

## Моделирование процессов удара в лабораторных условиях

Студенты группы 10405517 Белов А.Р, Мышкевич П.С, Чернявская Е.С.

Научный руководитель – Пацеко Е.К.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Лабораторные испытания материалов могут включать как разрушающие испытания, так и неразрушающие. При разрушающем испытании компоненты или образец либо ломаются, либо остаются непригодными для дальнейшего использования. В данной работе мы более подробно рассмотрим испытание на удар и энергию, затрачиваемую на удар.

Энергия удара – это величина работы, проделанной для разрушения испытуемого образца. Когда ударник копра ударяет по образцу, образец будет поглощать энергию до тех пор, пока не уступит. В этот момент образец начнет подвергаться пластической деформации в выемке. Когда образец больше не может поглощать энергию, происходит разрушение. Энергию, затраченную на разрушение образца, определяют как разность запасов энергии маятника до и после удара, то есть:

$$A = mg (H - H_1) = P \cdot \ell \cdot (\cos \beta - \cos \alpha),$$

где  $A$  – энергия, затраченная на разрушение образца, Дж;  $m$  – масса маятника, кг;  $g$  – ускорение свободного падения,  $m/s^2$ ;  $H$  – высота центра тяжести маятника относительно точки встречи бойка с образцом до удара, м;  $H_1$  – высота центра тяжести маятника относительно точки встречи ножа с образцом после удара, м;  $\ell$  – расстояние от оси качания маятника до центра тяжести, м;  $\alpha$  – угол зарядки маятника, °;  $\beta$  – угол подъема маятника после разрушения образца, °.

В лабораторных условиях Белорусского национального технического университета предварительные испытания были проведены на маятниковом копре модели МК-30А. Нашей целью было при различных показателях затраченной работы оставить в экспериментальных образцах несколько вмятин в виде канавок не разрушив их. Схема испытаний показана на рисунке 1.

В качестве модельных объектов ударных испытаний были взяты: деревянный брусок с прямоугольным сечением  $54,5 \times 34,5$  мм и длиной 250 мм (для испытаний от 6 до 14 кгм), 220 мм (для испытаний от 16,6 до 21,6 кгм); композитный брусок прямоугольным сечением  $59,6 \times 35,0$  мм и длиной 240 мм. Образцы укладывались на стойки маятникового копра, после чего нож маятника, наносил удар с различными показателями энергии разрушения. Значения, полученные при ударе маятника по бруску из композита, представлены в таблице 1.

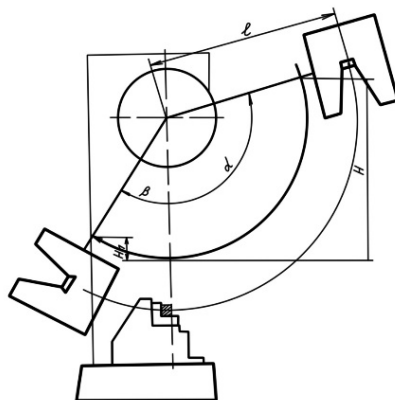


Рисунок 1 – Схема испытаний на маятниковом копре

После проведения серии ударов по композитному бруску, мы получили показатели, представленные в таблице 1. На рисунке 2 представлены канавки, оставленные ножом маятника на композитном бруске.

Таблица 1 – Результаты испытания ударного воздействия маятника на композитный образец

Работа (кгм)	14	12	9,8	7
Глубина канавки после удара (мм)	4,8	4	3,4	2

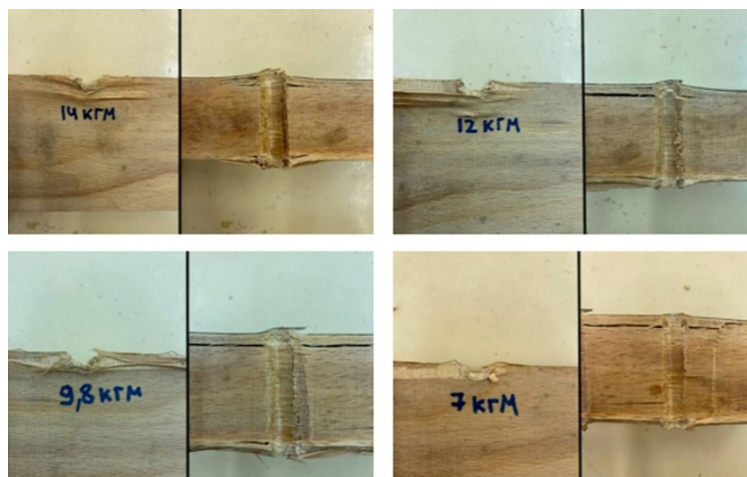


Рисунок 2 – Канавки, оставленные ножом на композитном бруске (вид сверху и сбоку)

Результаты испытаний, полученные на обыкновенных деревянных брусках, представлены в виде таблицы 2, и на рисунке 3 показаны следы, оставленные ножом.

Таблица 2 – Результаты испытания ударного воздействия маятника на образец

Работа (кгм)	6	8,2	9,2	11,6	14	16,6	19	21,6
Глубина канавки после удара (мм)	2,8	4,1	5,4	6,7	6,6	6,6	10,6	10,9

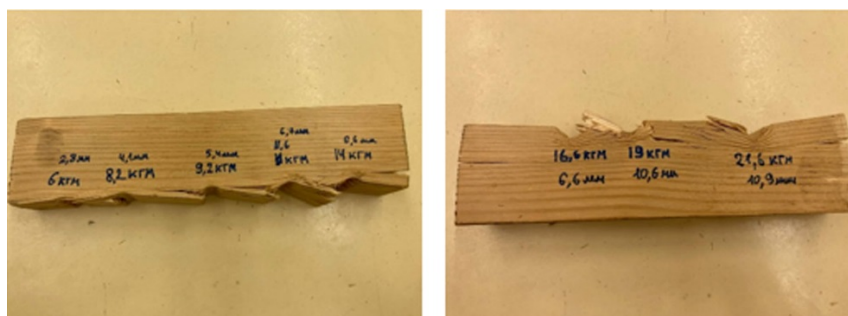


Рисунок 3 – Следы ударов ножа маятника по обычному деревянному бруску

Поскольку в наших опытах разрушения образцов не предусматривалось, ограничимся определением действующих напряжений в момент испытания по формуле:

$$\sigma = \frac{A}{bl},$$

где  $A$  – работа, затраченная на деформацию образца, Дж;

$b, l$  – размеры поперечного сечения образца, см.

При необходимости действующее напряжение пересчитывают на влажность образца 12 %. Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчетов действующих напряжений при ударе

Глубина канавки после удара, мм	Работа, кгм	Работа, Дж	Действующее напряжение, Дж/см <sup>2</sup>
Композитный брусек			
2	7	68,67	3,29
3,4	9,8	96,14	4,61
4	12	117,72	5,64
4,8	14	137,34	6,58
Обыкновенный брусек			
2,8	6	58,86	3,13
4,1	8,2	80,44	4,28
5,4	9,2	90,25	4,80
6,7	11,6	113,80	6,05
6,6	14	137,34	7,30
6,6	16,6	162,85	8,66
10,6	19	186,39	9,91
10,9	21,9	214,84	11,43

На рисунке 4 представлен график зависимости глубины канавки на бруске после удара от действующего на него напряжения.

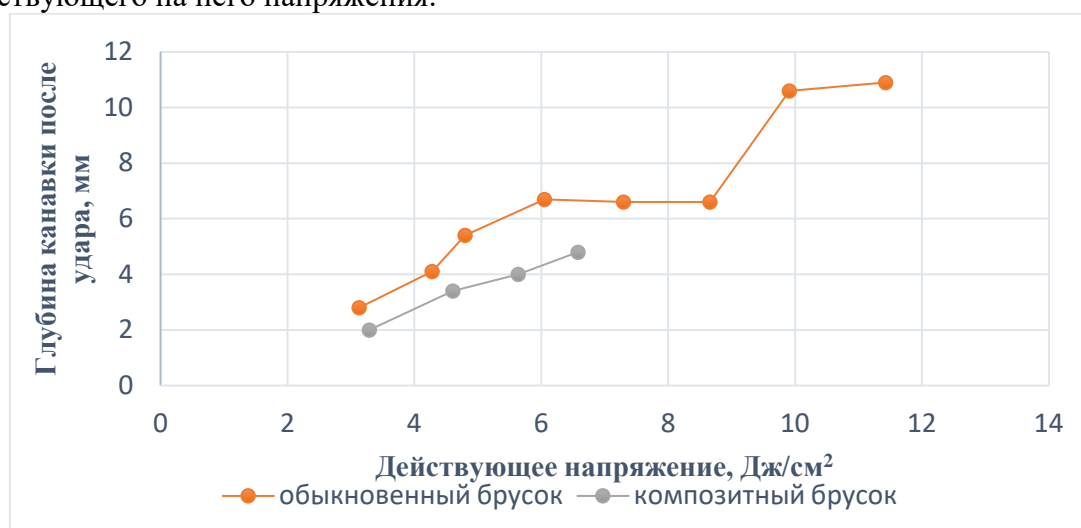


Рисунок 4 – График зависимости глубины канавки после удара в зависимости от действующего напряжения при ударе

Так при одинаковом действующем напряжении, глубина канавки после удара на обыкновенных брусках больше, чем на композитных. Сопротивление брусков ударным нагрузкам зависит и от момента сопротивления, и от жесткости бруска. Чем больше податливость, деформируемость бруска, тем большую живую силу удара она может принять при одних и тех же допускаемых напряжениях.

#### Список использованных источников

1. Копер маятниковый МК-30А. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. г. Армавир, 1956. – 24с.
2. Золоторевский, В.С. Механические свойства металлов: Учебник для вузов / В.С. Золоторевский - М.: Металлургия, 1983. - 352 с.