

## ПРИЛОЖЕНИЕ МЕТОДИТЕ ЗА ТЕРМОВИЗИОННА ДИАГНОСТИКА ПРИ АНАЛИЗ НА ЕРГОНОМИЧНОСТТА В ДИЗАЙНА НА РЪКОХВАТКИ ЗА ПРЕНАСЯНЕ НА БУТИЛКИ ЗА МИНЕРАЛНА ВОДА

Зоя Цонева

**Abstract:** The article is a study ergonomics in the design of the most widely used handles for carrying ten liter bottles of mineral water. For the purposes of assessment methods are used DITI diagnostics.

**Key words:** ergonomic evaluation grip handles power, thermal imaging diagnostics.

### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Мускулно-скелетните смущения (МСС) са най-честата причина за свързаните с труда заболявания в Европа. Почти 24 % от работещите в 25-те държави - членки на ЕС съобщават за болки в гърба, а 22 % се оплакват от болки в мускулите. И двете състояния са по-широко разпространени в новите държави-членки, съответно 39 % и 36 %. Те причиняват физически страдания и финансови загуби на работещия. МСС могат да бъдат предотвратени посредством оценка на дейностите, въвеждане на превантивни мерки и проверка дали тези мерки са ефективни [1].

Работодателите поемат отговорността да осигурят здравословни и безопасни условия на труд на работниците по време на работа по силата на „Закона за Здравословни и Безопасни Условия на Труд“, а „Наредба 16 за физиологични норми и правила за ръчна работа с тежести“ на МЗ и МТСП, регламентира товарите и разстоянията на които е позволено да се пренасят те, както за мъже, така и за жени и младежи.

Ако за работното място всичко това се регламентира със закони и наредби, то извън него, грижата за здравето е единствено в ръцете на гражданите. Често оправдание за неподходящо и неергономично проектираните ръкохватки е, че това са само опаковки, следователно са за еднократна употреба и не е необходимо да им се обръща такова голямо внимание.

За дизайна на опаковките на продуктите грижа имат единствено дизайнерите им, като често те не се съобразяват с ергономичните изисквания, а само с технологичните ограничения. Липсва регулаторен орган, който задължително да се произнася за

качеството на ергономичността в дизайна и да я изисква, особено когато става въпрос за продукти с масова употреба.

В настоящата публикация е направена оценка на ергономичността на ръкохватки за пренасяне на десетлитрови бутилки за минерална вода, често употребявани в домакинствата нееднократно.

За целите на оценката е използвана термовизионна диагностика.

### 2. ИЗЛОЖЕНИЕ

За по-голямо удобство, в бита се предпочита покупка на голямо-литражна бутилка с вода два, три пъти седмично, като нерядко с тази задача се заема домакинята. Големите пластмасови бутилки с вода разполагат с ръкохватка, за по-лесно пренасяне. Със сигурност пренасянето ще е по-лесно, отколкото, ако ръкохватка изобщо липсваше, но дали тя не вреди повече отколкото помага?

При пренасяне на подобна тежест, пряко влияние върху тялото на човека, съществува не само в контактната зона с ръкохватката, но се наблюдава и върху цялата му физика, тъй като за пренасянето на тежести от 7-11 килограма, участва цялата мускулно-скелетна система. Тежести от този порядък предизвикват извиване на цялото тяло и могат да провокират Мускулно-скелетни смущения. Следователно наранявания могат да се получат не само в областта на ръката и рамото, но ако тежестта е по-голяма за ресурса на индивида и в лумбалната област.

Често уврежданията на гърба в лумбалната област възникват не при особено големи натоварвания, а при продължително, неправилно поддържана работна поза. Следователно продължителността на

„ръчната работа с тежести“ е от решаващо значение за риска от увреждания [2].

От друга страна дизайна на ръкохватките при опаковките за голямо-литражни бутилки с минерална вода често е с неергономична форма и предизвиква впиване в плътта на ръката в контактната област и частично намаляване на кръвотока. Тежестта се разпределя между средните, проксималните и метакарпалните фаланги на ръката, като основната тежест се поема от проксималните (фиг. 1). Често след пренасяне на подобни тежести с някоя от предлаганите на пазара ръкохватки, се наблюдава временно неправилно оросяване, изтръпване и побеляване на ръката в контактната област с ръкохватката, съпроводено с временно обездвижване и последващо трудно раздвижване на пръстите.



Фиг. 1

Според Наредба №16 за физиологични норми и правила за ръчна работа с тежести, при пренасяне на товар до 2 м, теглото му не трябва да превишава 15 килограма за жени и 50 килограма за мъже. А при преместване на товар до 30 метра се изисква пренасянето да се извършва само от мъже, при максимална тежест 30 кг. Трябва да се спомене, че тези норми се отнасят за единични товари. Освен това, теглото (на товара) трябва да се намали, ако при повдигането му се получава извиване на тялото. Важно е да се отбележи, че в наредбата се препоръчва при пренасяне на подобни товар да се предвиди почивка на всеки 10 метра. В противен случай е необходимо намаляването му.

Разбира се едва ли някой от обикновените граждани би взел предвид тези

изисквания, след като не всички познават тази наредба. Биха се съобразили с нея само на работното си място, защото там го изискват. В такъв случай се очаква производителите на опаковки да вземат присърце този проблем и да не допускат възможността чрез производството на неподходящи опаковки, и ръкохватки към тях, да спомогат за поддържането на и без това високото ниво на заболявания свързани с Мускулно-скелетни смущения, в населението на страната.

Основните характеристики на показателите за оценка на „ръчната работа с тежести“, които се анализират, според Наредба 16 са:

1. Показател „работна задача/прилагано физическо усилие“.

- продължителност и повторемост на натоварването;

- разстояние от тялото, разстояние на достигане, разстояние на пренасяне на тежестта;

- работна поза.

2. Показател „параметри на товара“ .

- тегло;

- форма и големина;

- опасности при пренасянето.

3. Показател „условия на работа“ .

- работно пространство;

- опорна повърхност;

- микроклимат;

- осветление .

4. Показател „индивидуални фактори“ .

- физически възможности - възраст, ръст, тегло, сила, здравословно състояние;

- риск за бременни и лица със здравословни проблеми;

- информация и обучение за добра техника на работа;

- опит и умения за извършване на работата;

- лични предпазни средства и специално работно облекло [2].

За нуждите на оценката ще използваме показателите от втората група – тегло и форма на товара и начини за пренасянето му. Останалите параметри имат отношение към пренасяне на товари свързани с работното място и индивидуалните възможности на хората.

## 2.1. ДЕФИНИРАНЕ НА ИЗХОДНИТЕ ПАРАМЕТРИ

За да се дефинират някои основни параметри при проектирането на ръкохватки, е направено проучване на част от измеренията на ръката при мъже и жени, за перцентил 5 (P5), перцентил 50 (P50) и перцентил 95 (P95).

В таблица 1, са представени антропометричните стойности за широчина на дланта, дължината на пръстите, дължината на дланта, и максималния диаметър на захвата (палец-среден пръст).

Таблица 1 [6]

Антропометрични данни за широчина на дланта при мъже и жени 16 - 65 години				
Перцентил		P5	P50	P95
Широчина на дланта	Мъже	78	87	95
	Жени	69	76	83
Индекс на дължината на пръстите	Мъже	64	72	79
	Жени	60	67	74
Дължина на дланта	Мъже	173	189	205
	Жени	159	174	189
Максимален диаметър на захвата (палец-среден пръст)	Мъже	45	52	59
	Жени	43	48	53

Ето и някои от изискванията за оптималност на ръкохватките и качество на връзката „китка - тежест“:

- Ръкохватката за силов захват има оптимална конструкция, когато диаметърът ѝ е в границите от 19 до 38 mm;
- Дължина по-голяма от 115 mm;
- Минимално свободно пространство (клирънс) - 50 mm;
- Цилиндрична форма;
- Гладка и нехлъзгаща се повърхност [2].

Американският стандарт MIL-STD-1472D регламентира зависимостта на диаметъра на ръкохватката за силов захват към тежестта, която трябва да се повдигне. Според него, избраните за изследване от нас ръкохватки, работещи при натоварване от 10 кг, трябва да имат минимален диаметър от 19 mm [3]. Това напълно отговаря и на минималните изисквания за оптималност на размерите при ръкохватките, препоръчани от

„Министерство на Здравеопазването“ и „Националния център по хигиена“.

Очевидно тежестта на товара също има отношение към параметрите на ръкохватките.

Трябва да се спомене също, че при повдигане на подобни товари тялото на потребителя обикновено се накланя в посока обратна на ръката с която е повдигната тежестта. Освен това съществува и стремеж за отдалечаване на товара от тялото, така че в процеса на пренасянето му потребителя да не „подритне“ товара и да предизвика силно динамично натоварване върху дланта на ръката си. Такова действие предизвиква допълнително натоварване в областта на рамото и пръстите на ръката.



Фиг. 2

## 2.2. АНАЛИЗ НА СЪЩЕСТВУВАЩИТЕ ОПАКОВКИ

Формата и размерите на предлаганите ръкохватки са толкова разнообразни, колкото са разнообразни и видовете предлагани на пазара минерални и трапезни води. В това изследване се проучват ергономичните параметри само на ръкохватките продавани с десетлитрови бутилки.

За анализ са избрани четири от най-разпространените в магазинната мрежа видове ръкохватки. Изображенията им могат да се видят на фиг. 3.

Предлаганите ръкохватки са с различни конструкции – с обособено място за пръсти (фиг. 3 а,б) и без обособено такова (фиг. 3 в,г).

По-голям интерес предизвиква формата на напречното сечение, а то е различно и при четирите типа ръкохватки – Т-образно,

близко до цилиндричното, U- образно и правоъгълно.



а)



б)



в)



г)

Фиг.3. Видове обследвани ръкохватки

При ръкохватката представена на фиг. 3а, сечението е Т-образно, като в контактната област с ръката, ръкохватката е с гладка повърхност, а от горната и страна има разположено ребро за по-голяма коравина и по-трудно огъване. Ширината в контактната областта е 7мм. Ръкохватката е със светъл отвор за ръката с дължина от 73мм.

Вторият тип изследвана ръкохватка, е показан на фиг.3б. Тя е със сечение близко до цилиндричното, като закръгленията в контактната област са между 5 и 7мм, а ширината на профила е 12мм. Дължината на светлия отвор за ръката е 81мм.

Третият тип ръкохватка е с U-образен профил (фиг. 3в) и обособено място за

пръстите на ръката.Ширината на профила и е 12мм, а закръгленията в контактната област са около 3мм. Дължината на ръкохватката е 79мм.

Четвъртият изследван вид ръкохватка, показан на фиг. 3г, е с правоъгълно сечение, без закръгление в контактната област с ръката и ширина от 7мм, с обособено място за 3 пръста. Дължина на ръкохватката - 71мм.

Изследваните параметри на ръкохватките са представени в таблица 2.

Таблица 2

Тип	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
Ширина на ръкохватката [mm]	7	12	12	7
Дължина на ръкохватката [mm]	73	81	79	71
Форма на напречното сечение	Т - образна	Близка до цилиндрична	U - образна	Правоъгълна
Други параметри	Без обособено място за пръстите	Без обособено място за пръстите	Обособено място за 4 пръста	Обособено място на 3 пръста

## 2.3. ПЛАН НА ЕКСПЕРИМЕНТА

### 2.3.1. Общи сведения.

Изследването на ергономичността на ръкохватките за пренасяне на десетлитрови бутилки за вода е направено чрез термовизионна диагностика.

Названието „термовизионна диагностика“ е придобило известност, но оригиналното, и най-точно наименование, е „Digital Infrared Thermal Imaging“ (DITI) или това е цифрово визуализиране, базирано на топлинното излъчване на човешкото тяло в невидимия за окото инфрачервен спектър. Термографските камери засичат инфрачервената радиация, излъчвана от всички предмети около нас. Снимката, заснета от камерата се състои от цветова

палитра, която показва температурното разпределение на обекта, който сме заснели.

При работа с термовизионната камера не се осъществява никакъв контакт с обекта на заснемане. Диагностика се извършва на принципа на фотографирането. Камерата улавя, излъчваната от предметите и телата топлина, посредством оптична система. Снимките се получават на монитора на камерата. По тях се коментира състоянието на обекта на заснемане. Различните нива на температура се отчитат в различни цветове. От температурното ниво се съди за състоянието на конкретни органи [5].

Температурата на кожата може да отразява присъствието на възпаление в подлежащите тъкани, или когато кръвния поток се увеличава или намалява в резултат на клинична аномалност. Топлинно изображение може да се прилага, като диагностичен тест или за клинични проучвания.

Проучвайки топлинния „портрет” на човека, се наблюдават участъците с повишена и понижена температура и въз основа на видимите аномалии се правят заключения за възпаление или нарушена функция на съответните органи и тъкани. Когато се касае за функционално претоварване е налице повишено кръвоснабдяване в дадения участък и съответно той е по-топъл, докато при процеси свързани с влошена микроциркулация е по-хладен [5].

### 2.3.2. Подготовка на опитните образци

В проучването бяха включени четири от най-разпространените ръкохватки за пренасяне на голямо-литражни бутилки за минерална вода. Всички ръкохватки бяха натоварени с тежест от 10 килограма, каквато е и тежестта на десет литрова бутилка с вода.

Подготовка на обектите на термовизуално изследване практически не е необходимо. В нашия случай обекта на заснемане и изследване е човешката ръка, която трябва само да се оголи в съответния кожен участък и да е спокойна и релаксирала между 5 – 7 минути преди изследването.

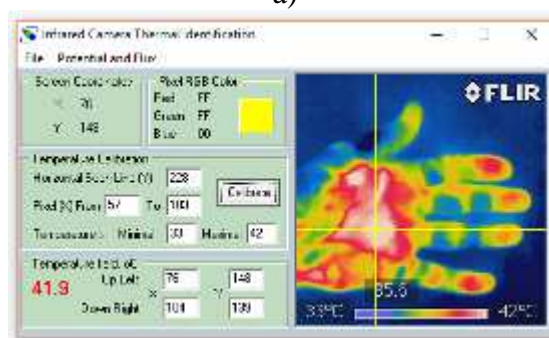
### 2.3.3. Експериментална установка

За проучването беше подготвено трасе по което да преминават участниците в експеримента. То беше разделено на три

маршрута. Първия от тях беше 10 метра. Вторият от 20 метра. Беше подготвен и маршрут от екстремните 100 метра.



а)



б)



в)

Фиг. 4

За снимките беше използвана термокамера FLIR. Тези камери са достъпни заместители на инфра-червените термометри. Друго преимущество, е предоставянето на данни за температурата във всеки пиксел от даденото изображение. Вградената камера позволява бързо и лесно инспектиране - предоставя реално изображение, което може да се съпостави с термовизионното. Благодарение на патентованата от FLIR технология MSX, изображенията са с изключително качество в реално време. В резултат на това се постигат по-контрастни термо-изображения, по-лесно различаване на отделните обекти и по-ясни доклади. Подходящ софтуер позволява на потребителя да сваля на компютър заснетите изображения с цел последващи анализи.

На фиг. 4а може да се види използваната за експеримента термокамера, а на фиг. 4б визуализацията на софтуера използван за измерване на температурата в посочената от изследователя зона. В долната част на снимката е посочен диапазона в който се изменя температурата на снимката, както и температурната скала в цветовете. Белият цвят е с най-висока температура, а синия с най-ниска.

След температурно калибриране, е възможно да се наблюдава реалната температура във всяка една точка от обекта на заснемане.

#### 2.4. МЕТОДИКА НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Експериментът беше проведен в три етапа:

Етап I. На случаен принцип бяха избрани пет участника - мъже и пет участника – жени. Всички участници в експеримента са клинично здрави.

Етап II. Бяха проведени три вида измервания – пренасяне на десет килограмова тежест с четирите вида ръкохватки, съответно на 10, 20 и 100 метра. За целите на изследването нямаше значение дали участниците ще използват лява или дясна ръка при пренасянето на тежестта.

Методиката предвижда изследването да се проведе в три стъпки:

Стъпка 1: Ръката на участника извършващ пренасянето трябва да е била в покой между 5 и 7 минути преди извършването на опита. Прави се снимка на началното състояние на ръката при дланта;

Стъпка 2: Пренася се тежестта с една от изследваните ръкохватки, по един от предвидените маршрутите. Прави се снимка в областта на дланта на ръката;

Стъпка 3: Ръката се потапя във вода с температура 20<sup>0</sup> за 1 минута поставена в найлонова ръкавица, за да не се омокря. След което отново се прави снимка на дланта;

Етап III. Направените с термокамерата снимки бяха подредени по групи след което се направи анализ на получените резултати. Направени са изводи за степента на ергономичност на всяка от изследваните ръкохватки.

#### 3. РЕЗУЛТАТИ ОТ ЕКСПЕРИМЕНТА

В таблица 3 са подредени термографските снимки на изследваната длан при пренасяне на предвидената тежест по първия маршрут – 10 метра. В първата колона са подредени снимките на изходната термограма, след като ръката е престояла в покой. И при четирите снимки се наблюдава относително равномерно разпределение на температурата по цялата длан. След пренасяне на товар на разстояние от десет метра е направена втора снимка. Наблюдават се следните резултати:

- При ръкохватка тип 1 се наблюдава леко увеличаване на температурата в проксималните фаланги, (където натоварването е най-голямо), като най-високата е при показалеца и средния пръст;

- При ръкохватка тип 2 се наблюдава повишена температура в проксималните фаланги при средния и безимения пръсти, и леко охлаждане при метакарпалните и средните фаланги;

- При тип 3 не се наблюдават особени температурни изменения по дланите;

- Тип 4 показва екстремно увеличаване на температурата при проксималните фаланги на ръката.

След натоварването, дланта защитената чрез найлонова ръкавица, се потапя във водна баня, в продължение на минута. Ако изследваната ръкохватката е с висока ергономичност, би се наблюдавало бързо термично възстановяване. В нормални и здрави индивиди, каквито са нашите участници, натоварването може да доведе и до реактивна хипертермия (Ако за кратко време се прекрати артериалното кръвоснабдяване в даден участък на кръвообращението се наблюдава увеличение на капилярния кръвоток в областта, дължащо се на артериалното разширение) на пръстите на ръката в контактната област.

Действително при ръкохватките тип 2 и 3 се наблюдава бързо термично възстановяване. За това свидетелстват и снимките получени след охлаждане на дланта във водна баня. Наблюдава се равномерна микроциркулация по цялата длан. Следователно тези ръкохватки са с най-

ергономична форма. Такова е и мнението на участниците в експеримента.


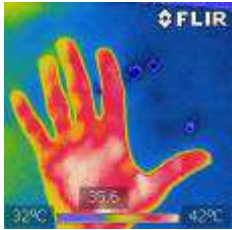
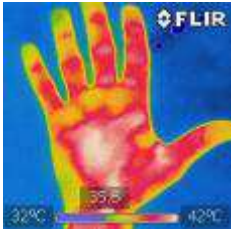
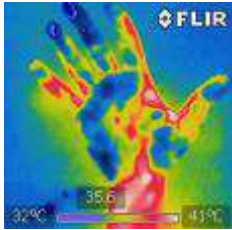


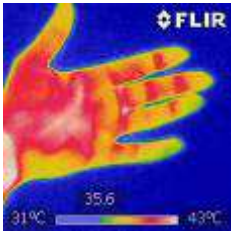
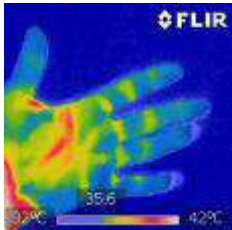

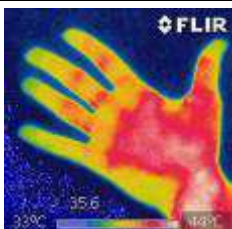

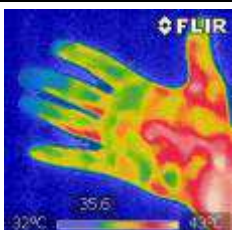

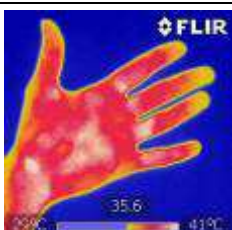

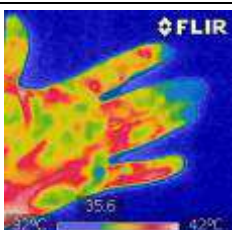
При ръкохватките от първи и четвърти тип се наблюдава реактивна хипертермия в областта на проксималните фаланги. Особено силна тя е при тип 4. Тази ръкохватка е най-неудобната сред четирите типа изследвани ръкохватки, не само поради факта, че е с малка контактна площ, но и от наличието на обособено място само за три от пръстите на ръката. Острите ръбове в контактната област с ръкохватката предизвикват дискомфорт от впиването ѝ в плътта на пръстите на ръката.

Изпитване беше направено и при пренасяне на същата тежест на разстояние от 20 метра. Резултатите от него се препокриват напълно от резултатите от пренасянето на разстояние 10 метра. Въпреки

всичко идеята беше да се направи изследване на ергономичността на ръкохватките за пренасяне на тежестта, на възможно по-голямо разстояние, такова каквото се налага да преминават всички потребители използващи десетлитрови еднократни опаковки за минерална вода. За целта беше направено изследване на същите ръкохватки но този път на екстремното разстояние от 100 метра.

В таблица 4 са представени термографските снимки на човешка длан след натоварване с 10 килограмова тежест пренасяна на разстояние от 100 метра. Получените резултати за ергономичността на ръкохватките са:

Таблица 3

	Изпитване при разстояние 10 метра	При покой	След пренасяне на товара	След водна баня
Тип 1				
Тип 2				
Тип 3				
Тип 4				

- При първият тип се наблюдава силно покачване на температурата отново в проксималните фаланги при средния и особено висока при безимения пръсти. Зоната на реактивна хипертермия е с размера и


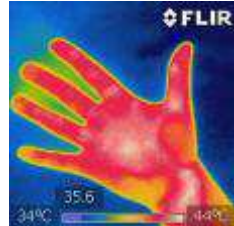
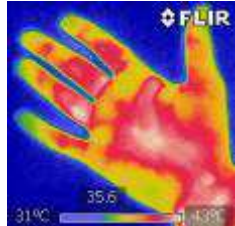
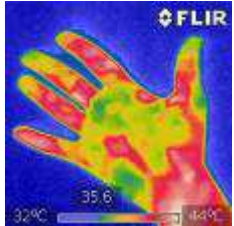

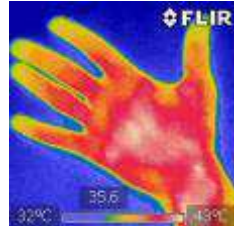
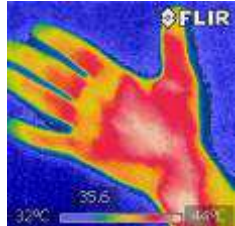
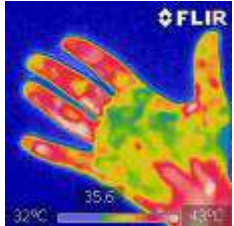

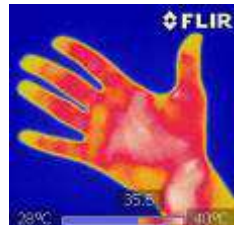
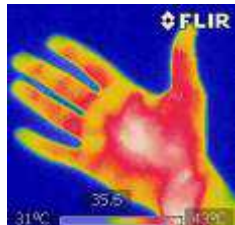
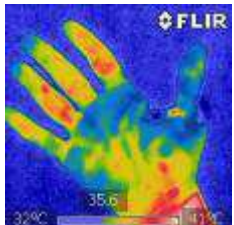

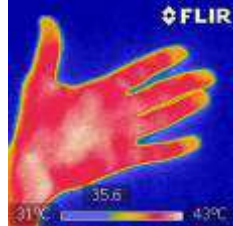
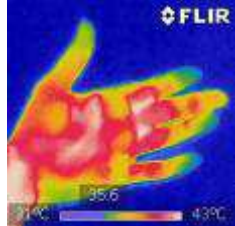

ширината на ръкохватката. След охлаждане във водна баня, не се наблюдава бързо възстановяване на артериалното кръвоснабдяване. Зоната продължава да е с висока температура.

- При втория тип ръкохватка отново се наблюдава очакваното покачване на температурата в проксималните фаланги на дланта, но то не е екстремно, а равномерно разпределено, като най-малко е натоварването в кутрето на ръката. Въпреки това при третата снимка, след охлаждането на ръката във водна баня, се наблюдава бавна релаксация и увеличение на капилярния кръвоток в същата област, дължащ се на артериалното разширение по пръстите на ръката. Хипертермията е особено висока при страничните повърхнини на средния и безимения пръсти по проксималните фаланги на ръката. Това е причинено от недосатъчната дължина на ръкохватката и силното притискане на пръстите един в друг.

особено висока. Натоварването е равномерно разпределено по всички пръсти, като най-малко натоварване получава отново кутрето. След водната баня се наблюдава бързо възстановяване на кръвотока в дланта, и не висока степен на реактивна хипертермия. До момента тази ръкохватка е най-подходяща за пренасяне на подобна тежест на далечни разстояния. Профилът ѝ е сред най-широките, и въпреки, че не достига препоръчителните минимални размери за ширина на светлия отвор за ръката при P50 – мъже от 87мм, е с непроменяемите 79мм. Конструкцията и е здрава за разлика, от останалите ръкохватки, които под тежестта на товара си получават силна еластична деформация и се огъват като намаляват широчината на светлия си отвор.

- При ръкохватка тип 3 отново се наблюдава повишение на температурата в контактната област с ръкохватката, но тя не е

Таблица 4

	Изпитване при разстояние от 100 метра	При покой	След пренасяне на товара	След водна баня
Тип 1				
Тип 2				
Тип 3				
Тип 4				

- При последния четвърти тип ръкохватки, след натоварването се наблюдава особено силно покачване на температурата в контактната област с ръкохватката, като



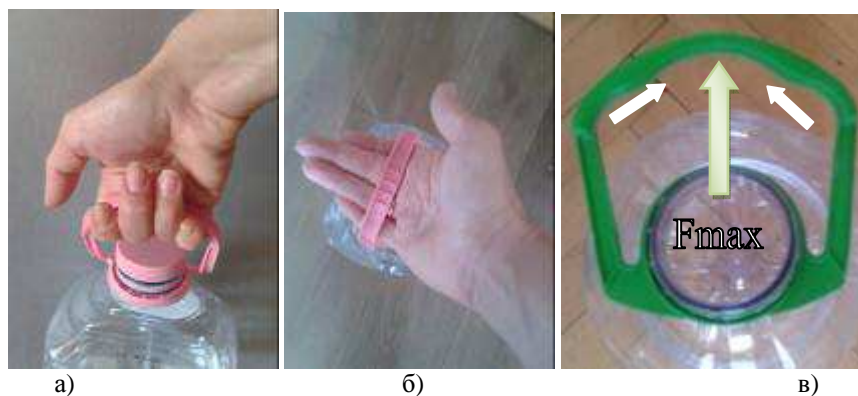
натоварването е разпределено и по четирите фаланги. Особено висока е температурата в областта на двата ръба образувани от обособеното място за пръстите в ръкохватката. Ръката на участникът в експеримента, беше раздвижена трудно за да бъде поставена в найлоновата ръкавица и потопена в хладна вода. Снимката след водната баня, показва недобро кръвообращение в дланта, а също така и голямо увеличение на капилярния кръвоток в областта на средните и особено висока при проксималните фаланги, дължащо се на артериалното разширение. Поради тази причина се получават особено големи температурни контрасти при термографската снимка. Тази ръкохватка участниците в експеримента определят като най-неудобна за пренасяне на товара на големи разстояния.

#### 4. АНАЛИЗ НА ЕРГОНОМИЧНОСТТА НА РЪКОХВАТКИТЕ ОТ ПОЛУЧЕНИТЕ ЧРЕЗ ТЕРМОВИЗИОННА ДИАГНОСТИКА РЕЗУЛТАТИ

От ергономична гледна точка интерес предизвиква избора на формата на ръкохватката тип 2 (фиг.5).

В сравнение с останалите ръкохватки, тя има по-голяма ширина (12мм) и

закръгление в контактната област между 5 и 7мм, което и придава форма на профила, близка да цилиндричната. Въпреки, че ширината ѝ е далеч от препоръчаните между 19 и 38 мм, тя има най-добри показатели за ергономичност при пренасяне на товари на близки разстояния. Трябва обаче да се признае, че е използван неочакван подход при избора на формата ѝ. От снимката на фиг.5а, се вижда, че при експлоатация на тази ръкохватка, средния и безимения пръсти, които и без това са по-дълги от останалите два в дланта, силно изскачат нагоре, като принудително се опитват да поемат по-голямата част от тежестта, а показалецът и кутрето, остават надолу и в страни, като допълнително се притискат към средните два пръста, в следствие настъпващата еластична деформация в ръкохватката. Схемата на преразпределението на товара се вижда на фиг.5в. Този дискомфорт е получил и количествено измерение, и се вижда добре на термографската снимка, където страничните повърхнини, на пръстите на ръката са с най-висока температура. В тези зони се наблюдава висока реактивна хипертермия.



Фиг. 5

Препоръчаната форма за ръкохватки е цилиндрична или още по-подходящата елипсоидна, защото при силовия захват стремежа е пръстите да се изравнят, а товара да се раздели равномерно между тях. Въпреки това, при близки разстояния тази форма е с най-добри показатели при изследването с топлинната камера, защото профилът ѝ е най-подходящия в сравнение с този на съперниците ѝ в изследването. Тоест високите показатели на ергономичност при

пренасяне на подобна тежест на близки разстояния, се дължат на сравнително големия радиус на закръгление и близкото ѝ до цилиндрично напречно сечение, а не на формата ѝ.

Третият тип ръкохватки, показва най-добри резултати при пренасяне на товара на далечни разстояния. Въпреки, че идеята за обособяване на място за пръсти по контактната повърхност не е особено добра, поради широкия кръг ползватели на

изделието, голямата коравина на ръкохватката, както и форма със заоблени ъгли, и сравнително голямата ширина от 12 мм, я прави с най-високи ергономични показатели сред четирите вида изследвани ръкохватки, подходящи за пренасяне на десетлитрови пластмасови бутилки на далечни разстояния.

За съжаление нито една от ръкохватките не е с подходящата препоръчителната минимална дължина от 115 мм, съобразена с изискванията на Министерство на здравеопазването и Национален център по хигиена, медицинска екология и хранене. В същност, дори и дължина от 87 мм би била достатъчна, колкото е ширината на дланта при Р50 мъже, а още по-добре ще е да се използва дължината от 95 мм, колкото е ширината на дланта при Р95 мъже. С най-голяма дължина е ръкохватката от тип 2, но все пак тя е само 81 мм. Четвъртият тип ръкохватка е с най-малка дължина от 71 мм. Тя е подходяща за хора с ширина на дланта от пети и петдесети персентил – жени.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От проведеното изследване върху ергономичността в дизайна на ръкохватки за силов захват и пренасяне на десетлитрови бутилки за минерална и трапезна вода, чрез методите на термовизионната диагностика бяха направени следните изводи:

1. Нито една от ръкохватките не е с подходящите препоръчителни минимални диаметър и дължина, съобразени с изискванията на МЗ и НЦХМЕХ.

2. При пренасяне на десетлитрови пластмасови бутилки за вода на **близки разстояния** най-високи степен на ергономичност в дизайна показва ръкохватката от тип 2.

3. При пренасяне на десетлитрови пластмасови бутилки за вода на **далечни разстояния** най-високи степен на ергономичност в дизайна показва ръкохватката от тип 3.

4. В подкрепа на изискванията на Наредба 16 на МЗ и МТСП се препоръчва да се прекрати предлагането на десетлитровите разфасовки на бутилките за минерална вода на пазара, или да се сложат предупредителни

знаци по тях съобщаващи на ползвателита за възможността от настъпване на Мускулно-скелетните смущения.

## ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

[1] Европейска агенция за безопасност и здраве при работа. „Въведение в свързаните с труда мускулно-скелетни смущения“ // *FACTS, 71 BG*, Printed in Belgium, 2007. <<https://osha.europa.eu/bg/themes/musculoskeletal-disorders>> 01.09.2015г.

[2] Н. Драганова, Л. Минчева, В. Станчев, Ръководство за ръчна работа с тежести. София, Министерство на здравеопазването национален център по хигиена, медицинска екология и хранене, 2002г. <[http://mengineer-bg.com/documents/documenti/risk/Rakovodstvo\\_RRT2-1.pdf](http://mengineer-bg.com/documents/documenti/risk/Rakovodstvo_RRT2-1.pdf)>

[3] MIL-STD-1472D Human Engineering Design Criteria for Systems, Equipment and Facilities, с.204 < [http://www.barringer1.com/mil\\_files/MIL-STD-1472D.pdf](http://www.barringer1.com/mil_files/MIL-STD-1472D.pdf) >

[4] Термовизуалната диагностика – от полза при откриването на заболяванията в техния ранен стадий <[http://www.puls.bg/health/highlights/news\\_6940.html](http://www.puls.bg/health/highlights/news_6940.html)> 01.10.2015г.

[5] <<http://iopscience.iop.org/article/>> 01.09.2015г.

[6] 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> > 01.10.2015г.

[7] Zlateva P., Petkova-Slipets R., Study of thermal insulating coating AKTERM behavior using an infrared thermography // *CAX technologies*, Technical University of Sofia, ISSN 1314-9628, issue №2, 2014, p. 30-33

[8] Лилянова, И. Т., Настройване разпределението на температурното поле в неферомагнитни детайли // *Годишник на ТУ-Варна*, т.1, 2013, с.140-144

### За контакти:

prof. PhD Eng. Zoya Tsoneva,  
Technical University of Varna, Bulgaria, Department  
„Industrial Design“,  
„Studentska“ Str. №1, Varna, Bulgaria,  
phone: +359 894 612359,  
e-mail: zoya.tsoneva@abv.bg