციოზე და სახმელეთოზე, ხოლო ეს უკანასკნელები თავის მხრივ სეტყვის საწინააღმდეგოზე, ნალექების გამომწვევზე და ზვავის საწინააღმდეგოებზე იყოფიან. ყურადღებას შევაჩერებთ სახმელეთო ბაზირების სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებზე და მათი გაშვების საშუალებებზე. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები გამოიყენება ბევრ ქვეყანაში, მაგრამ ძირითადი მათი მწარმოებლები რუსეთი, ზოგიერთი ბალკანური ქვეყანა და ჩინეთია.

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები «RAG-96» და «RAG-96S» (რუმინეთი, პლოეშტი, ელექტრომექანიკური ქარხანა)

რუმინეთში პლოეშტის ელექტრომექანიკური ქარხანა აწარმოებს „RAG-96“ და „RAG-96S“ (შემოკლებული) ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებს (ნახ. 59, ცხრილი 22).



ნახ. 59. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა «RAG-96» ჭრილში

ორძრავიანი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა განკუთვნილია ღრუბლებში ზოგიერთი აქტიური ნივთიერების შესაყვანად, განსაკუთრებით მაკრისტალიზებული ბირთვების ხელოვნური გამოყენების მიზნით; იოდის ნაერთების (AgI, KI) შემცველი სპეციალური პიროტექნიკური შემადგენლობის დაწვისას გამოიყოფა აეროზოლები, რომლებიც აბკ-ს კორპუსში გაკეთებული ნახვრეტებიდან გარეთ გამოიტყორცნება [118-120].

ცხრილი 22.

«RAG-96» და «RAG-96S» სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების მახასიათებლები

მახასიათებლები	რაკეტის ტიპი, მნიშვნეობები	
	«RAG-96»	«RAG-96S»
კალიბრი, მმ	82,5	82,5
სიგრძე, მმ	1400	1125
მთლიანი მასა, კგ	8.8	6,6
სასარგებლო დატვირთვა, გ	660	
წარმოქმნილი აქტიური ბირთვების რაოდენობა	3×10^{15}	
ტრაექტორიის მაქსიმალური სიმაღლე, მ	9300	5200
მაქსიმალური სიშორე, მ	12000	7000
თვითლიკვიდაციის დრო, წმ	45	

ორძრავიანი რეჟიმი ეხმარება რაკეტას სიმაღლის აკრეფის შემდეგ საჭირო დროით დაყოვნდეს, რათა რაკეტამ მოახერხოს დახრა და თითქმის ჰორიზონტალური მდგომარეობა (მიმართულება) მიიღოს, რის შემდეგაც ირთვება მეორე ძრავა და რაკეტა ინერციით განაგრძობს მოძრაობას ოდნავ დახრილი, თითქმის ჰორიზონტალური ტრაექტორიით. ამ რაკეტებისთვის გამშვები დანადგარის ფოტოსურათი მოყვანილია ნახ.8-ზე.



ნახ. 60. «ILRAG» სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების გამშვები დანადგარი «LARMA1»

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები, რომლებიც მოლდოვაში გამოიყენება

ქვემოთ სურათზე (ნახ. 61) წარმოდგენილია სეტყვის საწინააღმდეგო სამეული, რომელსაც მოლდოვაში იყენებენ.



ნახ. 61. მარცხნიდან მარჯვნივ: სამი ტიპის რაკეტა, რომლებსაც სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების დროს კომპლექსურად გამოიყენებენ მოლდოვაში: «Алазань-6» (მარცხნივ), «Люза-3» (მარჯვნივ) და «Люза-2» (შუაში)

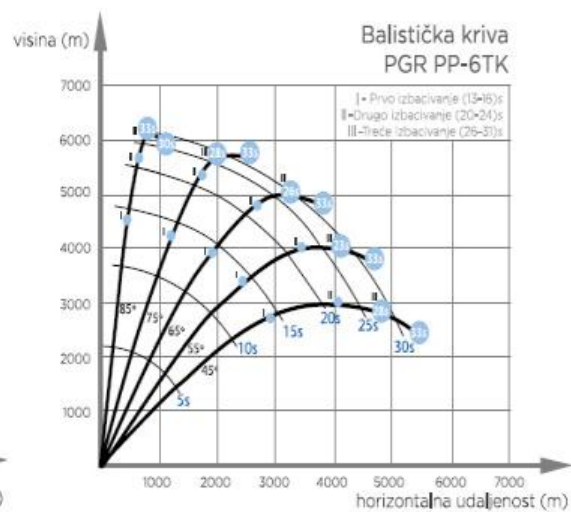
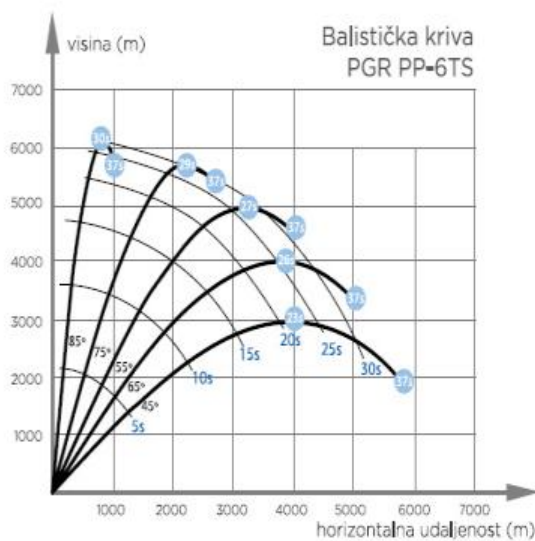
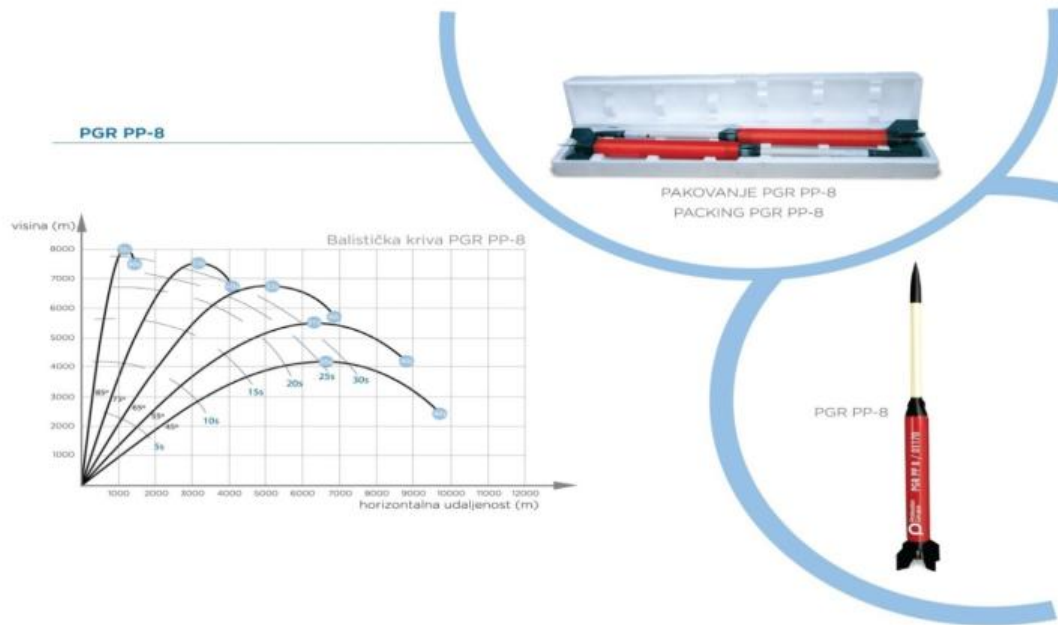


ნახ. 62. უნივერსალური გამშვები დანადგარი 82,5 მმ კალიბრის («Алазань-6» – მარცხენა ნაწილი) რაკეტების და 60 მმ კონტეინერებისთვის («Люза-2», «Люза-7» – მარჯვენა ნაწილი) – «ТКБ-040» ტიპის მოდერნიზირებული დანადგარი

ნახ. 63 წარმოდგენილია იმ სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების გამშვები დანადგარების ფოტოსურათი, რომლებსაც მოლდოვაში იყენებენ [116].

ფირმა «Poliester Grupa»-ს, სერბეთი, სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები

იუგოსლავიის განთქმული სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების TG-10-ს წარმოების ტრადიციებს ამჟამად აგრძელებს სერბეთში ფირმა «Poliester Grupa» [121, 122].



ნახ. 63. ფირმა «Poliester Grupa»-ს ბიკალიბრული სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების გარე ხედი და ფრენის ტრაექტორიები

ცხრილი 23.

ფირმა «Poliester Grupa»-ს რაკეტების ტექნიკური მახასიათებლები

მახასიათებლები	სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების ტიპი				
	PP 8	PP 6T	PP 6KS	PP 6TS	PP 6TK
სიგრძე, მმ	1170±10	950±10	970±10	1005±10	1045±10
დiameterი, მმ	72-0,8				
მასა, კგ	5±0,2	5,5±0,2	5,6±0,2	5,9±0,2	5,9±0,2
მოქმედების რადიუსი, კმ	8000	5500		6000	
რეაგენტის წონა, გ	400±10			480-10	

რეაგენტის აქტიურობა	1x10 ¹³ აქტიური ბირთვი/გ				
რეაგენტის გამოშვების დაწყების დრო, წმ	9±1	10			
გენერატორის მუშაობის დრო	31±4	27±2	26÷31	27±2	26÷31
ძრავის თვითლიკვიდაციის დრო	7±1	37+3	33+3	37+3	33±3
აქტივირება	ელექტრული გზით				
ელექტროწრედის წინაღობა, ომი	(0,9÷2,5) ომი				
აქტივირების დენი	4,5 ა				
აქტივირების ძაბვა	9 ვ				
შეფუთვის გაბარიტები	1260x230x190				
შეფუთვის წონა, კგ	11±0,5	12±0,5		13±0,5	
რაოდენობა შეფუთვაში	2				
ტემპერატურა	-5÷50° C				
შენახვის ტემპერატურა	-15÷50° C				
შენახვის დრო (გარანტია)	5 წელი				

ნახ. 63 და ცხრილ 5 წარმოდგენილია რაკეტების გარე ხედი, მათ შორის შეფუთვაში, ბალისტიკური მრუდები (ტრაექტორიები), აგრეთვე პროდუქციის სხვადასხვა სახეობის მახასიათებლები.

რამდენიმე ქვეყანაში გრძელდება «MTT-09M» ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების მოდერნიზებული ვარიანტების გამოშვება (წარმოება). ისინი განსხვავდებიან სიგრძით, წონით, დასაკეცი სტაბილიზატორების კონსტრუქციით, რეაგენტის აქტივობით და ა.შ. მაგრამ ყველა მათგანი ერთი და იგივე დიამეტრისაა, აგებულია ერთი და იგივე სქემით და 60 მმ გარე დიამეტრის მქონე სატრანსპორტო-გამშვებ მინაპლასტიკის კონტეინერშია მოთავსებული.

კერძოდ, სერბეთში აწარმოებენ «Trayal»-ის ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებს (ნახ.66, ცხრილი 6) [29, 123].



ნახ. 64. მოკლე და საშუალო რადიუსის მქონე მცირეგაბარიტის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები „Trayal D-6B“ და „Trayal D-8“

ცხრილი 24.

ფირმა „Trayal“-ის (სერბეთი) სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების ტექნიკური მახასიათებლები

მახასიათებლები	სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის ტიპი, მნიშვნელობები	
	„Trayal D-6B“	„Trayal D-8“
გამშვები კონტეინერის სიგრძე	1047 + 2 მმ	1422 მმ
გამშვები კონტეინერის დიამეტრი	60+ 0,2 მმ	60+ 0,2 მმ
რაკეტის წონა გამშვებ კონტეინერთან ერთად	4700 + 150 გ	6500 + 200 გ
რაკეტის სიგრძე	840 +2 მმ	1201 + 2 მმ
რაკეტის დიამეტრი	55-0,2 მმ	55-0,2 მმ
რაკეტის მასა	3550 + 100 გ	5100 + 150 გ
ძრავის მუშაობის დრო (+ 20° C)	4 + 1 წმ	3,5 + 3 წმ
პროპელენტის საერთო (ზოგადი) იმპულსი (+20°C)	1850+150 ნწმ	3840+150 ნწმ
მაქსიმალური სიმაღლე 85° კუთხეზე	6000 მ	7750 მ
მაქსიმალური მანძილი 45° კუთხეზე	7600 მ	10000 მ
რეაგენტის აქტივობა	1 × 10 ¹³ ნაწილაკი / გ	
რეაგენტის წვის დაწყება (+ 15°C)	6 + 1 წმ	8 + 2 წმ
რაკეტის თვითლიკვიდაციის დრო	43 + 3 წმ	43 + 3 წმ
ელექტრული აალების წინაღობა	1,2 + 0,2 ომი	1,2 + 0,2 ომი
დენი აქტივირებისათვის	0,68 ა	0,68 ა
ვარგისიანობის ვადა	5 წელი	5 წელი
სატრანსპორტო შეფუთვა (მუყაოს კოლოფი)	1090x235x95 მმ	1450x235x95 მმ
რაკეტების რაოდენობა შეფუთვაში	3 ცალი	3 ცალი
სატრანსპორტო შეფუთვის წონა	17 + 1 კგ	23 + 1 კგ

აღწერა:

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის კომპლექტი შედგება თვით რაკეტისაგან და გამშვები კონტეინერისგან. რაკეტა, რომელსაც ვათავსებთ სასროლ მოწყობილობასთან მიერთებულ გამშვებ დანადგარზე, შესაძლებელია გავააქტიუროთ. აალების მოწყობილობა ელექტრული იმპულსის მეშვეობით იწვევს დენით დაფარული ელექტრული სპირალის აალებას რომელიც თავის მხრივ ააქტიურებს საწვავს. გამშვები კონტეინერიდან გამოსვლისას რაკეტის სტაბილიზატორები იხსნება და რაკეტა იწყებს მდგრად ფრენას. ძრავას მუშაობის დამთავრების შემდეგ ალის იმპულსი გადაეცემა რეაგენტს. შემდგომი 36-39 წამის განმავლობაში ღრუბელში ფრენის დროს, წვის პროდუქტები რაკეტის კორპუსში გაკეთებული ნახვრეტების მეშვეობით გარეთ გამოიტყორცნება, საღრუბლო გარემოს უერთდება და მასში დიდი რაოდენობის კრისტალიზაციის ცენტრებს ქმნის. რეაგენტის დაწვის შემდგომ რაკეტის თვითლიკვიდაციის პროცესი იწყება. ამ დროს საქშენი და სტაბილიზატორი 40 გრამზე ნაკლები მასის ნაწილებად იშლება, გარსმდენი და აბკ უმნიშვნელო მასის ნაწილებად, ხოლო რაკეტის კორპუსი – წონით 450 გრამზე ნაკლებ ნაწილებად. ეს სამივე აფეთქება ხდება რაკეტის გამშვებიდან 43 ± 3 წამზე.

მახასიათებლები:

- გამოყენების და შენახვის უსაფრთხოება და საიმედოობა;
- მაღალი სიზუსტე და საიმედოობა;
- ეფექტურობა და გონიერი ფასი რაკეტების ხარისხთან შედარებით.

სარაკეტო ძრავები დამზადებულია მყარი სარაკეტო საწვავის საფუძველზე, რაც საშუალებას იძლევა სწრაფად და მარტივად მოხდეს თვით რაკეტების კონსტრუირებაც. დამცავი შეფუთვა, რომელშიც რაკეტაა მოთავსებული, ერთდროულად გამშვები კონტეინერიც არის, საიდანაც ხორციელდება სროლა, რაც ამარტივებს მასთან ოპერატიულ მუშაობას. რაკეტების გაშვება ხდება გაშვების ადგილას დამონტაჟებული სპეციალური გამშვები დანადგარებიდან. რაკეტის მახასიათებლები, რომლებიც ეხება რეაგენტის გაშვების დაწყებას და, აგრეთვე, რეაგენტის აქტივობას, ცვლადია და ეს ცვლილება ხორციელდება მომხმარებლის მოთხოვნების საფუძველზე.

ექსპლუატაცია:

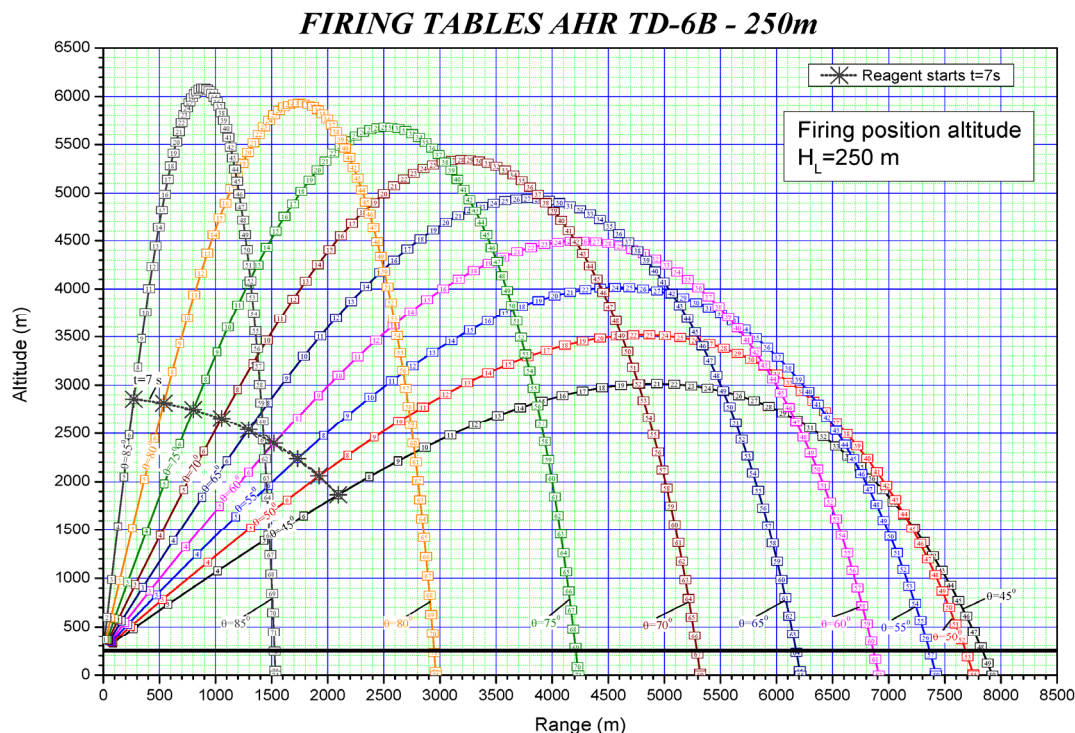
რაკეტების გასროლა წარმოებს შესაბამისი გამშვები დანადგარებიდან. ამგვარი რაკეტების გასაშვებად იყენებენ როგორც უმარტივეს, ასევე ავტომატურ დანადგარებს (ნახ. 65).



ნახ. 65. უმარტივესი გამშვები დანადგარი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებისთვის „KRUSIK'S ANTI-HAIL SYSTEM (KPGS)“ (მარცხნივ) და სერბული წარმოების ავტომატური გამშვები დანადგარი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის გასაშვებად (მარჯვნივ) [125]

მაგალითისთვის ნახ. 66-ზე წარმოდგენილია «Trayal D-6B» ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების ფრენის ტრაექტორია, როდესაც გაშვების წერტილი განლაგებულია ზღვის დონიდან 250 მეტრ სიმაღლეზე. როგორც წესი, რაკეტების პარტიის შესყიდვისას მათ თან მოყვებათ ფრენის ტრაექტორიების კომპლექტი დაწყებული ზღვის დონიდან (0 მეტრიდან) მაქსიმალურად შესაძლებლამდე (რასაკვირველია გონებრივი ბიჭით სიმაღლის მიხედვით). რისთვის არის ეს საჭირო? გაშვების წერტილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად იზრდება, და ზოგჯერ მნიშვნელოვნად, ფრენის სიმაღლე და სიშორეც. ტრაექტორიები მოცემულია გაშვების ყველა შესაძლებელი ვერტიკალური კუთხისთვის 45°-დან 85°-დე. ყველა მრუდეზე აღნიშნულია ფრენის დროს რაკეტის

ყოველწამიერი თეორიული პოზიცია. თვითლიკვიდაციის დაწყების დრო – 43-ე წამია. შესაბამისი გადიდებისას ამ წერტილის მოძებნა არ გაგვიჭირდება. რაც შეეხება მომდევნო მნიშვნელობებს, ეს არის რაკეტის ფრენის სავარაუდო ტრაექტორია ვარდნის წერტილამდე იმ შემთხვევაში, თუ რაკეტის თვითლიკვიდაცია რატომღაც არ განხორციელებულა.



ნახ. 66. «Trayal D-6B» ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების ფრენის ტრაექტორია, როდესაც გაშვების წერტილი განლაგებულია ზღვის დონიდან 250 მეტრ სიმაღლეზე

ქვემოთ მოყვანილია ინფორმაცია სერბული წარმოების (ბელგრადი) «EDePro-A8» ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის (ცხრილი 25) შესახებ [124]:

«EDePro – A8» გამშვები დანადგარის მახასიათებლები:

კონტეინერების კალიბრი – 60 მმ; რაკეტების კალიბრი – 55 მმ; მიმმართველების (კონტეინერების რიცხვი) – 6 ცალი; გამშვები დანადგარის მასა – 65 კგ; მოტრიალების ვერტიკალური კუთხე – $45^{\circ} \div 85^{\circ}$; მოტრიალების ჰორიზონტალური კუთხე – $0^{\circ} \div 360^{\circ}$.

ცხრილი 25.

«EDePro – A8» ტიპის რაკეტის პარამეტრები

მახასიათებლები	მნიშვნელობები
რაკეტის აფრენის სიმაღლე (85° ამაღლების კუთხისას)	7750 მ
რეაგენტის გამოშვების დრო	35* წმ
თვითლიკვიდაციის დრო	43* წმ
რაკეტის ექსპლუატაციის ტემპერატურული დიაპაზონი	$-30 \div +60^{\circ} \text{ C}$

გაშვების წრედის ელექტრული წინაღობა	1.2 ომი
აქტივიზაციისთვის მოხმარებული დენი	0.68 ა
ქსელის ძაბვა	24 ვ *
რაკეტის დიამეტრი	55 მმ
რაკეტის სიგრძე	1201 მმ
რაკეტის სიმძიმის ცენტრი (რაკეტის ცხვირიდან)	544 მმ
კონტეინერის დიამეტრი	60 მმ
კონტეინერის სიგრძე	1422 მმ
კონტეინერის მასა	1,4 კგ
რეაგენტის გამოშვების დასაწყისი	8* წმ
რეაგენტის გამოშვების დაბოლოება	43* წმ
რეაგენტის მასა	400 გ
რეაგენტის აქტივობა	$2,5 \times 10^{13}$ ნაწილაკი/გ
ძრავას მუშაობის დრო	3,5 წმ
ძრავას ტოტალური იმპულსი	3500 ნწმ
საწვავის მასა	1800 გ

ფირმა „Стройпроект“, ბულგარეთი, სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები

ბულგარული ფირმა „Стройпроект“ რამდენიმე ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო ნაწარმს უშვებს. კერძოდ, ქალაქ სტარა ზაგორაში განლაგებული ქარხანა „Loza-2M“, „Loza-3M“ და „Loza-7“ ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტებს აწარმოებს (ცხრილი 26, ნახ. 15, 16) [26, 126-130].

ტექნიკური პარამეტრები/технические	Loza-2	Loza -3
კალიბრი, მმ	55	55
სტაბილიზატორის განშლადობა, მმ	113	113
რაკეტის სიგრძე, მმ	876	1200
რაკეტის მასა, კგ	3.3	5.0
აქტიური ნივთიერების რაოდენობა, კგ	0.400	0.400
1 გ რეაგენტიდან ნაწილაკების გამოსავალი (-10°C), ცალი	3.0×10^{13}	3.0×10^{13}
ნაწილაკების გამოსავალი 1 ნაწარმიდან (-10°C), ცალი	1.2×10^{16}	1.2×10^{16}
ყინულწარმოქმნელი კომპონენტები, %	28	28
მასიმალური სიშორე, კმ	8.500	10.200
მაქსიმალური სიმაღლე, კმ	6.200	8.200
სასტარტო ძრავას მუშაობის დრო, წმ	4	3.7
სამუშაო ტემპერატურა, $^{\circ}\text{C}$	-5.....+50	-5.....+50
გარანტია, წელი	3	3

ცხრილი 27.

„Loza-2M“, „Loza-3M“ და „Loza-7“ ტიპის რაკეტების პარამეტრები

მახასიათებლები	სს რაკეტის ტიპი, მნიშვნელობები		
	„Loza-2M“	„Loza -3M“	„Loza -7“
რაკეტის დიამეტრი	55-0,1 მმ	55-0,1 მმ	55-0,1 მმ
რაკეტის სიგრძე	920±0,1 მმ	1296±0,1მმ	1069±0,3
რაკეტის მასა	3,5±0,1 კგ	5,360±0,1 კგ	4,000±0,1
აქტიური ნივთიერების რაოდენობა	400±10 გ	510±10 გ	790±20 გ
სასტარტო ძრავას მუშაობის დრო	4,0±1,0 წმ	4,0±1,0 წმ	4,0±1,0
რეაგენტის გამოშვების დასაწყისი	7±1 წმ	6 – 7 წმ	6±1 წმ
რაკეტის საწყისი სიჩქარე	70 მ/წმ	75 მ/წმ	70 მ/წმ
კონტეინერის გარე დიამეტრი	60±0,1 მმ	60±0,1 მმ	60±0,1 მმ
კონტეინერის სიგრძე	1037 მმ	1412 მმ	1253 მმ
რაკეტის მასა კონტეინერთან ერთად	4,7±0,1 კგ	6,7±0,1 კგ	5,3±0,15
საქშენის ბლოკის თვითლიკვიდაციის დრო	36-42 წმ	44-50 წმ	38-42 წმ
წინა ნაწილის თვითლიკვიდაციის დრო	36-42 წმ	44-50 წმ	38-42 წმ
საქშენის კომპლექტის თვითლიკვიდაციის დრო	36-42 წმ	44-50 წმ	38-42 წმ
შუალედური ნაწილის თვითლიკვიდაციის დრო	36-42 წმ	44-50 წმ	38-42 წმ
რეაგენტის გამოსვლის ხანგრძლივობა	30 – 33 წმ	37 – 40 წმ	28 – 33
1 გ რეაგენტიდან ნაწილაკების გამოსავალი (-10°C)	2,14·10 ¹³		
ნაწილაკების გამოსავალი 1 ნაწარმიდან (-10°C)	1,16·10 ¹⁶		



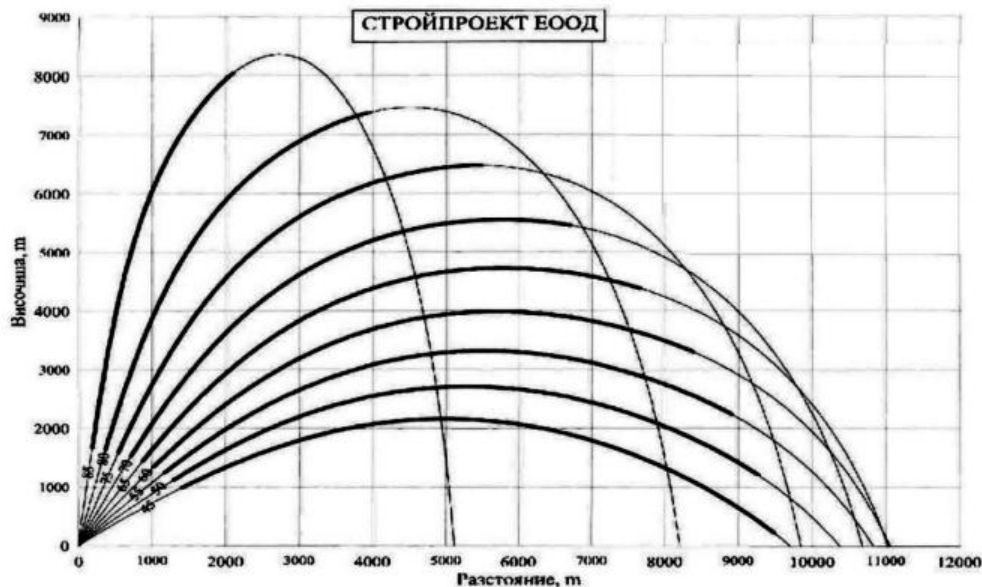
ნახ.67. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის სტარტი

ძირითადი პროდუქცია – სხვადასხვა მოდიფიკაციის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები. 55 მმ კალიბრის რაკეტებს აქვთ განსხვავებული ტექნიკური მახასიათებლები, რომლებზეც არის დამოკიდებული ფრენის სიმაღლე და სიშორე. სეტყვისგან დაცვის სისტემის შემადგენლობაში შედის: გამშვები დანადგარი, რაკეტები და მართვის პულტი. სტარტის შემდეგ სარაკეტო ძრავა გარკვეულ დროს მუშაობს, შემდეგ ხდება რეაგენტის აქტივირება, რომელიც ახდენს ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების შეშვებას ღრუბლებში გარკვეულ სიმაღლეზე. ამის შემდეგ რაკეტა თვითნადგურდება მოწყობილობის მეშვეობით, რომელიც ასაფეთქებელ ნივთიერებას შეიცავს. მოწყობილობა აქტივირდება რაკეტის გაშვებიდან 40 წამის შემდეგ.

«რეაქტივი, რომელიც ჩვენ შევქმენით არის პიროტექნიკური შემადგენლობის, ვერცხლის იოდიდის საფუძველზე, მარილების და მშრალი ყინულის, რომელიც აგრეთვე მუშაობს ღრუბელში დადებით ტემპერატურებზეც [136]

სტროიპროექტის პროდუქტებიდან ყველაზე მოთხოვნადი შიდა ბაზარზე რაკეტები „Лоза-2“. თუმცა ისინი მხოლოდ 3,3 კილოგრამს იწონიან და დაფრინავენ 6 კმ სიმაღლეზე 8,5 კმ რადიუსში. საზღვარგარეთ პოპულარულია, აგრეთვე, შორსმსროლელი სიმაღლით 2 კმ და მანძილით „Вайн-3“. სიახლეა „Виноградная лоза-7“ – ორძრავიანი ინოვაციური რაკეტა, ერთერთი მათგანი რეაგენტის მატარებელია.

მოქმედების ახლო რადიუსის მქონე „Loza-2M“ ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტამ მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში გაითქვა სახელი. მისი დადებითი მხარეებია: უფრო ეფექტური რეაგენტი სეტყვის ღრუბლების დასამუშავებლად, უფრო კომპაქტური ფორმა და უფრო დაბალი ფასი. უნდა აღინიშნოს, რომ ბულგარულ რაკეტებში რეაგენტის ხარისხი ყოველთვის განსაკუთრებულია, ხოლო აქტიურობა ყოველთვის უფრო მაღალია, ვიდრე კონკურენტებთან.



ნახ. 68. „Loza-7“ ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის ფრენის ტრაექტორია, როდესაც გაშვების წერტილი განლაგებულია ზღვის დონიდან 0 მეტრ სიმაღლეზე

რაც შეეხება „Loza-7“ ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტას, იგი წარმოადგენს ორძრავიან ინოვაციურ რაკეტას, საიდანაც, ერთი არის სასტარტო, ხოლო მეორე – რეაგენტის მატარებელი, ე.ი. წარმოადგენს სამარშო ძრავას, რომელიც ყინულწარმომქმ-

ნელი მყარი საწვავით (ყმს) არის აღჭურვილი და ფრენის მთელ მანძილზე გამოყოფს მას. უნდა აღინიშნოს, რომ (ყმს) წვისას უფრო ხელსაყრელი პირობების (უფრო მაღალი ტემპერატურა და წნევა) შექმნით მკვეთრად ზრდის მაკრისტალიზებული ცენტრების ანუ ყინულწარმომქმნელი ნაწილაკების გამოსავალს. მაგალითისთვის, ნახ. 15-ზე მოყვანილია „Loza-7“ ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის ფრენის ტრაექტორია. რაკეტის გაშვება წარმოებს ზღვის დონიდან 0 მეტრ სიმაღლეზე, რეაგენტის გამოსვლის დასაწყისი – მე-6 წამი, რეაგენტის გამოსვლის დაბოლოება და თვითლიკვიდაცია 42-ე წამი. მრუდებზე მონაკვეთები მსხვილი კონტურით რეაგენტის გამოსვლის დროს შეესაბამება. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ „მკვდარი ზონა“ მინიმუმამდეა დაყვანილი.



ნახ. 69. მარტივი გამშვები დანადგარი „Loza-3“ ტიპის რაკეტების გასაშვებად

უნდა აღინიშნოს (აღსანიშნავია), რომ თავისი მოღვაწეობის სფეროს გასაფართოებლად, ფირმა „Стройпроект“-მა არგენტინაში, მენდოსას პროვინციაში სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების ქარხანა ააშენა.

სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების ბაზარზე შედარებით ახალი მოვლენაა **ისრაელის წარმოების „ARI 2 Hail Missile“-ს** გამოჩენა. ისრაელში რაკეტების წარმოების მაღალი დონე საყოველთაოდაა ცნობილი, ამიტომ ამაზე ყურადღებას არ გავამახვილებთ. ავღნიშნავთ მხოლოდ, რომ რაკეტის პარამეტრები „MTT-09M“ რაკეტის შთამომავლობის პარამეტრების მსგავსია, თუმცა რეაგენტს მეტი აქტივობა ახასიათებს [131] (ცხრილი 9). ძალიან მწირი ინფორმაცია, ვიზუალის არარსებობა და ზოგი შეუსაბამობა „ინფორმაციაში პროდუქტის“ შესახებ არ გვაძლევს საშუალებას უფრო ზუსტი და დასტურებული დასკვნები გავაკეთოთ ამ რაკეტის შესახებ.

ცხრილი 28.

„ARI 2 Hail Missile“ რაკეტის პარამეტრები

მახასიათებლები	მნიშვნელობები
რაკეტის კალიბრი	55 მმ
განი სტაბილიზატორებს შორის	113 მმ
რაკეტის სიგრძე	920 მმ

რაკეტის მასა	3,5 კგ
რეაგენტის რაოდენობა	0,5 კგ
ბირთვების რაოდენობა რეაგენტის 1 გ- დან -10°C-ზე	$4,0 \times 10^{13}$
ბირთვების რაოდენობა ნაწარმზე	$1,3 \times 10^{16}$
ფრენის მაქსიმალური მანძილი	9 კმ
ფრენის მაქსიმალური სიმაღლე	7 კმ
ძრავას მუშაობის დრო	5 წმ
სამუშაო ტემპერატურა	-5 ÷ 50°C

ჩინეთის სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემები.

ბოლოს გადავიდეთ ჩინეთის სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემებზე [132, 133]. ხელოვნურად გამოწვეული ნალექების გასაზრდელად და სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების ჩასატარებლად ჩინეთში შექმნილია WR-98 – რაკეტები წვიმის (ნალექების) მოსამატებლად და სეტყვის საწინააღმდეგოდ. (ჩინეთი).

ოპერატიული სისტემის WR სერია რაკეტების გასაშვებად ნალექების მოსვლის მოსამატებლად და სეტყვის საწინააღმდეგოდ არის სამუშაო ინსტრუმენტი, რომელიც დამუშავდა ამინდის ცვლილების უზრუნველსაყოფად. იგი დამუშავდა სააქციო საზოგადოება Shanxi Zhongtian Rocket Technologies Co., Ltd-ის მიერ (ჩინეთი), რომელმაც თავდაცვის დარგში ამ ქვეყნის ორი პატენტი მიიღო. სისტემა მყარი საწვავიანი რაკეტების ტექნოლოგიის და ამინდის ცვლილების მაღალეფექტური კატალიზატორების თანამედროვე ტექნოლოგიების კომბინაციას წარმოადგენს, რომელიც ქვეყანაში ამინდის ცვლილების დარგში ფართოდ გამოიყენება. მისი საშუალებით შესაძლებელია ეფექტურად შევასრულოთ ამინდის ცვლილებასთან დაკავშირებული მოქმედებები, ისეთი, როგორიცაა ნალექების გაზრდა, სეტყვის ჩახშობა ან შემცირება, ნისლის გაბნევა ან კატასტროფის (საშიშროების) დონის შემცირების მიღწევა. ოპერატიული სისტემის შემადგენლობაში შედის რაკეტა, გამშვები დანადგარი, გამშვები დანადგარის საკონტროლო მოწყობილობა და სხვა დამხმარე მოწყობილობები. სისტემას, რომელიც მეთეოროლოგიურ რადართან და ამინდზე დაკვირვების ხელსაწყოებთან კავშირში მუშაობს, შეუძლია გააფრქვიოს საღრუბლო ფენაში გასაბნევი მასალა, რათა ღრუბლის მიკროფიზიკურ სტრუქტურაში ცვლილებები გამოიწვიოს. ეს უზრუნველყოფს წვიმის, თოვლის ან სეტყვის ჩახშობა-გაზრდის პრობლემების მოგვარებას ან ნიაღვრებით (სეტყვიანი ელქეჩი, ძლიერი სეტყვა) მიყენებული სტიქიური უბედურების შემცირებას. არსებობენ გამშვები დანადგარების სხვადასხვა ტიპები – მიწაზე დასაყენებელი, მანქანაზე ან გემზე დასამონტაჟებელი (სამწუხაროდ არ არის მითითებული, ეს მონტაჟია, თუ უბრალოდ დაყენებაა). რაკეტების ყველა ტიპი ურთიერთ შეთავსებადია ნებისმიერ დანადგართან, რათა მომხმარებლის მოთხოვნილებას შეესაბამებოდეს. გამშვების სიმაღლის შეცვლა შესაძლებელია რაკეტის გაშვებამდე დანადგარის ამაღლების კუთხის შეცვლით. როდესაც რაკეტას საღრუბლო ფენაში უშვებენ, აალების შენელების მექანიზმი რაკეტაში კატალიზატორის ინიცირებას იწვევს, ხელოვნური კრისტალები იწყებენ უწყვეტად გაბნევას ფრენის ტრაექტორიის გასწვრივ და სწრაფად ვრცელდებიან გარემოში. გაბნევის შემდეგ უსაფრთხოების სისტემა მოქმედებს ავტომატურად და რაკეტის დასაფრენი სიჩქარე ნელ-ნელა კლებულობს. ასაფეთქებელი ნივთიერებები რაკეტაში არ არის და მას არა აქვს ნამსხვრევები. რაკეტას გავლენა აქვს დიდ რაიონებზე, აშკარაა შედეგები და მისი მოქმედება ამინდზე არ არის დამოკიდებული. ექსპლუატაცია და მომსახურება მარტივია. [138 <https://missilery.info/gallery/wr-98-rakety-dlya-povysheniya-dozhdya-i-protivogradovye-rakety-kitay>]

ოპერატიული სისტემის WR სერიის რაკეტების გასაშვებ დანადგარს ნალექების მოსვლის მოსამატებლად და სეტყვის საწინააღმდეგოდ შემდეგი მახასიათებლები გააჩნია: ბირთვის გაჩენის მაღალი სიჩქარე, ბირთვების სწრაფი შექმნა, კატალიზატორის ეფექტური მოქმედება, ექსპლუატაციის ფართო დიაპაზონი, გაშვების მაღალი სიმაღლე, მაღალი საიმედოობა, გამონაბოლქვის არ არსებობა და ა.შ. ნაკეთობის მახასიათებლები სტაბილურია, საიმედოობა – მაღალი.



ნახ. 70. ჩინეთი, სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების გასაშვებ პუნქტზე

ცხრილი 29.

„WR-98“ სერიის სეტყვის საწინააღმდეგო და ნალექების რაოდენობის გასაზრდელი რაკეტების ძირითადი პარამეტრები

მახასიათებლები	სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის ტიპი, მნიშვნელობები Модель ПГИ, значения		
	„WR-98“	„WR-98 Z“	„WR-1D“
კალიბრი, მმ	82	82	57
სიგრძე, მმ	1450	1580	1060
მასა, კგ	8,3	9,0	4,3
გაშვების მაქსიმალური სიმაღლე, კმ	8,5	9,0	6,0
ექსპლუატაციის ტემპერატურული	-30~45°C	-30~45°C	-30~45°C
ტემპერატურული დიაპაზონი შენახვისას	-15~40°C	-15~40°C	-15~40°C
ტენიანობა შენახვისას	≤70% RH	≤70% RH	≤70% RH
დაშვების სიჩქარე, მ/წმ	≤8	≤8	≤8
წარმატების პროცენტი, %	99	99	99
შენახვის ხანგრძლივობა	3 წელი	3 წელი	3 წელი
რეაგენტის მასა, გ (15 ელემენტი)	725	630 элементов	220
გაბნევის დრო, წმ	≤35	30	≤25
რეაგენტის აქტივობა	1,8×10 ¹⁵ / g (AgI), -10°C-ზე		
გამშვები დანადგარის ტიპი	სტაციონარული, საავტომობილო და საზღვაო		



ნახ. 71. რაკეტის გაშვება



ნახ. 72. სხვადასხვა ტიპის გამშვები დანადგარები [134]



ნახ. 73. მობილური გამშვები დანადგარი „WR-98“ და „WR-1D“ ჯგუფის რაკეტების გასაშვებად [134]



ნახ. 74. „WR-98“ ტიპის რაკეტა ნალექების რაოდენობის გასაზრდელად და სეტყვის საწინააღმდეგოდ [134]



ნახ. 75. მობილური გამშვები სისტემა „WR-9821“ [134]

აღსანიშნავია, რომ არც ისე მძიმე პიკაპის ტიპის მანქანებზე არ ჩანს რაკეტების გაშვებისას ძარას მდგომარეობის ფიქსირებისთვის საჭირო საყრდენები.



ნახ. 76. „WR-98“-ის საზღვაო ვარიანტი



ნახ. 77. „WR-98“ ტიპის რაკეტები ნალექების მოსაყვანად და სეტყვასთან ბრძოლისათვის



ნახ. 78. „WR-98“ ტიპის რაკეტების საბრძოლო ელემენტები ნალექების მოსაყვანად და სეტყვასთან ბრძოლისათვის



ნახ. 79. „WR-1D“ სერიის რაკეტები ნალექების რაოდენობის გასაზრდელად და სეტყვის დათრგუნვისათვის [135]



ნახ. 80. გამშვები დანადგარი „WR-98“ და „WR-1D“ ჯგუფის რაკეტების გასაშვებად [134]. მინის ეკონომიიდან გამომდინარე, დანადგარი მთის მდინარის კუნძულზეა განლაგებული

2015 წლის დასაწყისში სამეცნიერო-ტექნიკურ ცენტრ „დელტა“-ში (საქართველო) იყო შექმნილი 26 ლულიანი ავტომატური გამშვები დანადგარი სდ-26 და დაიწყო მათი სერიული წარმოება. დანადგარის ელექტროკვება ავტონომიურია და აკუმულატორის მეშვეობით ხორციელდება. უკანასკნელის დამუხტვა მზის ბატარეებით ხორციელდება (ნახ. 24). მოკლე დროში აშენდა და ამ დანადგარებით აღიჭურვა 80-ე მეტი ზემოქმედების პუნქტი.



ნახ. 81. სამეცნიერო-ტექნიკურ ცენტრ „დელტა“-ს (საქართველო) წარმოების თანამედროვე სტაციონარული ავტომატური გამშვები „სდ-26“ ტიპის დანადგარი დისტანციური მართვით „SK-6“, „Trayal D 6B“ და „Loza-2“ ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების გასაშვებად [105, 137]

ამ დანადგარის მართვა ხდება დისტანციურად სპეციალური კომპიუტერული პროგრამის მეშვეობით. ამ პროგრამის საშუალებით დანადგარს მიეწოდება ინფორმაცია სასურველი აზიმუტის და ამალლების კუთხის შესახებ. დანადგარის დამიზნების შემდეგ ირთვება გამაფრთხილებელი სიგნალი, იხსნება დამცავი ხუფი და ხდება მითითებული რაოდენობის რაკეტების გაშვება, რის შემდეგაც ხუფი იხურება. დანადგარის დამიზნების სიზუსტე აზიმუტით და ამალლების კუთხით 1 გრადუსია. მითითებული დანადგარი გაცილებით უფრო ეფექტური, ოპერატიული და უსაფრთხოა, ვიდრე საზღვარგარეთული ანალოგები, რომ არაფერი ვთქვათ „TK5-040“ ტიპის გამშვებ დანადგარზე, რომელსაც ადრე იყენებდნენ.



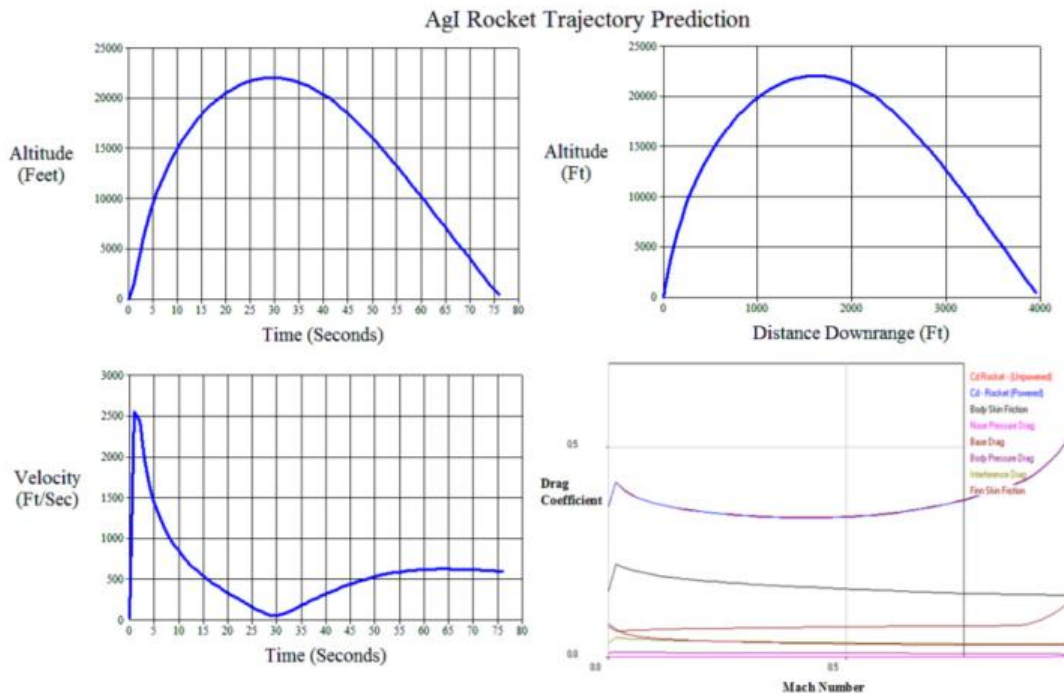
ნახ. 82. სამეცნიერო-ტექნიკურ ცენტრ „დელტა“-ს (საქართველო) წარმოების მობილური ავტომატური გამშვები „სდ-26“ ტიპის დანადგარის დროებითი ვარიანტი დისტანციური მართვით, სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების გასაშვებად

ექსპერიმენტის სახით ჯავშანტრანსპორტიორ „დიდგორებზე“ იყო დამონტაჟებული „სდ-26“ ტიპის გამშვები დანადგარები, რითიც შესაძლებელი გახდა მობილური გამშვები პუნქტების შექმნა (ნახ. 25). მიღებული გამოცდილების გათვალისწინებით დაგეგმილია მომავალში ამ დანადგარების მობილური ვარიანტების შესაქმნელად შესაბამისი სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენება. გარდა ამისა, უწყვეტად ხორციელდება დანადგარ „სდ-26“ და მისი პროგრამული უზრუნველყოფის გაუმჯობესების სამუშაოები.

და ბოლოს განვიხილოთ ინდოეთში შექმნილი, მეტად ორიგინალური რაკეტა OLASTRA A1 [69]



ნახ. 83. ინდოეთში შექმნილი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა



ნახ. 84. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა OLASTRA A1 მუშაობის ამსახველი გრაფიკები

ინდოეთში, პუნას ცენტრში საშიშ ღრუბელში -5°C -ზე დაბალ ტემპერატურაზე ჩათესვის ეფექტის ოპტიმიზაციის მიზნით დაპროექტებული და შემუშავებული იყო მეტად ორიგინალური ნახევრად მართვადი სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა OLASTRA A1 ორი პიროტექნიკური ვაზნის გადასატანად (თითოეული 1კგ წონით). რაკეტის საერთო სიგრძეა 1650 მმ, დიამეტრი 100 მმ და მასა 10,5 კგ. ცხვირის კონუსისთვის გამოყენებულია რადიოგამჭვირვალე ბოჭკოვანი მასალა, ტვირთის განყოფილებისთვის – არმირებული პლასტმასი (FRP), ხოლო 2მმ სისქის ალუმინის ფურცელი ნაკადის ფორმირების ტექნოლოგიით შერჩეულია საჰაერო კორპუსისთვის. რაკეტა შექმნილია ცალკე 600 მმ სიგრძის ქობინით პიროტექნიკური ვაზნებისა და განდევნის მექანიზმისთვის და აღჭურვილია GNSS მიმღების ჩიპით. შესაბამისად, ინფორმაცია სიმაღლის შესახებ, რომელიც შეესაბამება -5°C ტემპერატურას, გადაეცემა ცენტრალურ საკონტროლო სისტემას (CCS). რეგიონებში, სადაც ტემპერატურა ნულამდეა და სეტყვის ღრუბლებია, ჩათესვა ოპტიმალურია -5° -დან -15°C -მდე ტემპერატურაზე (Kumar, 2010). ამ ატმოსფერული ტემპერატურის დიაპაზონი მერყეობს ყოველდღიურად, რეგიონალურად და სეზონურად. ამიტომ, თუ ჩასათესი ნაწილაკები მიეწოდება დაუყოვნებლივ ფრენის ფიქსირებული დროის შემდეგ (8 ან 9 წამი), მიწოდება შეიძლება არ იყოს ოპტიმალური მოცემულ ტემპერატურულ დიაპაზონში ღრუბლის ჩათესვის საუკეთესო ეფექტის მისაღწევად. აქედან გამომდინარე, სასწრაფოდ საჭირო იყო ისეთი რაკეტის დაპროექტება და შემუშავება, რომ ჩასათესი აგენტების მიწოდებისთვის შექმნილიყო შესაბამისი ტემპერატურის დიაპაზონი. როგორც კი რაკეტა მიაღწევს სასურველ სიმაღლეს გარემოს ტემპერატურის დიაპაზონის გათვალისწინებით, რაკეტის მიმღების ჩიპი იღებს ინფორმაციას სიმაღლის შესახებ GNSS-დან (Global Navigation Satellite System (GNSS)) და შეუძლია ვაზნების ამოგდება ღრუბელში. სრული სისტემა შედგება მყარსაწვავიანი სარაკეტო ძრავისგან, როგორც მამოძრავებელი სისტემისგან და ღრუბლის ჩათესვის აგენტებისგან, როგორც ტვირთამწეებისაგან, GNSS მიმღებისაგან,

სერვო ძრავებისგან და ვაზნის ამომგდები ზამბარებისგან. რაკეტის დიზაინის მთავარი დანიშნულებაა ჩასათესი ნაწილაკების ღრუბლებში გადატანა კონდენსაციის ბირთვების გასაზრდელად და სეტყვის მატების შესაჩერებლად.

ეს სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო სისტემა შექმნილია იმისთვის, რომ აკონტროლოს ტვირთის მიწოდება მოცემულ სიმაღლეზე ტვირთის განდევნის მექანიზმის მეშვეობით. იგი შედგება ცენტრალური კონტროლის სისტემისგან (CCS), GNSS ჩიპისგან, ხაზოვანი სერვოძრავებისგან და ზამბარის მექანიზმისგან. წინასწარ განსაზღვრული სიმაღლის მიღწევისას ეს სისტემა ზამბარის მოქმედებით ათავისუფლებს პიროტექნიკურ ვაზნებს GNSS კონტროლის ქვეშ.

ტვირთის გამოდევნის მექანიზმი შედგება ცენტრალური კონტროლის სისტემისგან (CCS), GNSS ჩიპისგან, სერვო ძრავებისგან და ზამბარის მექანიზმისგან. ჩაშენებული GNSS საკონტროლო წრე იწყებს ტვირთის გათავისუფლებას წინასწარ განსაზღვრულ სიმაღლეზე. GNSS მიმღები მუდმივად გადასცემს ინფორმაციას სიმაღლის შესახებ საკონტროლო წრეში. სიმაღლის შესახებ ინფორმაციის საფუძველზე, CCS გამოსცემს სამ ტრიგერულ დენს შემდეგნაირად: ტრიგერი 1: ორი AgI ვაზნის აალების დასაწყებად, ტრიგერი 2: ოთხი სერვოძრავის ერთდროულად გაშვება, ტრიგერი 3: თვითგანადგურების მოწყობილობის აალება რაკეტის აფეთქების მიზნით.

რაკეტა აღჭურვილია ცხვირის კონუსში განთავსებული GNSS მიმღებით, რომელიც იწონის 10 გრამზე ნაკლებს. მიმღები გაშვების მოვლენის პარალელურად გამუდმებით ითვლის რაკეტის ლატერალურ (გრძედი, განედი) და ვერტიკალურ კოორდინატებს (სიმაღლე). როდესაც რაკეტა მიაღწევს ატმოსფერულ რეგიონს -5°C ტემპერატურით, მიმღები მცირე დენის მეშვეობით ააქტიურებს სერვოძრავას, რომელიც თავის მხრივ ათავისუფლებს ზამბარის საკეტებს, რის შედეგადაც ზამბარები გამოდევნიან ვაზნებს ღრუბელში. მართალია, არსად არ არის მოყვანილი ინფორმაცია რაკეტიდან გამოდევნილი ვაზნების შემდგომ ბედზე, რაც გულისხმობს მათი მუშაობის დროს, კონსტრუქციას, ტრაექტორიას და ა.შ., მაგრამ ჩავთვალოთ, რომ ეს საკითხი ან ჯერ არ დამუშავებულა, ან იმდენად მარტივია, რომ არ ჩათვალოს საჭიროდ მისი გასაჯაროება. ასევე კითხვებს იწვევს ამ რაკეტის ვერტიკალური გაშვების სქემა, სადაც არ არის გათვალისწინებული არც დაფარვის ზონა, არც სხვა გამშვები დანადგარების განლაგება და ბევრი სხვა რამ.

ცხრილი 30.

რაკეტა OLAstra A1-ს პარამეტრები

№	რაკეტის დიზაინის პარამეტრები	SI ერთეული	ინგლისური ერთეულები
1	რაკეტის დიამეტრი, D	100 მმ	3,937 ინჩი
2	მკვდარი მასა, მიკრორაიონი.	7 კგ	15,432 ფუნტი
3	დენტის წონა, M.pl.	3,5 კგ	7716 ფუნტი
4	წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, Cd	0.5	0.5
5	საშუალო ბიძგი, F	7389 ნ	1660.583 lbf
6	მთლიანი იმპულსი, I	9000 ნ წმ	2022 lb-წმ
7	საწვავის წვის დრო/ძრავის მუშაობის დრო, t	1,2 წამი	1,2 წამი
8	ძრავის საერთო მასა, მმ	4,66 კგ	10,274 ფუნტი
9	ძრავის სტრუქტურული მასა, ms	1.16 კგ	2.557 lbs
10	ინერტული მასა, m I	5,84 კგ	12,875 ფუნტი
ტრაექტორიის სიმულაციის შედეგები			

1	მაქსიმალური სიმაღლე, Zpeak	6,389 კმ	22067 ფუტი
2	მაქსიმალური გადატვირთვა, Gpeak	76.7	80.75
3	რაკეტის მაქსიმალური სიჩქარე, Vmax	879,8 მ/წმ	3038,411 ფუტი/წმ
4	როდ სიჩქარე (საწყისი სიჩქარე), Vinitial	46,55 მ/წმ	160,766 ფუტი/წმ
5	მაქსიმალური სიმაღლეზე მიღწევის დრო	28 წამი	28 წამი

დასკვნა

ამ რაკეტით ჩვენ დავიწყეთ იმ დიდი საქმის აღდგენა, რომელიც ჩვენმა უფროსმა კოლეგებმა პირველებმა დაიწყეს საბჭოთა კავშირში. მაშინ შეიქმნა პირველი გასამხედროებული სეტყვასთან ბრძოლის სამსახური. ამჟამად ამ საქმეს აგრძელებს საქართველოს სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრი „დელტა“



ნახ. 85. SK-6 ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის მოკლე ტექნიკური მახასიათებლები

რაკეტის სასტარტო სიჩქარე – 80 მ/წმ
სარაკეტო ძრავის მუშაობის ხანგრძლივობა – 4 ± 1 წმ
ამომტყორცნი სარაკეტო ძრავის მუშაობის ხანგრძლივობა – 2000 ± 50 Ns
რეაგენტის გაფრქვევის დაწყება – 7 ± 1.5 წმ
რეაგენტის გაფრქვევის ხანგრძლივობა – 30 ± 2 წმ
თვითლიკვიდაციის დრო გაშვებიდან- 40 ± 3 წმ
თვითლიკვიდაციისთვის საჭირო ფეთქებადი ნივთიერების რაოდენობა – 12.5 გრ
კაფსულა-დეტონატორების რაოდენობა – 4 ც
მაქსიმალური მასა თვითლიკვიდაციის შემდეგ – 400 გრ
საექსპლუატაციო ტემპერატურა – $-5^{\circ}\text{C} - +50^{\circ}\text{C}$
რაკეტის ბრუნვა – 1200 ბრ/წთ მაქსიმალური სიჩქარისას
სარაკეტო ძრავის სიგრძე – 355 მმ
სარაკეტო ძრავის მასა – 1019 ± 5 გრ
რაკეტის მასა – 3445 ± 50 გრ
საწვავის მასა – 1010 ± 10 გრ
ძრავის საშუალო სამუშაო წნევა – მაქსიმუმ 45 ბარი
რაკეტის ფრენის მაქსიმალური სიჩქარე – 600 მ/წმ
რაკეტის ფრენის მაქსიმალური სიმაღლე ზღვის დონიდან 85° გაშვებისას – 6000 მ
რაკეტის ფრენის მაქსიმალური ჰორიზონტალური მანძილი 55° გაშვებისას – 7200 მ
საშუალო ტოტალური იმპულსი (მთლიანად ძრავის ძალა) – $1950.3 \text{ Ns} \pm 20 \text{ Ns}$
რეაგენტის გამოსავალი რაკეტიდან – $1.28E+16$.

ამ მონაცემების საფუძველზე შეიქმნა „SK-6 ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტის საექსპლუატაციო მახასიათებლები. სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრი „დელტა“. თბილისი – 2015“, რომელიც იყო მაგიდის წიგნი ნებისმიერი ზემოქმედების ოპერაციის დროს. ამ მაკედონურ რაკეტას მოყვა სერბული „Trayal D 6-B“

და შემდეგ ბულგარული „Loza-2“ და „Loza-2M“. ყველა ეს რაკეტა ცნობილი მაკედონური წარმოების MTT 9M ტიპის რაკეტის გაუმჯობესებული „შვილობილები“ არიან. შეიძლება დაიბადოს კიხვა, რატომ ესენი და არა სხვა? – თავის დროზე ყოველი მათგანი იყო საუკეთესო თავის კლასში, ხოლო რაც შეეხება რუსული წარმოების რაკეტებს – აქ საკითხი სულ სხვაგვარად დგას.

მოგეხსენებათ, რომ რაკეტების, მათ შორის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტების შექმნა ხშირად არის დაკავშირებული როგორც სამხედრო, ასევე საწარმოო საიდუმლოებებთან. ამიტომ ცდილობენ არ გაასაჯაროონ ინფორმაცია ტექნოლოგიური და საწარმოო წვრილმანების შესახებ. მთელი ინფორმაცია, რაც ამ წიგნშია წარმოდგენილი, საჯაროა, დახურული ინფორმაციით არ ვსარგებლობდით. შეიძლება სწორედ ამიტომ ზოგი საკითხი ნაკლებად არის გამოკვეთილი, ზოგში რაღაცა შეზღუდულია, მაგრამ ეს ჟანრის თავისებურებაა.

რაც შეეხება ერთი ნაწარმიდან მაკრისტალიზებული რეაგენტის გამოსავალს, მაგალითად, სეტყვის საწინააღმდეგო SK-6 ტიპის რაკეტა დაახლოებით 4 ჯერ მეტს გამოყოფს, ვიდრე ისეთი რაკეტები, როგორებიცაა „Алазань 2М“, „Кристалл- 1М“, „Кристалл-2М“, და 1.8 ჯერ აღემატება „Алазань 5/6/9“ ტიპის რაკეტებს; შეედრება „Небо“, „Дар“, „Loza-2“, „Loza-3“, „Алан-2“ ტიპის რაკეტების აქტიური ნაწილაკების რაოდენობას; დაახლოებით 1.6-4.2 ჯერ ნაკლებია ვიდრე „Облако“, „АС“, „Loza-6“ ტიპის რაკეტებს. ამგვარად, მთლიანობაში სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა SK-6, მაკრისტალიზებული რეაგენტის გამოსავლით, შეიძლება მივაკუთვნოთ მესამე თაობის წარმომადგენლებს. ამ და მსგავსი ტიპის რაკეტების ნაკლოვან მხარეებს შეიძლება მივაკუთვნოთ ნაკლები მოქმედების რადიუსი [70].

ქვეითი ბაზირების სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები, როგორც სეტყვასთან ბრძოლის სარაკეტო ტექნოლოგიის საფუძველი, ჯერ არ აპირებს თავისი პოზიციების დათმობას, ვითარდება და უფრო სრულყოფილი და დახვეწილი ხდება.

მათი განვითარება ხდება ნაწარმის ეფექტურობის ამაღლების, მასის და გაბარიტების შემცირების და ყინულწარმომქმნელი კრისტალიზაციის ბირთვების გამოსვლის რიცხვის გაზრდის გზით. მხედველობის არედან გაქრა ზოგი პერსპექტიული ნიმუში, რაც ალბათ იმაზეა დამოკიდებული, რომ მათ გასამხედროებული საწარმოები წარმოადგენდნენ, რომლებისთვისაც ასეთი პროდუქცია პრიორიტეტული არ არის. გაჩნდა რამდენიმე ახალი მწარმოებელი ნაკეთობების ახალი ნიმუშებით. გამშვები დანადგარების წარმოება ხელით სამართავი მარტივი კონსტრუქციებით თანდათან გადადის მექანიკურზე და შემდგომ, დისტანციური მართვის მქონე ავტომატიზირებულებზე [38, 115]. შესაბამისად შემცირდება დანადგარების რიცხვი, რომლის მომსახურება – დატენვა, დამიზნება და სროლა, მითუმეტეს არასახარბიელო ამინდის პირობებში, მუდმივად მოითხოვს ადამიანის ადგილზე ყოფნას და, ამავე დროს, გაიზრდება მექანიზირებული და ავტომატიზირებული დანადგარების რიცხვი, ბუნებრივია, მიმმართველების გაზრდილი რაოდენობითა და სროლისთვის გამზადებული რაკეტებით.

ლიტერატურა:

- [1]. <http://www.pogodaiklimat.ru/articles/article42.htm>
- [2]. <http://www.vseprokosmos.ru/zemla17.html>
- [3]. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-09054.pdf
- [4]. Шишкин Н. С.. Облака, осадки и грозовое электричество. Гидрометеорологическое издательство. Ленинград • 1964
- [5]. ФГУП „Чебоксарское производственное объединение им. В. И. Чапаева“ Бизнес-идея на тему: „Стратегии маркетинга по увеличению объема продаж противоградовых ракет за счет расширения границ рынка“. Чебоксары – 2008 г.
- [6]. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Чихладзе В.А. Противоградовые ракеты типа земля-воздух. Труды Института геофизики им. Нодиа, т. LXIV, Тбилиси. 2013.
- [7]. Воннегат Б. – Образование ледяных кристаллов в переохлажденных облаках под действием йодистого серебра. Сб. «Физика облаков и осадков». Изд. ИЛ. М. 1951.
- [8]. Сулаквелидзе Г.К., Бибилашвили Н.Ш., Лапчева В.Ф. – Образование осадков и воздействие на градовые процессы. Л., Гидрометеиздат. 1965. 265 с.
- [9]. Сулаквелидзе Г.К. – Ливневые осадки и град. Л., Гидрометеиздат. 1967. 412 с.
- [10]. Деннис А. – Изменение погоды засевом облаков. М., Мир. 1983. 272 с.
- [11]. Качурин Л.Г. – Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Л., Гидрометеиздат. 1990. 463 с.
- [12]. Хоргуани В.Г. – Микрофизика зарождения и роста града. М., Гидрометеиздат. 1984. 187 с.
- [13]. Бибилашвили Н.Ш., Бурцев И.И., Серегин Ю.А. – Руководство по организации и проведению противоградовых работ. Л., Гидрометеиздат. 1981. 168 с.
- [14]. Петрунин А. М. – Перспективы применения неуправляемых ракет в борьбе с градом. Сб. Проектно-конструкторские и производственные вопросы создания перспективной авиационной техники / Под ред. проф. Ю. Ю. Комарова/, Изд-во МАИ. М.. 2009. С. 304-313.
- [15]. Амиранашвили А.Г., Бахсолиани М.Г., Бегалишвили Н.А. и др. – О необходимости возобновления работ по искусственному регулированию атмосферных процессов в Грузии. Труды института гидрометеорологии Грузинского технического университета, ISSN 1512- 0902, Т. 119. Тбилиси. 2013. С. 144-152.
- [16]. http://cloud-seeding.eu/ru/anti_hail/anti_hail_rocket.htm
- [17]. <http://chemistry.europages.co.uk/business-directory-europe/did-chimie07/hc-07195F/Antihailrockets.html>
- [18]. http://www.findpatent.ru/img_show/733398.html
- [19]. Карцивадзе А.И., Салуквадзе Т.Г., Лапинскас В.А. – Некоторые вопросы методики воздействия на градовые процессы с использованием противоградовой системы “Алазани”. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР. Т. 26 , “Мецниереба”.1975. С. 13-27.
- [20]. Институт геофизики -50 лет, под ред. Б.К.Балавадзе. “Мецниереба”. Тбилиси. 1983. 144 с.

- [21]. Бартишвили И.Т., Надибаидзе Г.А., Бегалишвили Н.А., Гудушаури Ш.Л. – К физическим основам метода ЗаКНИГМИ борьбы с градом. Труды ЗаКНИГМИ «Физика облаков и активных воздействий», вып. 67(73), Л., Гидрометеиздат. 1978. С.73-82.
- [22]. http://ru.wikipedia.org/wiki/Противоградовая_ракета
- [23]. <http://enson.livejournal.com/65960.html>
- [24]. <http://moigorod.od.ua/news/item/366971>
- [25]. Амиранашвили А., Маградзе Г., Гамхиташвили Л. – Распространение льдообразующего реагента от трасс противоградовых изделий “Алазань” и “Кристалл” в восходящем турбулентном потоке воздуха. Тр. Всес.конф. “Активн. возд. на гидрометеорологические процессы”, Нальчик, 22-25 октября 1991, Санкт-Петербург. Гидрометеиздат. Книга 2. 1995, С. 152-155.
- [26]. საური ი., შავლაყაძე შ., ჩიხლაძე ვ. თანამედროვე სექცვასაწინააღმდეგო რაკეტები. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, ISSN 1512-1976, ტ. 7, თბილისი-თელავი, საქართველო, 26-28 სექტემბერი, 2020, 157-161.
- [27]. Абшаев А.М., Абшаев М.Т., Барекова М.В., Малкарова А.М. Руководство по организации и проведению противоградовых работ. //Нальчик, Печатный двор, ISBN 978-5-905770-54-8, 2014, 508 с.
- [28]. Amiranashvili A., Dzodzuashvili U., Lomtadze J., Sauri I., Chikhladze V. Means of Action on Atmospheric Processes in Kakheti. // Trans. of Mikheil Nodia institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, vol. 65, Tb., 2015, pp. 113 – 120, (in Russian).
- [29]. Amiranashvili A.G., Chikhladze V. A., Dzodzuashvili U. V., Jincharadze G. A., Pipia M. G., Sauri I. P., Telia Sh. O. On the Use of Anti-Hail Rockets "Trayal D 6- B" in the Work of Anti Hail System in Kakheti (Georgia). // Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v.19B, Tbilisi, 2016, pp. 73-78.
- [30]. Amiranashvili A., Chikhladze V., Dzodzuashvili U., Sauri I., Telia Sh. About the Use of Anti-Hail Rockets "Loza-2" in the Work of Anti-Hail System in Kakheti (Georgia). // Journal of the Georgian Geophysical Society, ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v.22(1), 2019, pp. 30 – 37.
- [31]. Чихладзе В.А. Современные ракеты для воздействия на градовые процессы. Труды Института геофизики им. Михаила Нодиа, ISSN 1512-1135, т. LXXIII, Тбилиси.
- [32]. Amiranashvili A., Dzodzuashvili U., Lomtadze J., Sauri I., Chikhladze V. Some Characteristics of Hail Processes in Kakheti. Trans. of Mikheil Nodia Institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, vol. 65, Tb., 2015, pp. 77 – 100, (in Russian).
- [33]. Amiranashvili A.G. History of Active Effects on Atmospheric Processes in Georgia. In the book: Essays of the History of Weather Modification in the USSR and the Post-Soviet Territory, ISBN 978-5-86813-450-0, St. Petersburg, RSHMU, 2017, 352 pp., ill., pp. 234-254, (in Russian), <http://mig-journal.ru/toauthor?id=4644>.
- [34]. ამირანაშვილი ა., კვესელავა ნ., ღლონტი ნ., ჩიხლაძე ვ., ცინცაძე თ. ბუნებრივ მოვლენებზე აქტიური ზემოქმედების ჩატარების ისტორია საქართველოში. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, შრომები, ISSN 1512-1976, ტ. 7, თბილისი-თელავი, საქართველო, 26-28 სექტემბერი, 2020, გვ. 147-152.
- [35]. Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A., Dzodzuashvili U.V., Ghlonti N. Ya., Sauri I.P. Re-construction of Anti-Hail System in Kakheti (Georgia). Journal of the Georgian Geo-

- physical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, Tbilisi, 2015, vol.18B, pp. 92-106.
- [36]. Amiranashvili A., Burnadze A., Dvalishvili K., Gelovani G., Ghlonti N., Dzodzuashvili U., Kaishauri M., Kveselava N., Lomtadze J., Osepashvili A., Sauri I., Telia Sh., Chargazia Kh., Chikhladze V. Renewal Works of Anti-Hail Service in Kakheti. Trans. of Mikheil Nodia institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, vol.66, Tb., 2016, pp.14-27, (in Russian)
- [37]. Amiranashvili A., Chikhladze V., Dzodzuashvili U., Ghlonti N., Sauri I., Telia Sh., Tsintsadze T. Weather Modification in Georgia: Past, Present, Prospects for Development. International Scientific Conference "Natural Disasters in Georgia: Monitoring, Prevention, Mitigation". Proceedings, ISBN 978-9941-13-899-7, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, December 12-14, Tbilisi, 2019, pp. 216-222.
- [38]. კერესელიძე რ., საური ი., შავლაყაძე შ., ჩალაბაშვილი უ., ჩიხლაძე ვ. სეტყვასთან ბრძოლის ავტომატიზირებული სისტემები. სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, შრომები, ISSN 1512-1976, ტ. 7, თბილისი-თელავი, საქართველო, 26-28 სექტემბერი, 2020, გვ. 162-166.
- [39]. თელია შ., კვესელავა ნ., საური ი., ჩიხლაძე ვ., ძოდუაშვილი უ., წერეთელი ა. სეტყვასაწინააღმდეგო სამუშაოების ფიზიკური და ეკონომიკური ეფექტიანობა კახეთში 2015-2019 წწ. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ბუნებრივი კატასტროფები საქართველოში: მონიტორინგი, პრევენცია, შედეგების შერბილება“, შრომები, ISSN 1512-1976, თბილისი, საქართველო, 12-14 დეკემბერი, 2019 წ., გვ. 206-208.
- [40]. Amiranashvili A., Chikhladze V., Kveselava N., Sauri I. Some Results of Anti-Hail Works in Kakheti into 2016- 2019. Int. Sc. Conf. „Modern Problems of Ecology“, Proc., ISSN 1512-1976, v. 7, Tbilisi-Telavi, Georgia, 26-28 September, 2020, pp. 153-156
- [41]. ამირანაშვილი ა., კვესელავა ნ., ქვილითაია ნ., საური ი., შავლაყაძე შ., ჩიხლაძე ვ. კახეთში 2016-2020 წწ. სეტყვასაწინააღმდეგო სამუშაოების ზოგიერთი შედეგები. მიხეილ ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, ISSN 1512-1135, ტ. LXXII, 2020 Pp. 123-128.
- [42]. Horvat V. , Lipovscak B.. Cloud seeding with the TG-10 rockets. Hydrometeorological Institute Zagreb, Yugoslavia. 1983
- [43]. Horvat V. and R. Gabit. Results of the activities of Meteorological reagent. Second Yugoslav Conference on Weather Modification, 2-4 April 1991. Macrovo, Macedonia, Vol.II, 215-222.
- [44]. Деметьева, Д.И., Кононов И.С., Мамашев Р.Г. и др. Введение в технологию энергонасыщенных материалов. – Бийск: АлтГТУ, 2009. – 254 с.
- [45]. <https://reibert.info/threads/что-это.128602/>
- [46]. <http://bastion-opk.ru/anti-hail-missiles-oblako/>
- [47]. <http://bastion-karpenko.ru/index> BTC «Бастион»
- [48]. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D0%BE_\(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D0%BE_(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0))
- [49]. Карпенко, А. Современные реактивные системы залпового огня
- [50]. <http://mkonline.ru/2001-01/2001-01-17.html>
- [51]. <https://helpiks.org/4-45741.html>
- [52]. <https://ru-artillery.livejournal.com/367003.html>
- [53]. <http://bastion-opk.ru/missile-system-nebo/>

- [54]. Гуров С.В. Реактивные системы залпового огня. Обзор. // Изд-во Пересвет, Тула. – 2006. – С.86.
- [55]. Плакат по Противогорадовому ракетному комплексу "Небо".
- [56]. Пояснительная табличка Государственного научно-производственного предприятия "Сплав", Тула, Россия.
- [57]. Противогорадовая ракета – патент РФ 2130164 – Абшаев М.Т., Байсиев Х.-М.Х., Кузнецов Б.К., Михеев Н.И., Филин Г.А., Зорин В.А. (freepatent.ru)
- [58]. Наставление по ракетно-артиллерийскому обеспечению активных воздействий на гидрометеорологические процессы./Абшаев М.Т., Бурцев И.И., Шелковый Г. Т. , Кузнецов И.Т. и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1988, с. 175-177 -3
- [59]. <http://bastion-opk.ru/missile-system-kristall/>
- [60]. <http://praxis.marketcenter.ru/content/gds-2-810000419.html>
- [61]. http://www.missiles.ru/foto_mir_roket.htm
- [62]. MISSILES.RU / © Yevgeniy Yerokhin, 2004-2005
- [63]. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%B0%D0%BD_\(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%B0%D0%BD_(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0))
- [64]. Карпенко, А. Современные реактивные системы залпового огня Архивная копия от 8 января 2014 на Wayback Machine
- [65]. Руководящий документ РД 52.37.624-2001 по комплексу «Алан»
- [66]. Михеев Н.И., Кратиров Д.В. Новое поколение ракет для активных воздействий на облака. Ракетные двигатели и энергетические установки. Материалы докладов Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 70-летию основания кафедры ракетных двигателей Казанского авиационного института (КАИ) (г. Казань, 21–22 мая 2015 г.). – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2015. – 248 с. ISBN 978-5-00019-417-16, УДК 656.76, ББК 39.62
- [67]. Порядок применения малогабаритного противогорадового комплекса «Ас» для активных воздействий на метеорологические и другие геофизические процессы. РД 52.37.821-2015. Нальчик. Печатный двор. 2015
- [68]. <https://bigenc.ru/c/protivogradovye-sostavy-75f43a>
- [69]. Kumar P., Jayakumar D., Pawar S. Anti-Hail Rocket () with Ejectable Pyrotechnique Cartridges. International Journal of Trend in Research and Development, Volume 3(5), ISSN: 2394-9333 www.ijtrd.com IJTRD | Sep-Oct 2016 Available Online@www.ijtrd.com 143
- [70]. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Средства воздействия на атмосферные процессы в Кахетии. Труды Института геофизики им. М. Нодиа, Тбилиси. т. LXV, 2015
- [71]. Anchovski D., Technical characteristics of hail suppression rocket MTT 9M. ICEMAK, Skopje. Macedonia. 2008.
- [72]. Техническое описание и инструкция по эксплуатации, складированию и транспортированию противогорадовой ракеты SK-6. Скопье, Македония, 2012, 57 с.
- [73]. Порядок применения противогорадового комплекса Алазань для активных воздействий на метеорологические и другие геофизические процессы Нальчик. 2008. РД 52.37.710-2008 http://ru.attech.ru/www/?page_id=1243
- [74]. Методика оценки эффективности льдообразующих реагентов и пиротехнических составов в лабораторных условиях. РД 52.11.639-2002. Роскомгидромет. М. 2002.

- [75]. Плауде Н.О. Исследования льдообразующих свойств аэрозолей йодистого серебра и йодистого свинца // Тр. ЦАО. – 1967. – Вып. 80. – С. 24 – 40.
- [76]. Исследование льдообразующей активности аэрозолей в лабораторных условиях: Отчет о НИР (заключит.) / Центральная аэрологическая обсерватория (ЦАО); Руководитель Н.О. Плауде. – № ГР 01.83.0060641; Инв. № 0284.0024462. – М., 1983. – 66 с.
- [77]. Каримова Р. Г., Тимофеев Н. Е., Абдуллин И. А., Турцев А. В. Лабораторная установка для определения эффективности пиротехнических составов гигроскопического аэрозоля. Вестник Казанского технологического университета. Физика. Казань, 2009. С. 246-249
- [78]. Хучунаев Б.М., Геккиева С.О., Будаев А.Х. Методы определения льдообразующей активности противогородовых изделий в лабораторных установках. Метеорология, климатология. Агрометеорология. УДК 551.557.59. DOI:10.37493/2308-4758.2021.3.7. Нальчик. 2021.]
- [79]. <http://praxis.marketcenter.ru/content/gds-2-810000419.html>
- [80]. <http://www.acadenergo.ru/science/innovacii/obrazec>
- [81]. <http://do.gendocs.ru/docs/index-52678.html?page=16>
- [82]. http://ru.attech.ru/www/?page_id=656 159
- [83]. <http://rbase.new-factoria.ru/gallery/wr-98-rakety-dlya-povysheniya-dozhdya-iprotivogradovye-rakety>
- [84]. www.krusik.rs
- [85]. <http://www.edepro.com/wp-content/uploads/2013/01/a6a8techtable.gif>
- [86]. http://www.edepro.com/?page_id=78
- [87]. http://www.poliesterpriboj.com/protivgradne_rakete..en
http://www.poliesterpriboj.com/protivgradne_rakete..en
- [88]. <http://iii03.pfo-perm.ru/Data/NIOKR/NIOKR1/00000053.htm>
- [89]. <http://cloudseeding.arndtdesign.ch/AntiHailEN.aspx>
- [90]. <http://www.dunarit.com/>
- [91]. <http://do.gendocs.ru/docs/index-52678.html?page=16>
- [92]. Вареных Н.М., Емельянов В.Н., Несмеянов П.А., Шакиров И.Н. Состояние работ по созданию противогородовых ракет нового поколения. // Труды научно-практической конф., посвященной 40-летию начала производственных работ по защите от града. Нальчик, 2011, с. 276-277.
- [93]. http://niipm.perm.ru/produksiya_i_uslugi_1/produksiya/protivogradovoe_izdelie_%C2%A-Bas%C2%BB_tu_7rm300000
- [94]. Boev P. and Simeonov P. Hail suppression activities in Bulgaria. // Hail suppression research, Report No 6. Meeting of experts WMO on hail suppression, Nalchik, 2003, p.161-164.
- [95]. Патент РФ на изобретение № 2395819. Автоматизированная радиолокационная система штормооповещения и активных воздействий на облака //Абшаев М.Т., Абшаев А.М., Жарашуев М.В., Сирота Н.В., Котелевич А.Ф. 2010.166
- [96]. Патент РФ на изобретение № 2267914. Автоматизированная противогородовая ракетная пусковая установка //Абшаев М.Т., Абшаев А.М., Кузнецов Б.К. 2009.
- [97]. Руководящий документ РД 52.37.731-2010. Организация и проведение противогородовой защиты //Абшаев М.Т., Абшаев А.М., Малкарова А.М., Пометельников В.А. Нальчик, 2010.-86 с.
- [98]. Abshaev M.T., Abshaev A.M. at all. New means of hail suppression //9th WMO Sci Conf. on Weather Modification. Antalya, Turkey.-2007.- P.375-378.

- [99]. Abshaev M.T., Abshaev A.M., Kuznetsov B.K., Chochaev H.H. at all. New advances in automation of anti-hail rocket technology //10th WMO Conf. Weather Modification. – Bali, Indonesia. 2011.-P.292-298.
- [100]. Abshaev M.T., Abshaev A.M., Sulakvelidze G.K., Burtsev I.I., Malkarova A.M. etc. Development of rocket and artillery technology for hail suppression. In the book «Achievements in Weather Modification». UAE, Abu Dhabi. 2006.-P.109-127.
- [101]. Абшаев М.Т., Абшаев А.М., Кузнецов Б.К., Котелевич А.Ф., Гузоев Т.Ч., Балакова Н.В., Чочаев Х.Х., Ялушкин Б.В., Пономаренко Р.Н., Трифонов В.С. Новые достижения по автоматизации противогодовой технологии. Труды Всерос. Конф. По физике облаков и АВ. Нальчик. 2011.
- [102]. <https://www.srbija.gov.rs/vest/en/148881/improving-hail-protection-in-serbia.php>
- [103]. <http://www.delta.gov.ge/product/anti-hail-system/>
- [104]. Amiranashvili A., Dzodzuashvili U., Lomtadze J., Sauri I., Chikhladze V. Means of Action on Atmospheric Processes in Kakheti. // Trans. of Mikheil Nodia institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, vol. 65, Tb., 2015, pp. 113 – 120, (in Russian).
- [105]. Amiranashvili A., Barekchian I., Dvalishvili K., Dzodzuashvili U., Lomtadze J., Osepashvili A., Sauril., Tatishvili G., Telia Sh., Chikhladze V.Characteristics of Ground Means Action on Hail Process inKakheti. // Trans. of Mikheil Nodia institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, vol. 66, Tb., 2016, pp. 39 – 52, (in Russian).
- [106]. Абаиадзе О.А., Арвеладзе Л.В., Барекчян И.Ю., Дзаганашвили Д.Р., Кириа Дж.К., Мананадзе И.Б., Размаишвили Р. Н., Татишвили Г.З., Ундилашвили Г.Д., Чхаидзе Б.Д. Дистанционная система управления активными воздействиями на годовые процессы в Кахетии. Труды Института геофизики им. Михаила Нодиа, т. LXVI, 2016, с. 53-59.
- [107]. <https://mybusiness.md/ru/novosti-biznesa/item/7993-moldavskie-inzhenery-ushpeshno-ispytali-protivogradovye-sistemy-s-distantsionnym-upravleniem>.
- [108]. <https://www.zdg.md/ru/?p=105517>
- [109]. <http://www.chapaew.ru/Production.aspx?id=1f34dc30-43b7-42cd-90652befa7945470&parent=sediments>
- [110]. http://ru.attech.ru/www/?page_id=656
- [111]. <http://www.chapaew.ru/Production.aspx?id=d572263f-bb91-46ff-9b98-5cf42d598dcf&parent=-sediments>
- [112]. <https://rostec.ru/news/tekhnodinamika-zavershaet-ispytaniya-protivogradovykh-raket-alazan-8m/>
- [113]. <https://tass.ru/ekonomika/10944089>
- [114]. <https://news.rambler.ru/tech/46025506-rosteh-razrabotal-raketu-dlya-zaschity-ot-grada/>
- [115]. <https://actualitati.md/moldavskie-inzhenery-ushpeshno-ispytali-protivogradovye-sistemy-s-distantsionnym-upravleniem>
- [116]. <https://rostec.ru/news/tekhnodinamika-prezentovala-puskovuyu-ustanovku-protivogradovykh-raket-elbrus-a/>
- [117]. <https://synapsenet.ru/okpd2/20.51.14.120/raketi-dozhdevie>
- [118]. <http://www.elmecph.ro/produse.html>
- [119]. Edward Gheorghiosu, Sorin Bordoş, Vasile Enache and Dănuţ Ion. Conformity assessment of anti-hail rocket RAG96.00 with security requirements MATEC Web of Conferences 305, 00020 (2020) <https://doi.org/10.1051/matecconf/202030500020> SESAM 2019

- [120]. <https://investigatii.md/ro/investigatii/bani-publici/monopolul-pentru-protectia-antigrindina-trecut-dintr-un-buzunar-in-altul4>
- [121]. http://www.poliester.rs/Fabrike%20%20Poliester%20Priboj_files/katalog_protivgradon_osnih_raketa_30_10_PRINT.pdf
- [122]. http://www.poliester.rs/grupa-proizvodi-protivgradne_rakete-raketa_pgr_pp_8.html
- [123]. <https://trayal.rs/en/products/explosives/smoke-pyrotechnic/anti-hail-rockets/>
- [124]. http://www.edepro.com/files/AHR_A8.pdf
- [125]. <https://www.krusik.rs/en/anti-hail-system-kpgs/>
- [126]. <https://www.cloud-seeding.info/>
- [127]. <https://www.cloud-seeding.info/product.php?lang=1>
- [128]. <https://www.youtube.com/watch?v=jThSs0FRZ24>
- [129]. loza-7, parameter.pdf
- [130]. <https://www.skyscrapercity.com/threads/made-in-bulgaria%D0%9D%D0%B0%D0%BF%D1%80%D-0%B0%DB2%D0%B5%D0%BD%D0%BE-%D0%B2%D0%91%D1%8A%D0%BB%D0%B-3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F.615829/page-37>
- [131]. <https://www.liquidgas.co.il/ari-2-anti-hail-missiles>
- [132]. <https://missilery.info/gallery/wr-98-rakety-dlya-povysheniya-dozhdya-i-protivogradovye-rakety-kitay>
- [133]. <https://missilery.info/gallery/sovremennye-meteorologicheskie-ustanovki-kitaya>
- [134]. http://ensunvalorcasc.w1.xacnnic.com/products_show.aspx?classid=93
- [135]. <http://www.castcc.com/en/show.php?id=77>
- [136]. <http://stzagora.net/2016/07/14/и-аржентина-започва-да-произвежда-ста/>
- [137]. https://yandex.ru/images/search?from=tabbar&text=противоградовые%20ракеты&p=2&pos=84-&rpt=simage&img_url=https%3A%2F%2Fcdn2.img.sputnik-georgia.com%2Fimages%2F-23538%2F94%2F235389485.jpg
- [138]. <https://missilery.info/gallery/wr-98-rakety-dlya-povysheniya-dozhdya-i-protivogradovye-rakety-kitay>
- [139]. http://badgun.en.ec21.com/Rainfall_and_Hail_Suppression_Rockets--3107309_3107310.html Гуров С.В. (Тула)
- [140]. Порядок применения модернизированного противоголового комплекса Алазань для активных воздействий на метеорологические и другие геофизические процессы. Нальчик. 2012. РД 52.37.710-2012.

შინაარსი

შესავალი	3
თავი 1. საზღვარგარეთული სეტყვის საწინააღმდეგო სარაკეტო კომპლექსები	9
თავი 2. საბჭოთა და რუსული სარაკეტო სეტყვის საწინააღმდეგო პირველი თაობის კომპლექსები	15
თავი 3. მეორე თაობის სარაკეტო სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსები	22
თავი 4. მესამე თაობის სარაკეტო სეტყვის საწინააღმდეგო კომპლექსები	30
თავი 5. სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტა „Ac“	35
თავი 6. ზოგი რამ „ალაზანის“ შესახებ	47
თავი 7. სანჯავი და რეაგენტები	58
თავი 8. ტრაექტორიები	61
თავი 9. ლაბორატორული გამოკვლევები	74
თავი 10. „ზედაპირი – ჰაერის“ ტიპის სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები	83
თავი 11. ავტომატიზირებული სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემები	90
თავი 12. თანამედროვე სეტყვის საწინააღმდეგო რაკეტები	95
დასკვნა	118
ლიტერატურა	120

დამკაბადონებელი ნინო ვაჩეიშვილი
გარეკანის დიზაინერი მარიამ ებრაღიძე

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა

0128 თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზირი 1
1, Ilia Tchavtchavadze Ave., Tbilisi 0128
Tel 995(32) 225 04 84, 6284/6279
<https://www.tsu.ge/ka/publishing-house>