# Лабораторна робота М-16

Перевірка закону збереження імпульсу за допомогою пружнього удару

Мета роботи: вивчення удару куль, перевірка закону збереження імпульсу та визначення коефіцієнту відновлення.

Ударом називається короткочасна взаємодія тіл при їх зіткненні, в результаті якого відбувається скінчена зміна швидкостей цих тіл. Розрізняють два граничні випадки – абсолютно непружній удар та абсолютно пружній удари.

Удар називається абсолютно непружнім, якщо після удару тіла продов­жують рух як єдине ціле, з однією і тією ж швидкістю або зупиняються. Абсолютно пружнім називається такий удар, в результаті якого не відбувається перетворення механічної енергії тіл, які співударяються, в інші види енергії.

В даній роботі розглядається пружній удар стальних куль. В момент удару виникають короткочасні ударні сили, які в багато разів перевищують всі інші сили, що діють на тіла, які співударяються (сили ваги, опору повітря та інш.). Тому в процесі удару систему тіл, які співударяються, з достатньою мірою наближення можна вважати ізольованою та застосовувати до неї закон збереження імпульсу.

Нехай маси куль m1 та m2, їх швидкості до удару відповідно V1 та V2, а після удару u1 та u2. В цьому випадку закон збереження імпульсу має вигляд

.

При прямому центральному ударі вектори швидкостей напрямлені по одній прямій, отже, геометричну суму імпульсу можна замінити алгебраїчною.

Удар називається прямим центральним, якщо центри мас тіл, що співударяються, лежать на лінії удару, їх швидкості паралельні цій лінії. Лінії удару називається загальна нормаль до поверхонь тіл, що співударяються в точці їх дотику.

Установка (мал.16-1), на якій відбувається перевірка закону збереження імпульсу, складається з високої стійки 1, в верхній частині якої закріплений прилад 2 для біфілярного підвісу куль. Прилад 2 має гвинти 3 та 4, за їх допомогою кулі можна переміщувати в горизонтальному та вертикальному напрямках. Крім того, на підставці укріплені дуга 5, два електромагніти та шкала 6, по якій виконують підрахунок відхилень куль.

Для того, щоб удар був центральним, необхідно, щоб центри мас куль знаходилися на одному горизонтальному рівні. Тому за допомогою гвинтів 3 приводять кулі до дотику, а гвинтами 4 – центрують їх.

Якщо відхилити кулю меншої маси на кут α та встановити її в цьому положенні за допомогою електромагніта, то при розімкненні кола електро­магніта перша куля, повертаю­чись в стан рівноваги, вдарить іншу кулю, в результаті чого їх швидкості зміняться. Так як до удару друга куля знаходилась в стані спокою (V2=0), то закон збереження імпульсу набуде вигляду:

m1V1=-m1u1+m2u2. (1)

Швидкість V1 в момент удару можна визначити за законом збереження енергії (нехтуючи тертям та опором повітря):

,

звідки , (2)

де h1 – висота підняття центру мас першої кулі, коли вона притягнута електромагнітом (мал.16-2). З цих же міркувань

 (3).

 (4).

Висоти h1, h2 та h′1 можна визначити через кути α, β та α′, які визначаються зі співвідношень:  (5)

 (6)

 (7)

де а0 та b0 – положення підвісу куль, коли кулі знаходяться у стані рівноваги;

а1 – положення нитки підвісу першої кулі, коли вона притягнута електро­магнітом;

а2 та b2 – положення ниток підвісу куль після удару, в момент максимального їх відхилення;

d – відстань від осі коливань до середньої лінії, яка перетинає міліметрові поділи шкали.

Використовуючи значення кутів α, β ти α′, рівняння (1) можна привести до виду

. (8)

Абсолютно пружній удар – це ідеалізований випадок. Взагалі при співударянні реальних тіл завжди мають місце пружні та остаточні деформації, тому удар частково непружній. При такому ударі механічна енергія системи після удару стає менше, ніж була до удару.

Відношення енергії системи тіл, що співударяються, після удару до енергії цієї системи до удару називається коефіцієнтом відновлення енергії k, для якого розрахунковий вираз можна отримати у вигляді

 (9)

## Методика виконання роботи

1. Записати маси куль (вказані на установці).
2. Перевірити правильність настройки установки (поверхні куль повинні дотикатися, а центри – лежати на одній горизонталі у площині дуги 5).
3. Мірильною лінійкою виміряти відстань d від осі коливань до середньої лінії шкали 6.
4. Зняти відліки за шкалою а0 та b0 ниток біфілярних підвісів куль в положенні рівноваги.
5. Кулю, що має меншу масу, притягнути електромагнітом та відрахувати за шкалою положення нитки її підвісу а1.
6. За допомогою ключа розімкнути коло електромагніту та зняти відлік за шкалою а2 та b2. Дослід повторити 10 разів при одному й тому ж положенні електромагніту.

Зауваження. Для полегшення спостережень у перших п’яти дослідах проводиться підрахунок тільки а2, а у других п’яти тільки b2 (при тому ж а1).

1. Підставивши в рівняння (5), (6), (7) дані вимірювання, визначити кути відхилення куль α, α′ та β.
2. За рівнянням (8) перевірити закон збереження імпульсу.
3. За рівнянням (9) обчислити коефіцієнт відновлення енергії.
4. Дані вимірювань та результати обчислень звести в таблиці 16-1, 16-2 та 16-3.

**Контрольні питання**

Що таке удар?

Які є види ударів?

Що таке імпульс тіла?

Сформулювати закон збереження імпульса.

Що таке коефіцієнт відновлення?

Робочий аркуш

Студента

Групи 108

Зурілова І.М.

Лабораторна робота М16

Таблиця 16-1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M1 | m2 | a0 | B0 | a1 | tgα | α |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблиця 16-2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a2 | b2 | tgα′ | α′ |  | Tgβ | β |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблиця 16-3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  Досліду |  |  |  |  |  | k | ∆k |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |
| Середнє |  |  |  |  |  |  |  |

Похибку обчислити методом усереднення.

Робочий аркуш

Студента

Групи 108

Зурілова І.М.

Лабораторна робота М16

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Чорноморський національний університет  ім. Петра Могили  Факультет комп`ютерних наук  Кафедра ІПЗ | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | **121.108.15.02** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Лабораторна робота | Літера | | | Вага | | Масштаб |
| Змін | Арк.. | № Докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  | |  |
|  | |  |  |  |
| Виконав | | Зурілов І.М. |  |  |
|  | |  |  |  | Аркуш | | | | Аркушів | |
| Перевірив | | Яремчук О.М. |  |  |  | ЧНУ | | | | | |
|  | |  |  |  |
|  | |  |  |  |