

Petya R. Petkova,
LASER WEAPON

Petya R. Petkova

"Vasil Levski" National Military University, Shumen, Bulgaria,
1 "Karel Shkorpil" str., petqpetq1997@abv.bg.

Abstract: In the report I checked the advantages and disadvantages of laser weapon, the king of laser and their application.

Keywords: laser weapon

ЛАЗЕРНОТО ОРЪЖИЕ

Петя Р. Петкова

Национален военен университет „Васил Левски“, Шумен, България, „Карел Шкорпил“ 1,
petqpetq1997@abv.bg

Съвременното огнестрелно оръжие въпреки широкото си приложение се характеризира с редица недостатъци. Част от които са:

- сложно устройство и голям брой движещи се части в оръжието;
- предизвикване на шум и пламък при произвеждане на изстрел, което от своя страна води до демаскиране на огневата позиция;
- ограничено количество на бойни припаси при бойците и машините, което води до постоянна необходимост от логистика;
- сравнително ниска скорост на летене на поразяващия елемент, което налага специални правила при стрелба по бързодвижещи се цели.

За отстраняването на тези и някои други недостатъци на огнестрелните оръжия, конструкторските бюра започват да търсят решение в принципи на базата, на които да създадат въоръжение за армията си. Едно от направленията, по които се работи е насочено към създаването на лазерните оръжия.

Лазерното излъчване оказва топлинно влияние на материала и може да го изпари при условие, че има голяма енергия. Същото може да се използва в космоса, в атмосферата и във водата. Неговото действие е почти мигновено на принципа "изстрел- поражение", понеже електромагнитният лазерен импулс се движат със скорост близка до тази на светлината - 300 000 km/s. Това създава условия за успешна стрелба по бързо движещи се цели. Моментът, когато те се фиксират и моментът, когато лазерното оръжие открива огън по тях, почти съвпадат. Това е особено изгодно при стрелба по бягащи бойци, по вертолети, самолети, ракети, т.е. при изграждане на всякаква отбрана, включително противовъздушна и противоракетна. Лазерното оръжие използва високоенергетично насочено електромагнитно лъчение, главно от оптичния диапазон, генерирано от различни по вид лазери. Неговото поразяващо действие по целта се определя от термомеханически и ударни импулсни въздействия, което с отчитане на плътността на потока на лазерно излъчване, може да доведе до временно или постоянно ослепяване на човек или механично разрушение (разтопяване или изпарение на корпуса на поразения обект (ракета, самолет и др.). При работа в импулсен режим едновременно, при достатъчно голяма плътност на

енергията, топлинното въздействие се съпровожда и с ударно въздействие, което обуславя възникване на плазма. Днес за бойно приложение се използват твърдотелни лазери (SSL, TTL), химически лазери, лазери на свободни електрони и рентгенови лазери с ядрено „напомпване“.

Твърдотелните лазери със самолетно базиране са предназначени за борба с балистични и крилати ракети, самолети и др. Последните твърдотелни лазери не са с лампово „напомпване“, а с „напомпване“ с лазерни диоди. TTL могат да генерират няколко дължини на вълните, което позволява да се използват не само за силово въздействие по целта, но и за предаване на информация (за откриване, разпознаване на цели и точна навигация на лъча на бойния лазер). Работи се и по създаване на рентгенови лазери, енергията на излъчването на които до 10 000 пъти превишава енергията на лазерите от оптичния диапазон и е способна да прониква през материал с голяма дебелина. Лазерното рентгеново устройство с „напомпване“ от маломощен ядрен взрив е отработено при подземни опити. То генерира импулс рентгеново излъчване с продължителност няколко ns в диапазона на дължини на вълните 0,0014 μm . За разлика от химическите лазери, които поразяват целите с кохерентен лъч за сметка на топлинното въздействие, рентгеновият лазер поразява целите по пътя на ударно импулсно въздействие, довеждащо до изпарение на материала от повърхността на целта.

Видове лазери използващи се за лазерно оръжие:

- въглеродно двуокисен газодинамичен лазер;
- химически лазери;
- ексимерни лазери;
- лазери със свободни електрони;
- рентгенови лазери;
- твърдотелни лазери.

Въглеродно двуокисен газодинамичен лазер – правилно е да се казва суперлуминесцентен излъчвател с молекулярно-термодинамично напомпване. Предимството на газодинамичния лазер е голямата мощност развивана в режим на непрекъснато излъчване. Тя може да достигне стотици kW в непрекъснат режим на работа. Недостатък е голямото количество консумирано гориво, габарити и маса. Основното им приложение е за поразяване на междуконтинентални балистични ракети (МБР) на ускоряващия участък и бойните блокове на МБР на трансатмосферния участък от траекторията.

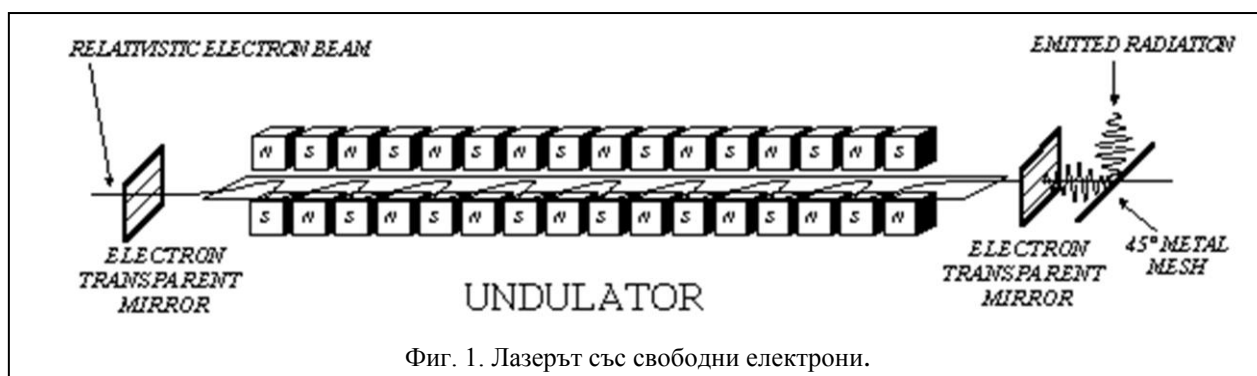
Химически лазери – същите могат да се монтират и на космически станции. Имат мощност до мегавати (MW). Пример са флуоро– водороден (HF) лазер; кислородо- йоден лазер (COIL); деутериево– флуорен (DF) лазер. Няма външен захранващ източник, а енергията се получава от химическа реакция на химически елементи. Могат да поразяват до 11 континентални и балистични ракети до с радиус до 500 km.

Ексимерни лазери – същите могат да работят както в импулсен, така и в непрекъснат режим. Излъчването при тях като правило е в ултравиолетовия диапазон (UV, UVB). Бойното приложение на ексимерните лазери с орбитално базиране е унищожаване на космически транспортни средства, бойни блокове на междуконтинентални ракети, вражески оръжия, комуникационни и разузнавателни системи с орбитално базиране, високо летящи атмосферни цели и др.

Мощността на бойните ексимерни лазери може да бъде от порядъка на десетки MW в импулсен режим за сметка на много малка продължителност на импулса. Енергията на единичен импулс може да достигне няколко kJ, което е достатъчно за разрушаване на стени на горивни резервоари, устройствата на телеметрията и на връзките, товарните отделения и др.

Лазери със свободни електрони – ЛСЕ е източник на кохерентно електромагнитно лъчение, чиято дължина на вълната може лесно и плавно да се изменя в широки граници, чрез пренастройването на някои параметри и който притежава рекордна пикова мощност. ЛСЕ могат да работят във всички спектрални диапазони: от инфрачервената област (FIR), през видимата, ултравиолетовото лъчение (UV), вакуумния ултравиолет (VUV), до рентгеновото лъчение (X-ray). На английски език терминът е Free Electron Laser (FEL).

Докато в традиционните лазери се използва стимулираното лъчение на електроните в атоми или молекули, в ЛСЕ се използва стимулираното лъчение на интензивен сноп от електрони, движещи се с релативистки скорости през едно постоянно във времето напречно магнитно поле с редуваща се полярност.



Устройството, в което се създава това постоянно и с редуваща се полярност напречно магнитно поле се нарича ондулатор (undulator). Периодът на изменение на магнитното поле в аксиално направление в един ондулатор е от порядъка на няколко сантиметра, а силата на магнитното поле е от порядъка на няколко десети тесла. Толкова силно и бързопроменящо се в пространството магнитно поле се създава от свръхпроводящи магнити. Напоследък широко разпространение получиха ондулаторите, използващи постоянни магнити от кобалтови сплави (SmCo_5 , $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$). В един ондулатор може да има неколкостотин и дори хиляди периода на магнитното поле. Известно е, че релативистки електрони, преминаващи през едно еднородно и постоянно във времето магнитно поле, се движат по дъга от окръжност, изпитват ускорение и следователно излъчват електромагнитно лъчение (спонтанно лъчение). Това електромагнитно лъчение се нарича синхротронно (СЛ). СЛ има уникални характеристики и намира многочислени приложения в науката и техниката. В един ЛСЕ електронният сноп, който се движи с релативистка скорост през ондулаторния магнит, служи за активна среда за усилването на външно електромагнитно лъчение (стимулирано лъчение). В ондулатора сумарното отклонение на електроните от аксиалната ос е равно на нула, а траекторията им е зигзагообразна, което води до силно СЛ.

Рентгенови лазери – рентгеновите лазери (X-ray laser, Xaser, XASER) работят в рентгеновата част на спектъра на дължина на вълната 10 \AA ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$). Интензивността на излъчване е $(10^{13} - 10^{15}) \text{ W/cm}^2$.

фокусирането на лазерното излъчване е проблем, защото оптиката в рентгеновия диапазон не работи. Затова източник на напompване тук е ядрения взрив. Рентгеновият лазер е устройство с еднократно действие. Ядреният взрив го разрушава, но $1 \mu\text{s}$ преди разрушаването лазерът излъчва импулс. Подходящи са за монтиране на космическа станция. Тези лазери могат да унищожават ракети при движение по балистични траектории.

Първият експериментален рентгенов лазер е построен и изпитан в щата Невада през 1981 г. Рентгеновият импулс е бил с продължителност 10 ns, дължина на вълната 1,4 nm, енергия на един импулс от порядъка на 100 kJ. Следователно развиваната мощност в импулса е 10 TW.

Ако целта се намира на повърхността на Земята, зад мощен атмосферен щит, да се поразят с лазер от оптичния диапазон е невъзможно. Рентгеновият орбитален лазер ще се справи с тази задача, освен това неговото лъчение може да премине през метрови бетонни плочи с дебелина няколко метра.

При зад атмосферни цели рентгеновото излъчване практически не се отразява от огледални метални щитове на противолазерната защита. Т.е. рентгеновият импулс унищожават щита и това, което се намира зад него.

Като мощен импулсен източник на твърдо рентгеново и гама излъчване може да служи ядрен или термоядрен взрив във вакуум. Както е известно, част от енергията на атмосферен ядрен взрив се губи за създаване на фронт на ударната вълна. Във вакуума където реално няма ударна вълна, практически цялата енергия на взрива се изразходва за електромагнитния импулс.

Твърдотелни лазери – твърдотелният лазер (лазерът с твърдо тяло) е лазер, използващ усилваща среда, която е твърда, а не течна като например при лазерите с разтвори на органични багрила, или газова, както в газовите лазери. Лазерите на основата на полупроводници са също с твърдо тяло, но по принцип биват считани за отделен клас твърдотелни лазери (напр. лазерен диод). Обикновено активната среда на твърдотелните лазери се състои от стъкло или материал за кристален „субстрат“, към който е добавен „легиращ примес“ като неодим, хром, ербий или итербий. Много от обикновените легиращи примеси са редкоземни елементи, тъй като възбудените състояния на такива йони не са свързани с топлинното трептене на техните кристални решетки, а техните прагове на лазерна генерация могат да бъдат достигнати при относително ниски степени на напompване на лазера.

Сега вече мощността на лазерите в импулсен режим достига до няколко гигавата (GW) при продължителност на импулса до няколко фемто (femto) секунди (fs), с което се увеличава разстоянието на поражение.

Особеностите, които трябва да се отчетат при проектирането на лазерните оръжия, са следните:

- лазерният лъч не се влияе от гравитационното поле на Земята;
- затихването на лазерния импулс в атмосферата;
- отражението на лазерния лъч от металните повърхности, огледала и др.;
- действието на лазерния лъч зависи от времето на облъчване;
- разсейването на лъча от различни влияния;
- трудност за генериране и формиране на паралелен лъч;
- Лазерното оръжие може да се използва за поражения освен върху техниката и оптико - електронните прибори и така и върху живата сила (главно поражение на очите).

Предимствата на лазерното оръжие са следните:

- лазерното оръжие се характеризира със добри параметри (отсъствие на пламък, дим и звук);
- практически мигновено действие, лъчът се разпространява със скоростта на светлината;
- възможност за приложение в пределите на пряката видимост;
- ефективно е действието на лазерното оръжие в космоса;
- изстрелът с лазерно оръжие е многократно по евтин от традиционното оръжие;
- лазерното оръжие не предизвиква силни експлозии, не оставят следи, парчета и части, които да могат после да бъдат анализирани;

- пораженията са локализирани и е трудно да се установи откъде и кой ги е предизвикал.
Лазерното оръжие поради мигновеното действие е подходящ за поразяването на :

- бягащи бойци;
- вертолети;
- самолети;
- ракети.

Най-общо казано при изграждане на всякаква отбрана, включително противовъздушна и противоракетна.

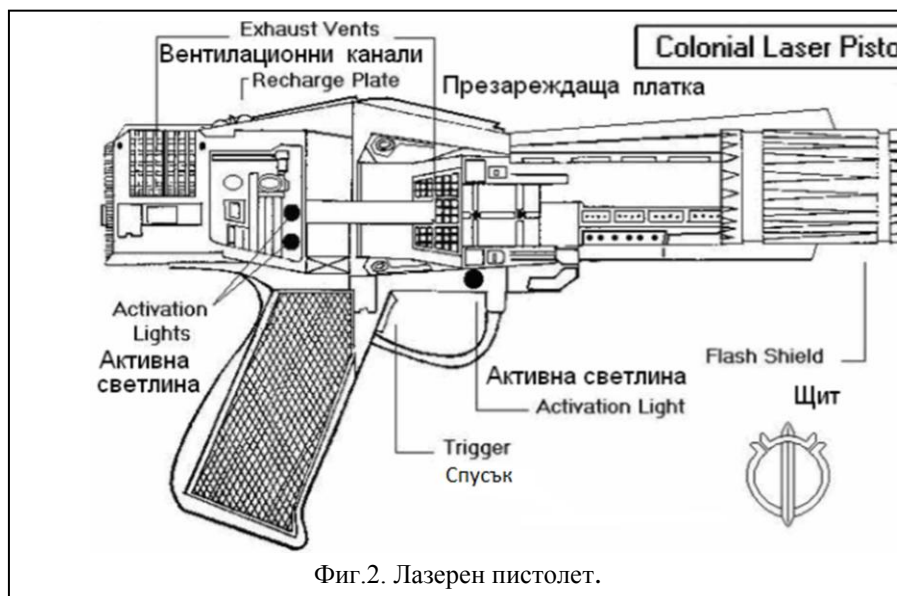
Недостатъците на лазерното оръжие са:

- трудна навигация и изменение на траекторията на лъча;
- намаляване на действието, вследствие затихване и разходимост на лазерния лъч на големи дистанции;
- разсейване на лъча при преминаване през облаци, мъгла, дъжд, сняг и прах.

Приложение:

- Лазерни пистолети.

В сравнение с традиционните пистолети лазерните пистолети имат повисока далекобойност, по- висока точност и не издават звук, светлина и дим при изстрел. При лазерните пистолети се използват матрици от фазово синхронизирани диодни лазери (Phase-locked diode laser arrays). Те са съставени от диодно напompвани твърдотелни микролазери (DPSS microlasers). В случая се използват диодно напompвани YAG лазери, които работят в импулсен режим. С лазерните пистолети на разстояние 2,5 km се получава плътност на енергията 1,08 kJ/cm² и температура повече от 400° C.



- Лазерна пушка. Лазерен бластер Laser blaster.

Бластер означава взривател, но под лазерен бластер се разбира често лазерна винтовка, лазерен пистолет и др.



Фиг.3. Лазерна пушка

Опитите за подмяна на огнестрелните системи с лазерно оръжие датират още от 60-те години на XX век. Но разработените до този момент лазерни пушки имат множество недостатъци и не могат да се конкурират с традиционните системи [3].

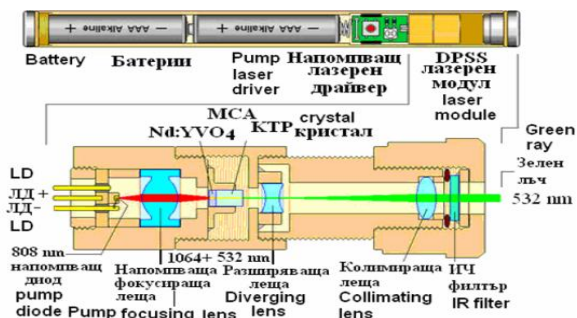
Един от последните прототипи е лазерна карабина с несмъртоносно действие, наречена PNaSR (Personnel Halting and Stimulation Response), разработена в научноизследователския институт на ВВС на САЩ. Тя е предназначена за борба с безредици и е първото в света индивидуално лазерно оръжие. PNaSR генерира лазерно излъчване с две различни дължини на вълните. При попадане в очите лазерният лъч от карабината предизвиква временно ослепяване на противника, неизбежно съпроводено с психологически шок. В резултат облъченият губи възможност за ориентация в пространството и за по-нататъшни активни агресивни действия. Произвеждането на “изстрелите” е напълно безшумно, което не позволява демаскиране на източника на излъчване и допълнително провокиране на тълпата от това. Ефектът от лазерното въздействие отминава, без да оставя трайни увреждания върху зрението. Първите два експериментални прототипа на PNaSR в момента преминават изпитания в лабораторията на американските ВВС в Тексас. Скоро се очаква на тестове да бъде подложен и усъвършенстван прототип на лазерната карабина, снабден с далекомер и позволяващ на стрелца да регулира силата на излъчването [3].



Фиг. 4 Лазерна карабина PNaSR (Personnel Halting and Stimulation Response).

- Лазерна показалка, Laser pointer.

Зелен лазерен лъч може да се получи от кристал KTP/YAG (итриевоалуминиев гранат), генериращ на втора хармонична (SHG)- 532 nm, напompван с диод на 1064 nm или от кристал Nd:YVO/KTP.



Фиг. 5. Лазерна показалка.



Фиг. 6. Лазерна показалка.

Джобеният лазер изпраща опасен лъч на разстояние 193 километра, който може на това разстояние да спуска надут балон с тъмен цвят и да запали кибрит или хартия. Това могат даже „средни-

те" модели с мощност на лъча 75-125 mW (значително по-малко от най-мощния им модел), стига лъчът да се задържи на едно място 5-10s.

- Лазерна граната, Laser grenade.

Сфера от прозрачна, високо устойчива на удар пластмаса, изпълнени с малки, но фокусирани лазери, които могат да сочат към всяка точка от сферата. След задействане лазерите излъчват през сферата в бърза последователност с 360° покритие. Може да се използват в малки затворени помещения поради 10-метровия им обхват.



Фиг. 7. Лазерна граната

- Лазерно насочване, Laser guidance.

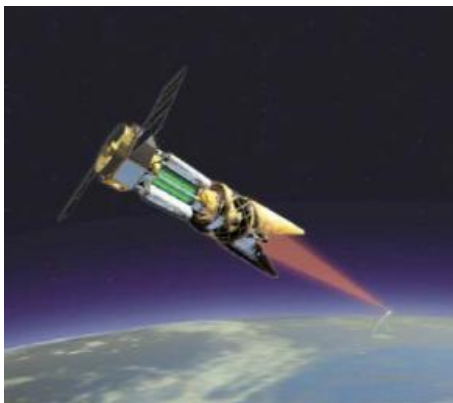


Фиг. 7. Глава на бомба с лазерно насочване GBU – 24.

Тук става въпрос за използване на лазерите за целенасочване. В цивилния живот има много устройства с лазерно насочване - термометри, ролетки, линеали, прободни триони, bar-code четци, електронни преводачи и др. В много съвременни автомобили се използва тримерна GPS система с лазерно насочване. Също така има възможност за извеждане на данните от измерителните прибори (скоростомер, километраж) на предното стъкло. Това позволява на водача да ги вижда с периферното си зрение, без да се отвлича от пътната обстановка. Тази идея е използвана от създателите на уникална система за GPS навигация с название Virtual Cable. Системата използва лазер, лещи и движещо се огледало, което проектира лазерна показалка на стъклото. Картината действително е триизмерна и не е възможно да объркате маршрута. Във военната техника има оръжие като бомби с лазерно насочване (LGB, LLLGB), снаряди и ракети с лазерно насочване, огнестрелно оръжие с лазерно насочване. Има ракети, кораби, самолети, совалки с лазерно насочване.

- Лазерни технологии в космоса, Laser technologies in space.

Приложение на лазерните технологии: лазерни глави за пробиване на отвори в космически обекти, лазерно изчистване на космически боклуци чрез лазерна пушка, лазерно оръжие, лазерни пушки за унижаване на спътници, навигация, измерване, антени, наблюдение, лазерни връзки, противоракетни лазерни комплекси с космическо базиране, лазерна обработка на материали в космоса, буксири с лазерен двигател за космоса, лазерни системи за скачване на космически кораби и др.



Фиг. 8. Космически лазер

Във военната индустрия лазерно оръжие се произвежда от различни държави. Например:

- Съединени Американски щати произвеждат химическия лазер ATL (Advanced Tactical Laser), който е кислородно-йоден (COIL) се монтира на борда на самолет C-130H. Лазерната стрелба се извършва през отвор с диаметър 125 cm. Лазерът има мощност няколко MW и далекострелност до 400 km. Лазерно оръжие има и на самолети C-135, B-52, „Боинг 747- 400F” и др. Американската агенция по перспективни разработки (DARPA, Defence Advanced Research Projects Agency) разработи ново лазерно оръжие (High Energy Liquid Laser Area Defence System, HELLADS) за самолет изстребител за унищожаване на ракети от разстояние десетки km. Теглото на лазерната система е 750 kg с охлаждането и заема обем 2 m³ . Лазерното оръжие се монтира на самолети, безпилотни самолети, въртолети, ракети, кораби, катери, самолетносачи, подводници, спътници, космически кораби, совалки, бронетранспортъори, танкове, джипове и др. Лазерното оръжие може да се използва за разгонване на демонстрации в градски условия.

Заклучение

Проектирането на лазерни оръжия е крачка към нова епоха, но навлизането в нея крие доста пречки. Лазерните оръжия се отличават с добри възможности за поразяване на различни видове цели, но крият и своите недостатъци. Трудностите при проектирането на лазерното оръжие крие доста специфични изисквания, с които е нужно проектантите да се преборят. Лазерното оръжие превъзхожда по критерии огнестрелните оръжия и е по- лесно за използване. Въпрос на време е лазерните оръжия да навлезнат в ежедневието на съвременния войник.

References

1. Antonov S.I., Tsonev T.G., Possibilities for automation of designing elements of small arms using CAD/CAM/CAE systems, Collection of papers: „Defense And Security, Mechanical Engineering And Military Technology, Communication And Computing Technologies, Social Science“, Shumen, Bulgaria 2016, p.p. 319-

324, “Vasil Levski” National Military University - Artillery, Air Defense and CIS Faculty, Shumen, Bulgaria, ISSN 2367-7902.

2. Давидов К. С., Цонев Ц. Г., Оръжейна подготовка за охранителни фирми и частни детективи, ВСУ „Черноризец Храбър“, В. 2013, ISBN 978 – 954 – 715 – 610 – 4.

3. Колев И. С., Колева Е., Видове лазерно оръжие. Принципи на работа. Параметри. Действие на лазерното оръжие върху човешкия организъм., ТУ- Габрово, http://s2b.mon.bg/i/optika_elektronika_gabrovo/G7_lazerno_orazhie_Ivan_Kolev.pdf, 10. 07. 2019г.

4. Цонев Ц. Г., Давидов К. С., Основи за устройството на стрелковото оръжие – част I, Ш., 2013, ISBN 978 – 954 – 9681 – 53 – 6.