

УДК 677

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЛИ ЭНЕРГИИ УДАРА,
ПОГЛОЩЕННОЙ ТКАНЬЮ ИЛИ ПАКЕТОМ ТКАНИ**

**METHOD OF DEFINITION FOR PART OF COLLISION ENERGY
WHICH IS ABSORBED BY FABRIC OR FABRIC-PACKAGE**

М.С. НЕХОРОШКИНА, П.Н. РУДОВСКИЙ
M.S. NEKHOROSHKINA, P.N. RUDOVSKY

(Костромской государственный технологический университет)

(Kostroma State University of Technology)

E-mail: vt@kstu.edu.ru; pavel_rudovsky@mail.ru

В статье описывается методика определения эффективности средств защиты рук от ударных воздействий и приводятся результаты испытания готовых изделий по предлагаемой методике.

In article method of effectiveness definition for hand protectors from shocks is described and results of tests according to this method for complete products are adduced.

Ключевые слова: средства защиты рук, неупругий удар, поглощенная энергия.

Keywords: hand protector, absorbed energy, inelastic impact.

В основу методики измерения доли энергии, поглощенной тканью или пакетом тканей, положено явление абсолютно неупругого удара. Известно [1], что при неупругом ударе в случае, если масса ударяющего тела много больше массы ударяемого, практически вся энергия удара расходуется на изменение формы соударяемых тел. Если ударяющее тело имеет жесткость, многократно превосходящую жесткость ударяемого тела, то вся энергия удара расходуется на деформацию ударяемого тела. Теоретические методы оценки энергии, поглощаемой тканью при ударе, изложены в [2...5].

При разработке методики в качестве ударяемого тела используется пластилиновая пластина, помещенная в стальной короб и для увеличения массы закрепленная на стальном бруске массой 15 кг. В качестве ударяющего тела (индентора) использовался стальной шар массой 0,5 кг [6]. Схема установки для получения первичных данных приведена на рис. 1

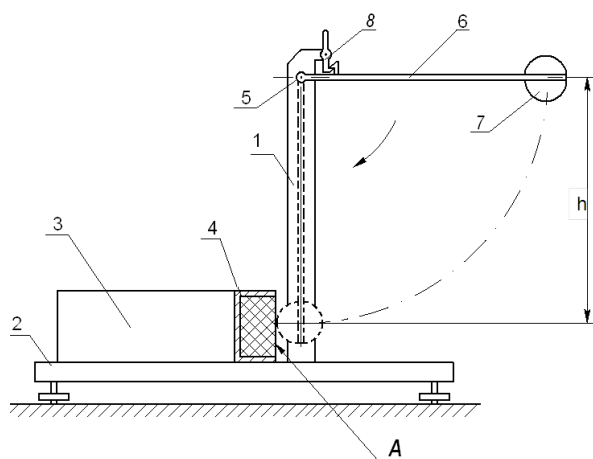


Рис. 1

Установка состоит из вертикальной стойки 1, установленной на платформе 2. На этой же платформе располагается стальной брусок массой 15 кг. К бруску крепится стальной короб 4, дно и края которого обработаны таким образом, чтобы

обеспечить неплоскостность не более 0,05 мм и непараллельность не более 0,1 мм.

В верхней части стойки 1 на шарнире 5 закреплен маятник 6. На конце маятника крепится индентор 7 в форме шара диаметром 5 см. В верхней части стойки размещен также фиксатор 8, позволяющий фиксировать маятник в отклоненном положении и при необходимости освободить его.

Масса маятника с индентором m , высота его начального положения h , радиус индентора R были подобраны таким образом, чтобы полученная энергия удара имитировала реальный процесс удара ручным инструментом по руке [7]. Эти величины оказались следующими: $m = 0,5$ кг, $h = 0,435$ м, $R = 25$ мм.

Перед началом работы производится тарировка установки. Для этого последовательно наносятся удары индентором по предварительно выровненной поверхности A пластилиновой пластины при отклонении маятника на высоту h (375, 405, 435 мм). Потенциальная энергия маятника E рассчитывается по известной формуле:

$$E = mgh, \quad (1)$$

После каждого удара измеряется радиус отпечатка и по формуле:

$$S = \pi R(R - \sqrt{R^2 - a^2}), \quad (2)$$

рассчитывается площадь шарового сегмента. По полученным данным строят тарировочную кривую $E=E(S)$.

Установка работает следующим образом: короб 4 заполняется пластилином. Поверхность A выравнивается с помощью скалки, которая при раскатывании опирается о края короба. После этого короб крепится к стальному бруску 3 с помощью постоянного магнита (на схеме не показан). Маятник 6 отводится в крайнее положение, где фиксируется фиксатором 8.

После освобождения маятника он проворачивается вокруг оси 5 и наносит удар индентором 7 по пластилиновой пластине, находящейся внутри короба.

После удара в пластине остается отпечаток сферической формы. Диаметр отпечатка измеряется линейкой в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Диаметр отпечатка пересчитывается в площадь шарового сегмента, после чего по тарировочной кривой определяется энергия, затраченная на деформацию пластилиновой пластины. Для определения доли энергии, поглощаемой тканью при ударе, эксперимент проводится дважды. В первом случае удар наносится индентором непосредственно по поверхности пласти-

линовой пластины, а второй раз индентор ударяет по испытуемому образцу ткани, который укладывается на поверхность А короба 4 (рис 1).

Долю энергии удара поглощенной тканью или пакетом ткани E_n можно найти по формуле:

$$E_n = 1 - \frac{E_2}{E_1}, \quad (3)$$

где E_1 – энергия деформации ударяемого тела при непосредственном воздействии индентора; E_2 – энергия деформации ударяемого тела при воздействии индентора через испытуемый образец ткани.

Т а б л и ц а 1

№	Наименование	Назначение	Состав	Средний радиус отпечатка, мм	Доля поглощенной энергии, %
1	Суконные рукавицы	Защита от повышенной/пониженной температуры, термических ожогов и кислот	Шинельное сукно с огнезащитной пропиткой плотностью 754 г/м ²	13,21	13,2 ± 0,86
2	Рукавицы утепленные	Защита от пониженных температур	Саржа, плотность 250 г/м ² . Утеплитель – ватин, плотность 300 г/м ² . Подкладник – бязь суровая, плотность 120 г/м ²	13,65	10,5 ± 0,98
3	Рукавицы х/б с двойным наладонником	Защита от повышенных температур, искр и окалины	Двунитка суровая, поверхностная плотность 200...235 г/м ²	13,75	9,9 ± 0,99
4	Рукавицы спилковые	Защита от механических воздействий, брызг металла, искр	Кожевенный спилок	13,76	9,8 ± 0,76
5	Рукавицы трехпалые армейские	Защита от пониженных температур	Палатка, с водоотталкивающей отделкой, плотность 250 г/м ² . Утеплитель – сукно	14,00	8,2 ± 0,59
6	Рукавицы виброзащитные	Защита от широкого спектра низкочастотных и высокочастотных колебаний	Х/б двунитка аппрет. плотностью 230 г/м ² . Наладонник – брезент плотностью 470 г/м ² . Подналадонник – поролон толщиной 1 см	14,09	7,6 ± 0,67
7	Рукавицы х/б с двойным наладонником	<u>Защита от механических воздействий</u> , от общепроизводственных загрязнений	Х/б ткань с капроновым волокном с водоотталкивающей отделкой, плотность 250 г/м ²	14,13	7,3 ± 1,023
8	Рукавицы специальные	Защита от кислот и щелочей, жиров, масел, продуктов нефтепереработки	Х/б бумазая суровая с начесом 240 г/м ² , покрытая поливинилхлоридом	14,38	5,6 ± 0,53

ВЫВОДЫ

Для каждого образца эксперименты проводили в десятикратной повторности.

При выборе ассортимента защитных средств для рук в виде перчаток и рукавиц опирались на 3 показателя: вид изделия, назначение и состав. Учитывая, что удары при работе ручным инструментом могут наноситься по запястью и тыльной стороне ладони, образцы для испытания отбирались из соответствующего места изделия. Почти все перчатки имеют на запястьях трикотажную вставку. Такие перчатки не рассматривались в качестве изделий, способных защитить от ударов. В отличие от перчаток, у рукавиц в зоне запястья встречается несколько слоев, поэтому такие изделия были выбраны для испытаний. Также приняты однослойные рукавицы, предназначенные для защиты от механических воздействий. Сведения об испытываемых изделиях сведены в табл. 1. Для каждого изделия по описанной выше методике были проведены испытания, обработанные результаты которых также занесены в табл. 1.

Результаты показывают, что из выбранных рукавиц наиболее эффективную защиту от ударов предоставляют рукавицы, предназначенные для защиты не от механических воздействий, а от пониженных/повышенных температур, представляющие из себя в основном пакеты тканей. Отсюда можно сделать вывод о том, что конструкция изделий, предназначенных для защиты рук, нуждается в дальнейшем совершенствовании.

Разработанная методика позволяет оценить защитные свойства изделий, изготовленных из тканей или пакетов тканей и произвести их сравнительную оценку.

1. Разработана методика оценки защитных свойств тканей и пакетов тканей от ударных воздействий.

2. Приведенные результаты испытаний показывают эффективность разработанной методики.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тарз С.М.* Краткий курс теоретической механики. – М.: Высшая школа, 1986.

2. *Рудовский П.Н., Букалов Г.К.* Расчет потерь энергии на изменение формы ткани, находящейся в контакте двух тел // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С. 145..149.

3. *Нехорошикина М.С., Рудовский П.Н.* Исследование поглощения энергии при изменении формы ткани в процессе внедрения инородного тела // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С. 165..167.

4. *Нехорошикина М.С., Дмитриев В.С.* Расчет деформации ткани как сети Чебышева, находящейся в контакте двух тел // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2012, № 1. С. 37...39.

5. *Нехорошикина М.С.* Анализ методов оценки демпфирования свойств ткани на основе моделирования ее структуры // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2012, № 2. С. 40...42.

6. *Нехорошикина М.С., Рудовский П.Н., Букалов Г.К., Кривошеина Е.В.* Обоснование формы индентора при экспериментальном исследовании способности ткани предохранять от удара // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 5. С. 18...22.

7. *Нехорошикина М.С.* Оценка интенсивности механических воздействий при работе ручным инструментом, приводящих к травматизму // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3. С. 146...149.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 03.02.15.