

UOT 681.78: 623.54

BALLİSTİK TƏDQIQATLARDA TƏTBİQ EDİLƏN SÜRƏTÖLÇƏNLƏR**R.N. Nəbiyev, Q.İ. Qarayev, V.A. Abbasov****Milli Aviasiya Akademiyası**

Məqalədə, havaya atılmış cismin başlanğıc sürətinin müxtəlif fiziki hadisələrə əsaslanan ölçülməsi üsulları təhlil edilib, ballistik ölçmələrdə tətbiq olunan sürətölçənlərin üstün və çatışmayan cəhətləri göstərilib. Təhlil çərçivəsində sürətin ballistik rəqqasın, elektrik yükünün paylanmasının, mexaniki xronoqrafın, Dopler effekti, eləcə də akustik, induktiv, induksiya və optik vasitələrin köməyi ilə ölçülməsi üsullarına baxılıb. Müasir sürətölçən qurğularında mikroprosessor texnikasından və tətbiqi proqramlardan istifadə edildiyini nəzərə alaraq, sxemotexniki, konstruktiv, eləcə də alqoritmik tədbirlər görməklə xətalara əhəmiyyətli dərəcədə azaltmağın mümkünlüyü qeyd olunub.

Açar sözlər: ballistika, başlanğıc sürət, baza məsafəsi, taymer, xronoqraf, Dopler effekti, radar sistemi, lazerli sürətölçən, induksiya.

Havaya atılmış cismin başlanğıc sürəti ballistika elmində böyük əhəmiyyətə malik fiziki kəmiyyətdir. Başlanğıc sürətin ölçülməsindən bir sıra uçan obyektlərin istehsalı və tətbiqi sahəsində geniş istifadə olunur. Növündən asılı olaraq bu obyektlərin başlanğıc sürətlərinin ölçülməsinin bir neçə üsul və qurğuları mövcuddur. Bunları, kontaktlı və kontaktsiz olmaqla iki qrupa bölmək olar. Hər iki qrupa aid olan sürətölçənlər də, öz növbəsində iki qrupa bölünür: sabit ölçü bazalı və digər sürətölçənlər. Sonuncu iki qrupa aid olan kontaktsiz sürətölçənlər daha geniş yayılmışdır [1, 2].

İşin məqsədi, sürətin ölçülməsinin müxtəlif fiziki hadisələrə əsaslanan üsullarını təhlil edərək, onların üstün və çatışmayan cəhətlərini müəyyənləşdirməkdən ibarətdir.

Ballistik rəqqaslı üsul. Ballistik rəqqas, riyazi rəqqas kimi uzanmayan teldən asılmış ağır kütləli cisimdən ibarətdir. Ballistik rəqqas qismində, bəzən riyazi rəqqasdan fərqli olaraq, əsasən uc nöqtələrindən iki tel vasitəsi ilə asılmış prizma və ya silindr formalı ağır kütləli cisimdən istifadə olunur və onun vasitəsi ilə düzxətli trayektoriya üzrə uçan cismin hərəkəti tədqiq olunur. Hərəkət edən cisim (məs. güllə), hərəkətsiz asılmış ağır kütləli cismə dəyərək onu hərəkətə gətirir. Bu üsulda, hərəkətdə olan cismin sürətini təyin etmək üçün cismlərin toqquşmaları zamanı onlardan təşkil olunmuş sistemin yekun impulsunun saxlanılması qanunundan istifadə olunur.

Hərəkətdə olan güllənin və teldən asılmış cismin kütlələrini, eləcə də cismin ağırlıq mərkəzinin maksimum qalxma hündürlüyünü bilərək, toqquşma anında güllənin sürətini hesablamaq mümkündür.

Bu üsulun üstün cəhəti, zamanın ölçülməsi üçün yüksək dəqiqlikli cihazın – xronoqrafın tələb olunmamasıdır. Üsulun çatışmayan cəhəti isə ölçü dəqiqliyinin kifayət qədər yüksək olmaması və eləcə də, böyük ölçülü artilleriya mərmilərinin sürətinin bu üsulla ölçülməsinin məqsədəuyğun olmamasıdır [3-5].

Elektrik yükünün paylanmasına görə sürətin ölçülməsi. Ramalı sürət ölçənlərin sonrakı inkişafı olan elektrik yükünün paylanmasına görə sürətölçən cihaz, bazalı ölçü sistemlərinə aiddir və onun işi, adından göründüyü kimi, elektrik yükünün paylanmasına əsaslanır. Güllənin, baza məsafəsindən uçma müddətini təyin etmək üçün istifadə edilən taymerin işə düşməsi-dayanması duyğaları, elektrik yükü qəbulediciləri və gücləndiricilərindən təşkil olunmuş ikikanallı sistemdən ibarətdir.

Ölçüsündən və formasından asılı olaraq, havada uçan güllədə elektrik yükü toplanır və o, elektriclənir. Toxunma anında, hərəkət trayektoriyasına perpendikulyar istiqamətdə bərkidilmiş nazik metal lövhədən ibarət yük qəbuledicisi ilə güllə arasında elektrik yükünün paylanması baş verir. Bu zaman yük gücləndiricisinin çıxışında alınan siqnal vasitəsi ilə taymer işə düşür. Taymerin dayanması eyni qayda ilə yerinə yetirilir.

Taymerin işə düşməsi və dayanması anları, güllənin toxunması anında yük qəbuledicilərinin deformasiyasından asılı olmayaraq, maksimum mümkün olan dəqiqliklə təyin edilir. Bu səbəbdən,

ramalı sistemlərin bütün əsas xarakteristikalarını saxlayaraq, elektrik yükünün paylanmasına görə sürətölçənlərin ölçü xətası əhəmiyyətli dərəcədə az olur. Beləliklə, bu sürətölçənlərdə kifayət qədər kiçik uzunluqlu ölçü bazasından istifadə etmək mümkündür.

Daha üstün parametrlərə malik kontaktsiz sürət ölçən cihazların geniş yayılması səbəbindən, elektrik yükünün paylanmasına görə sürətölçənlər hal-hazırda istismar olunmur [2].

Mexaniki xronoqraf. Mexaniki xronoqrafın konstruksiyası, fırlanan oxda bərkidilmiş nazik materialdan hazırlanmış iki diskdən ibarətdir. Oxa paralel hərəkət edən güllə əvvəlcə birinci, sonra ikinci diski dəşir. Güllənin disklər arasından keçmə müddəti, birinci və ikinci diskin dəşilmə yerlərinin bir-birinə nəzərən dönmə bucağına görə müəyyən edilir. Dönmə bucağını ölçməklə, disklərin məlum fırlanma sürətinə və aralarındakı məsafəyə görə güllənin uçuş sürəti hesablanır. Güllənin sürətinin ölçülməsi dəqiqliyi disklərin fırlanma sürətinə düz mütənasibdir [4, 5].

Belə ölçmə sisteminin aşağıdakı çatışmazlıqları vardır: disklərin bərabərsürətli fırlanmasına yüksək tələblər qoyulur (sürəti sabitləşdirmə qurğusuna ehtiyac var), güllə dəyəndə və dəşilmə prosesində disklərin deformasiyası nəticəsində sistemdə dinamik təsirə görə əlavə xətalər yaranır, birinci diskin dəşilməsi zamanı güllənin sürəti azalır, böyük miqdarda sərfiyyat materialları və təkrar ölçmələrə hazırlıq üçün xeyli vaxt tələb olunur, istismarı narahatdır.

Akustik üsul. Akustik üsul, lülənin çıxışında partlayışdan yaranan və zərbə nəticəsində hədəfdən əks olunan səslərin mikrofon vasitəsi ilə qeyd olunaraq güllənin uçuş müddətinin təyin olunmasına, sonra məlum məsafəni uçma müddətinə görə güllənin sürətinin hesablanmasına əsaslanır.

Mikrofonun yerləşmə yerinə görə akustik üsulda iki hal ola bilər. Mikrofon birinci halda, lülənin çıxışına yaxın yerdə, ikinci halda bərabər məsafələrdə olmaqla, lülənin çıxışı ilə hədəf arasında yerləşdirilir.

Birinci halda, lülənin çıxışında yaranan partlayışdan və ya silahın təpməsindən qorumaq üçün mikrofon, lülədən bir neçə santimetr kənardə və ya bir az arxa tərəfdə yerləşdirilir [6].

Mərminin uçuş müddəti ($t_{m\ddot{e}rmi}$), lülənin çıxışında partlayışdan yaranan və hədəfdən əks olunan səslər arasında qeyd edilən ümumi müddətdən ($t_{\ddot{u}mumi}$) səsin qayıtma müddətini ($t_{s\ddot{e}s}$) çıxarmaqla müəyyən edilir:

$$t_{m\ddot{e}rmi} = t_{\ddot{u}mumi} - t_{s\ddot{e}s} \quad (1)$$

Mərminin uçuş müddəti müəyyən olduqdan sonra, onun orta sürəti aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$V_{m\ddot{e}rmi} = d/t_{m\ddot{e}rmi} \quad (2)$$

d – lülənin çıxışı və hədəf arasındakı məsafədir.

Bu üsulda ən böyük xəta mənbəyi açıq mühitdə səsin sürətindəki qeyri-müəyyənlikdir. Normal atmosfer təzyiqində temperaturdan asılı olaraq, səsin sürətinin hesablanması düsturuna düzəliş etmək lazımdır.

İkinci halda, lülənin çıxışından və hədəfdən mikrofonu qədər səsin yayılma müddətləri bərabər olur. Beləliklə, uçuş müddəti, lülənin çıxışındakı partlayış və hədəfin vurulması anları arasında qeyd edilən zamana bərabər olur.

Akustik üsulda güllənin, havanın müqaviməti səbəbindən lülədən çıxma sürətindən az olan orta sürəti ölçülür. Küylərin səsə qarışması, qurğunun daim köklənməsinə ehtiyacın olması bu üsulun çatışmayan cəhətidir. İşə hazırlığının və nəticələrin əldə edilməsinin qısa müddətdə yerinə yetirilməsi üsulun üstün cəhətidir.

Dopler effekti əsasında sürət ölçən cihaz. Dopler effektindən istifadə etməklə obyekt istiqamətində şüalandırılan və ondan əks olunaraq qəbul edilən siqnalların tezliklərinin fərqi görə, obyektin sürətinin ölçülməsi üsulu məlumdur. Tətbiq sahəsindən asılı olaraq, obyekt istiqamətində şüalandırılan siqnal qismində, akustik, radio və optik dalğalardan istifadə etmək mümkündür. Dalğanın tezliyinin yüksək olması, daha kiçik ölçülü cisimlərin sürətini ölçməyə və ölçü dəqiqliyini artırmağa imkan verir.

Hərəkətə başlayan andan, iri (155 mm) və çox kiçik (1 mm) kalibrli mərmilərin (lülədən çıxan andan) hərəkət parametrlərini izləyən və təhlil edən radar sistemləri istehsal edilir. 10 GHz və 35 GHz tezlikli radiodiapazonda işləyən yüksək dəqiqlikli Dopler radarlarının izləmə məsafəsi,

güllənin və mərminin tipindən, eləcə də kalibrindən asılı olaraq lülənin çıxışından bir neçə santimetrdən başlayaraq 15 km-ə qədər çata bilər [4, 7].

Sistem ötürücü və qəbuledici antenalardan, verilənlərin toplanması və təhlili blokundan, güllənin (mərminin) sürətini ölçmək üçün proqram təminatından ibarətdir. Bütün ölçü sistemi məlumatların yığım və emalı üçün eyni elektron bloka malikdir. Bu da vahid proqram və aparat təminatı ilə müxtəlif məsələlərə hesablanmış duyğalar (sensorlar) yığımından istifadə etməyə imkan verir.

Xüsusi proqram təminatı vasitəsi ilə birinci atəşə görə sonrakı analogi atəşlərdə məlumatların avtomatik əldə edilməsi, mərminin uçuş trayektoriyası və təcili haqqında məlumatın təhlil edilməsi imkanının olması ölçü sisteminin üstün cəhətləridir. İstifadəçi lülənin çıxışında və ya müəyyən nöqtələrdə sürətin qiymətini avtomatik olaraq əldə edir. Bu sistemlərin ən böyük çatışmamazlığı istifadə edilən cihazların olduqca bahalı olmasıdır. Digər tərəfdən, əldə edilən çoxlu sayda müxtəlif məlumatlardan müəyyən atəş sınaqlarında tam istifadə edilmir.

İnduktiv sürətölçən. İnduktiv sürətölçənin iş prinsipi, mərminin uçub keçməsinin duyğaları olan ölçü dolaqlarının induktivliyinin dəyişməsinə əsaslanır. İçindən mərminin uçub keçməsi zamanı verici generatorun rəqs konturuna qoşulmuş dolağın induktivliyi və nəticədə generatorun hasil etdiyi rəqslərin tezliyi dəyişir. Tezliyin dəyişməsi, tezlik diskriminatoru və impuls formalaşdırıcısı vasitəsi ilə taymerin qoşulmasına və dayanmasına xidmət edən impuls signalına çevrilir [2].

İnduktiv sürətölçən cihazlar optik sürətölçən cihazlardan fərqli olaraq, yüksək istismar parametrləri ilə xarakterizə olunur, lakin böyük ölçü xətalıdır, eləcə də elektromaqnit və mexaniki maneələrə (titrəyişlər, zərbələr və s.) həssasdır. Bu cihazlar vasitəsi ilə iri kalibrli mərmilərin sürətini yaxın məsafədən ölçmək olduqca təhlükəlidir.

İnduksiyalı sürətölçən. İnduksiyalı sürətölçənlər də sabit ölçü bazasında zaman intervalını ölçməklə sürəti təyin edir, lakin sürət duyğalarının konstruksiyası, eləcə də iş prinsipinə görə digər kontaktsiz sürətölçənlərdən fərqlənirlər [2, 8].

İnduksiyalı ölçü cihazları maqnit və elektromaqnit tipli olmaqla iki yerə bölünür. Maqnit ölçü cihazında, sabit maqnitdən və dolaqdan təşkil olunmuş məxsusi maqnit sahəsinə malik duyğacdən istifadə edilir. Mərmi duyğac dolağının içindən uçub keçərək, duyğacın maqnit sahəsinin şəklini dəyişir, bu da dolaqda elektrik hərəkət qüvvəsinin (EHQ) yaranmasına səbəb olur. Elektromaqnit ölçü cihazında maqnitlənmə elektrik cərəyanı ilə yaranır və mərmi maqnit halqanın içindən uçub keçir.

Optik və induktiv üsulla müqayisədə sürətin induksiya ölçü cihazlarının əsas üstün cəhəti duyğac siqnallarının çıxış səviyyələrinin 1-10 V-a çatmasıdır. Bu, müqayisə siqnalının səviyyəyə görə seçilməsinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir və yüksək səviyyəli xarici maneələr şəraitində cihazın işləməsinə imkan verir. Bundan başqa, atəş və mərminin uçuşu zamanı müşahidə olunan burulğanlı cəbhələr ölçmələrin dəqiqliyinə mənfi təsir göstərmir.

İnduksiya sürətölçən cihazların əsas çatışmayan cəhəti siqnalın alınması prinsipidir: sürət duyğacının çıxış siqnalı birbaşa mərminin sürətinə düz mütənəsibdir. Buna görə də, zəif sürətlərin ölçülməsində tətbiq edilmir.

İnduksiya sürətölçənlərinə aid olan digər cihazlardan – lülənin çıxışında mərminin sürətinin yüksək dəqiqliklə ölçülməsinin təmin edildiyi qeyd edilən kontaktsiz ölçü üsulunda [9]: lülənin səthində müəyyən edilmiş, ölçü bazasında yerləşdirilmiş dolaqların və onların arasında silahın lüləsində maqnit tozundan formalaşdırılmış maqnit halqaların arasındakı məlum məsafələri mərminin keçmə müddətlərini ölçməklə, lülənin çıxışında mərminin sürətinin çoxdəfəli ölçülməsi tətbiq edilmişdir. Ölçü bazasında dövrü struktur təşkil edən və hər birinin həm eni, həm də aralarındakı məsafə 0.5 sm olan 98 maqnit halqadan istifadə edilir.

Lülənin çıxışında mərminin sürətinin ölçülməsi üçün qeyd edilən üsul və qurğu onunla səciyyəlidir ki, silahın xarici səthində maqnit tozundan dövrü struktur çəkir, dövrü strukturun keçilmiş kəsiklərinə uyğun olan siqnalların zaman ardıcılıqlarını ölçür, dövrü strukturun elementlərindən mərminin keçmə sürətlərini hesablayır, lülənin çıxışında mərminin sürətinin orta qiymətini və mərminin sürətinə düzəliş etmək üçün dispersiyanı təyin edirlər. Yerinə yetirilən N sayda ölçmə

nəticəsində mərminin silahın lüləsindən keçdiyi müddətdə dolaqlar və maqnit halqalar ilə qeyd edilmiş ayrı-ayrı məsafələrə uyğun müddətlərin ifadə olunduğu, asılı olmayan təsadüfi kəmiyyətlər olan t_1, t_2, \dots, t_n , qiymətləri alınarsa, silahın lüləsində mərminin hərəkət sürətinin qiymətlərini və bu sürətlərin, lülənin çıxışında mərminin hərəkət sürətinə bərabər olan orta qiymətini hesablamaq mümkündür. Bundan başqa, lülənin çıxışında mərminin sürətinin ölçülməsinin nəticələri, ölçü cihazına nisbətən, daha kiçik dispersiyaya (orta kvadratik sapmaya) malik olur və siqnal/küy nisbətini ifadə edən kəmiyyətin qiymətindən asılı olmaması nəticəsində N sayda ölçülərin orta qiymətinin tapılması mərminin ilkin sürətinin təyininin təsadüfi təhrifini təqribən \bar{N} dəfə azaltmağa imkan verir. Bu, mərminin sürətinin təyini zamanı sürətin ölçülməsinin 0,05 %-dən pis olmayan, dəqiqliyinə çatmaq üçün kifayət edir.

Qurğu və üsuldan istifadə edilməsi aşağıdakı üstünlüklərə malikdir;

1. Lülənin çıxışında sürətin ölçülməsi məqsədi ilə lülənin daxilində elementlər yerləşdirilmir və ya lülədə əlavə dəşiklər açılmır;
2. Lülənin çıxışında sürətin ölçülməsinin nəticələri, döyüş əməliyyatları zonasında elektromaqnit şəraitindən asılı olmur;
3. Lülənin çıxışında sürətin ölçülməsi üsuluna görə, silahın yeri aşkarlanmır, eləcə də mərminin sürətinin ölçülməsinin dəqiqliyi artilleriya silahlarını idarə edən vasitələrdə və komplekslərdə yaranan titrəyişlərdən asılı olmur.

Üsulun çatışmayan əsas cəhəti, sınaqların sayının məhdudlaşmasına səbəb olan, üzərinə maqnit tozundan maqnit kəmərlər çəkilmiş xüsusi mərmilərdən istifadənin tələb olunmasıdır.

Optik sürətölçən cihaz. Optik üsulla sürətölçən cihazlarda baza məsafəsində optik müstəviləri (ekranları) formalaşdırmaq üçün lazer və ya işıq diodundan istifadə edilir. Optik müstəvi, işıqdiodlu sürətölçənlərdə düz xətt üzrə quraşdırılmış işıqdiodları (şüalandırıcı) və fotodiodlar (şüa qəbuledicisi) vasitəsi ilə, lazerli sürətölçənlərdə lazer şüalarının dəfələrlə əks olunmasından istifadə etməklə yaradılır [2].

Optik müstəvidən keçən mərmi, tətbiq olunan optik cihazın növündən asılı olaraq, ya fotoqəbulediciyə düşən işıqdiodunun işıq axınına zəiflədir, ya da lazer şüasını bloklayır. Işığın intensivliyinin azalması və ya lazer şüasını bloklanması elektron qurğunun çıxışında taymerin işə düşməsinə və ya dayanmasına səbəb olan siqnal yaradır.

Yüksək məhsuldarlığı, işə tez hazır olması, sərfiyyat materiallarına ehtiyacın olmaması və sürətin geniş diapazonunda ölçmələr aparılmasının mümkünlüyü optik sürət ölçən cihazların üstün cəhətləridir. Müxtəlif ölçmə xəttinə malik bəzi optik sürətölçənlərin konstruksiyası, bu cihazların ölçü bazalarının həndəsi ortalarını bir müstəvidə birləşdirməyə, beləliklə, etalon cihazdan istifadə etməklə istehsal olunan cihazı kalibrləməyə imkan verir.

Optik sürətölçənlərin aşağıdakı çatışmazlıqları vardır. Barıt qazlarının mərmidən əvvəl optik şüaları kəsməsi və bu zaman işığın intensivliyinin azalması, eləcə də atəş anında isti hava-qaz qarışığının təsirindən yaranan infraqırmızı və digər işıq şüalarının fotoqəbuledicilərə düşməsi ölçmələrin nəticələrinə təsir göstərir. Göstərilən səbəblərdən taymerin yanlış işə düşməsi nəticəsində, xüsusi ilə, böyük ölçülü mərmilərin sürətinin ölçülməsində əhəmiyyətli dərəcədə xətlər yaranır.

Beləliklə, nisbətən ucuz olmasını və növbəti ölçmələr aparmaq üçün işə hazırlığa ehtiyacın olmamasını nəzərə alaraq, üfüqi və ya müəyyən bucaq altında atılmış müxtəlif ölçülü mərmilərin ilkin sürətini ölçmək üçün optik üsuldan istifadə edilməsinin üstünlüyü müəyyən edilmişdir.

Müasir sürətölçən qurğularda mikroprosessor texnikasından və tətbiqi proqramlardan istifadə edilməsi, sxemotexniki, konstruktiv, eləcə də alqoritmik tədbirlər görməklə xətləri əhəmiyyətli dərəcədə azaltmağa imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Nəbiyev R.N., Qarayev Q.İ., Abbasov V.A. Ballistik sürətölçənlər / “Fevral məruzələri – 2019: Aviakosmik məsələlərin həllində gənclərin yaradıcı potensialı” IV Beynəlxalq elmi-praktiki gənclər konfransının materialları, Bakı, 27-28 fevral 2019, səh. 72-74.

2. Петренко Е.С. Некоторые технические особенности использования оборудования для измерения скорости пули / Специальная техника, 2003, 1, // <http://www.tairis.ru/publications/1453>.
3. Z. Chlebounová, J. Mare, J. Paták, Balistika mechanických a plynových stelných zbraní // <http://fyzsem.fjfi.cvut.cz/2009-2010/Zima09/proc/balistmech.pdf>
4. В.В. Надвоцкая, В.В. Тимофеев, И.Е. Кибяков, Анализ средств измерения скорости вылета снаряда боеприпаса при выстреле // Ползуновский альманах №4, 2018, с. 184-187.
5. Измерение скорости пули, <http://www.odinostrov.ru/hunting/stoti-ob-ohote/izmerenie-skorosti-puli/>
6. Acoustic methods for measuring bullet velocity. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0812/0812.4752.pdf>
7. Высокоточный доплеровский радар. Компания БЛМ Синержи, <http://blms.ru/doplerovski-radar>.
8. А.Д. Сидоров, Л.В. Корольков, Д.М. Моисеев и др. Измерение скорости в баллистическом эксперименте / Сборник статей по материалам XLII международной научно-практической конференции, Новосибирск, № 1 (38), Январь 2015 г.
9. Патент РФ № 20171109423, 21.03.2017. Способ измерения скорости снаряда на дульном срезе орудия и устройство для его осуществления // Опубликовано: 24.04.2018. Бюл. № 12. / Цыганков В.Ю., Полубехин А.И., Ильин Е.М. [и др.].

VELOCYMETERS APPLIED IN BALLISTIC INVESTIGATIONS

R.N. Nabiyev, G.I. Garayev, V.A. Abbasov

In article was analyzed methods based on the different physical phenomena, for measuring the velocity of a body thrown into the air, was shown the advantages and disadvantages of velocity meters used in ballistic measurements. As part of the analysis, methods for measuring speed by the help of ballistic pendulum, electric charge distribution, mechanical chronograph, Doppler Effect, as well as acoustic, inductive, induction and optical means are considered. It was noted that due to the use of microprocessors and application programs in modern velocity meters, errors can be reduced by adopting circuitry design, design and algorithmic measures.

Keywords: ballistics, initial velocity, base distance, timer, chronograph, Doppler effect, radar system, laser velocity meter, induction.

ИЗМЕРИТЕЛИ СКОРОСТИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Р.Н. Набиев, Г.И. Гараев, В.А. Аббасов

В статье были проанализированы методы, основанные на различных физических явлениях, для измерения скорости тела, выброшенного в воздух, показаны преимущества и недостатки измерителей скорости, используемых в баллистических измерениях. В рамках анализа рассмотрены методы измерения скорости с помощью баллистического маятника, распределения электрического заряда, механического хронографа, Эффекта Доплера, а также акустических, индуктивных, индукционных и оптических средств. Было отмечено, что за счет применения микропроцессоров и прикладных программ в современных измерителях скорости, погрешности могут быть уменьшены, путем принятия схемотехнических, конструктивных и алгоритмических мер.

Ключевые слова: баллистика, начальная скорость, базовое расстояние, таймер, хронограф, эффект Доплера, радарная система, лазерный измеритель скорости, индукция.