

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Директор АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»  
М. М. Чальцев  
05.03.2013 р.

Кафедра «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»

**ЖУРНАЛ**  
**для лабораторних робіт з випробувань будівельних матеріалів**  
**«Основні фізико-механічні властивості будівельних матеріалів»**  
**з дисципліни «Будівельне матеріалознавство» (для студентів**  
**напрямів підготовки 6.060106 «Будівництво», 6.040106**  
**«Екологія, охорона навколишнього середовища та**  
**збалансоване природокористування»)**

**12-1**

Студент \_\_\_\_\_

(ПІБ)

Факультет \_\_\_\_\_ курс \_\_\_\_\_ група \_\_\_\_\_

Залікова книжка № \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

«РЕКОМЕНДОВАНО»

Кафедра

«Будівництво та експлуатація  
автомобільних доріг»

Протокол № 6

від 12.03.2013 р.

Журнал для лабораторних робіт з випробувань будівельних матеріалів «Основні фізико-механічні властивості будівельних матеріалів» з дисципліни «Будівельне матеріалознавство» (для студентів напрямів підготовки 6.060106 «Будівництво», 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування») / укладачі: Т. В. Скрипник, М. П. Дирда, І. В. Белік. – Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2014. – 24 с.

Журнал видається студенту на кожному лабораторному занятті та заповнюється впродовж усього часу проведення лабораторної роботи. Журнал не підлягає виносу з лабораторії та особисто кожним студентом повертається викладачу у кінці роботи. У процесі виконання роботи повинні бути повністю заповнені всі графи чергового завдання. Після виконання роботи підписується студентом та викладачем.

Укладачі:

Скрипник Т. В., канд. техн. наук, доц.  
Дирда М. П., канд. техн. наук  
Белік І. В.

# 1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

## ОСНОВНІ ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Дата проведення випробування \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .20 \_\_\_\_ р.

Мета роботи: навчитися визначати основні властивості, що характеризують стан матеріалів, їх відношення до фізичних факторів.

### 1.1 Визначення істинної щільності пікнометричним способом

#### 1.1.1 Засоби випробування та допоміжні пристрої

Електрошафа сушильна (ТУ 16-681.032); технічні ваги (ГОСТ-24104); термостат; вакуумексикатор (ГОСТ-25336) з масляним вакуумним насосом (ГОСТ-25662), ексикатор (ГОСТ-25336); пікнометр місткістю 50 або 100 мл (ГОСТ-22524) (рис. 1.1); ступка фарфорова з товчачиком; сита з сіткою № 1 і № 0,063 (ГОСТ-6613); баня водяна або піщана; вода дистильована або інша рідина, що інертна по відношенню до матеріалу, який випробовується.

#### 1.1.2 Порядок проведення випробування

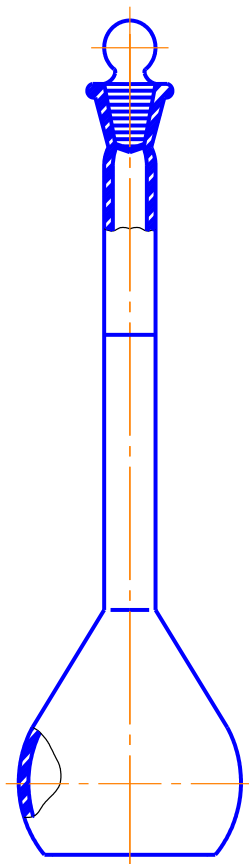
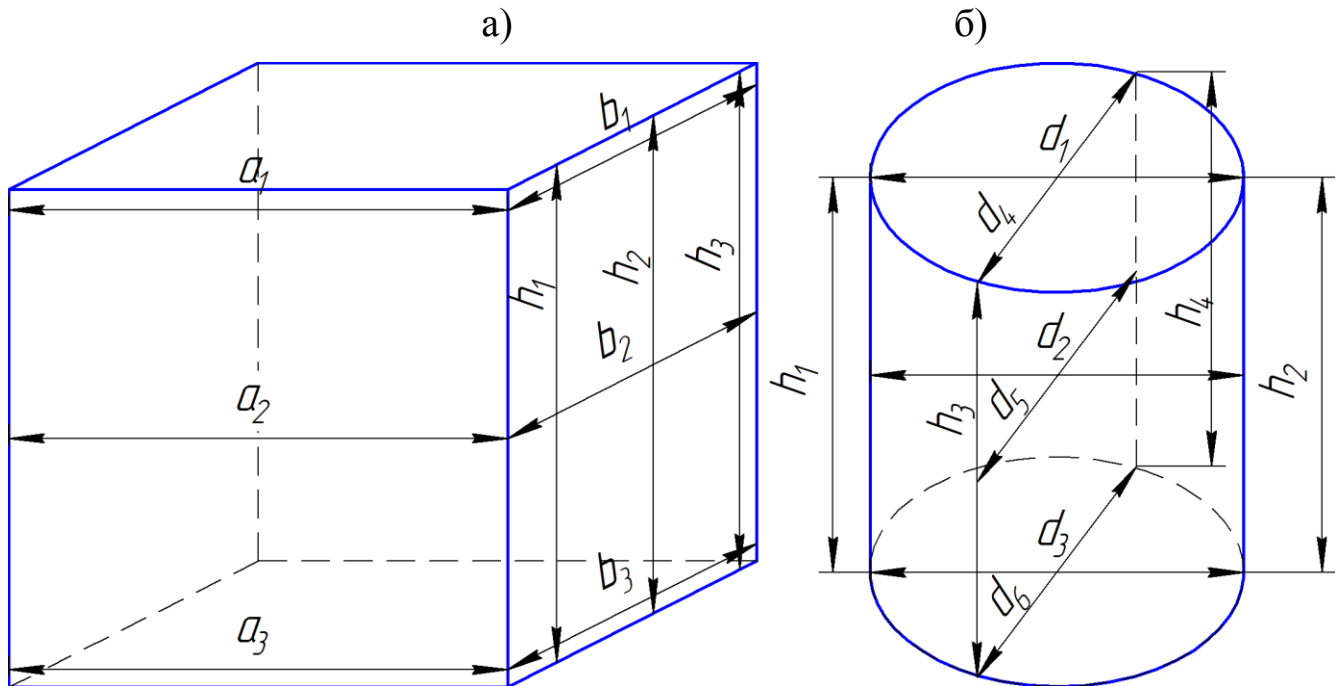


Рисунок 1.1 – Схема пікнометра «ПЖ2»

Істинну щільність наважки ( $\rho$ ) у  $\text{г/см}^3$  обчислюють за формулою:



## 1.2.2 Порядок проведення випробувань зразків правильної геометричної форми



а) кубічна форма; б) циліндрична форма

Рисунок 1.2 – Схема вимірювання об'єму зразків

Об'єм зразка  $V$ ,  $\text{см}^3$ , кубічної форми визначають, користуючись формулою:

$$V = a_{\text{сер}} \cdot b_{\text{сер}} \cdot h_{\text{сер}}, \quad (1.2)$$

де  $a_{\text{сер}}$ ,  $b_{\text{сер}}$ ,  $h_{\text{сер}}$  – середні значення розмірів граней зразка, см.

Об'єм зразка  $V$ ,  $\text{см}^3$ , циліндричної форми обчислюють за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot d_{\text{сер}}^2}{4} h_{\text{сер}}, \quad (1.3)$$

де  $d_{\text{сер}}$  – середній діаметр циліндра, см;

$h_{\text{сер}}$  – середня висота циліндра, см.

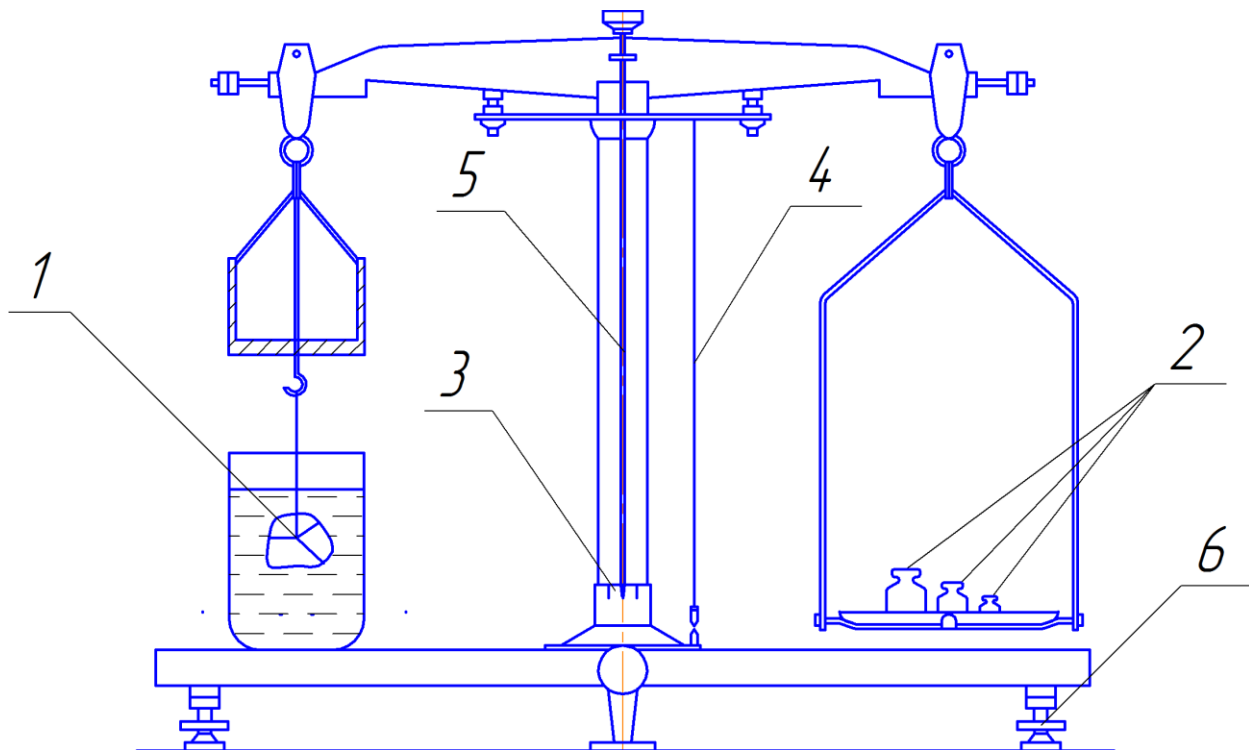
Середню щільність зразка ( $\rho_m$ ) у  $\text{кг}/\text{м}^3$  обчислюють за формулою:

$$\rho_m = \frac{m}{V} \cdot 1000, \quad (1.4)$$

де  $m$  – маса зразка, що висушений до постійної маси, г;

$V$  – об'єм зразка,  $\text{см}^3$ .





1 – зразок; 2 – гирі; 3 – шкала; 4 – прямовис; 5 – стрілка; 6 – гвинт

Рисунок 1.3 – Схема гідростатичних ваг

Середню щільність зразка ( $\rho_m$ ) у  $\text{кг/м}^3$  обчислюють за формулою:

$$\rho_m = \frac{m}{m_{\text{П}} - m'_{\text{П}} - \frac{m_{\text{П}} - m}{\rho_{\text{П}}}} \cdot 1000, \quad (1.5)$$

де  $m$  – маса зразка, що висушений до постійної маси, г;

$m_{\text{П}}$  – маса парафінованого зразка, г;

$m'_{\text{П}}$  – маса парафінованого зразка у воді, г;

$\rho_{\text{П}}$  – щільність парафіну, яка приймається рівною  $0,93 \text{ г/см}^3$ .

Таблиця 1.3 – Результати випробувань

Матеріал	$m$ , г	$m_{\text{П}}$ , г	$m'_{\text{П}}$ , г	$\rho_{\text{П}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_m$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_m^{\text{сер}}$ , кг/м <sup>3</sup>

Висновок: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_





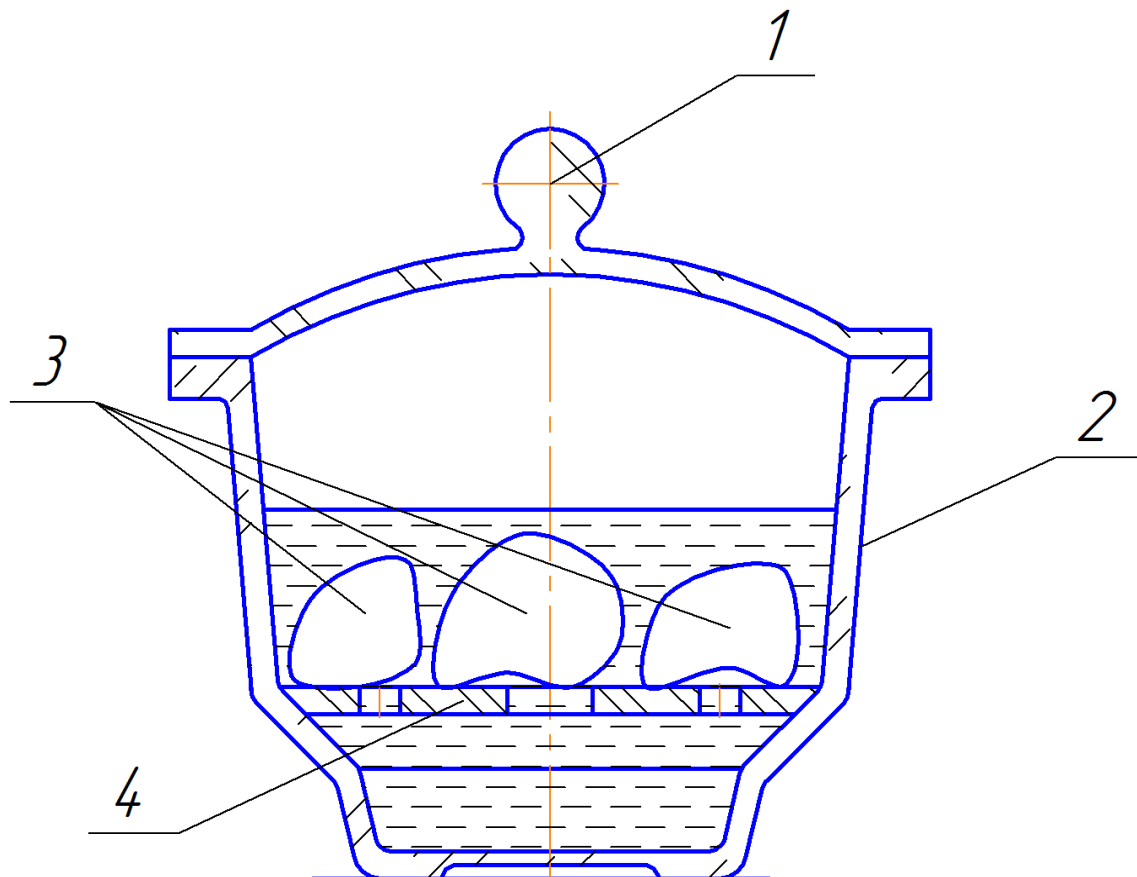


## 1.4 Визначення водопоглинання у воді температурою $(20\pm 5)^\circ\text{C}$

### 1.4.1 Засоби випробування та допоміжні пристрої

Посудина з ґратками (рис. 1.4); електрошафа сушильна (ТУ 16-681.032); технічні ваги (ГОСТ-24104).

### 1.4.2 Порядок проведення випробування



1 – кришка; 2 – корпус; 3 – зразки; 4 – фарфорова вставка

Рисунок 1.4 – Схема посудини з ґратками

Водопоглинання зразка у відсотках за масою ( $W_m$ ) та об'ємом ( $W_o$ ) обчислюють за формулами:

$$W_m = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 1000; \quad (1.8)$$

$$W_o = W_m \cdot \rho_m, \quad (1.9)$$

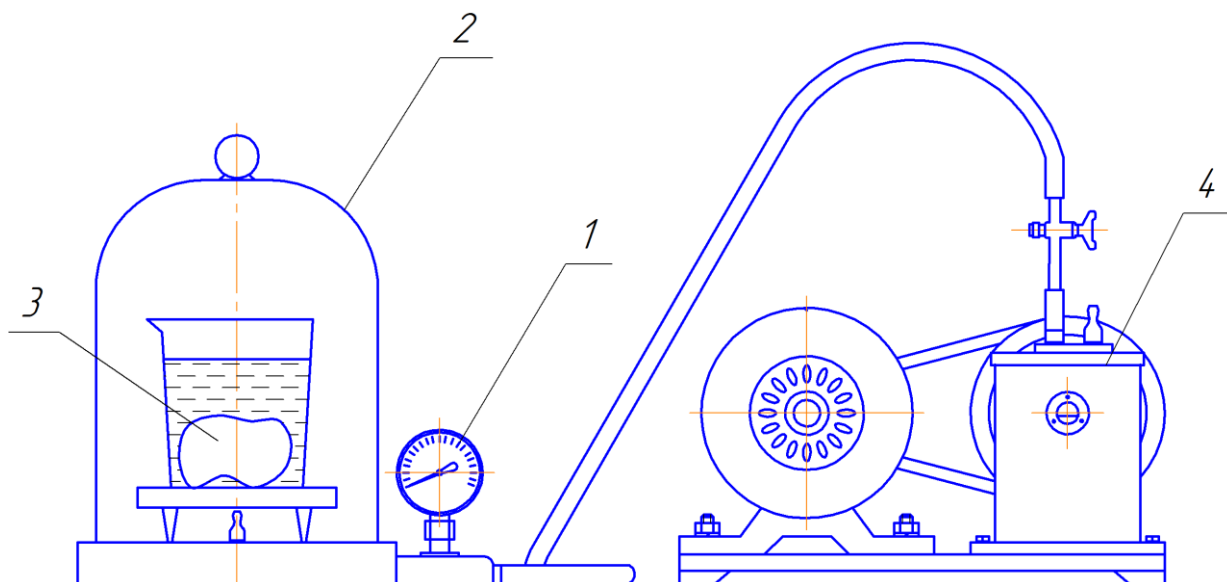
де  $m_1$  – маса зразка, що насичений водою, г;

$m$  – маса зразка, що висушений до постійної маси, г;

$\rho_m$  – середня щільність матеріалу,  $\text{кг/м}^3$ .







1 – вакуумметр; 2 – посудина дзвоноподібна; 3 – зразок; 4 – вакуум-насос

Рисунок 1.5 – Схема вакуум-апарата

Водонасичення за масою визначають за формулою:

$$W_H = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100, \quad (1.11)$$

де  $m_1$  – маса сухого зразка, г;

$m_2$  – маса насиченого водою зразка, г.

Таблиця 1.8 – Результати випробувань

Матеріал	Маса сухого зразка, $m_1$ , г	Маса зразка після водонасичення, $m_2$ , г	Водонасичення за масою, $W_H$ , %	Середнє значення, $W_H^{сер}$ , %

Висновок: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## 2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Дата проведення випробування \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 20 \_\_\_\_ р.

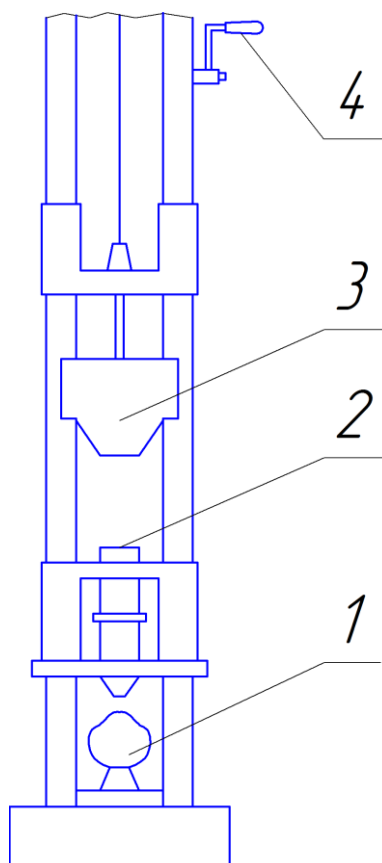
Мета роботи: навчитися визначати опір удару та стиранисть будівельних матеріалів, дробильність щебеню при стиску у циліндрі.

### 2.1 Визначення опору удару

#### 2.1.1 Засоби випробування й допоміжні пристрої

Копер Педжа (рис. 2.1); лінійка вимірювальна металева (ГОСТ-427); штангенциркуль з похибкою вимірювання 0,1 мм (ГОСТ-166).

#### 2.1.2 Порядок проведення випробування



1 – зразок; 2 – циліндр; 3 – гиря; 4 – ворот для піднімання гирі

Рисунок 2.1 – Схема копра Педжа з приладом для розколу ударним навантаженням

Межа міцності при ударі характеризується роботою удару, що руйнує матеріал, або питомою роботою вантажу  $R_{num}$ , яка припадає на одиницю об'єму, МПа, і визначається за формулою

$$R_{num} = \frac{A}{V}, \quad (2.1)$$

де  $A$  – робота руйнування, Н·м;

$V$  – об'єм зразка, м<sup>3</sup>.

Об'єм циліндра

$$V = \frac{\pi d^2 h}{4}, \quad (2.2)$$

де  $d$  – діаметр циліндра, мм;

$h$  – висота циліндра, мм.

Робота руйнування визначається за формулою

$$A = F_r \cdot [1 + 2 + 3 \dots + (n - 1)], \quad (2.3)$$

де  $F_r$  – маса падаючої гирі ( $F_r = 20$  Н);

$n$  – номер удару, що руйнує зразок.

Таблиця 2.1 – Результати випробувань

Матеріал	Маса гирі, $F_r$ , Н	Об'єм зразка, $V$ , м <sup>3</sup>	Номер удару, що руйнує зразок, $n$	Робота руйнування, $A$ , Н·м	Питома робота руйнування $R_{num}$ , МПа

Висновок: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Питома робота  $A_{num}$  (кПа·м) при ударному розколюванні зразків у формі паралелепіпеда визначається за формулою:

$$A_{num} = \frac{F_r \cdot n \cdot \Delta h \cdot (h_n + h_k)}{2 \cdot S} \cdot 100, \quad (2.4)$$

де  $F_r$  – зусилля, створене гирею ( $F_r = 20$  Н);

$n$  – номер удару, що руйнує зразок;

$\Delta h$  – інтервал ударів по висоті ( $\Delta h = 1$  см);

$h_n$  – початкова висота падіння гирі ( $h_n = 1$  см);

$h_k$  – кінцева висота падіння гирі, см;

$S$  – площа розколу ( $S = 4$  см<sup>2</sup>);

100 – переводний коефіцієнт.

Таблиця 2.2 – Результати випробувань

Матеріал	Зусилля, створене гирею, $F_r$ , Н	Номер удару, що руйнує зразок, $n$	Кінцева висота падіння гирі, $h_k$ , см	Площа розколу, $S$ , см <sup>2</sup>	Питома робота руйнування $A_{num}$ , кПа·м

Висновок: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

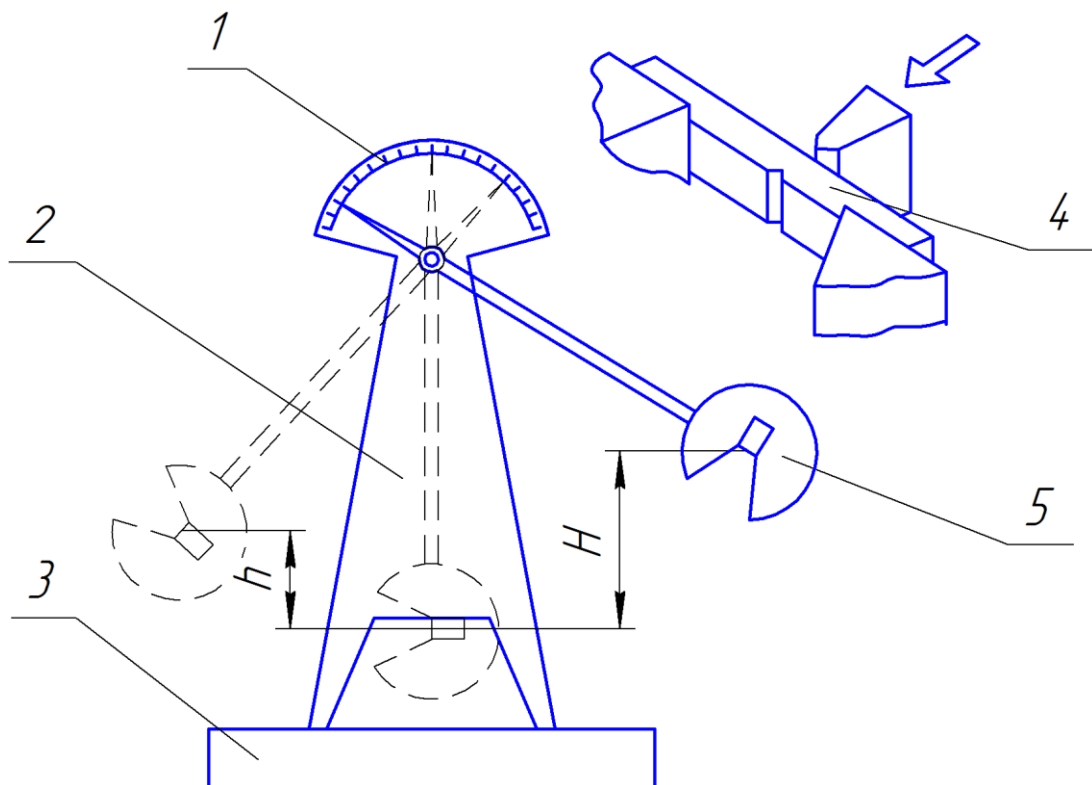
\_\_\_\_\_

## 2.2 Визначення ударної міцності

### 2.2.1 Засоби випробування та допоміжні пристрої

Маятниковий копер (рис. 2.2), набір маятників різної потужності, вимірювач.

### 2.2.2 Порядок проведення випробування



1 – шкала; 2 – станина; 3 – основа; 4 – зразок з надрізом; 5 – маятник

Рисунок 2.2 – Схема маятникового копра

Ударна міцність визначається за формулою:

$$R_{y\partial} = \frac{A}{S}, \quad (2.5)$$

де  $A$  – робота руйнування зразка, Дж;

$S$  – площа поперечного перетину зразка,  $\text{мм}^2$ .

Робота руйнування дорівнює різниці запасу енергії маятника до удару  $A_1$  і невтраченої енергії маятника після удару по зразку  $A_2$

$$A = A_1 - A_2 = F \cdot (H - h), \quad (2.6)$$

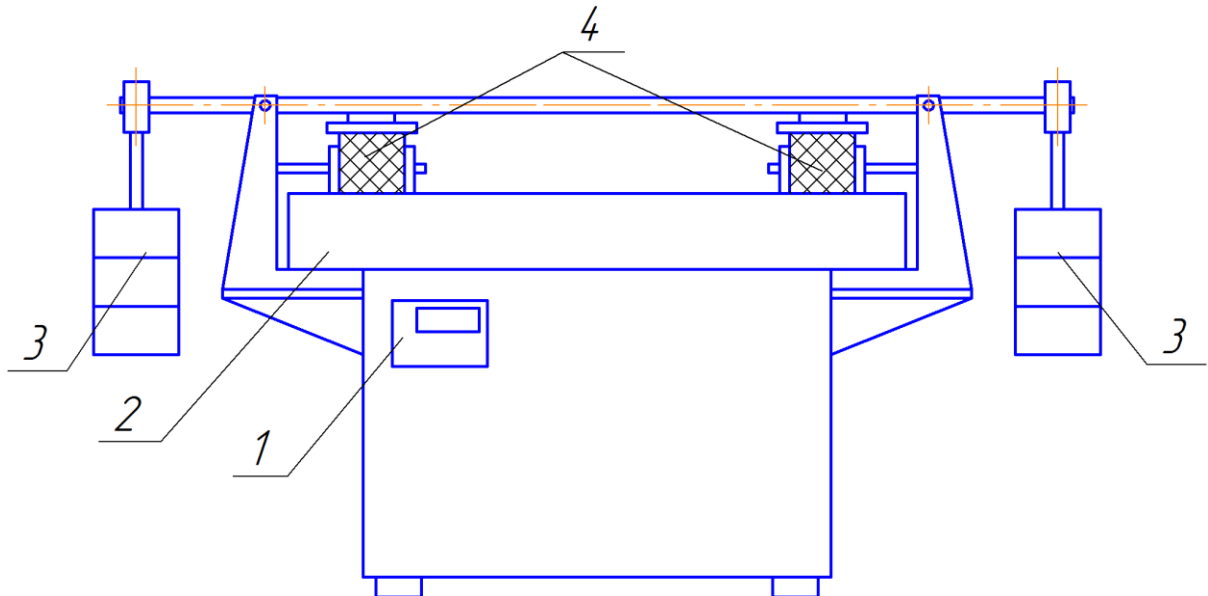
де  $F$  – маса маятника, Н;

$H$  – початкова висота піднімання маятника, м;

$h$  – кінцева висота піднімання маятника, м.



### 2.3.2 Порядок проведення випробування



1 – лічильник обертів; 2 – диск; 3 – вантаж; 4 – зразок

Рисунок 2.3 – Схема кола стирання «ЛКИ-3»

Стираність зразка  $C_m$  (г/см<sup>2</sup>) визначають з похибкою до 0,1 г/см<sup>2</sup> за формулою

$$C_m = \frac{m_1 - m_2}{S}, \quad (2.7)$$

де  $m_1$  – маса зразка до стирання, г;

$m_2$  – маса зразка після стирання, г;

$S$  – площа стирання (зразка), см<sup>2</sup>.

Таблиця 2.4 – Результати випробувань

Прилад	Найменування матеріалу	Площа стирання, $S$ , см <sup>2</sup>	Навантаження на зразок, Н	Кількість обертів кола	Вид та маса абразиву	$m_1$ , г	$m_2$ , г	$C_m$ , г/см <sup>2</sup>	$C_m^{сер}$ , г/см <sup>2</sup>

Висновок: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

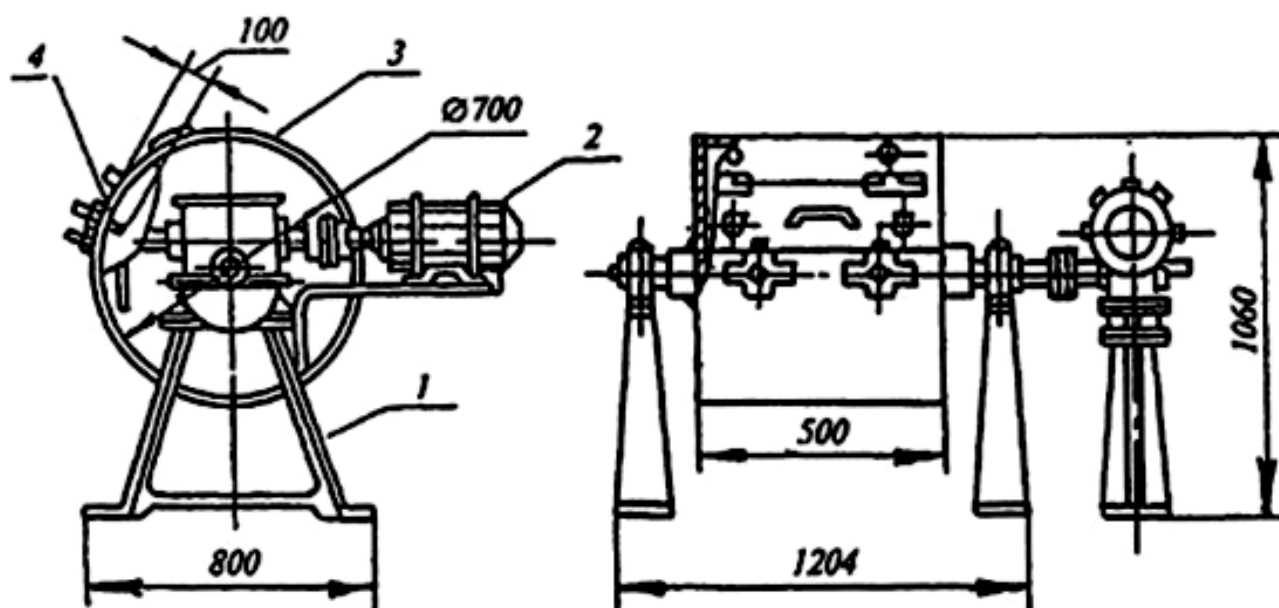
\_\_\_\_\_

## 2.4 Визначення стираності в поличному барабані

### 2.4.1 Засоби контролю й допоміжне обладнання

Барабан поличний діаметром 700 мм, довжиною 500 мм забезпечений на внутрішній поверхні полицею шириною 100 мм (рис. 2.4); кулі сталеві або чавунні діаметром 48 мм, масою  $(405 \pm 10)$  г кожна – 12 шт.; ваги лабораторні електронні; шафа сушильна; сита з круглими отворами діаметрами 2,5; 5 (3); 7,5; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60, 70 (80) мм; сито з сіткою № 1,25 (ГОСТ-6613).

### 2.4.2 Порядок проведення випробування



1 – станина; 2 – двигун; 3 – барабан; 4 – полка барабана

Рисунок 2.4 – Схема поличного барабана



## 2.5 Визначення дробильності щебеню при стиску у циліндрі

### 2.5.1 Засоби випробування та допоміжні пристрої

Прес гідравлічний з максимальним зусиллям до 500 кН за ГОСТ-28840; технічні ваги за ГОСТ-24104; набір сит за ГОСТ-6613; шафа сушильна; 2 циліндри ( $d_1 = 150$  мм та  $d_2 = 75$  мм) (рис.2.5).

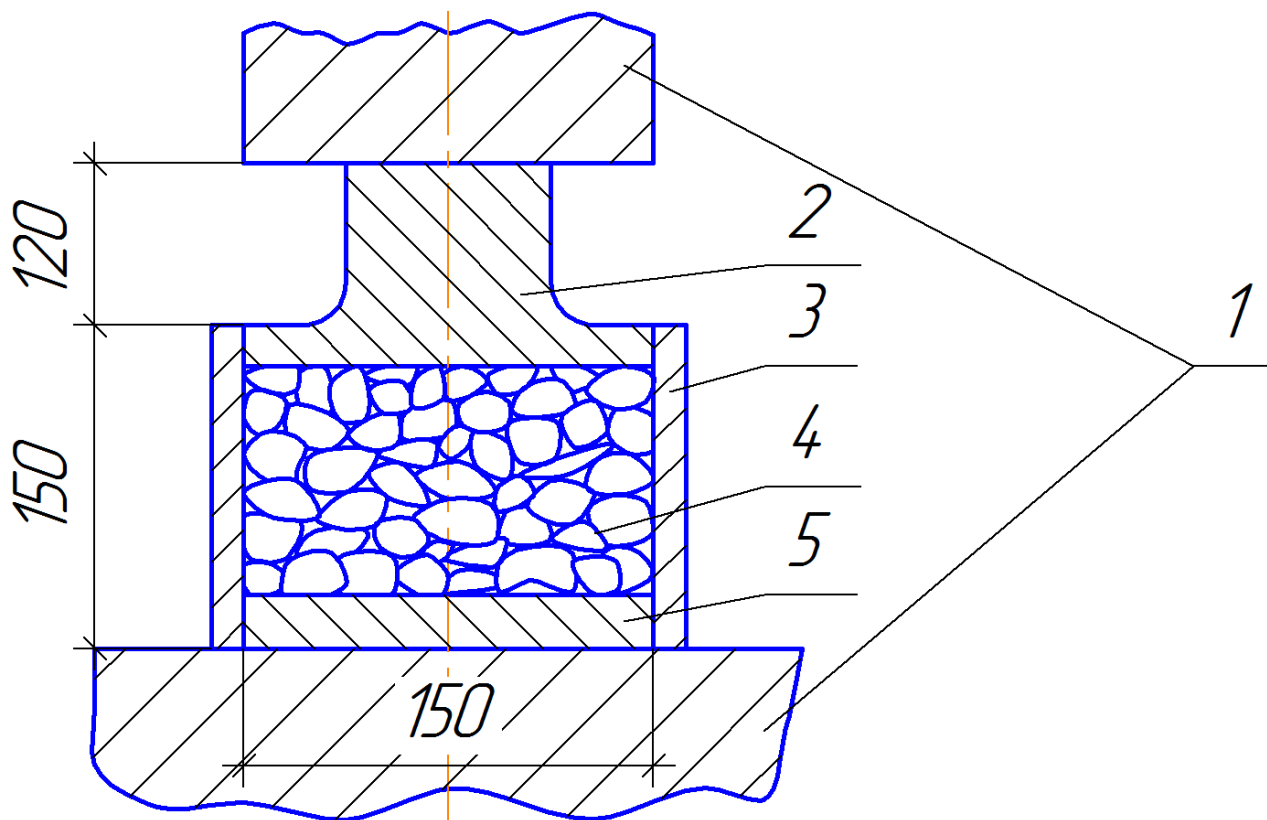
### 2.5.2 Порядок проведення випробування

Залишки щебеню на ситі після просіювання зважують, визначають показник дробильності з точністю до 1 % за формулою:

$$D_p = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100, \quad (2.10)$$

де  $m$  – маса щебеню до просіювання, г;

$m_1$  – маса щебеню після просіювання, г.



1 – плита преса; 2 – пуансон; 3 – циліндр; 4 – щебінь; 5 – знімне дно

Рисунок 2.5 – Схема випробування щебеню на дробильність у циліндрі

