

ტექნოლოგიების როლი საველე არტილერიის განვითარებაში

პოლკოვნიკი დავით ბიჭიკაშვილი

სამეთაურო-სამტაბო კოლეჯის უფროსი ინსტრუქტორი,
სსიპ-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სამხედრო ინჟინერიის სადოქტორო პროგრამის დოქტორანტი

აბსტრაქტი

არტილერიის განვითარების სრულმა ენციკლოპედიამ შესაძლოა მრავალტომეულები მოიცვას. მისი განვითარება ხანგრძლივი პროცესია, რომელიც მეცნიერების, გამოგონებლებისა და თეორეტიკოსების დიდი გუნდის საკმაოდ შრომატევადი მუშაობის შედეგია. არტილერიის განვითარებაში ასეულობით წლის განმავლობაში სხვადასხვა ქვეყნის მრავალი წარმომადგენელი მონაწილეობდა. ყველაფერს რომ თავი დავანებოთ, ცნება „არტილერია“ შეიცავს ჩატარებული მუშაობის შედეგებს, რომლებიც ეხება: მასალათმცოდნეობას, ასაფეთქებელ ნივთიერებებს, ბალისტიკას, ქვემეხების წარმოების ტექნოლოგიების დარგში ჩატარებული სამუშაოების შედეგებს, აგრეთვე არტილერიის გამოყენების სტრატეგიასა და ტაქტიკის საკითხების შემუშავებას, პერსონალის სწავლებასა და შეიარაღებული ძალების ორგანიზებას.

შორეულ წარსულში წარმოებულმა თვდასხმებმა და შეტაკებებმა გვიჩვენა, რომ შორი მანძილიდან განხორციელებულ დარტყმებს მნიშვნელოვანი უპირატესობა გააჩნია. აქედან გაჩნდა საყოველთაო იდეა, რომელიც მოკვლის ან დასახიჩრების მიზნით ერთმანეთისათვის სხვადასხვა საგნების შორი მანძილიდან სროლას ეხება. არტილერიის განვითარების გზა რამოდენიმე ეტაპს მოიცავს, რომელიც ტექნოლოგიების განვითარებას პარალელურად მიუყვებოდა.

საბრძოლო მოქმედებების თავისებურებების ანალიზი აჩვენებს, რომ შემდგომ კონფლიქტებში არტილერიის როლი კიდევ უფრო გაიზრდება. ქვეყნების უმრავლესობა არტილერიას კვლავ განიხილავს, როგორც საცეცხლე თავდასხმის ერთ-ერთ ძირითად საშუალებას, რომლის გამოყენება არ არის დამოკიდებული ამინდზე, დღის მონაკვეთსა და რელიეფზე.

არტილერია - სახმელეთო ჯარების ერთ-ერთი უძველესი და ძირითადი გვარეობაა, ის თანამედროვე შეიარაღებული ძალების ძირითად დამრტყმელ ბირთვს წარმოადგენს. არტილერიას გააჩნია მრავალფეროვანი კლასიფიკაცია თავისი საბრძოლო დანიშნულების, შეიარაღების ტიპებისა და ორგანიზაციული სტრუქტურის მიხედვით. არტილერია წარმოადგენს საარტილერიო შენაერთებს, ნაწილებსა და ქვედანაყოფებს, რომლებიც ორგანიზაციულად შედიან ოპერატიული გაერთიანების, საერთო საჯარისო შენაერთის, ნაწილებისა და ქვედანაყოფების შემადგენლობაში ან უმაღლესი მთავარსარდლობის რეზერვში. არტილერიას განასხვავებენ, როგორც სახმელეთო ჯარების არტილერიას, ისე საზღვაო არტილერიას. სახმელეთო არტილერია იყოფა: საბრძოლო თვისებების მიხედვით – საზარბაზნე, საჰაუბიცი, რეაქტიულ, ტანკსაწინააღმდეგო, სამთო და ნაღმსატყორცნო არტილერიად; გადაადგილების ხერხების მიხედვით – თვითმავალ, ბუქსირებად, გადასატან, სარკინიგზო, სასაპალნე და სტაციონარულ არტილერიად. საარტილერიო სისტემათა კონსტრუქციების თავისებურებების მიხედვით გამოყოფენ კუთხვილულიან, გლუვულიან, არაუკუმგორავ, რეაქტიულ, საკაზემატო და უნივერსალურ არტილერიას.¹

არტილერიის შეიარაღებაში არის სხვადასხვა კალიბრის ზარბაზნები, ჰაუბიციები, ზარბაზნ-ჰაუბიციები და ჰაუბიცა-ზარბაზნები, ნაღმსატყორცნები, ტანკსაწინააღმდეგო ზარბაზნები და ზალპური ცეცხლის რეაქტიული სისტემის საბრძოლო მანქანები.

საკვანძო სიტყვები:

არტილერია, ქვემეხი, ჰაუბიცა, ზალპური ცეცხლი, მაღალი ტექნოლოგიები.

The role of technology in the development of field artillery

Colonel David Bichikashvili

Defense Forces of Georgia, Education Command,
Command and Staff College, Senior Instructor
SSU-Technical University of Georgia,
Doctoral student in the Military Engineering program

Abstract

A complete encyclopedia of artillery development may include multi-volumes. Its development is a long process, which is the result of the rather laborious work of a large team of scientists, inventors and theorists. For hundreds of years, many representatives of different countries participated in the development of artillery. To get rid of everything, the concept “artillery” contains the results of the work carried out, which include: material studies, explosives, ballistics, the results of works carried out in the field of cannon production technologies, as well as the development of the strategy and tactics of the use of artillery, training of personnel and the organiza-

¹ http://militera.org/books/pdf/h/samardak_va01.pdf

tion of the armed forces. Sights and clashes in the distant past have shown us that strikes from long distances have a significant advantage. From here came a universal idea that refers to shooting different objects from a distance to each other in order to kill or mutilate. The path of the development of artillery involves several stages, which led to the development of technology in parallel. An analysis of the peculiarities of combat shows that the role of artillery in subsequent conflicts will increase even more. Most countries still view artillery as one of the main means of firing attack, the use of which does not depend on weather, day section and terrain. Artillery is one of the oldest and most basic guards of ground troops, it is the main striking core of the modern armed forces. Artillery has a wide variety of classifications according to its combat purpose, weapons types and organizational structure. Artillery represents artillery units, parts and subdivisions that are organized into the operational unit, common troop unit, In parts and subdivisions or the reserve of the Supreme Commander-in-Chief. Artillery is distinguished as ground troop artillery and naval artillery. Ground artillery is divided into: according to combat properties – horrific, hoax, reactive, anti-tank, mining and mortar; According to the means of movement – self-propelled, towed, transported, rail, pallet and stationary. According to the peculiarities of the structures of the artillery systems, angular barrel, smoothbore, non-perverse, reactive, Casemate and universal artillery are separated. Artillery armaments feature calls of various calibers, howitzers, zarbazan-howitzers and howitzers, mortars, anti-tank launchers and salvage fire jet system combat vehicles.

Keywords:

artillery, cannon, howitzer, volley fire, high technology.

შესავალი

არტილერიის ჩამოყალიბების ისტორიას თუ გადავხედავთ, მისი განვითარება შეიძლება შემდეგ ეტაპებად დავეყოთ:

- ლულისა და ქვემეხის შექმნა;
- არტილერიის, როგორც ჯარების გვარეობად ჩამოყალიბება;
- შეიარაღებული ძალების ძირითად დამრტყმელ ძალად ჩამოყალიბება.

სიტყვა „არტილერიის“ წარმოშობის რამდენიმე ვერსია არსებობს. მისი ყველაზე გავრცელებული ვერსიის მიხედვით, მას საფუძვლად დაედო ლათინური სიტყვები: „arcus” - მშვილდი და „tellum” - ისარი. იტალიურად „arte de tirare” („artilla”) ნიშნავს „სროლის ხელოვნებას”.²

იტალიური „არტილადან” წარმოიშვა ფრანგული სიტყვა „არტილერი” - სასროლი იარაღის დამზადების ოსტატი, მოგვიანებით კი სიტყვა „არტილერია” - სასროლი იარაღი.

არტილერია, როგორც მეცნიერება, შეიცავს დაპროექტებას, შემადგენელი ნაწილების ცოდნას, საარტილერიო შეიარაღების წარმოებას და ექსპლუატაციას, მის საბრძოლო თვისებებს, სროლის მეთოდებს და საბრძოლო გამოყენებას. საარტილერიო მეცნიერების მთავარი მიმართულებებია: ბალისტიკა, საარტილერიო ქვემეხის მატერიალური ნაწილის საფუძვლები, საბრძოლო მასალები, დენთი და ასაფეთქებელი საშუალებები, არტილერიის წარმოების ტექნოლოგია, არტილერიის ისტორია, არტილერიის საბრძოლო გამოყენება, სროლისა და ცეცხლის მართვის თეორია.

ძირითადი ნაწილი

არტილერიის შექმნამ, განვითარებამ და გავრცელებამ დიდი გავლენა იქონია საბრძოლო ხელოვნებისა და ახალი ტექნოლოგიების განვითარების ისტორიაზე. ევროპელები მიხვდნენ, თუ რა დიდი ღირებულება ჰქონდა დენტს და ცეცხლსასროლ იარაღს, ამიტომ ენერგიულად დაიწყეს მისი ათვისება და განვითარება. მიუხედავად ამისა, ევროპელები მაინც არ შეიძლება ჩაითვალოს დენტისა და ქვემეხის გამომგონებლებად. პირველი ნიმუშები შექმნეს ჩინელებმა. ჩინური ხელნაწერების თანახმად შორეულ წარსულში უკვე არსებობდა ქვემეხისმაგვარი დანადგარი, რომელიც ცეცხლგამჩენ ბადროებს და ისრებს ისროდა. 1040 წელს ჩინეთში დაწერილ ტრაქტატში „საბრძოლო მოქმედებების საფუძვლები” აღწერილია რეცეპტი და სამი შემადგენელი კომპონენტი შავი კვამლიანი დენტის შესაქმნელად.

იმ ხანებში ჩინეთის იმპერატორები ძალიან ზრუნავდნენ საკუთარ ჯანმრთელობაზე. მათ ხანგრძლივი ცხოვრების და ხშირად მარადიული სიცოცხლის სურვილიც კი ამოძრავებდათ. ამისთვის იმპერატორებმა წახალისეს ჩინელი ალქიმიკოსების შრომა, რომლებიც ცდილობდნენ ჯადოსნური ელექსირის აღმოჩენას. რა თქმა უნდა, ჩვენ ყველამ ვიცით, რომ კაცობრიობას არასოდეს მიუღია სასწაულებრივი სითხე. თუმცა ჩინელები დანებებას არ აპირებდნენ, მრავალი ექსპერიმენტის ჩატარებით და სხვადასხვა ნივთიერებების გამოყენებით კვლავ აგრძელებდნენ სასწაულმოქმედი ელექსირის მიღებას და იმპერატორის ბრძანების შესრულების იმედს არ კარგავდნენ. ზოგჯერ ექსპერიმენტებს თან ახლდა უსიამოვნო ინციდენტები. ერთ-ერთი ასეთი ცდისას, როდესაც ერთმანეთს შეურთეს მარილი, ქვანახშირი და სხვა კომპონენტები შემთხვევით მიიღეს ალი და კვამლი, მასა რომელიც თავდაპირველად მხოლოდ ფეიერვერკისთვის გამოიყენებოდა. თუმცა ჩინელები უფრო შორს წავიდნენ, მათ დაასტაბილურეს ამ ნივთიერების ფორმულა და ისწავლეს მისი გამოყენება აფეთქებებისთვის. ასე იღებს სათავეს დენტის წარმოშობის ისტორია. ასევე ისტორიული წყაროები მიუთითებენ, რომ ერთ-ერთი ქვემეხის პროტოტიპი გამოიგონა და შექმნა ვინმე ჩენ გუმე 1132 წელს ჩინეთში, რომელსაც „ხოციანი” დაარქვა. იგი შედგებოდა ბამბუკის მილისაგან, რომელიც დენტის საშუალებით ქვებს ან ისრებს ისროდა. უმთავრესი არსი ამ გამოგონების არის ლულის შექმნის იდეა, რომელსაც ერთი მხარე ღია ექნებოდა ხოლო მეორე დახურული. შემდგომში ლულა ნებისმიერი ცეცხლსასროლი იარაღის განუყოფელი ნაწილი გახდა. აღწერილია 1232 წლის ერთ-ერთი ბრძოლა, როდესაც ჩინელები მონღოლებისაგან იცავდნენ ქალაქ კაი-ფენგ-ფუს, სადაც ჩინელები ბრძოლის დროს იყენებდნენ დენტსა და ქვემეხებს. აღნიშნული იარაღი ჩინელებისგან მონღოლებმაც ათვისეს და 1260 წელს, როდესაც სირიაში მონღოლებსა და არაბებს შორის დაიწყო მრავალწლიანი ომი, ცეცხლსასროლი იარაღის და დენტის ნიმუშები არაბებსაც ჩაუვარდათ ხელში. არაბი ჟამთააღმწერები ეძახდნენ ჩინურ დენტს თეთრ და წითელ ცეცხლს, მაგრამ ეს იყო ეგრეთწოდებული „შავი კვამლიანი დენტი”. ამ დროისათვის ლულებს უკვე არა ბამბუკისგან, არამედ სპილენძისგან ამზადებდნენ. პირველი არაბული ცეცხლსასროლი იარაღის სახელი იყო „მოდფა”. მე-13 საუკუნის ბოლოს არაბები ესპანელების წინააღმდეგ ბრძოლებში ფართოდ იყენებდნენ ქვემეხებს და დენტს. ქრონიკა, რომელიც აღწერს ბრძოლებს ესპანელებსა და მავრებს შორის მოგვიტხრობს მავრების მიერ ქვემეხების გამოყენებაზე, რომლებსაც დიდი ხმა და დიდი მორალური ზემოქმედება ჰქონდათ მოწინააღმდეგეზე.

იყო დრო, როდესაც ქრისტიანული სამყარო განვითარების დონით ბევრად ჩამორჩებოდა ჩინეთის, ინდოეთის და მუსლიმური სამყაროს ცივილიზაციებს. ამის მიზეზები სწორედ რელიგიური და

² <https://wiki.lesta.ru/ru/Navy>

³ <https://metalspace.ru/history-metallurgy/tom2/industrial-revolution/200-arabskaya-modfa.html>

ტექნოლოგიური ფაქტორების დომინანტობაში უნდა ვეძებოთ. დიდმა მუსლიმურმა ცივილიზაციამ შექმნა ალგებრა, ხოლო აღმოჩენებმა ოპტიკასა და ფიზიკაში დაამკვიდრა ვარსკვლავთა თანამედროვე დასახელებები. აქ ჰყვავის კულტურა და მეცნიერება, ევროპაში კი, ამ დროს უსუსური სახელმწიფოებია, რომლებიც დაკნინებულნი არიან რელიგიური ფუნდამენტალიზმით, ურთიერთმტრობით, ინკვიზიციითა და ჯადოქრებზე გამართული სასამართლო პროცესებით. დასავლეთ ევროპა, რომის იმპერიის დაღუპვის შემდგომ, უკვე 1000 წლის მანძილზე იყო სრულიად უნიათო და დაცლილი საღი აზრისგან. ის იმდენად ჩამორჩება ეპოქას, განვითარებულ ცივილიზაციებს, რომ საკუთარ ტექნოლოგიებს ვერ ქმნის და პროგრესული აზროვნების ნაყოფს სხვაგან აღმოსავლეთით ან სამხრეთით ეძებს. აქ შუასაუკუნეების ნამდვილი შავი ხვრელია - რომის იმპერიის ცოდნა ამ ხვრელშია დაკარგული და ის სულისშემხუთველი დოგმებითაა შეცვლილი. ნებისმიერი საღი აზრი კი „მწვალებლობად“ აღიქმება და უმკაცრესად ისჯება. და შემდეგ რა მოხდა?!

ჩინეთი და სხვა ცივილიზაციები, რომლებიც იმ პერიოდისათვის უკვე საკმაოდ განვითარებულნი იყვნენ, ტექნოლოგიური უძრაობის ეპოქაში შევიდნენ, განვითარება შეჩერდა, გაიყინა. ევროპაში კი მეცნიერების უპრეცედენტო აღმავლობა დაიწყო. ჩინეთი გაუგებარი მიზეზების გამო გაემიჯნა დანარჩენ მსოფლიოს და საკუთარ ნაჭუჭში ჩაიკეტა. დაახლოებით იგივე მოხდა მუსლიმურ სამყაროში, ის გაემიჯნა პროგრესს და რელიგიურ ფუნდამენტალიზმში ჩაიკეტა. მუსლიმური სამყაროს მეცნიერებმა ჭეშმარიტების ძიების ინტერპრეტირება დაიწყეს წმინდა რელიგიური აზრით, როგორც ეს ყურანშია გაწერილი. ყველა დანარჩენი ცოდნა მათთვის არაისლამური, ესე იგი არასწორი გახდა. მათ უარი თქვეს ზოგადად მეცნიერებაზე, მათემატიკაზე, მედიცინასა და სხვა მოწინავე დარგებზე. შედეგად, აქ დაირღვა რელიგიური ერთობა და წარმოიშვა მრავალრიცხოვანი მიმდინარეობები - სექტები, კულტები, სკოლები. ევროპაში კი ამ დროს დიდი აღმავლობა იწყება. იბადება რევოლუციური (სოციალური და ტექნოლოგიური) იდეები, რომლებიც ევროპაში მასობრივად ვრცელდება, ეკლესიის ძალაუფლება კი საზოგადოებაზე მისი ათასწლოვანი უპირობო გავლენის შემდეგ, თანდათან სუსტდება. უნივერსიტეტები ბიბლიის სწავლებასთან ერთად, გამოყენებითი მეცნიერების - ფიზიკის, ქიმიის და სხვა დარგების სწავლებაზე გადავიდნენ. მეცნიერება გახდა არა უბრალოდ გონების ინტელექტუალური სავარჯიშო, არამედ საშუალება - შეექმნათ ახალი ტიპის იარაღები. ღრმა, დოგმატური „სულიერებისგან“ თავდახსნილ ევროპაში დაიბადა ახალი მეცნიერება და ტექნოლოგიები. მსოფლიო ვერ იდგება სამუდამოდ ერთ ადგილზე მხოლოდ იმიტომ, რომ ვიღაც დაჟინებით კითხულობს მხოლოდ რელიგიურ ტექსტებს და მისი გონება მხოლოდ „სულიერებითაა“ დაკავებული. თუ ვიღაც მეცნიერების ახალ მიღწევებს არ დაეუფლება, მის მაგივრად ამას სხვა მისი კონკურენტი გააკეთებს. ეს ყველაფერი, რა თქმა უნდა, საბრძოლო ხელოვნებაზეც აისახა და ევროპა საკმაოდ ჩამორჩა ახალი იარაღის ტექნოლოგიების განვითარებით.

არაბებთან მრავალწლიანი ომის შედეგად ქვემეხები და დენთი ესპანელებს ჩაუვარდათ ხელში, მაგრამ მალევე შეწყდა ამ მიმართულებით ტექნოლოგიების გავითარება, ვინაიდან ეკლესიამ, კერძოდ კი ვატიკანმა დენთი ემშაკის წამლად გამოაცხადა და ვინც მას გამოიყენებდა - შეაჩვენებდა. იმ პერიოდის დიდი ჰუმანისტი ფილოსოფოსი ფრანჩესკო პეტარკა არტილერიის შესახებ წერდა: „ეს საშინლად დამანგრეველი სისაძაგლე გამოიგონეს დედამიწისა და ხალხის განადგურებისთვის და შეიქმნა როგორც ინსტრუმენტი, რომლითაც შეიძლება ხალხს, სახლებს, კედლებსა და კოშკებს ესროლოს ცეცხლი, ქვები, ტყვია და რკინის ბირთვი. ამ გამოგონების უკან ემშაკი დგას და მისი შემოქმედი ცუდი და ბოროტია ადამიანების მიმართ“.⁴ ამ აკრძალვამ ევროპის ქვეყნების არმიები არტილერიის განვითარების გარეშე დატოვა. ამასობაში მუსლიმური სამყაროს ჯარები ძლიერდებოდნენ და აშკარა ხდებოდა მათი უპირატესობა ახალი იარაღის წარმოებაში. ქვემეხების აშკარა ეფექტურობამ და მისი განვითარების აუცილებლობამ ვატიკანი აიძულა მოეხსნა რელიგიური აკრძალვები დენთის და შესაბამისად ქვემეხების გამოყენებაზე, წინააღმდეგ შემთხვევაში, ყველაზე თანამედროვე იარაღით შეიარაღებული ქრისტიანული არმია ეკლესიიდან უნდა განკვეთილიყო. აკრძალვის მოხსნამ ევროპელებს ახალი შეიარაღების, ტექნოლოგიებისა და ინფრასტრუქტურის განვითარების საშუალება მისცა.

ესპანელებმაც დაიწყეს ქვემეხების და დენთის აქტიური გამოყენება თავიანთი კამპანიების დროს. ვერდინანდ IV (კასტილიის მეფე) 1308 წელს გიბლარტარის აღებისას უკვე ფართოდ იყენებდა ქვემეხებს და მათი დახმარებით აიღო გიბრალტარი. ესპანელებისაგან კი არტილერია შემდეგ მთელს ევროპაშიც გავრცელდა.

ინგლისელი ბერი როდჯერ ბეკონი დაინტერესებული იყო ფიზიკა-მათემატიკის პრაქტიკული გამოყენებით, მან ყურადღება მიაპყრო ოპტიკას, რომელმაც საფუძველი ჩაუყარა შემდგომ გეომეტრიული ოპტიკის გამოყენების საკითხს. ამგვარად, იგი იყო პირველი ადამიანი, ვინც მოახერხა ფოკუსური მანძილის გაზომვა. მართალია ლინზების გამოგონება ხელოსნებს ეკუთვნით, მაგრამ როჯერ ბეკონი იყო ფიზიკოსი, რომელმაც პირველმა განიხილა და შეისწავლა ლინზის ოპტიკური თვისებები. მან დასავლეთ ევროპაში პირველმა შეისწავლა მაგნიტური ნემსის და დენთის გამოყენება. 1250 წელს თავის წიგნში „Liber de Nullitate Magiae“ უფრო დაწვრილებით აღწერა დენთის შემადგენლობა: 40% ნიტრატი, 30% გოგირდი, 30% ნახშირი. მან აგრეთვე შენიშნა, რომ დახშულ ჭურჭელში არ ხდებოდა სხეულის წვა, თუ

4 ბერტოლდ შვარცის „კვამლიანი დენთი“. არტილერია: კულვერინები, მორტირები და ბომბარდები. თავი 3. ემშაკის წამალი ინდუსტრიული რევოლუციისთვის.

<https://metalspace.ru/history-metallurgy/tom2/industrial-revolution/201-dymnyj-porokh-bertolda-shvartsa.html>
(უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 28.10.2023წ)

იქ ჟანგბადი არ იყო. შავი ფხვნილის მამოძრავებელი ძალის აღმოჩენა და მისით ქვემეხების გასასროლად გამოყენება ძლიერი სტიმული იყო სამხედრო მრეწველობის განვითარებისთვის. საჭირო გახდა დენტის წარმოების ტექნოლოგიის შემუშავება, დენტის მისაღებად ქარხნების აშენება; მარილის, გოგირდისა და ქვანახშირის წარმოებისთვის ნედლეულის მოძიება.

მეცნიერები დენტს ორ სახეობად ყოფენ, კვამლიანი ანუ შავი და უკვამლო დენტი. შავი დენტი გოგირდის (10%), ხის ნახშირის (15%) და კალიუმის გვარჯილის (75%) ნარევია.⁵ ამ დენტთან არის უშუალოდ დაკავშირებული არტილერიის განვითარება. ბევრი ცნობილი მეცნიერი იყო დაკავებული შავი ფხვნილის კვლევითა და მისი გაუმჯობესებით. საკმარისია გავიხსენოთ მიხეილ ლომონოსოვი, რომელმაც დაადგინა ფხვნილის ნარევის კომპონენტების რაციონალური თანაფარდობა. ასევე შეიძლება გავიხსენოთ კლოდ ლუი ბერტოლეტის წარუმატებელი მცდელობა-შეეცვალა დენტის შემადგენლობაში იმ დროისათვის არსებული დეფიციტური მარილის ნარევი კალიუმის ქლორატით. შავი ფხვნილის ერთ-ერთი ყველაზე შესამჩნევი ნეგატიური თვისებაა წვის დროს დიდი რაოდენობით კვამლის გამოყოფა, ეს კი აისახებოდა ქვემეხის სროლის შენიღბვაზე, ვინაიდან გასროლის შემდეგ წარმოქმნილი კვამლი დაფარულ ქვემეხს ხილულს ხდიდა. თანამედროვე პირობებშიც კი, ნადირობისას შავი ფხვნილის გამოყენება, ყოველთვის არ არის მოსახერხებელი, ვინაიდან მშვიდ და სველ ამინდში ან ბუჩქებში გასროლის შემთხვევაში, კვამლს შეუძლია მთლიანად დამალოს სამიზნე. შავ დენტს სამხედრო საქმეში გამოყენებისას კიდევ ერთი დიდი ნაკლი გააჩნია, ის წვისას ძალიან მცირე სიმძლავრეს გამოყოფს, რომელიც ნეგატიურად აისახება სროლის მანძილზე. ამ ნაკლოვანებების მიუხედავად, შავი დენტის უპირატესობა ის არის, რომ შესაძლებელია მისი დიდი ხნით შენახვა, გააჩნია მცირე მგრძობელობა ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების მიმართ, მარტივია მისი წარმოება და არ მოითხოვს დიდ ფინანსურ ხარჯებს.

მე-19 საუკუნის ბოლოს შავი დენტის განვითარების ტექნოლოგიამ მიაღწია იმ დონეს, როგორც დღეს არის. მაშინ მისი წარმოების ტექნოლოგიური პროცესი შედგებოდა შემდეგი ოპერაციებისგან:

1) მარილის, გოგირდის და ნახშირის დაფქვა ორმაგი ნარევის სახით რკინის კასრებში ბრინჯაოს ბურთულებით.

2) კომპონენტების შერევით სამმაგი ნარევის მომზადება ხის ტყავით მოპირკეთებულ კასრებში.

3) სამმაგი ნარევის დატკეპნა და დაწნევა ჰიდრავლიკურ წნეხებში.

4) ფხვნილის გრანულაცია ბრინჯაოს კბილებიან ლილვაკებზე.

5) დენტის გაპრიალება და დახარისხება.

6) დენტის ტომრები და თავსახური.

ამ დროისთვის შავი დენტის ტესტირებებმა მნიშვნელოვანი განვითარება განიცადა, რომელიც შემდეგი მეთოდებისაგან შედგებოდა: ფიზიკური, ქიმიური და ბალისტიკური ცდები.

დაახლოებით 500 წლის განმავლობაში, მე-19 საუკუნის შუა პერიოდამდე, შავი დენტი პრაქტიკულად ერთადერთი ასაფეთქებელი ნივთიერება იყო, რომელზეც ხელი მიუწვდებოდა კაცობრიობას. ის გამოიყენებოდა სატყორცნი მიზნებისათვის, ჭურვების აღჭურვისთვის და სხვადასხვა სახეობის ასაფეთქებელი სამუშაოების ჩატარებისათვის. მრავალი საუკუნის განმავლობაში ფეთქებადი და საწვავი ნივთიერებების განვითარებაში ხანგრძლივი სტაგნაცია განპირობებული იყო იმდროინდელი საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების და ქიმიის დაბალი განვითარების დონით. შუა საუკუნეების ეკონომიკურმა და პოლიტიკურმა პირობებმა ხელი არ შეუწყეს მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარებას. ფეოდალიზმის პერიოდის ქიმიურ მრეწველობას დახურული, მცირე საწარმოს ხასიათი ჰქონდა. წარმოებაში არსებობდა მეთოდები და რეცეპტები, რომლებიც ფარულად ან აშკარად გადადიოდა თაობიდან თაობაზე. მონების და ყმების იძულებით შრომამ ხელი არ შეუწყო წარმოების გაუმჯობესებას, მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარებას. მე-18 საუკუნის ბოლოს ევროპის რიგ ქვეყნებში ფეხს იკიდებდა კაპიტალიზმი. ამ პერიოდში გიგანტური ნახტომი დაფიქსირდა საბუნებისმეტყველო მეცნიერების განვითარებაში. ქიმიამ დატოვა თავისი ვიწრო ჩარჩო და დაიწყო განვითარება მეცნიერულ საფუძველზე. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებოდა ქიმიის ახალი დარგის - ორგანული ქიმიის გაჩენას, რომლის განვითარების შედეგად გაჩნდა ახალი ნედლეული და ბუნებრივი მასალის გამოყენების სხვადასხვა მეთოდები. მეცნიერებისა და მრეწველობის ზოგადმა პროგრესმა გამოიწვია ამ დრომდე უპრეცედენტო აღმოჩენები და ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება ფიზიკის, ქიმიის, ფეთქებადი ნივთიერებებისა და საწვავის დარგში. დენტის მრეწველობის ისტორიაში ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ეტაპად უნდა ჩაითვალოს 1832 წელი, როდესაც ფრანგმა ქიმიკოსმა ა. ბრაკონომ პირველად მიიღო ნიტროცელულოზა, ანუ პიროქსილინი, რომელიც უკვამლო დენტის ძირითადი კომპონენტია. კვამლიანი დენტის გაუმჯობესებასა და ახალი უკვამლო დენტის გაჩენაზე დიდი გავლენა იქონია ში-და ბალისტიკამ, რომლის განვითარებაც ამავე პერიოდიდან იწყება. ის ფაქტორი, რომ გასროლისას ჭურვს მოძრაობის დაწყებიდან ლულის ღარის დატოვებამდე დენტის აირების წნევა მას ერთი და იგივე სიმძლავრით აწვებოდა, ამისათვის საჭიროა მხოლოდ აირების ერთი დონის ნაკადის მიღება, მაშინ წნევა ლულის ღარში მუდმივად შენარჩუნდება ერთ დონეზე. სინამდვილეში ეს სიმართლეს არ შეესაბამება, რადგან იმისთვის, რომ წნევა იყოს მეტ-ნაკლებად მუდმივი, სანამ ჭურვი ჯერ არ გაფრინდა ლულის გარეთ, მას ერთი დონის აირების წნევა კი არ უნდა აწვებოდა, არამედ ყოველი მომდევნო მესამე წამში აირის ნაკადი ურდადი უნდა იყოს. ვინაიდან ჭურვი ხომ ლულაში უფრო და უფრო სწრაფად მოძრაობს,

5 <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/30464>

ასევე იზრდება შესავსები სივრცე. ეს ნიშნავს, რომ ამ მუდმივად მზარდი სივრცის შესავსებად, დენტთა უფრო და უფრო მეტი აირი უნდა გამოიმუშაოს. მაგრამ დენტის წვის შედეგად გაზების მუდმივად მზარდი ნაკადის მიღება სულაც არ არის ადვილი. უფრო მძლავრი და უკვამლო დენტის მოპოვების პრობლემის გადაჭრაზე მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ასობით მეცნიერი და სპეციალისტი მუშაობდა, რაც გამოწვეული იყო ჭურვების საწყისი სიჩქარისა და იარაღის სროლის სიჩქარის გაზრდის საჭიროებით. შესაბამისად, მე-19 საუკუნის ბოლოს სამხედრო ინდუსტრიაში გადატრიალება შემთხვევითი არ ყოფილა. ეს არ არის ერთი ადამიანის გენიალურობის ან მკვლევარის ბედნიერი აღმოჩენის შედეგი. ის მეცნიერებისა და მრეწველობის განვითარების, ასევე ახალი ტექნოლოგიების დანერგვის მთელმა რიგმა პროცესებმა გამოიწვიეს. ქვემეხის სროლით უკვამლო დენტის პირველმა გამოცდებმა აჩვენა სრული თანხვედრა თეორიასა და ექსპერიმენტს შორის და გამოავლინა ახალი დენტის განსაკუთრებული უპირატესობები. დადგინდა, რომ ახალი დენტი არ გამოყოფს სროლისას კვამლს, ლულის ღარში არ ტოვებს ნახშირბადის ნალექებს, იწვის პარალელურ ფენებში, აქვს სამჯერ მეტი ძალა ვიდრე შავ ფხვნილს და საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაზარდოს ჭურვის საწყისი სიჩქარე. დროთა განმავლობაში შავი დენტი უკვამლო დენტმა ჩაანაცვლა, თუმცა, შავი დენტი შეზღუდულად დღესაც გამოიყენება, მას იყენებენ პიროტექნიკაში ცეცხლგამტარი ზონრის დასამზადებლად, სანადირო თოფების ვაზნებში, სამთო სამუშაოებზე და სხვა სამხედრო საქმეში. თამამად შეიძლება ითქვას, რომ დენტის გამოგონება კაცობრიობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიღწევაა.

შუა საუკუნეების მემატანეები მოგვითხრობენ, რომ პირველი ლითონის ქვემეხი გერმანიაში გერმანელი ბერის ბერტოლდ შვარცის თაოსნობით შეიქმნა. მე-14 საუკუნის შუა პერიოდის ფრანგული დოკუმენტებიდან ცნობილია, რომ 1354 წლის 17 მაისს საფრანგეთის მეფე იოანე II კარგმა, როდესაც შეიტყო გერმანიაში შვარცის მიერ „მორტირის“ გამოგონების შესახებ, აკრძალა სპილენძის გაყიდვა უცხოელებზე და მისი ექსპორტი სამეფოდან. ამ დარგის ახალი ტექნოლოგიები სწრაფად ვრცელდებოდა ევროპაში.

გალილიემ შეიმუშავა გამომთვლელი ხელსაწყო, რომელსაც „გეომეტრიული და სამხედრო კომპასი“ დაარქვა, ამ დროიდან არტილერია დაკავშირებულია ფიზიკასთან. არტილერიაში ფიზიკის გამოყენებას ბალისტიკა ეწოდა, რომელიც ორი სახისაა – შიდა და გარე ბალისტიკა. გარე ბალისტიკა სწავლობს ჭურვის მოძრაობას ჰაერში და ეფუძნება მექანიკას. აღსანიშნავია, რომ გარე ბალისტიკაზე მეცნიერული საუბარი მაშინ დაიწყო, როდესაც გალილიემ მოძრაობის კანონები აღმოაჩინა.

შიდა ბალისტიკა სწავლობს ჭურვის მოძრაობას ქვემეხის ლულის შიგნით და იყენებს ფიზიკის კანონებს. მის მეცნიერულ აღწერას მათემატიკოსი და ფიზიკოსი ლეონარდ ეილერი შეეცადა, მაგრამ მისი მცდელობა წარუმატებელი აღმოჩნდა, ვინაიდან იმ პერიოდისათვის ფიზიკა ჯერ კიდევ თავისი განვითარების ეტაპებს გადიოდა. ეს პრობლემა გადაწყვიტა თერმოდინამიკამ, რომელიც მე-19 საუკუნის ქმნილებაა.

არტილერიის განვითარების გზამ მჭიდროთ დააკავშირა ერთმანეთთან მათემატიკა და ფიზიკა, ბევრი მათემატიკოსი და ფიზიკოსი იყო ამ დარგის განვითარებით დაინტერესებული. მაგალითად, გალილეო, რენე დეკარტი და მრავალი ისეთი მეცნიერი, რომლებიც მოგვიანებით მოღვაწეობდნენ. ერთ-ერთი ფაქტორი, რომელმაც ფიზიკა და მათემატიკა არტილერიას დაუკავშირა, არის ის, რომ ფიზიკის კანონის აღმოჩენის შემდეგ, მისი პრაქტიკაში გამოყენება მათემატიკოსებმა დაიწყეს, ასე განვითარდა ბალისტიკის საკითხები მეოცე საუკუნეში, რომელიც მათემატიკოსების დამსახურებაა. ჩვენს დროში მათემატიკისა და ფიზიკის განვითარება, რა თქმა უნდა, ბევრად აღემატებოდა ბალისტიკის განვითარებას, ამიტომ ეს ურთიერთქმედება ცალმხრივი იყო. მაგალითად, კორიოლისის ძალის კორექტირება არტილერიაში შემოღებულ იქნა მხოლოდ 1920-იან წლებში, როდესაც დაიწყო მსხვილკალიბრიანი არტილერიის გამოყენება. ის გამოიყენება ასევე, როდესაც სროლა ხორციელდება დიდ მანძილზე. არტილერიის ყველაზე მნიშვნელოვანი წვლილი ფიზიკასა და მათემატიკაში არაპირდაპირი იყო. მთავრობებს ზოგადად არ სურთ ფულის დახარჯვა მეცნიერებასა და განათლებაზე, მაგრამ სამხედრო საჭიროებები აიძულებს მათ ხარჯები გაიღონ. ავილოთ, მაგალითად, საფრანგეთში ისეთი ცნობილი საგანმანათლებლო დაწესებულებების შექმნა, როგორცაა Ecole Polytechnique (პოლიტექნიკური უნივერსიტეტი), მისი თავდაპირველი მიზანი არმიის ოფიცრების მომზადება იყო.

მე-14 საუკუნეში არტილერიის ჭურვების სახით ქვის და ტყვიის ბირთვი გამოიყენებოდა. ისინი უძველესი დროიდან კარგად იყო ცნობილი და ფართოდ იყო გავრცელებული სატყორცნი მანქანებისთვის. ქვის და ტყვიის ბირთვების აქტიურად გამოყენება ქვემეხების შექმნის შემდეგაც გაგრძელდა. მე-14 საუკუნის ბოლოს არტილერია ქვის და ტყვიის ბირთვებიდან ლითონის ბირთვებზე გადავიდა. ლითონის ბირთვების აქტიურად გამოყენებამ არა მხოლოდ მკვეთრად გაზარდა მოთხოვნა ამ ლითონზე, არამედ აიძულა მეტალურგები გაეზარდათ იმ აგრეგატების ზომა, რომლის დახმარებითაც დიდი მასის მქონე ნედლეულს მიიღებდნენ. ძალიან მოკლე დროში ლუმელების სიმაღლე გაიზარდა და თითქმის 4 მეტრს მიაღწია, ხოლო ნედლეულის მასა 40-80 კილოგრამიდან 120-200 კილოგრამამდე გაიზარდა. ამავედროულად, პროცესის პირობები ისე შეიცვალა, რომ დნობის შედეგად დაიწყეს თუჯის მიღება, რკინის შენადნობი, რომელიც ნახშირბადის მაღალი შემცველობით გამოირჩეოდა. ამის საფუძველზე შეიძლება ჩაითვალოს, რომ ლუმელებში რკინის მოპოვების ახალ ტექნოლოგიაზე გადასვლა ნახშირბადის მაღალი შემცველობის პროდუქტის სახით იყო სამხედრო საქმის, კერძოდ, სარტილერიო შეიარაღების განვითარების პირდაპირი შედეგი. ქვემეხის ბირთვების ხელით ჭედვის მაგივრად სწრაფად გადავიდნენ

ახალი წარმოების ტექნოლოგიაზე, რომლის დროსაც ქვემეხის ბირთვის მისაღებად გამდნარ ტყვიას სპეციალურად ჩამოსხმულ ყალიბებში ასხამდნენ და ამ ყალიბების მეშვეობით ეფექტური სროლისათვის ჭურვს სფერული ფორმა ეძლეოდა. ამ პრინციპით ჩამოსხმული ბირთვი ბევრად უფრო მძიმე იყო და შესაბამისად, უფრო დიდი დამანგრეველი ძალა ჰქონდა. გლუვკედლიანი არტილერიის ბატონობის ბოლო პერიოდში დავიწყებას მიეცა ბირთვები, ქვემეხები უკვე ცეცხლს აწარმოებდნენ ბომბებით, ყუმბარებითა და კარტეჩით. პირველი იყო ფუგასური ფეთქებადი ჭურვები, რომლებიც განსხვავდებოდა მხოლოდ წონით - ფუნტამდე ჭურვებს უწოდებდნენ ყუმბარებს, ფუნტზე მეტს - ბომბებს. მრავალი ტყვიებით სავსე კარტეჩის გასროლები გამოიყენებოდა მოკლე დისტანციაზე ცოცხალი ძალის წინააღმდეგ. მე-19 საუკუნეში არტილერიის განვითარებით, კარტეჩი თანდათან მივიწყებული იყო (მოგვიანებით საჭირო გახდა მისი დაბრუნება), სამაგიეროდ ინტერესი გაიზარდა შრაპნელის ჭურვებზე. ჭურვის სახელი უკავშირდება ბრიტანელ პოლკოვნიკ შრაპნელს, რომელმაც 1803 წელს ჭურვში მოთავსებულ დენტის მუხტს დაამატა მრავალი ტყვიები და აღჭურვა აალების მილით, იმის გათვალისწინებით, რომ ტრაექტორიაზე ფრენისას ჭურვის აფეთქების დროს გააკონტოლებდა. ამ ექსპერიმენტით შრაპნელმა სათავე დაუდო ჭურვის დისტანციურ აფეთქების შესაძლებლობას, რომელსაც დღეს აქტიურად იყენებს თანამედროვე არტილერია. ამ პერიოდისათვის ყუმბარის დიზაინიც შეიცვალა, ის ცოტა მოგრძო ცილინდრული ფორმის გახდა, რამაც გაზარდა მასში ფეთქებადი მუხტის მასა და ტყვიების რაოდენობა. ჭურვის ახალმა ფორმამ ჰაერის წინააღმდეგობის გავლენის ქვეშ შეამცირა სიჩქარის ვარდნა, რამაც ხელი შეუწყო ფრენის ტრაექტორიის გაზრდას. ასევე შეიცვალა ჭურვის წამყვანი სარტყელი, რომელიც ხრახნიან ლულის ღარში მას ბრუნვით მომენტს აძლევდა. ტყვისაგან დამზადებული ჭურვის წამყვანი რგოლი შეიცვალა ორი სპილენძის წამყვანი სარტყელით, ვინიდან პირველი დენტის აირების მიერ წარმოქმნილი წნევის ზემოქმედებით ხშირად ჭურვს წყდებოდა. 1880-იან წლებში ცდების შედეგად დადგინდა, რომ საკმარისი იყო ჭურვის ქვედა ნაწილში ერთი სპილენძის წამყვანი სარტყელი და ჭურვის სათავესთან უფრო ახლოს ჭურვის სხეულის ცენტრის გასქელება - ეს კომბინაცია დღემდე შემორჩენილია.

მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში სამრეწველო კომპლექსის განვითარებამ შესაძლებელი გახადა შექმნილიყო ხრახნიანი ლულა. ხრახნიანი ლულის შემუშავებაზე მუშაობდნენ ინგლისელები ლანკასტერი, ამსტრონგი, უინვორტი, იტალიელი კოვალი, რუსი ბარანოვსკი. უკვამლო დენტის და ხრახნიანი ლულის მეშვეობით გაიზარდა ჭურვის საწყისი სიჩქარე, ასევე გაიზარდა ჭურვის ფრენის მანძილი და სიზუსტე. ხრახნიანი ლულის იდეა და მისი დამზადება ჯერ კიდევ მე-17 საუკუნეში დაიწყო, იმ პერიოდის ტექნოლოგია ჯერ კიდევ არ იყო იმისათვის მზად, რომ ხარისხიანი ხრახნიანი ლულები დაემზადებინათ. 1816 წელს ბავარიაში ვიცე-პოლკოვნიკმა რაიხენბახმა წარმოადგინა პროექტი, რომელიც სროლისათვის ბრინჯაოს ხრახნიანი ლულების გამოყენებას ეხებოდა, ხოლო 10 წლის შემდეგ მაიორი რეიკე უკვე ისროდა ქვემეხიდან, რომელსაც ხრახნიანი ლულა ქონდა. 1859 წლის იტალიის ომის პერიოდის საბრძოლო მოქმედებებში პირველად გამოჩნდა ქვემეხები ხრახნიანი ლულებით, ის შრაპნელის ჭურვებს 5 დიტანციაზე ანუ 2200 მეტრზე ისროდა. ფრანგების მიერ ამ ქვემეხების გამოყენებამ გლუვკედლიან ქვემეხებთან მიმართებაში აშკარა უპირატესობა აჩვენა, როგორც სროლის მანძილში, ასევე სიზუსტეში. მე-19 საუკუნის ოთხმოციან წლებში თითქმის ყველა ქვეყნის არმიებმა მიიღეს თავიანთ შეიარაღებაში ხრახნულუიანი ქვემეხები.

მე-17 საუკუნის პირველ ნახევარში ფრანგი მეიარაღეების მიერ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გამოგონებად შეიძლება ჩაითვალოს ქვემეხებისათვის ჩამკეტის დაყენება. გაჩნდა ქვემეხის ახალი სახეობა „ჰაუბიცა“ კარლ VIII-ის (შვედეთის მეფე) გადაწყვეტილებით ყოველ ქვემეხზე მუდმივად მიმაგრებული იქნა ჯარისკაცთა ჯგუფი, რომლებიც ჩაირიცხნენ არმიაში, როგორც რეგულარული ჯარისკაცები. ასე ჩამოყალიბდა ქვემეხის გათვლები და საარტილერიო ქვედანაყოფები. საფრანგეთში 1671 წელს ჩამოაყალიბეს სავსე არტილერიის პირველი საარტილერიო პოლკი, შემოღებულ იქნა ოფიცრებისათვის თანამდებობები და წოდებები. 1690 წელს კი შექმნეს პირველი და ერთადერთი იმ პერიოდისათვის საარტილერიო სკოლა. საუკეთესო ქვემეხების ჩამოსახმელი ქარხნები იყო საფრანგეთსა და გერმანიაში. პრუსიის მეფემ ფრიდრიხ დიდმა (1712-1786) კავალერიის მხარდასაჭერად ზოგიერთი საარტილერიო ბატარეები ცხენებით აღჭურვა და ამით შემოიღო არტილერიის ახალი სახეობა „საკავალერიო არტილერია“. ეს სიახლე მალე ათვისებული იქნა მრავალი არმიის მიერ.

მე-15 და მე-16 საუკუნეებში არტილერიის განვითარებამ განიცადა ნამდვილი აღმასვლა, ახალი ტექნოლოგიების დახმარებით ნაპოვნი იქნა ძალიან მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებები, რომლის შედეგადაც საგრძნობლად გაიზარდა ქვემეხის სროლის ეფექტურობა. ამ მიმართულებით ძირითადი ნაბიჯები იყო: რკინის წარმოების გაფართოება, ჩამოსხმის ტექნოლოგიების გაუმჯობესება, ბორბლიანი ლაფეტების წარმოება, დენტის გრანულაცია, იარაღის დაყოფა კალიბრის მიხედვით, ბირთვის წონასა და ლულის კალიბრს შორის თანაფარდობის განსაზღვრა. ნელ-ნელა ყალიბდებოდა საარტილერიო მეცნიერების თეორიული საფუძვლები. დაიხვეწა ქვემეხების კონსტრუქცია და მათი გამოყენება. დაიწყეს ქვემეხების ჩამოსხმა ლითონისგან, თუჯისგან და ბრინჯაოსგან. ამავე საუკუნის მეორე ნახევარში შევიცარიელმა ხელოსნებმა ქვემეხს დაუყენეს სავალი ნაწილი, რამაც ის უფრო მანევრირებადი გახადა, ასევე დაიხვეწა სამიზნე მოწყობილობაც და შესაძლებელი გახდა ვერტიკალური და ჰორიზონტალური დამიზნება. თუჯის ბადრომ და სავალმა ნაწილმა არტილერია საშიშ იარაღად გადააქცია. ბრძოლის ველზე მისი გადაადგილება გაცილებით გამარტივდა, რაც უზრუნველყოფდა პოზიციების დაკავების, დამიზნების და გასროლის სწრაფ ტემპს. ქვემეხები გამოიყენებოდა ყველგან ხმელეთსა თუ ზღვაში, ქალაქებსა და

ციხესიმაგრეებში. ამით არტილერიაში ახალი ერა დაიწყო.

მე-16 საუკუნის დასაწყისიდან მრავალი ქვეყნის მეცნიერებმა მათემატიკის პრაქტიკაში გამოყენების მიღწევების საფუძველზე შექმნეს უამრავი ხელსაწყო და მეთოდი, რომელთა დახმარებითაც შესაძლებელი გახდა სროლის მანძილის, ჰორიზონტალური და ვერტიკალური კუთხეების გაზომვა. საარტილერიო მეცნიერება გახდა ერთ-ერთი ძირითადი თემა პრაქტიკული მათემატიკისათვის. არტილერიის თეორეტიკოსი და მათემატიკოსი იტალიელი ნიკოლო ფონტანა ტარტალიას (1499-1557) მიერ დატოვებულ ნაშრომებში განიხილულია არა მარტო მათემატიკის, არამედ საკითხები პრაქტიკულ მექანიკასა და ბალისტიკაში. მის ერთ ერთ ნაშრომში «Nuova scienza» (ახალი მეცნიერება 1537), მან პირველად განიხილა ჭურვის ფრენის ტრაექტორია და დაამტკიცა, რომ ჭურვის ფრენის მაქსიმალური მანძილი 45 გრადუსიანი კუთხის ამალღებისას მიიღწევა. ტარტალიას ექსპერიმენტით ქვემეხის ლულიდან გატყორცნილი ბირთვი მოძრაობს სწორი ხაზით, შემდეგ ფრენისას გარკვეულ მონაკვეთზე იწყებს რკალის გაკეთებას წრიული ტრაექტორიით მიწისკენ და ბოლოს სხვა სწორ ხაზზე პირდაპირ მიწაზე ეცემა. მან გამოიგონა „კვანდრატი“, რისი დახმარებითაც შესაძლებელი გახდა ჭურვის ტრაექტორიის კონტროლი. აღსანიშნავია, რომ კვანდრატი დღესაც აქტიურად გამოიყენება არტილერიაში განსაკუთრებით ნაღმტყორცნელებში. ამ პერიოდისათვის მეტალის ჩამოსხმის გასაუმჯობესებლად კვლევებს ატარებდა ბანოჩი ბირინგოჩო, რამაც ქვემეხების წარმოებაში მნიშვნელოვანი პროგრესი გამოიწვია. იმისდა მიუხედავად, რომ რკინის წარმოების ტექნოლოგია უფრო რთული და შრომატევადია, ვიდრე ბრინჯაოსი, რკინის წარმოებამ დამაჯერებლად შეცვალა ბრინჯაოს წარმოება. ეს იმიტომ, რომ რკინა ბუნებაში უფრო ფართოდ იყო გავრცელებული. სწორედ ბრინჯაოს ჩამოსხმისთვის თუნუქის ნაკლებობამ აიძულა მეტალურგები ეძიათ ალტერნატივა. რკინის მადნის ფართო გამოყენებამ განაპირობა ლითონის წარმოების ტექნოლოგიის გაუმჯობესება. იმ დროისთვის, როდესაც კალა ხელახლა გახდა ხელმისაწვდომი, რკინა უფრო იაფი, ძლიერი და მსუბუქი გახდა, ხოლო დამუშავებულმა რკინამ სამუდამოდ შეცვალა ბრინჯაოს იარაღები. ბრინჯაო საუკეთესო მასალა იყო ქვემეხების დასამზადებლად, რადგან თუჯი ნაკლებად მტკიცე და ძალიან მძიმე იყო. ფოლადის და ნაჭდევი ქვემეხებს სიმკვრივის გამო ნაკლები ცვეთა ქონდათ, მაგრამ სროლისას არასაიმედო იყო, ვინაიდან ფოლადში არსებული შლაკები და რკინაში ნაწიბურები გასროლისას ლულის ღარში ხშირად აფეთქებდა პროვოცირებდა, ეს კი ქვემეხის მომსახურე პერსონალის დაღუპვას იწვევდა. ბრინჯაო ფოლადზე და რკინაზე მსუბუქია ამიტომ სწრაფად ცვდება, სამაგიეროდ ქვემეხს გასკდომისაგან მისი გაფართოვების უნარი იცავდა, ასევე ბრინჯაოსაგან დამზადებული დეფორმირებული ქვემეხის ხელახლა გადამუშავება დიდ დანახარჯს არ მოითხოვდა და მისი დამზადება უფრო იაფი ჯდება ვიდრე რკინის. ბრინჯაოს ქვემეხის ექსპლუატაციის ვადა ისედაც მცირე იყო და ჭურვების საწყისი სიჩქარის მატებასთან ერთად მისი სიცოცხლისუნარიანობა სწრაფად მცირდებოდა, ვინაიდან ჭურვის დიდი საწყისი სიჩქარე წრაფად ცვეთდა ლულის ღარს, ამ გარემოებამ აიძულა უმეტესი სახელმწიფოები ბრინჯაოს ქვემეხებიდან გადასულიყვნენ სხვა მეტალის შემადგენლობის ქვემეხებზე. საარტილერიო შეიარაღების სწრაფმა გაუმჯობესებამ იძულებული გახადა მეცნიერები და მეტალურგები ამ დარგის ახალი ტექნოლოგიები განეცხთებინათ.

ქვემეხების გამოჩენის დროისთვის მეტალურგიული ჩამოსხმის ტექნიკა საკმარისად იყო განვითარებული, რასაც ხელი შეუწყო დიდი ზარების დამზადებამ. ტექნოლოგიური თვალსაზრისით, ქვემეხის ფორმა ზარის გამარტივებული ფორმაა. შედეგად, ქვემეხების წარმოების დაუფლებას ზარის ხელოსნებისთვის სერიოზული სირთულეები არ შეუქმნია. უძველეს გრავიურებზე, რომლებიც ასახავს ჩამოსხმელ საამქროს, შეგიძლიათ ერთდროულად იხილოთ ზარებისა და ქვემეხების გამოსახულება. ბრინჯაოში ჩამოსხმული ქვემეხები ახლაც იწვევს აღტაცებას, ეს არის იმდროინდელი მეტალურგი ოსტატების უნიკალური პროდუქტი. შეიარაღებული ძალების სტრუქტურაში არტილერიის როლის ზრდამ განაპირობა მისი ცალკეული სამხედრო მეთაურებისა და ქალაქების დაქვემდებარებიდან სახელმწიფოს განკარგულებაში გადასვლა. მე-15 საუკუნეში უზარმაზარი თანხები გამოყოფილი არტილერიის განვითარებისთვის და ევროპის უმეტეს ქვეყნებში ჩნდება იარაღის დიდი ქარხნები.

მე-16 საუკუნის შუა ხანებში მოხდა ინოვაციური მიღწევა საარტილერიო და მეტალურგიულ ტექნოლოგიებში. ეს მოვლენა პირდაპირ კავშირშია იმდროინდელ ინგლისურ ინდუსტრიაში ფუნდამენტურ გარდაქმნებთან, რომელსაც ტექნოლოგიის მრავალი თანამედროვე ისტორიკოსი უწოდებს მცირე ინდუსტრიულ რევოლუციას. ჰენრიხ VIII-ის ყველაზე მნიშვნელოვანი „სამხედრო პროგრამა“ იყო არტილერიის განვითარება და ამ პროგრამის ერთ-ერთი კომპონენტი იყო არტილერიის ხარისხის გაუმჯობესება და მისი ნაწილების წარმოების ღირებულების შემცირება. 1541 წელს მეტალურგების წინაშე დაისვა კონკრეტული ამოცანა: შემუშავებულიყო თუჯისგან ქვემეხის ლულების ჩამოსხმის ტექნოლოგია. ამ ვრცელი პროგრამის ხელმძღვანელად ჰენრიხ VIII-ის მიერ მოწვეული იყო მეტალურგიის ფრანგი ოსტატი პიერ ბოდე, რომელმაც ქალაქ ბაქსტედში მდებარე სამეფო ჩამოსახმელ საამქროში ორწლიანი ინტენსიური ექსპერიმენტების შედეგად მოახერხა მყარი თუჯის იარაღის მიღება, რომელიც სრულად აკმაყოფილებდა საარტილერიო ტექნოლოგიის მოთხოვნებს. განვითარებული ტექნოლოგია იმდენად წარმატებული აღმოჩნდა, რომ 1546 წელს სამეფო არსენალში უკვე 351 თუჯის ქვემეხი იყო. ინგლისში მეტალურგი მუშაკების მიერ ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა და ტექნოლოგიურმა მიღწევებმა მცირე ინდუსტრიული რევოლუციის პერიოდში გადამწყვეტი გავლენა მოახდინეს მთელ მეტალურგიულ ინდუსტრიაზე, არამარტო საყოფაცხოვრებო მოხმარების საგნებსა და არქიტექტურაზე, არამედ საბრძოლო იარაღსა და აღჭურვილობაზეც. ამ პერიოდში ბელგიაში თუჯის დამუშავების ახალ

ტექნოლოგიას დაეუფლნენ, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელი გახდა თუჯის გადაქცევა ელასტიურ ლითონად. ამ ტექნოლოგიას ბელგიელმა მეტალურგებმა „ფრიშე“, ესე იგი თუჯის „გაუმჯობესება“ ანუ გაწმენდა უწოდეს. ფრიშინგი სწრაფად გავრცელდა ინგლისის, შემდეგ კი შვედეთისა და ევროპის სხვა ქვეყნების მეტალურგიულ საწარმოებში, რომელმაც საარტილერიო წარმოებაში დიდი ადგილი დაიკავა.

ტექნოლოგიების განვითარებამ არტილერის რეორგანიზაცია გამოიწვია, უარი ითქვა ქვემეხების გიგანტომაზიაზე და ამჯობინეს სტანდარტიზებული ქვემეხები, რომლებიც იქნებოდა საიმედო, ადვილად ტრანსპორტირებადი, სროლის დიდი საწყისი სიჩქარით, მოსახერხებელი ჭურვებით, ხარისხიანი დენით. ნიურნბერგელი მექანიკოსის ჰარტმანის შკალის კალიბრაციის გამოგონებამ, რომლითაც ქვემეხის თვითოეული ნაწილი იზომებოდა ლულის დიამეტრის მიმართებაში, გზა გაუხსნა ქვემეხის დიზაინს, გარკვეულ თეორიულ პრინციპებს და ზოგად წესებს.

ადრე არტილერისტები ქვემეხების დასამიზნებლად თავიანთ გამოცდილებას იყენებდნენ, ტრიგონომეტრიის გარდა არ არსებობდა არავითარი მეცნიერება, რომელიც მათ დაეხმარებოდა. არტილერიის განვითარების რამდენიმესაუკუნოვან ისტორიაში გაუმჯობესდა ბალისტიკა, ლულებისა და შასის მოწყობილობა, საარტილერიო დანაყოფების ტაქტიკა, სროლის სიჩქარე და მანევრირება, მაგრამ განვითარების საკითხი სამიზნე მოწყობილობებს თითქმის არ შეეხო. ერთადერთი, რაც შეიცვალა არის ის, რომ სახაზინო ნაწილზე დამონტაჟებული სამიზნე ფართო გახდა, მასზე არსებულმა ჭრილებმა შესაძლებელი გახადა გვერდითი გადახრის ზუსტად გაზომვა და კორექტურების უფრო ზუსტად შეყვანა. სროლის მანძილის მატებასთან ერთად უფრო მნიშვნელოვანი გახდა არა გვერდითი გადახრების ზუსტად გაზომვა, არამედ სროლის მანძილის გაზომვა.

საარტილერიო ხელსაწყოები ტექნოლოგიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტია. ამ ხელსაწყოების გარეშე შეუძლებელია ეფექტური საარტილერიო ცეცხლის მომზადება და მისი კონტროლი ბრძოლის მსვლელობისას. მიზანზე ზემოქმედებისათვის საჭიროა მოკლე დროში რამდენიმე რთული ამოცანის გადაჭრა:

- მიზნის აღმოჩენა და მისი კოორდინატების განსაზღვრა;
- სროლისთვის საწყისი მონაცემების მომზადება;
- ქვემეხის მიზანში დამიზნება;
- მიზანზე სროლის კონტროლი და შედეგების განსაზღვრა.

ყველა ეს ამოცანა ამოიხსნება სხვადასხვა საარტილერიო ხელსაწყოების დახმარებით. საარტილერიო ხელსაწყოების განვითარება მჭიდროდ არის დაკავშირებული მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარებასთან, ასევე არტილერიის და სამხედრო საქმის განვითარებასთან. საარტილერიო ხელსაწყოები შეიძლება წარმოდგენილი იყოს როგორც ცალკეული მოწყობილობები, რომელთაგან თითოეული წყვეტს კონკრეტულ ამოცანას, ან როგორც ხელსაწყოების ერთიანი ჯგუფები, რომლებიც მიზანზე წარმატებული სროლისათვის ყველა ოპერაციას ასრულებენ. საარტილერიო ძირითად ხელსაწყოებში შედის: ქვემეხის პანორამა, კვანდრატი, ბუსოლი და მანძილზომიელი, ღამის ხედვის და სახმელეთო ნავიგაციის ხელსაწყოები.

ოპტიკა ფიზიკის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი დარგია, ოპტიკური ინსტრუმენტები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების ყველა დარგის, მათ შორის არტილერიის განვითარებაში. ზოგადად, ტყუილად არ ამბობენ, რომ ასჯერ გაგონილს ერთხელ ნანახი სჯობიაო. ადამიანი გარემოს შესახებ ინფორმაციის დაახლოებით 90%-ს მხედველობით იღებს. ეს წესი ვრცელდება საბრძოლო მოქმედებებში მყოფ პირზეც. მოწინააღმდეგის ძალების განლაგების, მისი მოძრაობების, თუნდაც განზრახვების შესახებ ინფორმაციის აბსოლუტური უმრავლესობა დაკვირვების გზით მოიპოვება. პირველი ოპტიკური ინსტრუმენტი იყო ტელესკოპი, რომლებიც 1610 წელს კეპლერმა და გალილეომ შექმნეს. ამ მოწყობილობებმა პირველად გააფართოვა ადამიანის ხედვის საზღვრები და წარმოდგენდა ბუნების შესწავლის ინსტრუმენტებს. კარგი ოპტიკური აღჭურვილობის შექმნა მოითხოვს ქვეყანაში მძლავრი სამრეწველო ბაზის განვითარებას, მათემატიკური ხელსაწყოებიდან დაწყებული, რაც შესაძლებელს ხდის ამა თუ იმ ოპტიკური მოწყობილობის კონსტრუქციის სწორად გამოთვლას და სპეციალური მინის დნობის ღუმელების გამოყენებას. ოპტიკური მინა არის ერთგვაროვანი გამჭვირვალე და უფერო მასალა, რომლის თვისებები დროთა განმავლობაში პრაქტიკულად არ იცვლება. მინის ოდნავი არაერთგვაროვნება იწვევს სინათლის სხივების გადახრას მოცემული მიმართულებიდან, რაც ამახინჯებს საგნების გამოსახულებას. ოპტიკური მინის დამზადების ტექნოლოგია არც ისე მარტივია. საკმარისია იმის თქმა, რომ საჭირო ერთგვაროვნობის მისაღწევად, დნობის პროცესში შენადნობს ურევენ 1400–1500°C ტემპერატურაზე, ხოლო მინის დამუშავების რეჟიმში 2–5°C სიზუსტე უნდა იქნას შენარჩუნებული, რომელიც რამდენიმე დღის განმავლობაში მიმდინარეობს.

მე-18 საუკუნემდე ჯარები ქვემეხებს ძირითადად წინა ხაზზე აყენებდნენ და მხოლოდ პირდაპირი დამიზნებით ახორციელებდნენ სროლებს, მაგრამ ყველაფერი ამ საუკუნის პირველ ნახევარში შეიცვალა, არტილერიაში შემოდის და ინერგება სროლის ახალი მეთოდი. 1719 წელს რუსეთში გამოჩნდა მაიორ ლიხარევის წიგნი „საარტილერიო პრაქტიკა“, რომელიც ეძღვნებოდა დაკიდული ტრაექტორიით სროლის პრობლემებს. შეიარაღებაზე არსებული ხრახნიანი ლულის დამკვიდრებით არტილერიას შეეძლო ცეცხლი შორ მანძილებზე ეწარმოებინა, ქვემეხებს წინა ხაზიდან რამდენიმე კილომეტრით უკან აყენებდნენ და სროლის მართვას სათვალთვალო პუნქტებიდან ახორციელებდნენ. არტილერიის მიერ დახურული საცეცხლე პოზიციებიდან სროლის მეთოდის დანერგვამ ხელი შეუწყო ახალი ხელსაწყოების

შექმნას. მეცნიერების მიერ შეიქმნა აზიმუტ-თეოდოლიტი, კუთხმზომი და სამიზნე მოწყობილობა. მე-19 საუკუნეში შვეიცარიულმა ფირმა „ჰერცმა“ (Hertz) გერმანიაში შექმნილ კუთხმზომ ხელსაწყოს დაამატა ოპტიკა და შექმნა ქვემეხის კუთხმზომი ოპტიკური ხელსაწყო, რომელსაც მისი მწარმოებელი კომპანიის სახელი „ჰერცის პანორამა“ (Hertz's Panorama) დაარქვა. ეს არის საარტილერიო ქვემეხის პერისკოპული და კუთხმზომი ოპტიკური სამიზნე მოწყობილობა, რომელიც უზრუნველყოფს ქვემეხის ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ სიბრტყეში დამიზნებას ხილულ და უხილავ მიზნებზე. ეს მოწყობილობა ისეთი სრულყოფილი აღმოჩნდა, რომ ის არტილერიაში დღემდე თითქმის უცვლელად გამოიყენება.

მე-18 საუკუნის დასაწყისი არის პერიოდი, როდესაც არტილერია თითქმის უმრავლესმა ქვეყანამ თავისი არმიის შემადგენლობაში მიიღო. იგი აღიარებულ იქნა შეიარაღებული ძალების განსაკუთრებულ გვარეობად. იბეჭდებოდა სხვადასხვა ლიტერატურა არტილერიის შესახებ, პირველად შემუშავებული იქნა სროლის ცხრილები. არტილერისტებისთვის 1700 წელს ჯონ როულანამ რობერტ ანდერსონის მათემატიკური გამოთვლების საფუძველზე შექმნა ლოგარითმული სახაზავი, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელი გახდა გამოეთვალათ საჭირო დენტის რაოდენობა ჭურვის მასის და მანძილის მიხედვით, ასევე გამოეთვალათ ლულის ამდლების კუთხე. ამ პერიოდის არტილერიის სამეცნიერო მხარემ დიდი განვითარება გერმანიაში ჰპოვა. გეორგ ფრიდრიხ ტემპელგოფმა (პრუსიელი გენერალი და სამხედრო თეორეტიკოსი) შეიმუშავა სასარგებლო ნაშრომები. განსაკუთრებით 1787 წელს გამოცემული დევიდ ფონ შარნჰორსტის (პრუსიელი გენერალი და სამხედრო რეფორმატორი) მეცნიერული ტრაქტატი გამოიკვეთება, როგორც ერთ-ერთი პირველი წიგნი, რომელიც შეიცავდა პირველ სამეცნიერო დარიგებებს საველე არტილერიის შესახებ. აღსანიშნავია ავსტრიის არმიის გენერლის ვეგას, ესპანელი გენერლის მორლას, პრუსიელი გოიერის და რუვრუას განსაკუთრებული როლი საარტილერიო ლიტერატურის განვითარებაში. 1904 წელს რუსი არტილერისტების მიერ შემუშავებული იქნა „სწრაფმსროლელი ქვემეხებიდან სროლის წესები,“ სადაც აღწერილი იყო, თუ როგორ უნდა მოწყობილიყო პარალელური მარაო მიზნის ზომების მიხედვით, როგორ გადაეტანათ სწრაფად ცეცხლი ერთი მიზნიდან სხვა მიზნებზე. საბრძოლო მოქმედებების ანალიზის შედეგად და გამოცდილების გათვალისწინებით შემოღებული იქნა საარტილერიო ქვედანაყოფებში საარტილერიო მზვერავები. სვადასხვა ხელსაწყოების გამოგონებამ და ნაშრომების შექმნამ ხელი შეუწყო არტილერიის დახურული საცეცხლე პოზიციებიდან სროლის თეორიის და პრაქტიკის განვითარებას. ამ მეთოდზე გადასვლამ გამოიწვია სროლის ახალი წესების, საბრძოლო და ტოპოგეოდეზიური მუშაობის სახელმძღვანელოებისა და დარიგებების შექმნა. დახურული საცეცხლე პოზიციებიდან სროლის წესები და მეთოდები სწრაფად გავრცელდა იაპონიის, გერმანიის, საფრანგეთისა და სხვა ქვეყნების არმიების საარტილერიო ქვედანაყოფებში. პირველ მსოფლიო ომში, სროლა დახურული საცეცხლე პოზიციებიდან, სროლის ძირითადი სახეობა გახდა.

მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ არტილერიის განვითარებამ იწყო კლება, ვინაიდან წინა პლანზე წამოიჭრა ისეთი შეიარაღება, როგორც არის სარაკეტო და ბირთვული. მაგრამ არტილერიის განვითარების ტენდენციები მაინც შესამჩნევი იყო. დიდი „მორტირები“ შეცვალა უნივერსალურმა ჰაუბიცებმა. გაიზარდა მათი გადაადგილებისა და ტრანსპორტირების მეთოდები და ტემპი. დაიხვეწა საარტილერიო სისტემების გადატანა და დესანტირება, როგორც საზღვაო ასევე საფრენი საშუალებების გამოყენებით. საარტილერიო ბატალიონებმა მიზნების აღმოსაჩენად მიიღეს რადიოლოკაციური სადგურები და თანამედროვე კავშირგაბმულობის საშუალებები, არტილერიამ ფართოდ დაიწყო სხვადასხვა ელექტრონული გამოსათვლელი საშუალებების გამოყენება. 1953 წელს ნევადის საცდელ პოლიგონზე (აშშ) 280 მმ-იანმა ქვემეხმა (სროლის მანძილი 24კმ) პირველად გაისროლა ბირთვული ჭურვი, შემდგომ ბირთვული ჭურვებისათვის მოდერნიზირებული იყო 152მმ და ზევით კალიბრის საარტილერიო სისტემები. არტილერიის გამოყენების ეფექტურობამ და განვითარებამ ერთ-ერთ მაღალ საფეხურს მიაღწია.

სროლის მანძილის გაზრდას მეცნიერები ცდილობენ ელექტრომაგნიტური ქვემეხის შემუშავებით, რომელშიც დენტის აირების ენერგია ელექტროენერგიით იცვლება. ელექტროქვემეხების დანერგვის მთავარი სირთულე მდგომარეობს იმაში, რომ მას სჭირდება ელექტროსადგური, რომლის სიმძლავრე რამდენიმე ათასი კილოვატი იქნება, თან აუცილებელია ისეთი აგრეგატები, როგორიცაა სითბური ძრავები, გენერატორები, გამანაწილებლები, კონტროლისა და რეგულირების მოწყობილობა, საწვავ-საპოხი მასალები და ასე შემდეგ.

აღნიშნული ტექნოლოგია იძლევა შესაძლებლობას, რომ ქვემეხს ჰქონდეს არსებულზე თხელკედლიანი და გრძელი ჭურვი, რომელიც არღჭურვილი იქნება დიდი რაოდენობის ასაფეთქებელი ნივთიერებით. სროლისას იგი სრულიად უსაფრთხოა, ლულის ღარი სწრაფად არ ცვდება და რაც მთავარია, მას შეუძლია ძალიან დიდი მანძილზე სროლა. მეცნიერების ვარაუდით შესაძლებელია განავითაროს გასროლის საწყისი სიჩქარე 3000-5000 მ/წმ-ში, რაც 600 და 2500 კმ მანძილს შეესაბამება. ელექტრომაგნიტური ქვემეხის სხვა უპირატესობები შემდეგია:

გასროლისას არ გამოსცემს ხმას, ცეცხლსა და კვამლს; შეიძლება დამზადდეს ჩვეულებრივი ფოლადისგან და ადვილად მოსაპოვებელი მასალისაგან; მისი ექსპლუატაცია მარტივია; მარგი ქმედების კოეფიციენტი ძალიან მაღალია.

ტექნიკური სირთულეები ელექტრომაგნიტური ქვემეხის პრაქტიკულ განხორციელებაში უდავოდ ძალიან დიდია. შეიძლება ითქვას, რომ ამ ეტაპზე ელექტრომაგნიტური ქვემეხის იდეა, მხოლოდ სტაციონარული ქვემეხისათვის არის შესაძლებელი, ვინაიდან გასროლისთვის საჭირო

ელექტროსიმულაციის მიღება მოძრავი სავალე ელექტროსადგურებიდან ჯერ შესაძლებელი არ არის.

უამრავი სირთულის მიუხედავად არსებობს მტკიცებულება, რომ ბევრი ქვეყნის მეცნიერი სამუშაოებს ელექტრომაგნიტური ქვეყნების კონსტრუქტორებზე კვლავ ინტენსიურად აგრძელებს. დრო-დადრო უცხოური პრესის ფურცლებზე ჩნდება ცნობები ამ იარაღის შესახებ, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ეს საკითხი მუშავდება და იხვეწება. გერმანული პრესის ერთ-ერთი ცნობის თანახმად, ფრანგებმა ვერდენის რაიონში გამოცადეს ელექტრომაგნიტური ქვეყნები, რომელიც სროლის დიდ მანძილს 300 და 350 კმ-ს აღწევდა. ასევე გავრცელდა ინფორმაცია, რომ ფრანგებმა, დაამონტაჟეს ელექტრომაგნიტური საზენიტო იარაღი თავიანთი საზღვრების დასაცავად.

დასკვნა

არტილერიის განვითარების ისტორია გვიჩვენებს, რომ მისი თანამედროვე მიღწევები მეცნიერებასა და ტექნიკაში არ მომხდარა ერთ დღეში, არამედ იგი ყალიბდებოდა საუკუნეების განმავლობაში. არტილერიის საბრძოლო გამოყენების გამოცდილება ბრძოლებსა და ოპერაციებში არის მნიშვნელოვანი პრაქტიკული საფუძველი, რომელზეც დაშენებულია მისი გამოყენების თანამედროვე თეორიის დასკვნები და რეკომენდაციები. წარსულის გაკვეთილების გათვალისწინება ომის ხელოვნების განვითარების ინტერესებში შედის.

მნიშვნელოვანი საკითხი, რომელიც მძიმე მრეწველობის დარგების განვითარებას ეხება ერთ საინტერესო კითხვას ბადებს, რა არის უფრო ეფექტური, კერძო ინიციატივა თუ კარგად გააზრებული საჯარო პოლიტიკა? გასაგებია, რომ ორივე ფაქტორი სასურველია. მაგრამ, რა უნდა გაკეთდეს, როცა სტრატეგიული რესურსები შეზღუდულია, ხოლო ქვეყნის ეკონომიკა კრიზისშია და ომის საფრთხეც არსებობს? სასარგებლო იქნება ჰენრი VIII ტიუდორის სახელმწიფო პოლიტიკის გაცნობა, რომელმაც არა მარტო გამოიყვანა ქვეყანა პოლიტიკური კრიზისიდან, არამედ თავისი კანონებით საფუძველი ჩაუყარა მცირე ინდუსტრიულ რევოლუციას.

„მე-19 საუკუნე რკინის საუკუნეა“ - წერს ალექსანდრე ბლოკი. მართლაც, ამ საუკუნის სამრეწველო და ტექნოლოგიური რევოლუცია მოხდა რკინის მეტალურგიის სწრაფი განვითარების პირობებში, ფოლადი და თუჯი გახდა ძირითადი მასალა ტექნოლოგიის ყველა დარგში. არც ერთი დარგი არ იყო დამოკიდებული მეტალურგიაზე ისე, როგორც არტილერია, საჭირო იყო ფოლადის წარმოებისა და დამუშავების ახალი ტექნოლოგიები. ამან კი მნიშვნელოვნად შეუწყო ხელი მეტალურგიული ინდუსტრიის განვითარებას.

ტექნოლოგიის განვითარების ისტორიაში არის შემთხვევები, როდესაც ზოგიერთმა გამოგონებამ გამოიწვია სხვადასხვა დარგის მნიშვნელოვანი განვითარება და მათი წარმოების სწრაფი ზრდა. თანამედროვე თვალსაზრისით შუა საუკუნეებში ასეთი ძლიერი ინოვაციური გამოგონება იყო დენთის და არტილერიის გამოჩენა. ამჟამად, სარაკეტო ჯარებსა და არტილერიას გააჩნიათ კომპლექსები და სისტემები, რომლებსაც შეუძლიათ სროლა შორ მანძილზე, ძლიერი და ზუსტი დარტყმების განხორციელება, ფართო მანევრირების შესაძლებლობა, ნებისმიერი ვითარების პირობებში მოულოდნელად და ზუსტად მოქმედება. თვითმავალი საარტილერიო სისტემების და სარაკეტო კომპლექსების, კასეტური და მაღალი სიზუსტის საბრძოლო მასალის არსებობა შესაძლებელს ხდის ჭურვების და რაკეტების მინიმალური ხარჯით, ამინდის ნებისმიერ პირობებში დღისით და ღამით, დააზიანოს მოწინააღმდეგის ღიად და ფარულად განლაგებული ცალკეული და ჯგუფური, ხილული და უხილავი მიზნები.

ისტორიული მასალების შესწავლა ცხადყოფს, რომ ბევრმა გამოჩენილმა მეცნიერმა და გამომგონებელმა თავისი შრომით საფუძველი ჩაუყარა საარტილერიო ხელსაწყოების დარგის სწრაფ განვითარებას. ოპტიკა და ოპტიკური ხელსაწყოები, როგორც ფიზიკის ერთ-ერთი დარგი, მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების ყველა სფეროში, მათ შორის არტილერიის განვითარებაში. არტილერია, როგორც მეცნიერება, არის ყველაზე რთული და მრავალმხრივი დისციპლინა, რომელიც სწავლობს საარტილერიო იარაღის აგების საკითხებს, მის თვისებებს და ტექნიკურ ფუნქციონირებას, ასევე საბრძოლო გამოყენების მეთოდებს.

გერმანელმა ვიცე-პოლკოვნიკმა ზორშემ წამოაყენა მოსაზრება, რომელიც სროლის მანძილს ეხება. ის აღნიშნავს, რომ თითოეული კალიბრის სროლის მანძილს აქვს ბუნებრივი ზღვარი, რომელიც არ უნდა გადაილახოს, ვინაიდან ამ ზღვარს მიღმა ჭურვი ბურთად იქცევა, რომელზეც ატმოსფერული პირობები ძლიერ მოქმედებს და ამის შედეგად უფრო ნაკლებად წარმატებულია მისი ბალისტიკური ფორმა. ასევე ამ საკითხზე თავის მოსაზრებას გამოთქვამს ფრანგი არტილერისტი გენერალი შალეა, რომელიც თვლის, რომ სროლის დიდი მანძილის მისაღწევად ქვეყნებიდან მაქსიმუმის გამოწურვით, ვიღებთ სისტემის მატერიალური ნაწილის მიმართ ძალადობას, ასეთ შემთხვევაში სისტემა გვაძლევს ჭურვების მიუღებელ გაფანტვას ან ისეთ ცვეთას განიცდის, რომელიც მის სიცოცხლისუნარიანობას ამცირებს. (Artilleristische Rundschau No. 3, 1935).

არტილერიის განვითარების მომხრეებთან ერთად გამოჩნდა ჯგუფი, რომლის მოსაზრებითაც არტილერიამ თავის მაქსიმუმს მიაღწია, უნდა შეჩერდეს და შენარჩუნების რეჟიმზე გადავიდეს. თანამედროვე სამყაროში ტექნოლოგიების განვითარება ძალიან მაღალი ტემპით მიმდინარეობს, ამიტომ ამ მხრივ ქვეყნებს სამხედრო ტექნიკისა და იარაღის შექმნის ახალი მიდგომები სჭირდებათ. როგორც

არტილერიის განვითარების ისტორია გვიჩვენებს ტექნოლოგიების და საარტილერიო სისტემების დახვეწა პარალელურად უნდა მიმდინარეობდეს, ამიტომ ელექტრომაგნიტური ენერჯის გამოყენება სროლისათვის არის არტილერიის განვითარების ახალი ეტაპი და სამხედრო ექსპერტები მას ფიზიკურ პრინციპებზე დაფუძნებულ ახალი თაობის იარაღს მიაკუთვნებენ.

გამოყენებული ლიტერატურა

- ბერტოლდ შვარცის “კვამლიანი დენთი”. არტილერია: კულვერინები, მორტირები და ბომბარდები. თავი 3. ეშმაკის წამალი ინდუსტრიული რევოლუციისთვის.
<https://metalspace.ru/history-metallurgy/tom2/industrial-revolution/201-dymnyj-porokh-bertolda-shvartsa.html>
(უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 28.10.2023წ)
- საარტილერიო ბატალიონის ტაქტიკა. საქართველოს შეიარაღებული ძალების გაერთიანებული შტაბი. თბილისი. 2011წ.
- Кириллов-Губецкий, И. М., Современная артиллерия. — М.: Воениздат, 1937.
- Liebau F. Die militärische Verwendung von Bussolen und Kompassen. 2021. http://www.die-kompassmacher.de/dl/DieKompassmacher_Band1_komprimiert.pdf (უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 28.09.2023წ.)
- Оливер Хогг. История артиллерии. Вооружение. Тактика. Крупнейшие сражения. Начало XIV века – начало XX. Центрполиграф. 2015.
- Фридрих Энгельс. Артиллерия. <https://www.marxists.org/russkij/marx/1880/mil/art.htm>
(უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 14.09.2023წ.)
- Литвиненко, В., - А. Ключоить. Модернизация и развитие новых образцов артиллерии. армейский сборник №11 2021.
- Hans Baasch. Die Entwicklung der Geschütze bei der Artillerie und bei der Fliegerabwehr. 2022. <https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=asm-004%3A1948%3A114%3A%3A1282>
(უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 28.05.2023წ.)
- Ядро, шрапнель, снаряд. 2015. <https://kramscalemodels.vavik96.com/history/yadro-shrapnel-snaryad.html>
- Военная литература. Глава II. Итальянская война 1859 года. <http://militera.lib.ru/science/svechin2b/02.html>
- Военная литература. Глава III. Современная артиллерия. <http://militera.lib.ru/tw/kirillov-gubetsky/03.html>
- John Batchelor, Ian Hogg. Geschichte der artillerie. München 1977.