

## Общи изисквания при проектиране на ръкохватки за силов захват с цяла длан. класификация

Зоя Цонева, Соня Върчинска

**Abstract:** Human requirements are becoming higher and the need for high quality functional and ergonomic handles grow continuously. Therefore, pay special attention to the topic of ergonomic design of handles.

*This article will examine the most common types of handles, namely handle grip on power with the whole palm, their functions, how to catch by hand, the direction of the forces they are exposed to and how that determines their form and derive criteria design and evaluation.*

**Key words:** Handle, Ergonomy, Ergonomics and Design, Power grip handle.

### ВЪВЕДЕНИЕ

От както човекът съществува на земята, използва всякакви инструменти като ги хваща с ръка. Най-ранното използване на предмети датира от преди 2,6 милиона години. По това време Homo habilis използва малки кръгли камъни с един режещ ръб. Към края на късния палеолит преди 50 000 – 30 000 години, камъните използвани като сечива станали все по-съвършени. Употребата на предмети се смята за белег на интелигентност. Развива се теорията, че използването на инструменти стимулира развитието на човешкия мозък. Увеличаването на потреблението на различни предмети, дава възможност за лов и консумиране на по-качествена и по-богата на енергия храна от растителната. Установено е, че човешкият мозък е изключително енергоемък орган и консумира около една пета от енергията необходима на човек за ден [1]. Разбира се всеки от инструментите има обособено място за хващане с ръка. Така може да се каже, че ръкохватките са стари почти колкото света. Първите представители са били приспособявани, така че просто да не нараняват ръката на ползвателя на инструмента и донякъде да спомагат за по-лесното изпълнение на задачата за която са били предназначени (виж фиг.1).

Първите инструменти били изработвани от камък, кремък, кост или дърво. Човекът е бил винаги устремен да подобри инструментите си функционално, да защити себе си, близките си и да постигне с това по-добър начин на живот.

Инструментите били изработвани според индивидуалните изисквания на ползвателя и в последствие непрекъснато усъвършенствани.



**Фиг.1.** а) б). Артефакти от инструменти намерени в Тексас, използвани в периода от преди 13 200 до 15 500 години[А].

в) Брадва и колчан със стрели използвани през медната епоха в Европа [Б].

Към съвременните ръкохватки се предявяват изисквания да отговарят на антропометричните и физиологичните характеристики на човешката ръка. Формата трябва да съответства на начина на захващане - с пръсти или с длан.

Неправилно проектираните ръкохватки могат да доведат до Мускулно скелетни смущения (МСС) при ръката, получаващи се от дейности свързани с наранявания и синдром на карпалния тунел. Тези заболявания са скъпи за лечение, много разпространени и същевременно най-предотвратими. На работните места в Европа, загубите възлизат на повече от 647 000 загубени работни дни годишно (според данни на OSHA[2]). Такива увреждания могат да бъдат предотвратени или най-малкото силно намалени чрез създаване на подходящ ергономичен дизайн на ръкохватките като цяло.

В тази статия ще се разгледат най-често срещаните видове ръкохватки, а именно ръкохватки за силов захват с цяла длан, техните функции, как се хващат с ръка, посоката на силите на които са изложени и как това обуславя тяхната форма, като се изведат критерии за проектиране, и оценяване.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

При проектирането на ръкохватка трябва да се знае каква работа ще се извършва тя. Съществуват два основни захвата:

1. Захват при големи и тежки предмети;
2. Захват за малки и леки предмети, за извършване на прецизна работа.

### Класификация на формата на ръкохватки за силово хващане с цяла длан:

- Цилиндрични - най-често използвани, имат цилиндрична или близка до цилиндричната форма (фиг.2.а.);
- Сферични или крушовидни – това е другата основна форма на ръкохватките хващани с цяла длан. Този вид се среща най-често в ежедневието при бравите на вратите или при лостове задвижвани с дланта на ръката, като скоростния лост при автомобилите (фиг.2.б.);
- Съставни – това са ръкохватки съставени най-често от две цилиндрични части. Като пример може да се посочи обикновената ножица (фиг.2.в.);
- Специални.



**Фиг.2.** Видове ръкохватки за силово хващане с цяла длан

а) Ръкохватка с цилиндрична форма б) Ръкохватка със сферична форма в) Съставна ръкохватка

Значение при дизайна на ръкохватките има и посоката на прилагане на силата при експлоатация. Силите на които могат да бъдат изложени ръкохватките при експлоатация са на опън или натиск. Понякога тези сили могат да работят и в двете посоки, като при ножиците. Ръкохватките използвани при ръчни инструменти, могат да работят и на усукване, например при отвертки.

Много често контактът на ръкохватката с ръката е твърде неудобен, неточен и направо опасен.

Основните изисквания при проектиране на ръкохватки:

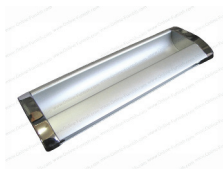
- Подходящ диаметър и форма, за да може ръкохватката да бъде хваната в оптималния за нейната функция захват и сцепление;
- Достатъчна дължина, за да може ръкохватката да бъде хваната с една или две ръце;
- Сили които може да понесе ръкохватката и посока на действието им.
- Клирънс (свободно пространство, луфт) на ръкохватката. Под клирънс се разбира разстоянието между ръкохватката и корпуса, за който е захваната.

При проектирането се предявяват и някои допълнителни изисквания като:

- Подходящо покритие и текстура на ръкохватките:
  - ✓ Препоръчителна е употребата на гумирано поресто покритие, против приплъзване. Дебелината на слоя трябва да е подходящ, тъй като, ако е по-голям е възможно при използването му да се постигне обратен на желанието ефект. Вместо намаляване на силите при захващане, по-голямо сцепление и по-малко приплъзване - голямото усилие, необходимо за силов захват и потъване на пръстите на ръката в ръкохватката.
  - ✓ При липса на покритие, да се използва подходяща рифеловка, която не благоприятства плъзгането на ръката, както и възможност за лесно почистване на ръкохватката.
  - ✓ При проектиране на неотговорни ръкохватки с голяма доза декоративна функция се допускат гланцирани и огледални повърхности, като неподходящото покритие и текстура се компенсират с функционална форма.
- Покритието или материалът от който са изработени ръкохватките трябва да е с малък коефициент на топлопроводимост при ръкохватки използвани във високотемпературни процеси или производства.
  - Вкопаване на ръкохватките и разполагането им във вътрешни нефункционални пространства, например при вратите на автомобили или шкафове. С този дизайн се намалява възможността за случайно задействане на ръкохватките, както и случайно закачане по дрехите на потребителите (фиг.3).
  - Подходящо тегло;
  - Понякога се предлагат и хребети (нагъвания) за пръстите, по повърхността на ръкохватката.



а)



б)



в)

**Фиг.3.** Вкопани ръкохватки

а) Вкопана ръкохватка на автомобил [Г] б) Вкопана ръкохватка за кухненско обзавеждане [И]  
в) Вкопана ръкохватка в корпуса на лодка [К]

## КОМЕНТАР

Първото изискване при проектирането на цилиндрична ръкохватка за силов захват е тя да е с подходящ диаметър, за да може пръстите да я обхванат снопово, а дланта да прилепне плътно по нея.

**Таблица 1.** Препоръчителен минимален диаметър на ръкохватки в зависимост от тежестта на артикула.[4]

Тегло на артикула	Минимален диаметър
До 6,8 кг.	D= 6 mm
От 6,8 до 9,0 кг.	D= 13mm
От 9,0 до 18 кг.	D=19mm
Над 18 г.	D= 25mm
T - образна ръкохватка	D=13 mm

Според едно проучване на НАСА, (MIL-STD-1472C) по инженерен дизайн на оборудване и съоръжения, е препоръчително при силов захват на ръкохватки, палецът и показалецът на ръката, захващайки ръкохватката да се прекрият с около 5 мм. А също така се споменава, че захващането се смята за ефективно ако пръстите могат да се обвият около цилиндричната част на ръкохватката с минимум 2/3π rad или около 120° или повече [4].

В същият документ на НАСА е изведена и корелационна зависимост между диаметъра на ръкохватката и тежестта на артикула, който ще се пренася с нея. Стойностите може да се видят в таблица 1.

След направен експеримент и регресионен анализ двама учени Yong-Ku и Brian Lowe намират, че максималния субективен комфорт при цилиндрична ръкохватка със силов захват е във функция от дължината на дланта на потребителя. Оптималния диаметър на ръкохватката се получава като 19,7% от дължината на дланта или по-точно като разстоянието от гънката на китката до върха на средният пръст [6].

В таблица 2 са представени препоръчителните диаметри на ръкохватките, които са разделени на три групи S, M и L, съответно малък, среден и голям размер. Направено е и разделение на ръкохватки за мъже и жени. Трябва да се направи уточнението, че с S е отбелязана групата от 5-ти до 30-ти перцентил. С M, групата от 30-ти до 70-ти перцентил и с L– групата от 70 до 95 перцентил. За съпоставка, в лявата графа на всяка група от таблицата за жени и съответно мъже са представени препоръчителните размери на ръкохватките, а в дясната страна диаметърът на обхвата на ръката по БДС 15591-82 и БДС 15592-82, като това е максималния захват, при който се допират пръстите на палеца и показалеца.

**Таблица 2.** Препоръчителни размери на ръкохватките за увеличаване на субективния комфорт[6,7,8].

Препоръчителни стойности за диаметър на ръкохватки. [mm].				
	жени		мъже	
	Диаметър за максимално субективен комфорт	Диаметър на максималния обхва на ръката	Диаметър за максимално субективен комфорт	Диаметър на максималния обхват на ръката
<b>S</b>	31,5 – 33,4	36	34,4-36,6	39
<b>M</b>	33,4-35,5	39	36,6-38,6	41
<b>L</b>	35,5-37,4	40	38,6-40,3	43

Препоръчителните сиди за използването на ръкохватки, в зависимост от преместването и честотата на използването им са следните:

- Силата която е необходима за използването на ръкохватките хващани с пръсти е от 10N, но не повече от 30N.

- Силата необходима за използването на ръкохватки захващани с цялата длан е от 20N и варира да 40N.
- При ръкохватка обслужвана с цялата длан и предмишницата допустимата сила е от 30 до 60N,
- Силата необходима за използването на ръкохватки захващани с цялата ръка е от 60N и варира да 150N, а за ръкохватка която ще се използва и от двете ръце едновременно силата е от 90 до 250N.

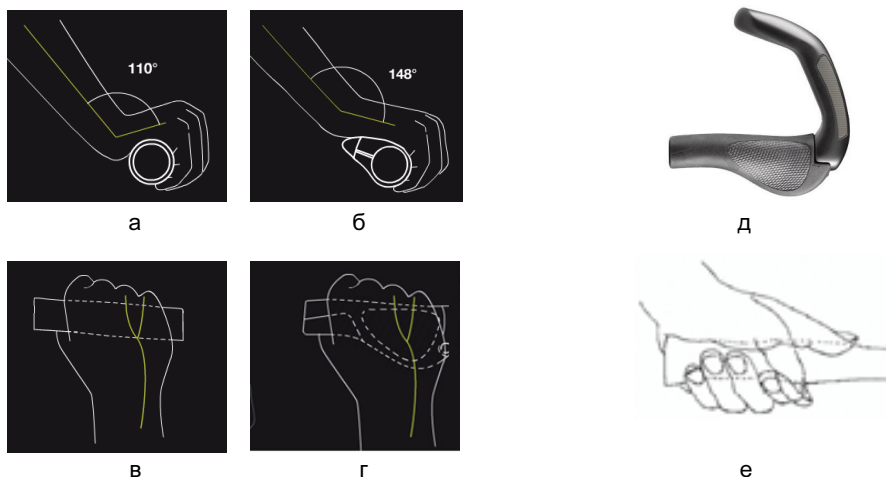
**Таблица 3.** Препоръчителни размери на ръкохватки по БДС в зависимост от формата и начина на хващане [5].

Форма на ръкохватката	Диаметър [mm].		Дължина [mm].	
	Граничен	Оптичен	Граничен	Оптичен
Цилиндрична	От 20 до 40	28	От 80 до 130	100
Сферична	От 35 до 50	40	От 40 до 60	50

Основни препоръчителни размери на ръкохватките на лостове за управление, в зависимост от тяхната форма и начин на захващане, като и силите приложени към тях, могат да се видят в таблица 3. Тези стойности са изведени от БДС 14698-78 [5].

Силите действащи на ръкохватките могат да работят в няколко направления – на опън, натиск, т.е. на трансляция, също така могат да работят и на усукване. Някои от ръкохватките могат да работят и при ротационни натоварвания.

Най-общо може да се каже, че когато ръкохватките със силов захват са натоварени на опън, т.е. с тях се пренася някаква тежест е добре палецът да обхваща ръкохватката и дори да се прекрива с показалеца - фиг.2.а. Когато ръкохватката работи на натиск, добър ход е и палецът да остане изпънат по продължение на оста на цилиндричната част на ръкохватката - фиг.4.е. По този начин, голяма част от силите ще се поемат от мускулите в горната месеста част на дланта. Подобни ръкохватки с форма близка до цилиндричната се използват при ергономично проектираното кормило на велосипеди. Виж фиг.4.а,б,в,г,д. При тях силата на натиск се поема от горната месеста част на дланта, но се запазва силовия захват с радиално разположение на палеца.



**Фиг.4.** Ръкохватка на велосипед и начин за захващане в зависимост от формата [В, Д, 3]

В таблица 4, могат да се видят минималните препоръчителни стойности на дължината на ръкохватката, съобразени с антропометричните стойности за широчина на дланта.

Не на последно място при проектиране на ръкохватките роля има клирънсът на ръкохватките. За целта ще използваме стойностите за максимална дебелина на дланта при основната става на третият пръст представени в таблица 5.

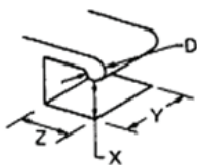
**Таблица 4.** Антропометрични стойности за широчината на дланта [9]

Антропометрични стойности за широчината дланта за възраст 16-65 години, [mm].			
Измерения	P5	P50	P95
Ширина на дланта, [mm]	78	87	95
	69	76	83

**Таблица 5.** Антропометрични стойности за максимална дебелина на дланта при основната става на третият пръст [7,8]

Антропометрични стойности за максимална дебелина на дланта при основната става на третият пръст, [mm].			
Измерения	P5	P50	P95
Мъже	24	28	33
Жени	20	24	29

Дълбочина на ръкохватката (на фиг.5.а. размер z), се определи по дължината на показалеца, по таблица 6. Разстоянието от ръкохватката до корпуса , т.е. клирънса (на фиг.5.б. размер x), или вкопаването на ръкохватката, се определя по максималната дебелина на дланта при основата на ставата при третия пръст, по таблица 5.

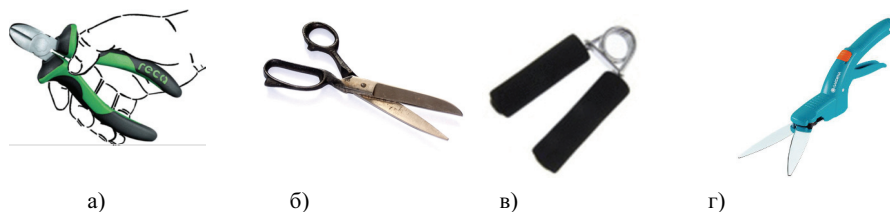


**Фиг.5.** Вкопана ръкохватка – размери

**Таблица 6.** Антропометрични стойности на дължината на показалеца на възраст от 16 до 65 години [9]

Дължината на показалеца на възраст от 16 до 65 години, [mm].			
Измерения	P5	P25	P95
Мъж	64	72	79
жена	60	67	74

На фигура 6 е представен снимков материал на последният вид ръкохватки включени в класификацията. Това са съставните ръкохватки. Най-често те са двукомпонентни.



**Фиг.6.** Съставни ръкохватки

а)клещи; б)ножици; в)фитнес уред; г) градинска ножица за храсти[Е,Ж,З]

Силите действащи върху тези инструменти са комплексни – на опън и на натиск, съответно мускулите на ръката работят на екстензия и флексия.

Размерите за проектирането им вече бяха разгледани по-горе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Човешките изисквания за удобство и комфорт стават все по-високи и нуждата от използването на функционални и висококачествени ергономични ръкохватки расте непрекъснато. Затова отделяме специално внимание на темата за проектиране на ръкохватки.

От значение за превенция на здравето на работниците е не само високата производителност на инструментите, но и висококачествения ергономичен дизайн.

Благодарение на развитието на ергономията, стана възможно подобряването на условията на труд, а честотата на травмите и нараняванията в следствие на некачествено проектирани ръкохватки на инструменти е намалела значително.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Gibbons, Ann. Solving, The brain's energy crisis. // *science* 280 (5368). 1998. doi:10.1126/science.280.5368.1345. С.1345-47. <http://bg.wikipedia.org/wiki/Еволюция>
- [2] Dennis A. Attwood, Joseph M. Deeb and Mary E. Danz-Reece, *Ergonomic Solutions for the Process Industries*, Copyright- 2004 Elsevier Inc. All rights reserved, ISBN: 978-0-7506-7704-2 [http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws\\_home/710899/description#description](http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws_home/710899/description#description)
- [3] Patkin Michael, Check-List for Handle Design [http://mpatkin.org/ergonomics/handle\\_checklist.htm](http://mpatkin.org/ergonomics/handle_checklist.htm)
- [4] MIL-STD-1472C, Notices 1 and 2 Human Engineering Design Criteria for Military Systems, Equipment and Facilities, DOD, C Revision 05/02/81, (Notice 3 3/17/87). фигура 48, стр. 197; NASA-STD-3000 18
- [5] БДС 14698-78 система „Човек-машина“. Лостове за управление. Общи ергономични изисквания.
- [6] Yong-Ku, Brian D. Lowe, Optimal cylindrical handle diameter for grip for cetasks // *International Journal of Industrial Ergonomics* Volume 35, Issue 6, June 2005, Pages 495-507, <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814104002148>
- [7] БДС 15591-82 Система по ергономия. Показатели антропометрични на българското население мъже от 16 до 55- годишна възраст
- [8] БДС 15592-82 Система по ергономия. Показатели антропометрични на българското население жени от 16 до 55- годишна възраст
- [9] Pheasant, S (1998) *Bodyspace. Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work.* (2nd Ed.) London: Taylor & Francis ISBN 0748403264, <http://www.ergonomics4schools.com/lzone/tools.htm>

## СНИМКИОВ МАТЕРИАЛ

- [A] <http://idi.bg/blogs/view/blog/1462>
- [Б] [http://www.age-of-the-sage.org/archaeology/ot\\_zi\\_the\\_iceman.html](http://www.age-of-the-sage.org/archaeology/ot_zi_the_iceman.html)
- [B] [http://www.babawheels.com/ultimate\\_electric\\_skateboard\\_with\\_adjustable\\_handle\\_bar](http://www.babawheels.com/ultimate_electric_skateboard_with_adjustable_handle_bar)
- [Г] <http://www.google.bg/imgres?imgurl=http://76.my/Malaysia/waja-door-handle-1003-12-chyee1986%4011.jpg&imgrefurl>
- [Д] Ergonomics for cyclists. Perfectly realized. <http://www.ergon-bike.com/us/en/ergonomics>,
- [E] <http://svejo.net/949838-rukohvatki-za-predmishnica-za-8-00lv-yxa-bg>
- [Ж] <http://www.newsrealblog.com/2011/01/19/abortion-doctor-facing-murder-chargers-after-killing-7-babies-with-scissors/>
- [3] <http://www.gardena.com/bg/campaigns-and-innovations/innovations/gardena-1142/>
- [И] [http://www.online-furnish.com/product\\_list.php?idcategories=178](http://www.online-furnish.com/product_list.php?idcategories=178)
- [К] <http://forum.fishing-mania.com/viewtopic.php?t=2544>

**За контакти:**

Гл.ас.инж. Зоя Цонева, Катедра „Индустириален дизайн“, ТУ-Варна,  
тел.0897053006, e-mail: [zoya\\_tsoneva@abv.bg](mailto:zoya_tsoneva@abv.bg)

Гл.ас. д-р Соня Въчинска, Катедра „Индустириален дизайн“, ТУ-Варна,  
тел.0887569982, e-mail: [sue2002@abv.bg](mailto:sue2002@abv.bg)

Статията е разработена с подкрепата на проект НП-20/2011 на ТУ-Варна  
„Разработване на помощни средства и визуални модули за обучение и  
изследователска работа при ергономична оценка на работната среда и интернет  
пространството“.

**Докладът е рецензиран.**