

УДК 539.383

**С.И. Морозов, А.А. Попов**

Архангельский государственный технический университет

Морозов Станислав Иванович родился в 1929 г., окончил в 1952 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор кафедры строительной механики и сопротивления материалов Архангельского государственного технического университета, член-корреспондент РИА, заслуженный деятель науки и техники РФ. Имеет более 180 печатных работ в области изучения устойчивости температурно-напряженного рельсового пути, закрепления его от угона рельсов, удара тел, применения ЭВМ при решении задач механики.

Тел.: (8182) 28-75-25



Попов Андрей Анатольевич родился в 1981 г., окончил в 2003 г. Архангельский государственный технический университет, инженер-механик, аспирант кафедры строительной механики и сопротивления материалов АГТУ. Имеет 2 печатные работы по теории удара.

Тел.: (8182) 21-61-64



## **МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СОУДАРЕНИИ ДВУХ ТЕЛ**

Рассмотрена возможность существенного повышения точности опытов по контактному сжатию двух металлических тел за счет использования пары тел сферическое тело – пластинка.

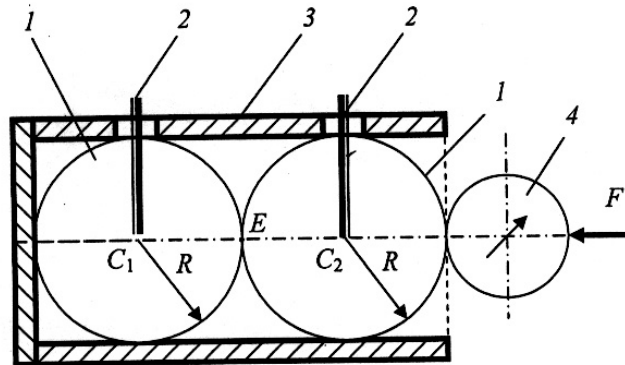
*Ключевые слова:* сжатие двух тел, универсальный микроскоп, динамометр, шар и пластинка, опытные зависимости.

Соударение тел – специфический вид их взаимодействия, который длится в течение небольшого промежутка времени (сотые и тысячные доли секунды), но импульсы этих сил (и количества движения тел) принимают конечные значения. В настоящее время существуют три основных способа решения задач удара: классический, контактный и волновой. Из них наиболее распространены два первых.

Классическая теория основана на применении общих методов решения задач динамики точки и материальной системы. Это дифференциальные уравнения поступательного и вращательного движений тел, общие теоремы динамики точки и материальной системы, принцип Даламбера и уравнение Лагранжа II рода [1].

В классической теории деформационные свойства тел характеризуют (по предложению И. Ньютона) косвенно с помощью эмпирического коэффициента восстановления  $\varepsilon$ , показывающего способность материалов соударяющихся тел восстанавливать свое первоначальное состояние после удара. От точности экспериментального определения коэффициента  $\varepsilon$  зависит точность вычисления кинематических величин процесса удара. Классическую теорию удобно применять для нахождения линейных и угловых скоростей тел после удара, но она не предназначена для выражения механических величин, характеризующих процесс удара.

Рис. 1. Схема сжатия для двух сферических тел: 1 – шарики; 2 – направляющие стержни; 3 – гильза; 4 – динамометр



В контактной теории удара, основы которой разработал Г. Герц (1881 г.), деформационные свойства тел оценивают с помощью силовой функции  $F = F(\alpha)$ . Она накладывает ограничения на деформацию тел, т. е. является динамической связью [2]. Силовая функция позволяет найти такие характеристики удара, как максимальная ударная сила  $F_m$ , максимальная деформация тел  $\alpha_m$  в зоне удара, полное время удара  $\tau_m$ . В контактной теории удара более сложно, чем в классической, определяют кинематические величины: скорость центра масс и угловые скорости тел после удара.

Значение силовой функции, согласно теории Г. Герца, находят экспериментально. Методику таких работ предложил Д.Н. Шостенко [3]. Она основана на прямом сжатии двух сферических тел при использовании ручного пресса и универсального измерительного микроскопа УИМ-21. При проведении опытов два сферических тела (рис. 1) подвергают сжатию, прикладывая к ним статическую силу  $F$ , которую измеряют с помощью динамометра. Затем с помощью микроскопов, входящих в комплект УИМ-21, измеряют деформацию шариков.

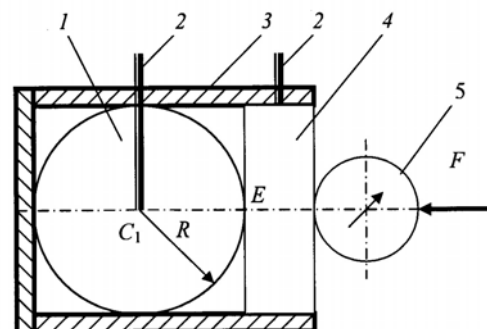
Зная пары значений  $F$  и  $\alpha$ , их аппроксимируют по методу наименьших квадратов и получают выражение для силовой функции

$$F = B\alpha^n,$$

где  $B$  – коэффициент пластичности;

$n$  – коэффициент нелинейности.

Рис. 2. Схема сжатия сферического тела и диска: 1 – шарик; 2 – направляющие стержни; 3 – гильза; 4 – диск; 5 – динамометр



Как показали опыты Д.Н. Шостенко, основная трудность в определении  $B$  и  $n$  заключается в обеспечении соосности сферических тел, а именно в том, чтобы точки  $C_1$ ,  $C_2$  и  $E$  лежали на одной прямой. Поскольку это обеспечить сложно, то на практике имеет место большой разброс значений  $B$  и  $n$ , т. е. эксперимент не является достоверным.

Для того чтобы избавиться от этого недостатка, А.А. Попов применил новую методику. Он предложил рассматривать сжатие шарика и диска (рис. 2). Требование к соосности тел здесь пропадает, так как точка  $E$  может занимать множество положений на площади диска.

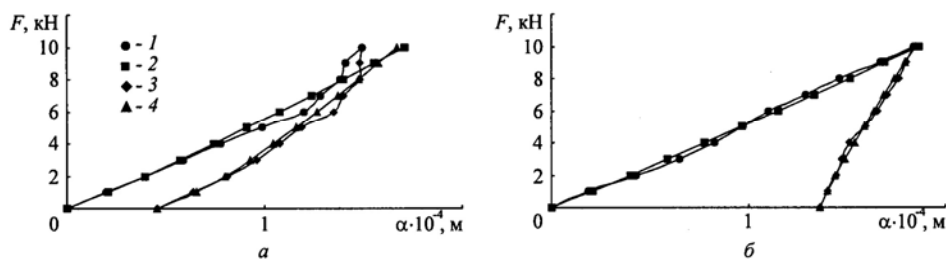


Рис. 3. График зависимости  $F(\alpha)$ :  $a$  – для шариков диаметром 12,005 и 15,075 мм;  $b$  – для шарика диаметром 19,045 мм и металлического диска (Ст 3); 1, 2 – нагрузка; 3, 4 – разгрузка; 1, 3 – экспериментальные; 2, 4 – теоретические кривые

Экспериментальные данные для двух способов проведения опытов приведены на рис. 3. Можно отметить, что зависимость  $F(\alpha)$ , полученная по методике Д.Н. Шостенко (рис. 3,  $a$ ), аппроксимируется менее точным выражением, чем по методике А.А. Попова (рис. 3,  $b$ ).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозов, С.И. Соударение тел. Классическая теория удара. Ч.1. [Текст] / С.И. Морозов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2001. – 252 с.
2. Морозов, С.И. Соударение тел. Классическая и универсальная теории удара [Текст] / С.И. Морозов, В.С. Морозов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2007. – 123 с.
3. Шостенко, Д.Н. Экспериментальное определение силовой функции при контактном соударении двух тел [Текст] / Д.Н. Шостенко // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – Вологда: ВоГТУ, 2004. – 139 с.

Поступила 21.05.07

S.I. Morozov, A.A. Popov  
Arkhangelsk State Technical University

**Methods of Determining Parameters of Materials at Two Bodies Collision**

---

---

Possibility of sufficient accuracy growth of experiments on contact compression of two metallic bodies through using a couple of bodies - a spherical body and a plate- is considered.

Keywords: compression of two bodies, universal microscope, dynamometer, sphere and plate, experimental dependencies.

---

---