

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Запорізький національний технічний університет

**Методичні вказівки**

до лабораторних робіт з дисциплін

**„Технологія ливарного виробництва”**

**і „Технологія ливарної форми”**

**Розділ 1 «Формувальні матеріали»**

для студентів напрямів підготовки

6.050502 “Інженерна механіка”

і 6.050402 “Ливарне виробництво”

всіх форм навчання

2013

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисциплін „Технологія ливарного виробництва” і „Технологія ливарної форми” Розділ 1 «Формувальні матеріали» для студентів напрямів підготовки 6.050502 “Інженерна механіка” і 6.050402 “Ливарне виробництво” всіх форм навчання / Укл.: В.Г. Іванов, О.Ф. Кузовов, О.В. Малий. Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 58 с.

Укладачі: В.Г. Іванов, доцент, к.т.н.  
О.Ф. Кузовов, доцент, к.т.н.  
О.В. Малий, асистент

Рецензент: В.М. Сажнів, доцент, к.т.н.

Відповідальний  
за випуск: В.В. Луньов, професор, д.т.н.

Затверджено  
на засіданні кафедри машин і технології ливарного виробництва

Протокол № 6  
від „21” лютого 2013р.

## ЗМІСТ

Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт з курсу «Формувальні матеріали».....	5
1 Лабораторна робота №1. Визначення вмісту глинистої складової формувальної суміші.....	6
1.1 Загальні відомості.....	6
1.2 Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	10
1.3 Контрольні запитання для самоперевірки.....	10
1.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	10
1.5 Порядок виконання лабораторної роботи.....	10
1.6 Зміст звіту.....	11
2 Лабораторна робота №2. Визначення гранулометричного складу формувального піску.....	12
2.1 Загальні відомості.....	12
2.2 Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	15
2.3 Контрольні запитання для самоперевірки.....	15
2.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	15
2.5 Порядок виконання лабораторної роботи.....	15
2.6 Зміст звіту.....	16
3 Лабораторна робота №3. Визначення вологості формувальної суміші.....	17
3.1 Загальні відомості.....	17
3.2 Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	18
3.3 Контрольні запитання для самоперевірки.....	18
3.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	19
3.5 Порядок виконання лабораторної роботи.....	19
3.6 Зміст звіту.....	20
4 Лабораторна робота №4. Визначення газопроникності формувальної суміші.....	21
4.1 Загальні відомості.....	21
4.2 Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	22
4.3 Контрольні запитання для самоперевірки.....	22
4.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	23
4.5 Порядок виконання лабораторної роботи.....	23
4.6 Зміст звіту.....	26
5 Лабораторна робота №5. Вплив вмісту глини на газопроникність та міцність формувальної суміші.....	27

5.1	Загальні відомості.....	27
5.2	Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	28
5.3	Контрольні запитання для самоперевірки.....	29
5.4	Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	29
5.5	Порядок виконання лабораторної роботи.....	29
5.6	Зміст звіту.....	31
6	Лабораторна робота №6. Вплив вологості на ущільненість піщано-бентонітової суміші.....	33
6.1	Загальні відомості.....	33
6.2	Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	37
6.3	Контрольні запитання для самоперевірки.....	38
6.4	Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	38
6.5	Порядок виконання лабораторної роботи.....	38
6.6	Зміст звіту.....	40
7	Лабораторна робота №7. Визначення міцності стрижньової суміші у сухому стані.....	41
7.1	Загальні відомості.....	41
7.2	Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	42
7.3	Контрольні запитання для самоперевірки.....	44
7.4	Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	44
7.5	Порядок виконання лабораторної роботи.....	44
7.6	Зміст звіту.....	47
	Рекомендована література.....	47
	Додаток А. Прилад моделі 021 «Збовтувач».....	48
	Додаток Б. Прилад моделі 028М для ситового аналізу.....	49
	Додаток В. Прилад моделі 062М для визначення вологості.....	50
	Додаток Г. Лабораторний копер моделі 030М.....	51
	Додаток Д. Прилад моделі 042 для визначення газопроникності.....	52
	Додаток Е. Прилади для визначення міцності вогкої суміші при стисненні.....	54
	Додаток Ж. Прилад для визначення осипаємості моделі 056.....	56
	Додаток К. Прилади для визначення міцності суміші у сухому стані при розриві.....	57

## **Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт з курсу «Формувальні матеріали»**

1 Перед виконанням лабораторної роботи уважно ознайомтесь із завданням, з правилами безпеки робіт, обладнанням, матеріалами та інструментом.

2 Не вмикайте і не вимикайте без дозволу викладача або учбового майстра вмикачі, рубильники або інші прилади.

3 Не завалюйте простір робочого місця непотрібними для роботи речами.

4 Не торкайтеся руками рухаючих елементів лабораторного обладнання.

5 При роботі в лабораторії виконуйте тільки ту роботу, яка Вам доручена. Категорично забороняється виконувати роботу за власною ініціативою без дозволу викладача.

6 Не заходьте до лабораторії, в якій не працює ваша група.

7 Під час виконання завдань не ходіть без потреби по лабораторії, так як цим Ви заважаєте працюючим, що може привести до нещасного випадку.

8 Забороняється працювати у лабораторії одному. Обов'язкова присутність другої людини для надання працюючому допомоги в разі виникнення нештатної ситуації.

9 негайно попередьте викладача або учбового майстра про виявлені недоліки і порушення правил безпеки.

10 По закінченню роботи приведіть у порядок власне робоче місце. Потім заявіть викладачеві про закінчення роботи і тільки після його дозволу можете залишити лабораторію.

## 1 Лабораторна робота №1 ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ГЛИНИСТОЇ СКЛАДОВОЇ ФОРМУВАЛЬНОЇ СУМІШІ

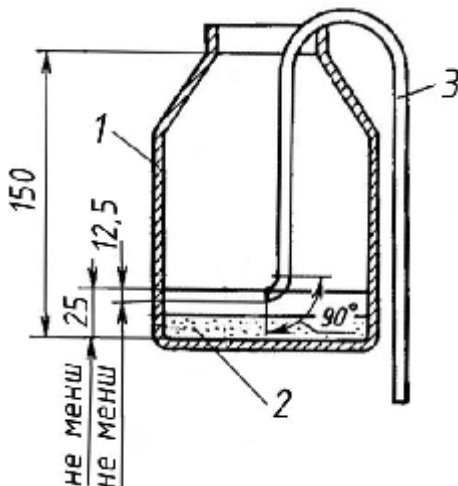
Мета роботи. 1 Визначити вміст глинистої складової у формувальному піску, клас піску згідно ГОСТ 2138-91;

2 Вивчити класифікацію формувальних пісків.

### 1.1 Загальні відомості

Головною складовою формувальних пісків є зерна кварцу ( $\text{SiO}_2$ ) необхідних розмірів і форми. Крім них до складу формувальних пісків входять глинисті матеріали та інші домішки. У формувальних пісках всі частки розміром менш 22 мкм, незалежно від хімічного складу, називаються глинистою складовою. Піски, що мають більш 50 % глинистих складових, відносяться до категорії глин.

Глинисту складову у формувальних пісках знаходять стандартним методом відмулювання суспензії згідно ГОСТ29234.1-91 за допомогою приладу, зображеного на рис.1.1. В основу цього методу покладено видалення замуленої води з подальшою доливкою до прозорого стану. Перемішування суспензії здійснюється на приладі моделі 021 (рис.А.1).



1 – банка; 2 – осад піску; 3 – сифон

Рисунок 1.1 – Схема приладу для зливання води з банки

Швидкість падіння часток, які знаходяться у воді, визначається за формулою Стокса:

$$V = \frac{d^2(\gamma_1 - \gamma_2)g}{18\eta} \quad (1.1)$$

де  $V$  – швидкість падіння частки, м/с;

$d$  – діаметр частки, м;

$\gamma_1$   $\gamma_2$  – густина частки і середовища відповідно, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$\eta$  – динамічна в'язкість рідкого середовища, Па·с.

Для схеми, що наведена на рис.1.1, швидкість осідання часток повинна складати

$$V = \frac{h}{\tau} \quad (1.2)$$

де  $h$  – висота падіння часток, м ( $h=0,125$  м);

$\tau$  – час, с ( $\tau=5$  хв або  $\tau=300$  с)

$$V = \frac{0,125}{300} = 0,416 \cdot 10^{-3} \text{ (м/с)}$$

Для випадку осідання зерен кварцу ( $\gamma_1=2,65 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>) у воді ( $\gamma_2=1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $\eta=0,001$  кг/(м·с)) через систему рівнянь 1.1 та 1.2 діаметр частки буде дорівнювати

$$d = \sqrt{\frac{18 \cdot V \cdot \eta}{(\gamma_1 - \gamma_2) \cdot g}} = \sqrt{\frac{18 \cdot 0,416 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}{(2,65 - 1,0) \cdot 10^3 \cdot 9,81}} = 0,215 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 22 \text{ мкм}$$

Тобто через 5 хвилин відстою водної суспензії частки розміром 22 мкм осядуть, а менші залишаться у завислому стані і будуть видалені з водою сифоном.

Залежно від процентного вмісту глинистих часток (глинистої складової – гл. скл.) формувальні піски згідно ГОСТ 2138-91 розподіляються на класи:

кварцові (К) – до 2 % гл. скл.;

пісні (Т) – від 2 до 12 % гл. скл.;

жирні (Ж) – від 12 до 50 % гл. скл.

У свою чергу всі піски поділяють на ряд груп

## Групи кварцових пісків

Кварцові піски поділяються на групи залежно від вмісту глинистої складової (табл.1.1), вмісту  $\text{SiO}_2$  (табл.1.2), коефіцієнту однорідності (табл.1.3) та середнього розміру зерна (табл. 1.4).

Таблиця 1.1 – Вміст глинистої складової у кварцевому піску

Група	Глиниста складова, %, не більше
1	0,2
2	0,5
3	1,0
4	1,5
5	2,0

Таблиця 1.2 – Вміст  $\text{SiO}_2$  у кварцевому піску

Група	Вміст $\text{SiO}_2$ , %, не менш
$K_1$	99
$K_2$	98
$K_3$	97
$K_4$	95
$K_5$	93

Таблиця 1.3 – Коефіцієнт однорідності кварцових пісків

Група	Коефіцієнт однорідності, %
$O_1$	Більше 80
$O_2$	70 – 80
$O_3$	60 – 70
$O_4$	50 – 60
$O_5$	Менше 50

Таблиця 1.4 – Середній розмір зерна кварцових пісків

Група	Середній розмір зерна, мм
01	Менш 0,14
016	0,14 – 0,18
02	0,19 – 0,23
025	0,24 – 0,28
03	Більше 0,28



Ці ознаки класифікації входять у позначення марки пісків, наприклад: 2К<sub>1</sub>О<sub>3</sub>02 – кварцовий пісок з 0,2 – 0,5 % глинистої складової, 99 % SiO<sub>2</sub>, коефіцієнт однорідності 60 – 70 %, середній розмір зерна 0,19 – 0,23 мм.

#### Групи пісних пісків

Залежно від таких самих ознак, що і для кварцових пісків, пісні піски поділяють на ряд груп (табл.1.5 – 1.6).

Таблиця 1.5 – Вміст глинистої складової у пісному піску

Група	Вміст глинистої складової, %, не менш
1	4
2	8
3	12

Таблиця 1.6 – Вміст SiO<sub>2</sub> у пісному піску

Група	Вміст SiO <sub>2</sub> , %, не менш
T <sub>1</sub>	96
T <sub>2</sub>	93
T <sub>3</sub>	90

Пісні піски, як і кварцові, поділяють на групи залежно від коефіцієнту однорідності (табл.1.3) і середнього розміру зерна (табл. 1.4). Наприклад, 2Т<sub>2</sub>О<sub>4</sub>025 – пісний пісок з 4 – 8 % глинистої складової, 93 % SiO<sub>2</sub>, коефіцієнт однорідності 50 – 60 %, середній розмір зерна 0,24 – 0,28 мм.

#### Групи жирних пісків

Жирні піски поділяють на групи залежно від середнього розміру зерна (табл. 1.4) і міцності при стисканні у вологому стані (табл. 1.7).

Таблиця 1.7 – Міцність жирних пісків у вологому стані

Група	Міцність у вологому стані, МПа
Ж <sub>1</sub>	Більше 0,08
Ж <sub>2</sub>	0,05 – 0,08
Ж <sub>3</sub>	Менше 0,05

Наприклад, Ж<sub>2</sub>016 – жирний пісок з міцністю у вологому стані 0,05 – 0,08 МПа, середній розмір зерна – 0,14 – 0,18 мм.

## 1.2 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

Перед виконанням лабораторної роботи ознайомитися з методом визначення глинистої складової та марками піску в залежності від її вмісту, класифікацію пісків згідно ГОСТ 2138-91. Вивчити конструкцію лабораторного обладнання, порядок та техніку безпеки роботи на ньому.

### 1.3 Контрольні запитання для самоперевірки

- 1.3.1 З яких основних часток складається формувальний пісок?
- 1.3.2 Що називається глинистою складовою?
- 1.3.3 Яка методика визначення глинистої складової?
- 1.3.4 Яке фізичне явище описує закон Стокса?
- 1.3.5 Як класифікуються піски згідно ГОСТ 2138-91?
- 1.3.6 Як називаються піски залежно від вмісту глинистої складової?
- 1.3.7 Як визначається клас формувального піску?
- 1.3.8 Скільки існує класів формувального піску?

### 1.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

Матеріали: формувальний пісок.

Обладнання: ваги з гирями – 4 комплекти; банка з сифоном – 4 шт.; фарфорова чашка – 4 – шт., піч для сушіння піску

Прилади: прилад для збовтування моделі 021 (додаток А).

### 1.5 Порядок виконання лабораторної роботи

1.5.1 Зважити наважку  $50 \pm 0,01$  г висушеного при  $105 - 110$  °С формувального піску і висипати у банку місткістю 1000 мл.

1.5.2 У банку налити 475 мл води кімнатної температури і 25 мл 1 % - ного водного розчину їдкого натру (NaOH). Воду бажано брати дистильовану.

1.5.3 Наповнену банку щільно закрити гумовою пробкою і поставити на прилад для збовтування. Збовтування проводити протягом 1 години.

1.5.4 Після годинного збовтування банку необхідно зняти з приладу, відкрити, водою всередині банки змити всі частки піску, які прилипли до пробки.

1.5.5 У банку долити води до позначки 150 мм від дна і знову накрити пробкою. Банку енергійно збовтати руками і дати відстоятися

на протязі 10 хвилин з відкритою пробкою.

1.5.6 Через 10 хвилин воду злити за допомогою сифону (діаметр трубки 6 – 9 мм) до рівня 25 мм від дна банки або 12 – 13 мм від верхньої кромки осаdky (рис.1.1).

1.5.7 Наповнити знову банку водою до рівню 150 мм, збовтати руками і після 10-хвилинного відстою злити воду за допомогою сифону.

1.5.8 Далі банку в третій раз долити водою до рівню 150 мм, збовтати, але дати відстоятися тільки 5 хвилин і знову злити воду у тому ж порядку.

1.5.9 Операції наповнення, збовтування, відстою і зливання води сифоном повторювати до тих пір, доки вода в банці після чергового 5-хвилинного відстою не стане цілком прозорою. Що свідчить про повну відсутність глинистої складової.

1.5.10 Злити воду сифоном, частки піску, які залишились в банці, перенести у фарфорову чашку, старанно змиваючи піщинки, які прилипли до стінок і дна банки.

1.5.11 Після 5-хвилинного відстоювання піску в чашці воду злити і пісок висушити до постійної ваги при температурі 105 – 110 °С.

1.5.12 Висушений зважити з похибкою до  $\pm 0,01$  г.

1.5.13 Вміст глинистої складової визначити за формулою

$$\Gamma = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100\% \quad (1.3)$$

де  $m$  – маса піску до промивання, г;

$m_1$  – маса піску після промивання, г.

1.5.14 За результатами експерименту для піску визначити його клас.

## 1.6 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити основні положення теоретичної частини, опис ходу роботи, схему приладу для зливання води (рис.1.1), результати визначення класу піску та його групи за глинистою складовою.

## **2 Лабораторна робота №2**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ФОРМУВАЛЬНОГО ПІСКУ**

Мета роботи. 1 Визначити гранулометричний склад формувального піску за ГОСТ 29234.3-91.

2 Визначити форму піску з використанням мікроскопу.

3 За експериментальними даними лабораторних робіт №1, 2 визначити марку формувального піску

#### **2.1 Загальні відомості**

Гранулометричний склад – сукупність всіх розмірів зерен піску – є одним із найбільш важливих природних ознак, що визначають такі технологічні властивості формувальних сумішей як газопроникність, міцність, якість поверхні виливків, витрату зв'язуючих речовин тощо.

Сукупність часток, які за розмірами потрапляють в один інтервал, називається фракцією піску.

Сукупність часток піску після видалення глинистої складової називається піщаною основою.

Гранулометричний склад формувального піску визначають ситовим аналізом – просівом його наважки крізь набір стандартних сит (табл. 2.1). Ситовий аналіз проводять на навазці піску, що залишилася після видалення глинистої складової.

Для визначення середнього розміру зерен піску і коефіцієнту однорідності за даними гранулометричного складу піску (за ГОСТ 29234.3-91) будують інтегральну криву розподілу піщинок за розмірами.

Для цього по вісі абсцис відкладають у логарифмічному масштабі розміри вічок сита, а по вісі ординат у лінійному масштабі - кількість піску (%) менше даного розміру сита включно (рис.2.1). Тобто на вісі ординат відкладають у лінійному масштабі суму залишків на усіх попередніх ситах включно з даним ситом.

Середній розмір зерна  $D_c$  відповідає середньому розміру сторін сита, через яке пройшло 50 % піску (див. рис.2.1). Для наведеного прикладу  $D_c=0,17$  мм.

Для визначення коефіцієнту однорідності  $O$  за інтегральною кривою знаходять вміст (%) піщинок розміром, що відповідає  $4/3D_c$  і  $2/3D_c$ . Коефіцієнт однорідності дорівнює різниці цих значень.

Таблиця 2.1- Номери сит, розміри вічок і результати експерименту

Номер сита	2,5	1,6	1	063	04	0315	02	016	01	0063	005	Тазок
Розмір сторони вічка, d, мм	2,50	1,60	1,00	0,63	0,40	0,315	0,20	0,16	0,10	0,063	0,005	-
lg d	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,5	-0,7	-0,8	-1,0	-1,2	-1,3	-
Залишок на ситці, г	-	-	1,5	1,5	2,5	4,5	16,0	16,0	3,0	1,0	3,0	1,0
Залишок на ситці, % <sup>*)</sup>	-	-	3	3	5	9	32	32	6	2	6	2
Сума залишків на ситах, % <sup>**)</sup>	-	-	100	97	94	89	80	48	16	10	8	

Примітка. <sup>\*)</sup>, <sup>\*\*)</sup> - заповнені у якості прикладу для побудови рис.2.1.

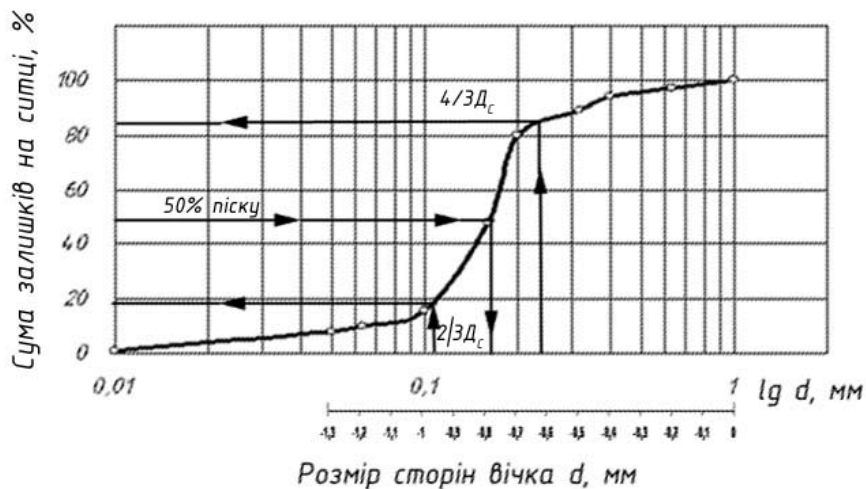


Рисунок 2.1 – Інтегральна крива розподілу частинок за розмірами

Для наведеного прикладу

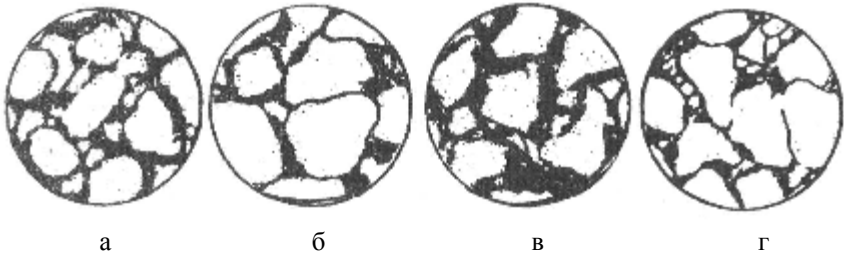
$$O = \frac{4}{3} D_c - \frac{2}{3} D_c = \frac{4}{3} \cdot 0,17 - \frac{2}{3} \cdot 0,17 = 0,23 - 0,11 = 0,12 = 12\%$$

Це відповідає коефіцієнту однорідності –  $O_3$  (див.табл.1.3).

Практика застосування формувальних пісків показує, що найбільш доцільно використовувати піски з переважним розміром зерна 0,2 мм при сталевому литві, із розміром 0,1 мм при чавунному литві, при цьому спостерігається найкраще поєднання газопроникності формувальної суміші і шорсткості поверхні виготовлених виливків.

Найбільш крупні піски (розмір зерна 0,4 – 0,315 мм) застосовуються для стрижневих сумішей, так як при цьому забезпечується висока газопроникність суміші, а утворена при цьому підвищена шорсткість поверхні виливків усувається за рахунок протипригарних покриттів.

Форму піщинок визначають за допомогою мікроскопу БМ-51-2 при збільшенні 8,75. Для цього підбирають пробу із зерен піску після видалення глинистої складової і висушування. За формою зерен формувальні піски поділяють на кулясті, півкулясті, гострокутні, складні (рис.2.2).



а – куляста, б – півкуляста; в – складна; г - гострокутна

Рисунок 2.2 – Форма зерен піску

## **2.2 Завдання на підготовку до лабораторної роботи**

Готуючись до лабораторної роботи треба ознайомитися з методом визначення гранулометричного складу піску та методикою визначення марки формувального піску в залежності від результатів ситового аналізу. Вивчити конструкцію лабораторного обладнання, порядок та техніку безпеки роботи на ньому.

### **2.3 Контрольні запитання для самоперевірки**

2.3.1 Що називається гранулометричним складом формувального піску?

2.3.2 В чому полягає методика визначення гранулометричного складу піску?

2.3.3 Що називається фракцією піску?

2.3.4 Як будується інтегральна крива?

2.3.5 Як визначається середній розмір зерен?

2.3.6 Як визначається коефіцієнт однорідності зерен?

2.3.7 Які групи пісків за середнім розміром зерен найбільш поширені для ливарного виробництва?

2.3.8 Які існують форми зерен?

2.3.9 Як маркуються піски за ГОСТ 2138-91?

2.3.10 Як читається і розшифровується марку піску, що визначена у лабораторній роботі?

### **2.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання**

2.4.1 Обладнання: технічні ваги з гирями – 4 комплекти.

2.4.2 Прилади: прилад моделі 028 з набором сит від 0,4 до 0,05 мм – 4 шт.(див. додаток Б), біокулярний мікроскоп БМ-51-2.

2.4.3 Матеріали: промитий сухий пісок (наважка після лабораторної роботи №1).

2.4.4 Інструмент: пензлі – 4 шт.

### **2.5 Порядок виконання лабораторної роботи**

2.5.1 Зібрати сита разом з тазиком у послідовності, вказаній у таблиці 2.1.

2.5.2 Зняти кришку із комплекту сит і на верхнє сито насипати наважку сухого піску масою 50 г, просушену при температурі 105 – 110 °С до постійної маси.

2.5.3 Накрити комплект сит кришкою, встановити і закріпити його на приладі 028М.

2.5.4 Опустити бійок-колотушку у робочій стан і включити прилад.

2.5.5 Розсів формувального піску проводити на протязі 15 хвилин.

2.5.6 Виключити прилад, звільнити комплект сит і зняти зі столу приладу.

2.5.7 Обережно зняти почергово кожне сито і висипати увесь пісок на папір, прочистити сито з обох боків м'яким пензлем, щоб зібрати зерна, що були затиснути у вічках сита.

2.5.8 Висипаний на папір пісок з кожного сита перенести в чашку терезів і зважити з похибкою до  $\pm 0,01$  г. Записати результати до табл.2.1.

Сума залишків на усіх ситах і тазику не повинна відрізнятись від наважки, що була взята для просіву, не більше як на 0,25 г.

Знайти відсотковий склад залишків піску на кожному ситі і дані занести до табл.2.1.

2.5.9 Побудувати інтегральну криву розподілу піщинок за розмірами на міліметровому папірі.

За інтегральною кривою визначити середній розмір піщинок та коефіцієнт однорідності.

## 2.6 Зміст звіту

2.6.1 Основні положення теоретичної частини.

2.6.2 Опис методики визначення гранулометричного складу піску.

2.6.3 Принцип роботи приладу 028М.

2.6.4 За допомогою мікроскопу визначити форму піску і замальовати її.

2.6.5 Визначити і записати марку піску, для чого використати результати лабораторних робіт №№1, 2.



### 3 Лабораторна робота №3

## ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ФОРМУВАЛЬНОЇ СУМІШІ

Мета роботи – визначити вологість формувальної суміші нормальним та прискореним методами і порівняти результати

### 3.1 Загальні відомості

При виготовленні формувальних сумішей їх зволожують, щоб одержати механічну міцність при ущільненні. Вологість формувальних сумішей є одним з найголовніших факторів, який визначає властивості сумішей таких як, міцність, ущільненість, газопроникність.

Для кожного складу суміші існує оптимальна величина вологості. Відхилення від оптимального значення більше як на 0,1 % суттєво впливає на якість виливків, наприклад, в автоматизованому виробництві. Підвищена вологість при литті у вогкі форми є причиною утворення газових раковин, утиснень. Збільшення вологості піщано-глинистих сумішей для форм, що висушуються тепловим способом є позитивним фактором - сприяє підвищенню їх міцності і зменшенню осипаємості. Але надмірно підвищена вологість викликає прилипання суміші до модельної оснастки, зависання суміші у бункерах, налипанню її на механізмах дозуючих пристроїв і т. ін.

Оптимальна вологість піщано-глинистих (каолінітових) сумішей для формування „по вогкому” – 4,5 – 5,5 %, „по-сухому” – 5–8 %. Вологість піщано-глинистих (бентонітових) сумішей для формування „по-вогкому” - 3,1 – 4,0 %.

Вода у формувальних сумішах поділяється на два види: ту, що входить до складу мінералів (глини, бентоніту та ін.), і ту, що вноситься при сумішеготуванні у вигляді чистої води або у складі зв'язуючих (рідкого скла, лігносульфонату технічного, синтетичних смол і їх твердників, технологічних добавок, якщо вони застосовуються).

Вода, що входить до складу мінералів, утворює хімічний зв'язок (гідратна вода). Вона має дуже міцний зв'язок і може бути видалена тільки в результаті прожарювання при температурах вище 500 – 600 °С.

Вода, що вноситься при приготуванні сумішей, утворює адсорбційний і капілярний зв'язки, які мають значно слабкішу міцність. Адсорбційний зв'язок у піщано-глинистих сумішах утворюється при набуханні глини у наслідок проникнення її у кристалічну ґратку мінера-

лу. Капілярний зв'язок обумовлений капілярними силами і змочуванням. Капілярна волога може пересуватися у різних напрямках, навіть уверх проти сили тяжіння. Вона залежить головним чином від величини розтягучої сили меніску капіляру.

Адсорбційна і капілярна вода видаляються при низькотемпературному висушуванні (105 – 110 °С) і вони характеризують поняття вологості формувальної суміші. Вологість є одним з основних контрольних параметрів при сумішеготуванні.

Вологість формувальної суміші (W, %) визначають за формулою

$$W = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100\% \quad (3.1)$$

де m – маса наважки до сушіння, г;

m<sub>1</sub> – маса наважки після сушіння, г

Вміст вологи у формувальних матеріалах знаходиться двома методами: нормальним та прискореним. Висушування наважки матеріалу проводять при температурі 105 – 110 °С у сушильній шафі або на приладі 062М до постійної маси

### 3.2 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

Готуючись до лабораторної роботи треба уважно ознайомитися з поняттям вологості формувальної суміші, користуючись теоретичними відомостями та літературою [1, 2], методами визначення вологості – нормальним та прискореним. Вивчити конструкцію лабораторного обладнання, порядок та техніку безпеки роботи на ньому.

### 3.3 Контрольні запитання для самоперевірки

3.3.1 Що називається вологістю формувальної суміші?

3.3.2 Чому вологість є важливою властивістю формувальної суміші?

3.3.3 В якому діапазоні змінюється вологість формувальних та стрижневих сумішей?

3.3.4 Які існують методи для визначення вологості формувальної суміші? В чому вони полягають?

3.3.5 В якому стані знаходиться волога у формувальних сумішах?

### 3.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

3.4.1 Матеріали: формувальна суміш

3.4.2 Обладнання: технічні ваги з гирями, набір фарфорових чашок, сушильна шафа.

3.4.3 Прилади: прилад моделі 062М для прискороного визначення вологості формувальної суміші (рис.В.1).

### 3.5 Порядок виконання лабораторної роботи

Визначення вологи провести нормальним і прискореними методами.

3.5.1 Визначення вологості за нормальним (точним) методом

3.5.1.1 Зважити наважку формувального матеріалу масою 50 г з похибкою вимірювання  $\pm 0,01$  г.

3.5.1.2 Перенести наважку в попередньо висушену і охолоджену фарфорову чашку і поставити її в сушильну шафу.

3.5.1.3 Сушіння проводити на протязі 1 години при температурі 105 – 110 °С.

3.5.1.4 Після висушування чашку з наважкою вийняти із сушильної шафи і дати їй охолонути.

3.5.1.5 Зважити висушену наважку з похибкою  $\pm 0,01$  г і результати записати до табл.3.1.

Таблиця 3.1 – Результати аналізу вологості формувальної суміші

Метод визначення вологи	Номер наважки	Маса наважки, г		Вологість, %	
		До сушіння	Після сушіння	Наважки	Середнє
1 Нормальний	1	50			
2 Прискорений (перший)	2	25			
3 Прискорений (другий)	3	10			
	4	10			
	5	10			

3.5.1.6 За різницю мас до і після висушування визначити відсотковий склад вологи у формувальній суміші.

3.5.2 Визначення вологості прискореним методом (першим)

3.5.2.1 Зважити наважку формувальної суміші масою  $25 \pm 0,01$  г.

3.5.2.2 Висипати наважку у фарфорову чашку і поставити її у сушильну шафу.

3.5.2.3 Наважку висушити при температурі  $105 - 110$  °C на протязі 15 хвилин.

3.5.2.4 Далі провести операції подібно до п.п.3.5.1.4, 3.5.1.5 и 3.5.1.6.

3.5.3 Визначення вологості прискореним методом (другим)

3.5.3.1 Зважити попередньо висушену спеціальну металеву чашку діаметром  $80 - 100$  мм.

3.5.3.2 У зважену чашку додати  $10 \pm 0,01$  г формувальної суміші.

3.5.3.3 Приготувати таким чином три чашки.

3.5.3.4 Чашки з наважками поставити у заглиблення столу приладу 062М на відстані  $40 - 60$  мм від лампи і сушити до постійної ваги на протязі  $3 - 5$  хвилин.

3.5.3.5 В подальшому провести операції подібно до п.п. 3.5.1.4, 3.5.1.5 и 3.5.1.6.

3.5.3.6 Порівняти результати і зробити висновок про застосування методик у виробничих умовах.

### **3.6 Зміст звіту**

3.6.1 Основні положення загальної частини.

3.6.2 Описання методик визначення вологості формувальних сумішей.

3.6.3 Опис приладу 062М.

3.6.4 Результати аналізу вологості суміші визначеними різними методами.

3.6.5 Висновок за результатами роботи.

#### 4 Лабораторна робота №4 ВИЗНАЧЕННЯ ГАЗОПРОНИКНОСТІ ФОРМУВАЛЬНОЇ СУМІШІ

Мета роботи – вивчити конструкції приладів моделей 030М, 042, навчитися виготовляти стандартні циліндричні зразки, а також визначати газопроникність за ГОСТ 29234.11-91.

##### 4.1 Загальні відомості

Щоб одержати вилівок вільний від дефектів, формувальні та стрижневі суміші, з яких виготовляють форми і стрижні, повинні задовольняти комплексу певних властивостей.

В ливарних цехах найбільш поширені методи контролю фізико-механічних характеристик: вологості, газопроникності, міцності у вогкому та висушеному станах.

Фізико-механічні властивості формувальних і стрижневих сумішей залежать від компонентів, з яких вони складаються, їх вологості, гранулометричного складу, ступеня ущільнення та ін.

Для випробування формувальної суміші на газопроникність і міцність на стиск використовують стандартні зразки діаметром  $50 \pm 0,2$  мм, висотою  $50 \pm 0,8$  мм, виготовлення яких проводиться на лабораторному копрі моделі 030М (див. додаток Г).

Газопроникністю формувальної суміші називається здатність її пропускати газу. Визначення газопроникності проводять на приладі моделі 042 (див. додаток Д) пропусканням повітря кімнатної температури через стандартний зразок із суміші, що випробується.

Величину газопроникності знаходять за формулою

$$\Gamma = \frac{V \cdot h}{F \cdot P \cdot \tau} \quad (4.1)$$

де  $\Gamma$  – газопроникність,  $\text{см}^4/(\text{г} \cdot \text{хв})$ ;

$V$  – об'єм повітря, яке пройшло через зразок,  $\text{см}^3$ ;

$h$  – висота зразка,  $\text{см}$ ;

$F$  – площа поперечного перерізу зразка,  $\text{см}^2$ ;

$P$  – тиск повітря перед зразком,  $\text{г}/\text{см}^2$ ;

$\tau$  – час проходження повітря через зразок,  $\text{хв}$ .

Газопроникність виражається числом, без зазначення одиниць вимірювання.

Існують два методи визначення газопроникності суміші: нормальний та прискорений.

При нормальному методі через стандартний зразок пропускають 2000 см<sup>3</sup> повітря, користуючись відповідними позначками на ковпаку, і фіксують час проходження. Формула для визначення газопроникності приймає вигляд:

$$\Gamma = \frac{509,5}{P \cdot \tau} \quad (4.2)$$

При прискореному методі виміряють тільки тиск, за величиною якого, користуючись таблицею на приладі знаходять газопроникність суміші.

#### **4.2 Завдання на підготовку до лабораторної роботи**

Готуючись до лабораторної роботи треба уважно ознайомитися з визначенням найважливіших властивостей формувальної суміші – газопроникності та міцності, користуючись теоретичними відомостями та літературою [1, 2]. Приділити увагу методам визначення газопроникності (нормальний та прискорений). Вивчити конструкцію лабораторного обладнання, порядок та техніку безпеки роботи на ньому.

#### **4.3 Контрольні запитання для самоперевірки**

- 4.3.1 Які розміри має стандартний циліндричний зразок?
- 4.3.2 Яке призначення і принцип роботи лабораторного копра?
- 4.3.3 Яка методика виготовлення стандартного циліндричного зразка?
- 4.3.4 Що називається газопроникністю формувальної суміші?
- 4.3.5 Наведіть конструкцію і принцип дії приладу для визначення газопроникності?
- 4.3.6 В чому полягає методика визначення газопроникності нормальним методом?
- 4.3.7 В чому полягає методика визначення газопроникності прискореним методом?
- 4.3.8 Яка основна принципова різниця визначення газопроник-

ності нормальним та прискореним методами?

4.3.9 Яка розмірність газопроникності?

4.3.10 Від яких факторів залежить газопроникність формувальної суміші?

#### 4.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

4.4.1 Матеріали: формувальна суміш

4.4.2 Обладнання: лабораторні бігуни, гільзи для зразків, копер моделі 030М.

4.4.3 Прилади: прилади для визначення газопроникності моделі 042 (рис.Д.1).

#### 4.5 Порядок виконання лабораторної роботи

4.5.1 Приготувати суміш для формування «по-вогкому» у лабораторних бігунах. Склад та послідовність приготування суміші для кожної підгрупи студентів задаються викладачем. Склади сумішей наведені у табл.4.1.

Таблиця 4.1 – Дослідні склади формувальної суміші

Найменування формувального матеріалу	Номер суміші		
	1	2	3
Відпрацьована формувальна суміш	45	50	55
Пісок	50	45	40
Глина	5	5	5
Вода (понад 100 %)	5	5	5

4.5.2 Виготовити стандартні циліндричні зразки.

4.5.2.1 Методика виготовлення зразків

Виготовлення стандартних зразків проводиться ущільненням суміші за допомогою лабораторного копра моделі 030М (рис.) в гільзі з внутрішнім діаметром 50 мм і висотою 120 мм таким чином:

- встановити гільзу на денце;
- в гільзу насипати 160 г дослідної суміші, не допускаючи попереднього ущільнення;
- за допомогою підйомника підняти угору вантаж разом зі што-

ком;

- встановити гільзу з дослідною формувальною сумішшю в гніздо станини;
- рукояткою підйомника повільно без поштовху опустити башмак штоку на суміш в гільзі;
- обертом рукоятки з кулачком провести ущільнення зразка трьома ударами вантажу.

Після ущільнення висота зразку повинна бути рівною 50 мм з відхиленням  $\pm 0,8$  мм, яке контролюється трьома рисками на кронштейні. Висоті зразка, що дорівнює 50 мм, відповідає середня риска.

Якщо відхилення більше 0,8 мм зразок повинен бути забракованим і маса суміші для зразка повинна бути відкоректована шляхом зменшення або збільшення маси дослідної суміші у гільзі

Примітка: неможна проводити удари вантажем, якщо під башмаком не встановлена гільза із сумішшю; такі холості удари можуть привести до поломки копра і травми користувача.

4.5.3 Визначити газопроникність нормальним та прискореним методами.

4.5.3.1 Підготовка приладу 042 до дослідження (проводяться під наглядом викладача або навчального майстра):

- перевірити горизонтальність положення приладу за рівнем, вмонтованому у приладі;
- встановити «0» шкали манометру на рівні води у скляній трубці;
- поставити трьохходовий кран у положення «закрито» і плавно, без поштовхів, опустити ковпак у воду, при цьому відмітка «X» повинна стати на рівні верхньої кромки баку. Це досягається додаванням або зменшенням води у баці;

Примітка: підйом ковпака із води проводиться тільки при положенні крану – «відкрито». Тому що у протилежному випадку вода може потрапити у трубопровід і результати дослідження можуть бути зіпсованими.

- відрегулювати масу ковпаку. Для цього порожню гільзу встановити на гумову пробку гнізда затвору, верхній отвір гільзи герметично закрити, кран встановити у положення – «дослід». При цьому положенні додаванні або зменшенні кількості додаткових вантажів добитися щоб манометр показував тиск 10 см вод. стовпа;

- перевірити калібрування ніпелів. Вкрутити ніпель з отвором 0,5 мм в отвір затвору і поставити кран у положення «дослід». Трива-



лість опускання ковпака від позначки «0» до позначки «2000» повинна бути рівною  $270 \pm 3$  с (4,5 хвилини  $\pm 3$  секунди), при ніпелі з отвором 1,5 мм -  $30 \pm 1,5$  с.

4.5.3.2 Методика визначення газопроникності нормальним методом.

Нормальний метод визначення газопроникності проводиться без ніпелю на кінці повітряпроводу у затворі.

При нормальному методі визначення газопроникності необхідно:

- приготувати секундомір;
- встановити кран у положення – «відкрито», повільно підняти ковпак до позначки – «X», а потім перевести кран в положення – «закрито»;
- встановити щільно гільзу із зразком формувальної суміші на пробку затвору;
- перевести кран у положення – «дослід», і в момент проходження ковпаком позначки «0» включити хід секундоміру; в момент проходження ковпаком позначки «1000» зафіксувати показання манометру; в момент проходження позначки «2000» зупинити секундомір;
- величину газопроникності визначити за формулою 3.2, результати занести у табл.4.2

4.5.3.3 Методика визначення газопроникності прискореним методом.

При прискореному методі визначення газопроникності дослідження проводиться із використанням ніпелю з отвором 0,5 мм або 1,5 мм, який утворює додатковий опір для проходження повітря.

Ніпель з отвором 1,5 мм застосовують тільки при дослідженні матеріалів з газопроникністю більше 49 одиниць, з отвором 0,5 мм – при дослідженні матеріалів з газопроникністю менше 49 одиниць.

При прискореному методі визначення газопроникності необхідно:

- встановити кран в положення «відкрито», повільно підняти ковпак до позначки «X», потім перевести кран в положення «закрито»;
- встановити щільно гільзу із заформованим у ній зразком на гумову пробку затвору;
- перевести кран у положення «дослід» і при опусканні ковпака зафіксувати показання манометру; газопроникність знаходиться по таблиці, що закріплена на корпусі приладу, за-

лежно від показань манометру;

- результати дослідження навести у табл.4.2.

Дослідження провести на трьох зразках. Якщо результат дослідження будь-якого зі зразків відрізняється від середньоарифметичного більш як на 10%, то вимірювання проводять ще на трьох зразках тієї ж самої суміші.

Порівняти результати отримані різними методами.

Таблиця 4.2 – Результати дослідження газопроникності (Г)

Номер зразка	Нормальний метод				Прискорений метод		
	Р, см	$\tau$ , хв	Г, од	$\bar{G}$ , од	Р, см	Г, од	$\bar{G}$ , од
1							
2							
3							

#### 4.6 Зміст звіту

4.6.1 Основні положення теоретичної частини.

4.6.2 Опис методики приготування стандартних циліндричних зразків.

4.6.3 Опис методики визначення газопроникності.

4.6.4 Схема приладу 042.

4.6.5 Результати визначення газопроникності нормальним та прискореними методами. Аналіз розбіжностей результатів.

## 5 Лабораторна робота №5

### ВПЛИВ ВМІСТУ ГЛИНИ НА ГАЗОПРОНИКНІСТЬ ТА МІЦНІСТЬ ФОРМУВАЛЬНОЇ СУМІШІ

Мета роботи. 1 Встановити залежність впливу глини на газопроникність і міцність формувальної суміші у вогкому стані.

2 Вивчити класифікацію каолінітових глин.

#### 5.1 Загальні відомості

Формувальні глини, як і піски, є головними формувальними матеріалами. Згідно ГОСТ 3226-93 «Глини формувальні вогнетривкі» глини каолінітового та каолінітогідролюдистого складів класифікуються за міцністю у вологому та сухому станах (табл..5.1).

Таблиця 5.1 – Маркування формувальних глин

Марка глини	Міцність при стиску, Па (не менше)	
	У вологому стані	У сухому стані
П1	$0,49 \cdot 10^5$	$3,43 \cdot 10^5$
П2	$0,49 \cdot 10^5$	$2,45 \cdot 10^5$
П3	$0,49 \cdot 10^5$	$1,47 \cdot 10^5$
С1	$0,34 \cdot 10^5$	$3,43 \cdot 10^5$
С2	$0,34 \cdot 10^5$	$2,45 \cdot 10^5$
С3	$0,34 \cdot 10^5$	$1,47 \cdot 10^5$
М1	$0,19 \cdot 10^5$	$3,43 \cdot 10^5$
М2	$0,19 \cdot 10^5$	$2,45 \cdot 10^5$
М3	$0,19 \cdot 10^5$	$1,47 \cdot 10^5$

Примітка. П – міцна, С – середньоміцна, М – маломіцна, 1 – високозв'язуюча, 2 - середньозв'язуюча, 3 - малозв'язуюча.

Каолініт має хімічну формулу  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , щільність 2580 – 2600 кг/м<sup>3</sup>, температуру плавлення 1750 – 1787 °С. Домішки оксидів заліза, натрію, кальцію та магнію знижують вогнетривкість глин: до 1400 – 1750 °С – каолінітових і до 1200 – 1350 °С – гідролюдистих.

До вогнетривких відносяться глини з вогнетривкістю більше 1580 °С. При нагріванні глини потерпають змінення властивостей. Так, при температурах 600 – 800 °С глина втрачає хімічно зв'язану воду, перетворюється незворотно у шамот з повною втратою зв'язуючих здібностей.

Каолініт (рис.5.1) має кристалічну решітку у вигляді двошарового пакету, в якому попарно пов'язані тетраедричні і октаедричні шари

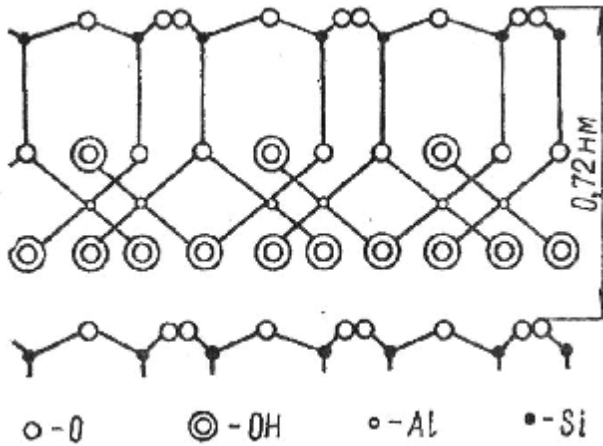


Рисунок 5.1 – Схема кристалічної структури глини [4]

Відстань між шарами являється характерною для того чи іншого сорту глини.

Глина надає міцності піщано-глинистим сумішам, яка досягає максимальної величини при повному набуханні глини. Для цього необхідна оптимальна кількість води, а також достатня витримка суміші перед використанням. Додавання води у кількості більшій, ніж це потрібно для набухання глини приводить до розрідження решітки і втрати міцності піщано-глинистою сумішшю. Вміст глини в невеликих кількостях (6 – 7 %) майже не знижує газопроникність суміші, тому що частинки глини обволікають зерна піску, незначно зменшуючи переріз каналів для виходу газів. Істотне зниження газопроникності спостерігається при вмісті глини у суміші 15 – 20 %. Оптимальний вміст глини для більшості піщано-глинистих сумішей складає 8 – 12 %.

### 5.2 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

У цій роботі необхідно буде виконати випробування формувальної суміші на газопроникність та міцність при стиску у вологому стані при різному вмісті глини. Для цього треба уважно ознайомитися з будовою та класифікацією формувальних глин, їх мінералогічним та

хімічним складом, маркуванням та впливом на властивості формувальних сумішей, користуючись теоретичними відомостями та літературою [1, 2]. Вивчити конструкцію і принцип дії лабораторного обладнання (додаток Е): механічного приладу моделі 051 і електронно-механічного – моделі 5071А. Уважно ознайомитися з порядком та технікою безпеки роботи з ними.

### **5.3 Контрольні запитання для самоперевірки**

5.3.1 Яка хімічна формула каолініту?

5.3.2 Яка хімічна формула шамоту?

5.3.3 Яка вогнетривкість каолінітових глин?

5.3.4 Які глини вважаються вогнетривкими?

5.3.5 Як впливає вміст глини на газопроникність суміші?

5.3.6 Як впливає вміст глини на міцність формувальної суміші?

5.3.7 Які Ви зробили висновки за результатами дослідження?

5.3.8 Який оптимальний вміст каолінітової глини у піщано-глинистих формувальних сумішах?

5.3.9 Опишіть конструкцію і принцип дії механічного приладу для випробування міцності формувальної суміші у вологому стані.

5.3.10 Опишіть конструкцію і принцип дії електронно-механічного приладу для випробування міцності формувальної суміші у вологому стані.

### **5.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання**

5.4.1 Матеріали: відпрацьована формувальна суміш, кварцовий пісок, вогнетривка глина.

5.4.2 Прилади: прилад для визначення газопроникності моделі 042, прилади для вимірювання міцності моделей 051 та 5071А, секундомір.

5.4.3 Обладнання: бігуни лабораторні, гільзи, копер лабораторний моделі 030М.

### **5.5 Порядок виконання лабораторної роботи**

5.5.1 Приготувати два кілограми формувальної суміші без домішки глини, відповідного складу (мас. частка, %):

Відпрацьована формувальна суміш – 65;

Кварцовий пісок – 35.

5.5.2 Завантажити у бігуни сипкі матеріали і провести перемішування на протязі 2 хвилин.

5.5.3 Зволожити суміш водою в кількості 3% від маси суміші і перемішати протягом 5 хвилин.

5.5.4 Відкрити люк бігунів і розвантажити частину суміші для приготування зразка.

5.5.5 Виготовити один стандартний циліндричний зразок на лабораторному копрі.

5.5.6 Провести дослідження газопроникності формувальної суміші прискоченим методом і знайти міцність при стисненні у вологому стані.

5.5.7 Зібрати всю суміш після дослідження, і знову завантажити у бігуни.

5.5.8 Додатково внести 5 % глини (100 г) у суміш та перемішати на протязі 5 хвилин.

Для розрахунку вмісту глини прийняти її вміст у відпрацьованій суміші – 8 % (тобто 104 г), що відповідає 5 % для першого варіанту (без додавання глини).

Глину треба вводити у вигляді густого тіста. Воду не додавати.

5.5.9 Далі провести дослідження подібно п.п.6 - 8 для 10 та 15 % добавки глини.

5.5.10 Результати дослідження занести у таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Результати дослідження впливу глини на властивості формувальної суміші

Номер варіанту	Вміст глини, %	Міцність у вологому стані, Па	Газопроникність, од
1	5		
2	10		
3	15		
4	20		

Методика визначення міцності зразків при стисненні на приладі моделі 051:

- обертанням рукоятки встановити показник каретки на позначці «0» (зліва від показника); при цьому важіль повинен стати у стан рівноваги;

- поставити дослідний зразок на опору, щоб вісь лінії зразка співпала з її центром;
- гвинтом прижати без зайвого тиску зразок до опори;
- рівномірним обертанням рукоятки пересувати каретку у бік до траверси; обертання рукоятки проводити із швидкістю приблизно 40 хв<sup>-1</sup>, що відповідає пересуванню каретки вздовж всієї шкали за одну хвилину;
- в момент руйнування зразка обертання рукоятки припинити;
- записати результат;
- зняти лоток, забрати зруйнований зразок і залишки суміші, поставити його на місце;
- встановити показник на «0».

Методика визначення міцності зразків на приладі моделі 5071А:

- встановити зразок у тарілку приладу;
- за допомогою притискувача опустити притискний диск до верхньої поверхні зразка;
- вмикнути тумблери «Сеть» і «Двигатель» електронного пристрою; витримати 10 хвилин для прогріву приладу;
- вмикнути тумблер «Измерение»; під час руйнування зразка на табло висвічується значення міцності зразку;
- після визначення міцності зразка перемикнути тумблер у положення «Сброс»; іспити проводити на трьох зразках, що виготовляються з дослідної суміші; якщо один з показників відрізняється від інших на 10 % і більше, то вимірювання виконується ще на трьох нових зразках з тієї ж самої суміші.

5.5.11 Побудувати графіки залежності газопроникності та межі міцності формувальної суміші від вмісту в ній глини.

## 5.6 Зміст звіту

- 5.6.1 Навести положення теоретичної частини.
- 5.6.2 Описати методику проведення роботи.
- 5.6.3 Надати результати дослідження у вигляді таблиці та графіків (рис.5.2).
- 5.6.4 Зробити висновки за результатами дослідження

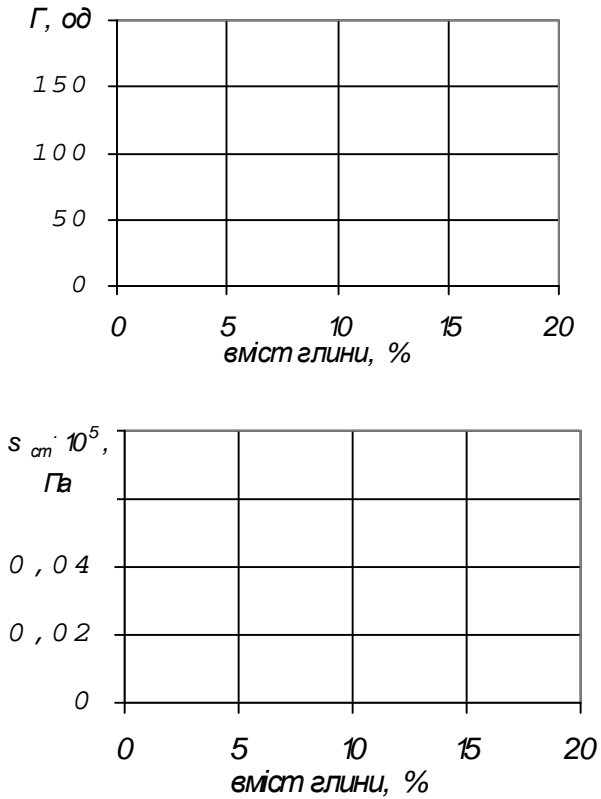


Рисунок 5.2 – Залежності результатів досліджень впливу глини на властивості формувальної суміші



## 6 Лабораторна робота №6 ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ НА УЩІЛЬНЕНІСТЬ ПІЩАНО-БЕНТОНІТОВОЇ СУМІШІ

Мета роботи. 1 Встановити залежність ущільненості і інших властивостей від вологості формувальної суміші.

2 Вивчити класифікацію бентонітових глин

### 6.1 Загальні відомості

Масове виробництво дрібних і середніх за масою (до 700 – 800 кг) виливків зі сталі та чавуну базується, в основному, на використанні вогких піщано-глинистих форм. Вдосконалення формувального обладнання та методів ущільнення сумішей створило умови виготовляти у піщано-глинистих формах геометрично точні виливки складної конфігурації. В результаті цього зросли і вимоги до формувальної суміші. В таких сумішах використовується глинистий матеріал – бентоніт.

Основою бентонітових глин є мінерал монтморилоніт  $Al_2O_3 \times 4SiO_2 \times nH_2O$  або  $Al_2O_3 \times 4SiO_2 \times H_2O \times nH_2O$ . Хімічний склад монтморилоніту непостійний. В монтморилоніт можлива заміна частини  $Al^{3+}$  на  $Mg^{2+}$ , а  $Si^{4+}$  - на  $Al^{3+}$ . Особливістю монтморилоніту є здатність розширюватися в напрямі однієї з кристалографічних вісей. Ці властивості дозволяють проникати іонам  $H^+$  і  $OH^-$  всередину кристалічної ґратки, що веде до збільшення набухання глини. Температура плавлення монтморилоніту –  $(1250-1300)^\circ C$ . Він здатний віддавати або поглинати вологу з повітря. При нагріванні до  $100-150^\circ C$  з нього віддаляється гігроскопічна, а також вода, що проникла у кристалічну ґратку; в інтервалі  $500 \dots 700^\circ C$  він втрачає хімічно - зв'язану воду і здатність набухати. При температурі  $735-900^\circ C$  відбувається руйнування кристалічної решітки монтморилоніту і перетворення його в аморфну речовину [1]. Крім основних мінералів, глини можуть містити від 5 до 50% гідрослюдистих мінералів, каолініту та інших типів глин, можуть бути присутніми кварц, польовий шпат, гідрати оксидів заліза, а також карбонати, які є шкідливими домішками. Забарвлення бентоніту може бути білого, рожевого, синюватого або зеленуватого кольору.

Бентонітові глини відзначаються вищою дисперсністю і відповідно більшою поверхнею змочування, ніж звичайні глини. Вода адсорбується не тільки поверхнею частинок бентонітових мінералів, а

проникає вглиб, просочується між площинами кристалічної ґратки. У результаті дуже великої поверхні змочування та іншим властивостям-бентонітові глини надають формам у вогкому стані міцність у 2 – 3 рази більшу, ніж інші глини, тому їх додають у суміш в 2 – 3 рази менше (5 – 8 % замість 12 – 15 % для каолінітової глини) [3].

Притаманні бентоніту специфічні властивості обумовлюються будовою кристалічної ґратки мінералів, що входять до складу цих глин: монтморилоніту ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \times 4\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ ), сапонітів ( $\text{Al}_2\text{O}_3 [\text{MgO}] \times 4\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ ), нонтроніту ( $\text{Al}_2\text{O}_3 [\text{Fe}_2\text{O}_3] \times 4\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ ), бейделіту ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \times 3\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ ) і деяких інших, що містяться в бентонітових глинах в кількості від 45 до 95% і визначають іонообмінну здатність глин [1].

Кристалічна решітка мінералу монтморилоніту складається з трьох шарів: двох кремній кисневих та одного гідроксильного (рис. 6.1). Тому, що окремі пакети монтморилонітової глини стикаються площинами з однойменними атомами, зв'язок між ними виникає слабкий (валентний). При зволоженні такої глини молекула води легко проникає в межпакетний простір, збільшуючи його зазор з  $(9,2-9,4) \cdot 10^{-10}$  м до  $(20,0-21,4) \cdot 10^{-10}$  м.

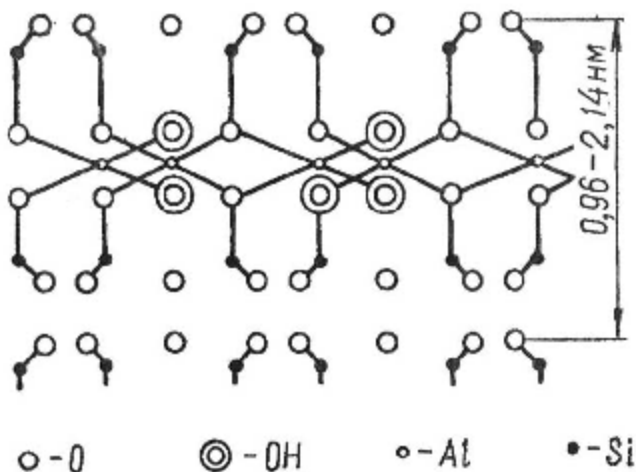
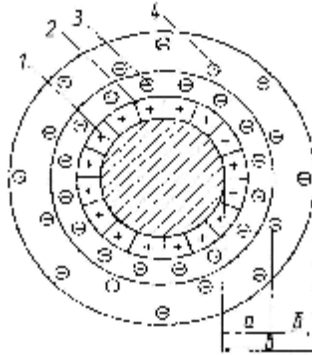


Рисунок 6.1 – Схема кристалічної структури монтморилоніту [4]

При змішуванні глин з водою в глинистих суспензіях утворюється колоїдний розчин. В такому розчині навколо глинистого мінера-

лу – міцели – існують іони адсорбованого і дифузійного шарів (рис. 6.2), які можуть замінюватися іонами іншого елемента, що має той же знак заряду. До обмінних іонів в глинах відносяться іони  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $H^+$ ,  $NH^+$ . Обмінні катіони замінюють в межах адсорбційного шару іони  $Al^{3+}$ .



а - адсорбційний шар; б - дифузійний шар; в - подвійний електричний шар; 1 - ядро (глиниста частка); 2 - іони, 3 - противоіони; 4 - рухливі противоіони

Рисунок 6.2 – Схема міцели глини

При обміні одних іонів на інші глини набувають нових властивостей. Тому властивості глин можна змінювати хімічною обробкою. Наприклад, при обробці глин содою іони  $Ca^{2+}$  замінюються іонами  $Na^+$  і зв'язуючи властивості глин підвищуються. Цей процес отримав назву активації глини. Під впливом натрієвих солей та луг лужноземельні бентоніти набувають властивостей, що близькі до властивостей лужних бентонітів. Різка зміна властивостей бентонітів настає стрибкоподібно при певному співвідношенні лужних і лужноземельних катіонів в обмінному комплексі. Тому при штучному зміні складу обмінного комплексу з метою отримання лужної різновиди бентонітів немає необхідності прагнути до повного обміну всієї кількості лужноземельних катіонів на натрій [1].

Експериментальним шляхом встановлено [1] оптимальні співвідношення між лужними і лужноземельними катіонами в бентоніту

різних родовищ з вмістом 55-80% монтморилоніту. Максимальна межа міцності при розриві в зоні конденсації вологи відповідає сумішам на основі активованих бентонітових глин, що містять в обмінному комплексі близько 55% лужних катіонів.

Згідно з ГОСТ 28177-89 бентонітові глини поділяють на групи залежно від міцності у вологому стані, міцності у зоні конденсації вологи та термічної стійкості (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 - Марки та фізико-механічні показники бентонітових глин згідно ГОСТ 28177-89

Марка	Межа міцності при стисканні, кПа, не менш	Межа міцності при розриві у зоні конденсації вологи, кПа, не менш	Термічна стійкість, од., не менш
П1Т <sub>1</sub>	90	2,8	0,6
П1Т <sub>2</sub>	90	2,8	0,3
П1Т <sub>3</sub>	90	2,8	-
П2Т <sub>1</sub>	90	2,0	0,6
П2Т <sub>2</sub>	90	2,0	0,3
П2Т <sub>3</sub>	90	2,0	-
П3Т <sub>1</sub>	90	1,5	0,6
П3Т <sub>2</sub>	90	1,5	0,3
П3Т <sub>3</sub>	90	1,5	-
П4Т <sub>1</sub>	90	-	0,6
П4Т <sub>2</sub>	90	-	0,3
П4Т <sub>3</sub>	90	-	-
С1Т <sub>1</sub>	70	2,8	0,6
С1Т <sub>2</sub>	70	2,8	0,3
С1Т <sub>3</sub>	70	2,8	-
С2Т <sub>1</sub>	70	2,0	0,6
С2Т <sub>2</sub>	70	2,0	0,3
С2Т <sub>3</sub>	70	2,0	-
С3Т <sub>1</sub>	70	1,5	0,6
С3Т <sub>2</sub>	70	1,5	0,3
С3Т <sub>3</sub>	70	1,5	-
С4Т <sub>1</sub>	70	-	0,6
С4Т <sub>2</sub>	70	-	0,3
С4Т <sub>3</sub>	70	-	-
М1Т <sub>1</sub>	50	2,8	0,6

Продовження табл.6.1

Марка	Межа міцності при стисканні, кПа, не менш	Межа міцності при розриві у зоні конденсації вологи, кПа, не менш	Термічна стійкість, од., не менш
M1T <sub>2</sub>	50	2,8	0,3
M1T <sub>3</sub>	50	2,8	-
M2T <sub>1</sub>	50	2,0	0,6
M2T <sub>2</sub>	50	2,0	0,3
M2T <sub>3</sub>	50	2,0	-
M3T <sub>1</sub>	50	1,5	0,6
M3T <sub>2</sub>	50	1,5	0,3
M3T <sub>3</sub>	50	1,5	-
M4T <sub>1</sub>	50	-	0,6
M4T <sub>2</sub>	50	-	0,3
M4T <sub>3</sub>	50	-	-

Примітка. Позначення марок: П - міцна, С - середньоміцна, М — маломіцна; 1 – сильно зв’язуюча, 2 – зв’язуюча, 3 – середньо зв’язуюча, 4 - мало зв’язуюча; Т, - високо стійка; Т<sub>2</sub> – середньостійка; Т<sub>3</sub> – низькостійка.

Як видно з таблиці, позначення марки бентонітової глини складається з трьох наведених вище ознак, а також може включати літери: А – для порошкових активованих глин, Н – для природно натрієвих глин, К – для природно кальцієвих глин.

Наприклад, марка бентонітової глини П1Т<sub>1</sub>А означає, що глина міцна при стисканні у вогкому стані, сильно зв’язуюча у зоні конденсації вологи та високо тійка, порошкова авктивована

Ущільненість суміші – це відносно новий сучасний показник властивостей, входить до числа постійних обов’язкових випробувань суміші при роботі автоматичних формувальних ліній. Цей показник тісно пов’язаний з вологістю суміші і характеризує її здатність забезпечувати оптимальні властивості ливарної форми.

## 6.2 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

Готуючись до лабораторної роботи треба уважно ознайомитися з бентонітовими глинами, їх класифікацією та властивостями, областю застосування та ін. Користуючись теоретичними відомостями та літе-

ратурою [1, 2] ознайомитися з поняттям активація бентоніту, її метою та методами активації. Вивчити конструкцію лабораторного обладнання, порядок та техніку безпеки роботи на ньому.

### 6.3 Контрольні запитання для самоперевірки

- 6.3.1 Яка хімічна формула монтморилоніту?
- 6.3.2 Яка вогнетривкість бентонітових глин?
- 6.3.3 За якими ознаками класифікуються бентонітові глини?
- 6.3.4 Для чого проводиться активація бентонітових глин?
- 6.3.5 Якими речовинами активують бентонітові глини?
- 6.3.6 Яка галузь застосування бентонітових глин?
- 6.3.7 Який оптимальний вміст бентонітової глини у формувальній суміші?
- 6.3.8 Як визначається ущільненість?
- 6.3.9 Як визначається осипаємість?
- 6.3.10 З яких частин складається конструкція приладу для визначення осипає мості?

### 6.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

- 6.4.1 Матеріали: формувальна суміш
- 6.4.2 Обладнання: технічні ваги з гирями, гільза, сито 8×8 мм, швидкісний роторний змішувач.
- 6.4.3 Прилади: копер (моделі 030М), прилади для вимірювання газопроникності (моделі 042), міцності (моделі 051 або 5071А), осипаємісті (моделі 056) – див. додаток Ж

### 6.5 Порядок виконання лабораторної роботи

6.5.1 Приготувати послідовно чотири варіанта формувальної суміші по 500 г (табл.6.2), із розрахунку на два стандартних зразка діаметром і висотою 50 мм.

Таблиця 6.2 – Склад сумішей для дослідження

Найменування компонентів суміші	Варіант складу суміші			
	1	2	3	4
1 Пісок – 92,5 мас. ч.	323,75 г	323,75 г	323,75	323,75
2 Бентоніт – 7,5 мас.ч.	26,25 г	26,25 г	26,25 г	26,25 г
3 Вода – 2,5...4,0 %	12,5 г (2,5 %)	15,0 г (3,0 %)	17,5 г (3,5 %)	20,0 г (4,0 %)

Приготування суміші слід проводити на швидкісному роторному змішувачі ( $n \geq 1000 \text{ хв}^{-1}$ ). Порядок змішування: спочатку пісок з сухим бентонітом перемішують одну хвилину (у закритій ємкості для виключення пилоутворення); далі додають воду та перемішують 2 хвилини; далі витримка 5 хвилин (у закритій ємкості для виключення підсихання суміші).

6.5.2 Для вимірювання ущільнення взяти біля 150 г суміші, просіяти через сито  $8 \times 8 \text{ мм}$  і засипати у стандартну діаметром 50 мм і висотою 100 мм. Трьома ударами копра ущільнити суміш. Ущільненість знаходять за формулою:

$$U = \frac{H - h}{H} \cdot 100\%, \quad (6.1)$$

де  $H$  – висота гільзи, мм;

$h$  – висота зразка, мм.

Або ущільненість можна визначити шляхом вимірювання вільного простору гільзи після ущільнення суміші.

6.5.3 Вилучити зразок із гільзи і зважити його ( $G_0$ , г). Після цього зруйнувати його просіяти через сито і залучити до основної маси.

6.5.4 Визначити за формулою і зважити необхідну наважку суміші ( $G$ , г) для отримання стандартного зразка діаметром і висотою 50 мм:

$$G = \frac{50 - G_0}{100 - U} \quad (6.2)$$

6.5.5 Виготовити стандартний зразок, виміряти його газопроникність та міцність на стиск.

6.5.6 Приготувати ще один зразок та виміряти його газопроникність.

6.5.7 Вилучити зразок із гільзи та виміряти осипаємість зразка за формулою:

$$O = \frac{m_0 - m_1}{m_0} 100\% \quad (6.3)$$

де  $m_0$  и  $m_1$  – маси зразка до і після випробування відповідно, г.

6.5.8 Зразок після іспиту на осипаємість використати для іспиту на міцність. Якщо нема суттєвого розходження з першим результатом,

взяти середньоарифметичне значення. Якщо є розходження – використати суміш від першого зразка і отримати третє значення міцності.

6.5.9 Результати досліджень занести до таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати дослідження

Найменування властивостей	Властивості суміші для варіантів складу			
	1	2	3	4
У, %				
G <sub>0</sub> , г				
G, г				
Г, од.				
$\sigma_{ст}$ , кг/см <sup>2</sup>				
О, %				

6.5.10 За результатами досліджень побудувати графіки у координатах: вміст вологи – (ущільненість, газопроникність, міцність, осипаємість).

## 6.6 Зміст звіту

6.6.1 Основні положення загальної частини.

6.6.2 Методика проведення роботи.

6.6.3 Результати досліджень у вигляді таблиці та графіків.

6.6.4 Висновок за результатами роботи.



## **7 Лабораторна робота №7 ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ СТРИЖНЬОВОЇ СУМІШІ У СУХОМУ СТАНІ**

Мета роботи. 1 Навчитися визначати міцність стрижньової суміші на розтяг.

2 Вивчити конструкцію і принцип дії приладів для визначення сухої міцності мод. 081 і 5070А.

### **7.1 Загальні відомості**

Із стрижньової суміші виготовляються окремі частини ливарної форми, які називаються стрижнями. Стрижні виготовляють окремо від ливарної форми, а потім встановлюють їх при збиранні форми.

Стрижень складається із частини, яка оформлює поверхню вилівка, і опорної знакової частини, за якою він фіксується у формі. Крім того, стрижневі знаки служать для виводу газів, які утворюються у стрижні при заливанні форми рідким металом.

Якщо у формі газ виходить у всіх напрямках, то вихід газів із стрижня можливий тільки через його знаки, які складають незначну частину його поверхні. Газу не повинні виходити на робочу поверхню стрижня, так як вони можуть потрапити в метал і залишитися в ньому, утворюючи газові раковини у виливку. Щоб запобігти цього необхідно виконувати вентиляційні канали і відбирати для цього суміш з високою газопроникністю, більшою, ніж для форми.

Відомо, що стрижень особливо такий, що утворює внутрішню поверхню вилівка (а таких стрижнів - більшість) при заливанні формі піддається в ній високотемпературному впливу метала. Отже, крім газових явищ створюється небезпека утворення пригару на поверхні вилівка з боку стрижня. Необхідно враховувати, що пригар, утворений на внутрішніх стінках вилівка, усунути значно важче, ніж на зовнішній. Щоб запобігти утворення пригару на робочі поверхні стрижня наносять протипригарні покриття, або виготовляють суміш із більш вогнетривкого матеріалу ніж кварцовий пісок.

Стрижень також не повинен утруднювати усадку вилівка, інакше в ньому можуть утворитися тріщини.

Але головною вимогою до стрижневої суміші є міцність, яку розподіляють на маніпуляторну, технологічну і остаточну. Особливо важливі технологічна і остаточна міцності.

Технологічна міцність забезпечує достатній опір стрижня механічній дії рідкого металу. Ця міцність має бути достатньо високою (чим вище, тим краще).

Найважливіше значення має остаточно міцність. Вона характеризує здатність стрижня руйнуватися під час обрубно-очисних робіт. Найкращі суміші повинні мати остаточно міцність близькою до нуля, така суміш повинна руйнуватися на вибивній решітці. Як правило такі суміші є високо податливими під час протікання ливарної усадки, за рахунок вигорання зв'язуючих у приповерхневих шарах стрижня на початкових станах кристалізації.

Маніпуляторна міцність – це така, що забезпечує транспортування сирого стрижня без руйнувань і пошкоджень.

Отже стрижень повинен мати кращі фізико-механічні властивості ніж форма.

Всі ці вимоги забезпечують такі обов'язкові технологічні заходи: використання тільки свіжих формувальних матеріалів (без зворотної суміші), використання високоякісних зв'язуючих замість глини, використання стрижнів тільки у сухому вигляді.

Вимоги, які ставлять до стрижневої суміші, залежать від класу складності стрижня. Її технологічні властивості визначаються головним чином відповідним вибором зв'язуючих матеріалів.

Глина збільшує пригар виливків, зменшує податливість, газопроникність і текучість суміші. Суміші, виготовлені з глинистої суміші, гігроскопічні, погано вибиваються з виливків. Тому щоб надати необхідні властивості стрижням глину замінюють іншими зв'язуючими (синтетичними смолами, рідким склом тощо).

Міцність формувальних і стрижневих сумішей на розтяг у сухому стані знаходять на спеціальних зразках – «вісімках» (рис.7.1). Зразки виготовляють шляхом ущільнення суміші у стрижневному ящику моделі 037 (рис.7.2) на копрі моделі 030М.

## **7.2 Завдання на підготовку до лабораторної роботи**

Готуючись до лабораторної роботи треба ознайомитися з поняттям міцності формувальної і стрижневої сумішей, визначити від яких факторів вона залежить. Вивчити методику визначення міцності суміші на розрив, конструкцію оснастки для виготовлення зразків, конструкцію і принцип дії приладів.

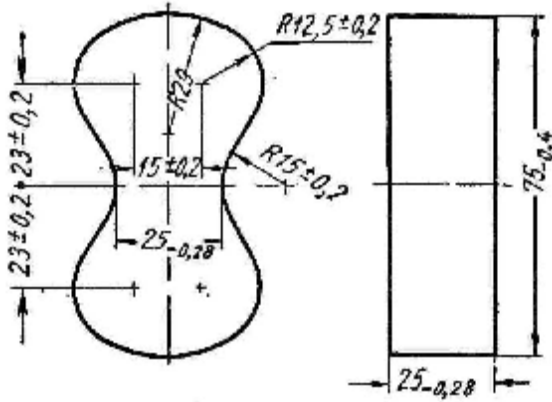
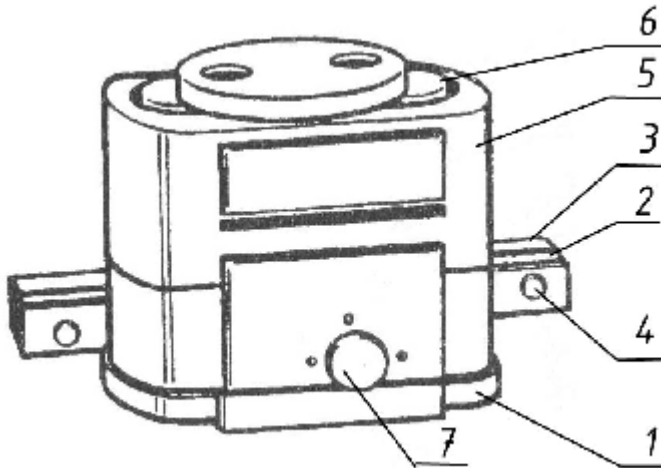


Рисунок 7.1 – Зразок – «вісімка» для визначення міцності суміші на розрив



1 – підставка; 2, 3 – половини ящика; 4 – штифт; 5 – верхня частина ящика; 6 – трамбувальна головка; 7 – гвинт

Рисунок 7.2 – Стрижневий ящик моделі 037 для виготовлення зразка – «вісімки»

### 7.3 Контрольні запитання для самоперевірки

- 7.3.1 Що називається ливарним стрижнем?
- 7.3.2 Що називається знаками стрижня, яке їх призначення?
- 7.3.3 Які вимоги ставляться до стрижнів?
- 7.3.4 Які умови роботи стрижня на відміну від ливарної форми?
- 7.3.5 Для чого застосовують зв'язуючі?
- 7.3.6 Які розміри у зоні руйнування має стандартний зразок «вісімка»?
- 7.3.7 Яка методика виготовлення зразків – «вісімок»?
- 7.3.8 Опишіть конструкцію і принцип дії механічного приладу моделі 081.
- 7.3.9 Яка методика визначення сухої міцності при розриві?
- 7.3.10 Опишіть конструкцію і принцип дії електронно-механічного приладу моделі 5070А.

### 7.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

- 7.4.1 Матеріали: формувальна суміш
- 7.4.2 Обладнання: технічні ваги з гирями, бігуни, копер моделі 030М, сушильна піч, стрижневий ящик моделі 037 для виготовлення зразків суміші.
- 7.4.3 Прилади: прилади моделей 081 та 5070А для визначення міцності суміші при розриві (додаток К).

### 7.5 Порядок виконання лабораторної роботи

- 7.5.1 Приготувати суміші складів, що вказані в табл.7.1 (перемішування провести протягом 10 хвилин).

Таблиця 7.1 – Склад сумішей

	Складові	Вміст, мас. ч
1	Кварцовий пісок $1K_1O_2O_2$	98,0
	Зв'язуюче 4ГУ	2,0
	Вода	2,5
2	Кварцовий пісок $1K_1O_2O_2$	97,0
	Вогнетривка глина П1	3,0
	Рідке скло	6,0
	( $\rho=1,48 - 1,50 \text{ г/см}^3$ ; $M=2,3 - 2,6$ )	

7.5.2 Зібрати нижню частину ящика, встановити на неї верхню частину, скріпити їх гвинтом і поставити на підставку.

7.5.3 Рівномірно насипати в ящик формувальну суміш, не допускаючи її попереднього ущільнення.

7.5.4 Зібраний ящик із сумішшю встановити круглим денцем в нижнє гніздо станини копра.

7.5.5 Трамбувальний башмак опустити на верхню частину ящика с дослідною сумішшю без попереднього ущільнення.

7.5.6 Провести стандартне ущільнення зразка шляхом триразового удару вантажем копра.

Після ущільнення висота зразка повинна дорівнювати 25 мм з припустимим відхиленням  $\pm 0,28$  мм. Цей розмір показується трьома позначками, нанесеними на трамбувальній головці. У випадку, коли висота зразка виходить за межі допуску зразок бракується.

7.5.7 Після ущільнення зразка підняти башмак копра, зняти з копра увесь ящик з підставкою, вийняти трамбувальну головку. Зняти верхню частину ящика. Потім зняти з підставки зібрані бокові половини, розібрати їх та вилучити ущільнений зразок.

7.5.8 Ущільненні зразки обережно перенести у сушильну шафу, де висушити протягом 1 години при температурі 170 – 180 °С.

7.5.9 Вказаним порядком виготовити три партії зразків для дослідження.

7.5.10 Після охолодження зразків провести іспити їх на міцність при розтягуванні на механічному або електронно-механічному приладах моделей 081 та 5070А відповідно (див. додаток К).

### **Порядок визначення сухої міцності зразків на механічному приладі моделі 081:**

- провести налагодження приладу; гвинтами встановити горизонтальне положення власне приладу; важіль приладу за допомогою вантажу встановити у горизонтальне положення; перевірити автоматину дію затвору;

- дослідний зразок – «вісімку» попередньо висушений, встановити у захвати;

- закріплення зразка регулюється за допомогою гвинтового пристрою, який знаходиться під нижнім захоплювачем, до повної ліквідації зазору між зразком і захоплювачами; центр важеля повинен при цьому знаходитися не нижче нижньої кромки показника;

- рукою відтягнути затвор для випуску дробу із бункеру;
- дріб, який висипається у ємкість, через важіль дає руйнівне зусилля на зразок; по мірі збільшення дробу у ємкості розривне зусилля поступово збільшується; в момент розриву зразка важіль впадає на обмежувач і випуск дробу автоматично припиняється;
- після розриву зразка зняти ємкість з дробом і зважити її з точністю  $\pm 1,0$  г;
- показник міцності зразка при розтягуванні визначається залежно від маси дробу за формулами (7.1) або (7.2); максимальна величина міцності, на яку розрахований прилад складає

$$s_p = \frac{K \cdot G}{F} = 1,6G, \quad \text{кг/см}^2 \quad (7.1)$$

де  $G$  – маса дробу, кг;

$F$  – площа перерізу зразка у зоні руйнування,  $\text{см}^2$ ; ( $F=6,25 \text{ см}^2$ );

$K$  – співвідношення плечей важеля приладу; ( $K=10$ ),

або

$$s_p = \frac{K \cdot G \cdot g}{F} = 1,6 \cdot 10^5 \cdot G, \text{ Па} \quad (7.2)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ ; ( $g=9,81 \text{ м/с}^2$ );

$F$  – площа перерізу зразка,  $\text{см}^2$ ; ( $F=6,25 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ ).

- вказаним порядком дослідити три зразки і дані записати в таблицю 7.2.

Якщо один з трьох показників відрізняється від інших на 10 % і більше – його виключають із розрахунків.

Таблиця 7.2 – Результати дослідження зразків суміші на механічному приладі моделі 081

Номер зразка	Маса дробу, кг	Міцність на розрив, Па
1		
2		
3		
Середньоарифметичне	-	

### **Порядок визначення сухої міцності зразків на електронно – механічному приладі моделі 5070А:**

- зразок – «вісімку» встановлюють у пристрій;
- вмикнути тумблери «Сеть» і «Двигатель» електронного пристрою; витримати 10 хвилин для прогріву приладу;
- вмикнути тумблер «Измерение»; під час руйнування зразка на табло позначиться значення міцності зразка на розрив;
- після визначення міцності зразка тумблер «Измерение» перемикнути у положення «Сброс»; іспити проводяться на трьох зразках; якщо один з трьох показників відрізняється від інших на 10 % і більше – його виключають із розрахунків.

### **7.6 Зміст звіту**

7.6.1 Основні положення загальної частини.

7.6.2 Описання методик виготовлення стандартних зразків – «вісімок».

7.6.3 Навести склад дослідних сумішей.

7.6.4 Виконати рисунок 7.1..

7.6.5 Навести методикау визначення міцності суміші на розрив.

7.6.6 Навести результати дослідження

7.6.7 Зробити висновки за результатами досліджень

## **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Болдин А. М. / Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия; Справочник. / Болдин А.М., Давыдов Н.И., Жуковский С.С. и др. [текст] - М.: Машиностроение, 2006. – 507 с.

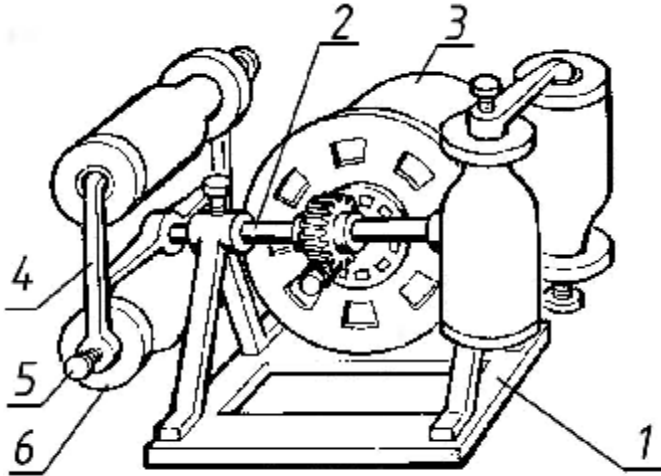
2. Кукуй Д.М., Скворцов В.А., Эктова В.Н. Теория и технология литейного производства. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 416 с.

3. Формувальні суміші: Навч. посібник / С.П. Дорошенко. – К.: ІЗМН, 1997. – 140 с.

4. Формовочные материалы и смеси / С.П. Дорошенко, В.П. Авдокушин, К. Русин, И. Мацашек. – К.: Вища школа, 1990; Прага: СНТЛ, 1990. – 415 с.

**Додаток А**  
**Прилад моделі 021 «Збовтувач»**

Прилад моделі 021 (рис.А.1) призначається для перемішування проб формувального піску і виявлення в ньому глинистої складової.



1 – станина; 2 – вал; 3 – електродвигун; 4 – хрестовина;  
5 – шток; 6 – затискувач

Рисунок А.1 – Прилад моделі 021 для збовтування

У підшипниках станини 1 обертається вал 2, за допомогою електродвигуна 3. На кінцях валу 2 закріплені дві хрестовини 4, на яких кріпляться чотири затискувачі 6. Затискувачі 6 тримають скляні банки, у яких знаходиться суспензія. Банка затискується штоком 5.

Технічна характеристика приладу моделі 021

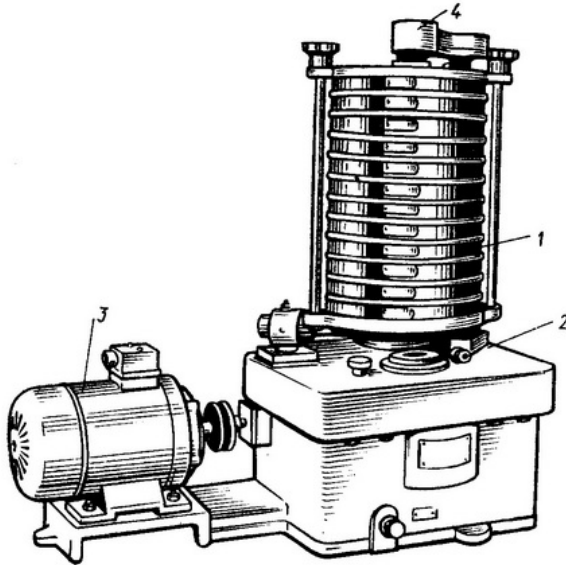
Частота обертання хрестовини, хв. <sup>-1</sup> .....	60±5
Споживана потужність, кВт.....	0,27
Габарити, мм.....	485×450×490
Маса, кг.....	30



## Додаток Б

### Прилад моделі 028М для ситового аналізу

Прилад 028М призначається для визначення зернового складу піску (рис. Б.1).



1 – набір сит; 2 – станина; 3 – електродвигун; 4 – бійок – колотушка  
Рисунок Б.1 – Прилад моделі 028М для ситового аналізу

Комплект сит 1, зібраних у послідовності згідно табл.2.1, встановлюється на стіл для розсіювання. На станині 2 закріплений струшувально - обертовий механізм, що з'єднаний за допомогою муфти з електродвигуном 3. Сита на столі закріплюють за допомогою притискувальних тягів. Обертовий рух столу надає ексцентриковий вал, а струшування за рахунок ударів бійка – колотушки 4.

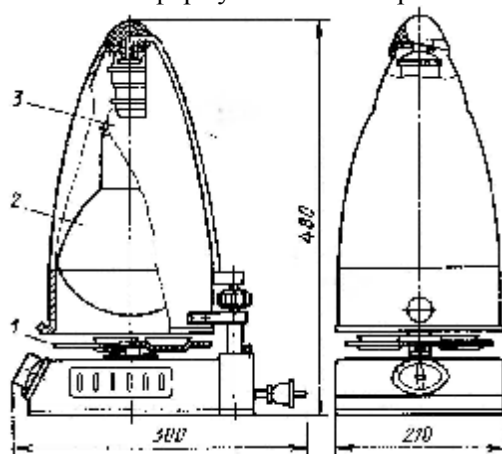
Технічна характеристика приладу 028М

Частота обертання ексцентрикового валу, хв. <sup>-1</sup> .....	300±15
Частота струшування, число ударів бійка/хв.....	180±10
Час розсіву однієї проби, хв.....	15
Потужність електродвигуна, кВт.....	0,5
Габарити приладу, мм.....	670×360×620
Маса приладу, кг.....	95

### Додаток В

#### Прилад моделі 062М для визначення вологості

Прилад моделі 028М (рис.В.1) використовується для прискороного визначення вологості формувальних матеріалів.



1 – стіл; 2 – лампа; 3 – кожух

Рисунок В.1 – Прилад моделі 062М

Прилад складається із станини з розташованим в ній реле часу і електродвигуном для обертання столу. На столі 1 є заглиблення для встановлення чашок з наважкою матеріалу. Інфрачервона лампа 2 влаштована у верхню частину кожуха 3. Для охолодження цоколя, параболічного дзеркала лампи та виходу випареної води у верхній частині кожуха передбачені вентиляційні вікна.

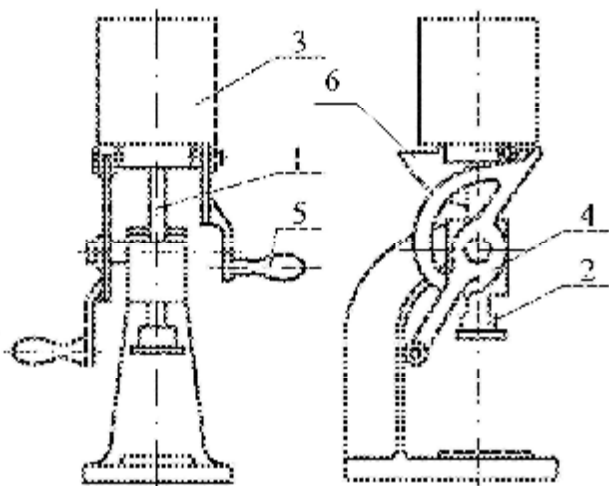
Для встановлення чашок з наважкою на стіл кожух відводять у бік., а потім повертають у початкове положення. Відстань між площиною термовипромінювальної лампи і наважкою суміші регулюється підніманням або опусканням кожуху за допомогою спеціальної гайки. Вимкнення лампи та приводу обертання столу здійснюється автоматично після спрацювання реле часу.

Технічна характеристика приладу моделі 062М

Потужність термовипромінювальної лампи, Вт.....	500
Час автоматичної витримки, хв.....	1 – 10
Потужність електродвигуна, Вт.....	15
Габарити приладу, мм.....	300×210×480
Маса приладу, кг.....	6,4

### Додаток Г Лабораторний копер моделі 030М

Лабораторний копер моделі 030М (рис. Г.1) призначений для виготовлення стандартних циліндричних зразків із формувальної суміші шляхом її ущільнення у гільзі з внутрішнім діаметром 50 мм і висотою 120 мм.

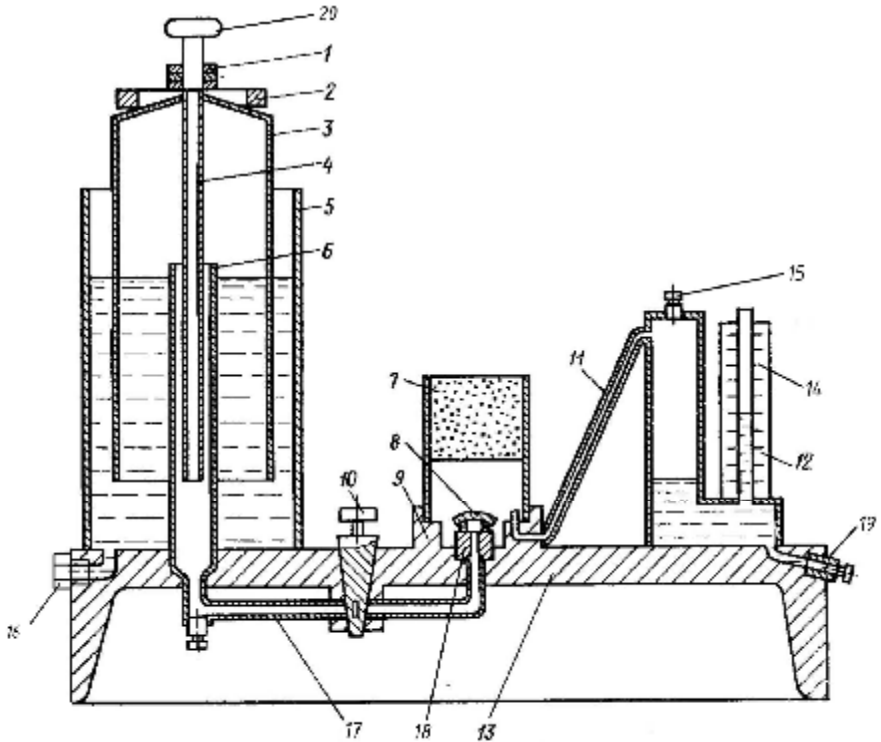


1 шток; 2 – башмак; 3 – вантаж; 4 – підйомник; 5 – рукоятка; 6 - кулачок  
Рисунок Г.1 – Лабораторний копер моделі 030М

Копер складається із станини, на приливі якої нанесені три контрольні риски. Через кронштейн проходить шток 1, на який вільно посаджений вантаж 3 масою  $6,35 \pm 0,01$  кг. На нижньому кінці штока 1 закріплений башмак 2. За допомогою підйомника 4 здійснюється опускання штоку до торкання башмака із сумішшю у гільзі, а також підйом штока при вилученні гільзи із зразком суміші. Трьохкратним обертанням рукоятки 5 і кулачка 6 відбувається ущільнення суміші за допомогою вантажу, що падає з висоти  $50 \pm 0,25$  мм. Висота зразку у гільзі після ущільнення повинна бути  $50 \pm 0,8$  мм. Цю висоту контролюють за трьома рисками, що нанесені на стойці станини. Риска на штоку повинна знаходитися між рисками на станині.

**Додаток Д**  
**Прилад моделі 042 для визначення газопроникності**

Схема приладу моделі 042 для визначення газопроникності циліндричних зразків показана на рис.Д.1.



1 – вантажі; 2 – з’ємний вантаж; 3 – ковпак; 4 – направляюча труба; 5 – бак; 6 – труба; 7 – гільза із зразком; 8 – кришка ніпелю; 9 – гніздо за-  
 твору; 10 – трьохходовий кран; 11 – повітряпровід; 12 – манометр; 13 – станина; 14 – шкала манометру; 15 – отвір для зливання води; 16 – пробка зливу; 17 – повітряпровід; 18 – ніпель; 19 – зливний канал; 20 –  
 рукоятка підйому ковпаку

Рисунок Д.1 – Схема приладу моделі 042 для визначення газопроникності формувальної суміші

На станині 13 закріплений бак 5, заповнений водою. Всередині баку міститься ковпак 3 і труба 6, яка являється частиною трубопроводу. Ковпак має напрямну трубу 4 і ручку 20. На зовнішній поверхні ковпака стоять нанесені позначки «2000», «1000», «0» і «X».

Зверху на ковпак 3 встановлюється – з'ємний вантаж 2. Для більш точного регулювання маси ковпаку встановлюють вантаж 1. Повітря, яке знаходиться у ковпаку, виходить через отвір в трубі 6. Вода виконує функцію повітряного затвору. Трьохходовий кран 10 регулює потік повітря:

а) при положенні крану «закрито» повітря з-під ковпака не виходить;

б) при положенні крану «відкрито» повітря виходить із приладу в атмосферу або потрапляє з атмосфери під ковпак при його піднятті;

в) при положенні крану «дослід» повітря потрапляє через повітряпровід 17 під гільзу із зразком 7. У гнізді затвору 9 на кінці повітряпроводу встановлений калібрований ніпель 18 з отвором 0,5 мм або 1,5 мм. Щоб запобігти забрудненню ніпелю він закривається кришкою 8, яка має отвори для проходження повітря.

Пустота під дослідним зразком з'єднана повітряпроводом 11 з манометром 12. Заповнення водою манометра проводиться через отвір 15, а випуск відбувається через отвір 19.

Визначення величини тиску під зразком фіксується за шкалою 14 манометру 12.

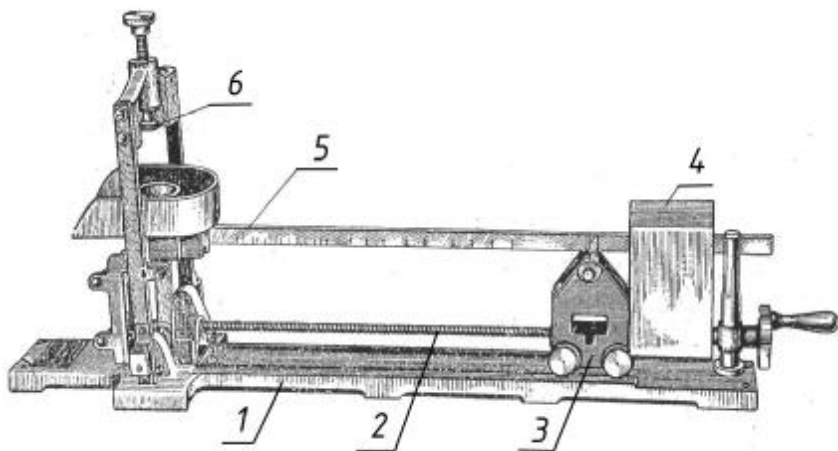
Встановлення приладу у горизонтальне положення проводиться за допомогою трьох встановлюючих гвинтів.

## Додаток Е

## Прилади для визначення міцності вогкої суміші при стисненні

Для визначення міцності вогкої суміші при стисненні можна застосовувати механічний прилад і моделі 051 та електронно-механічний прилад моделі 5071А.

Важільний прилад моделі 051 (рис. Е.1).



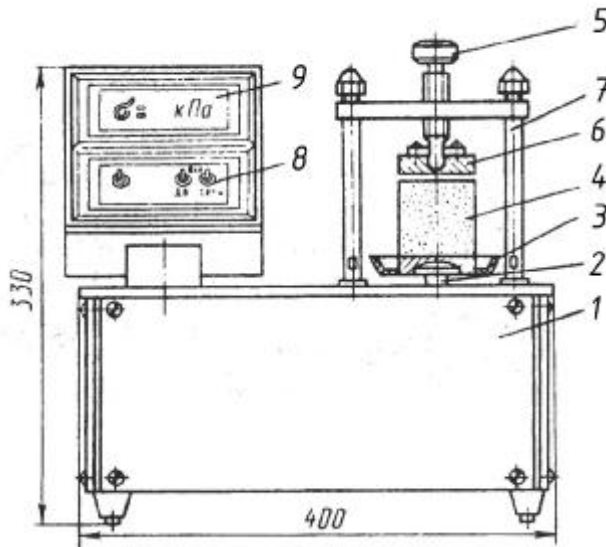
1 – станина; 2 – ходовий гвинт; 3 – пересувна каретка; 4 – вантаж; 5 – проградуйований важіль; 6 – упор

Рисунок Е.1 – Загальний вигляд механічного приладу моделі 051 для визначення міцності зразків при стисненні

На станині 1 у двох підшипниках закріплений ходовий гвинт 2, який при обертанні рукоятки пересуває каретку 3 з показником. На верхній ролик каретки опирається проградуйований важіль 5, на кінці якого закріплений вантаж 4 масою 4827 г. Протилежний кінець важіля шарнірно зв'язаний з вертикальною тягою, на верхньому кінці якої розташований лоток з опорою для дослідного зразка. Зразок суміші зверху підтискається упором 6.

Перевірка правильності настройки приладу: стан рівноваги важеля 5 з вантажем 4 повинен бути при положенні показника каретки 3 на позначці «0,5».

Електронно – механічний прилад моделі 5071А (рис. Е.2) складається з корпусу 1, в якому встановлено мембранний пневматичний силозбуджувач, з'єднаний з штирем 2, що надає руйнуюче зусилля зразку 4. Штир контактує з тарілкою 3, на яку встановлюється зразок. Притиснення зразка до тарілки здійснюється притискувачем 5 з диском 6, які встановлені на стійках 7. Роботу силозбуджувача забезпечує компресор. Сигнал при вимірюванні потрапляє на електронний пристрій 8. На цифровому табло 9 електронного пристрою відображається значення міцності зразка.



1 – корпус; 2 – штир; 3 – тарілка; 4 – зразок; 5 – притискувач;  
6 – диск; 7 – стійки; 8 – електронний пристрій; 9 – табло

Рисунок Е.2 – Загальний вигляд електронно – механічного приладу моделі 5071 для визначення міцності вогкої суміші при стисненні

**Додаток Ж**  
**Прилад для визначення осипаємості моделі 056**

Випробування на осипаємість за ГОСТ 23409.9 – 78 проводять на стандартному циліндричному зразку за допомогою приладу моделі 056, що зроблено на базі збовтувача (рис. Ж.1).

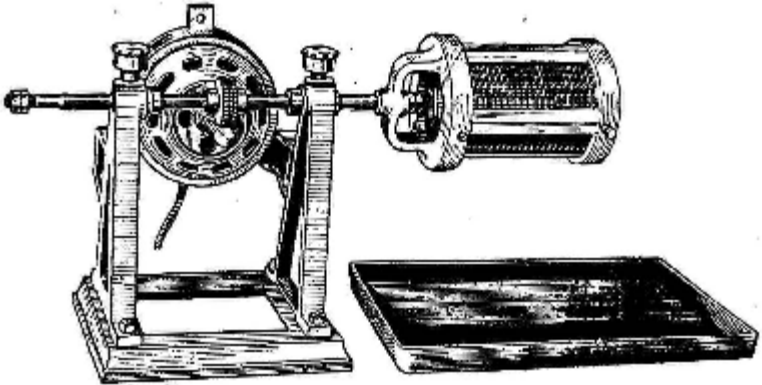


Рисунок Ж.1 – Прилад для визначення осипаємості формувальних матеріалів 056

На вал замість хрестовини встановлюється стандартний сітчастий барабан з розміром сітки  $2,5 \times 2,5$  мм. Швидкість обертання барабану становить  $60 \text{ хв}^{-1}$ , час випробування – 1 хвилина. В результаті перекатування і тертя зразка об поверхню сітки відбувається знос поверхні зразка. Величина витрати маси зразка характеризує осипаємість формуальної суміші (О, %):

$$O = \frac{m_0 - m_1}{m_0} 100\% \quad (\text{Ж.1})$$

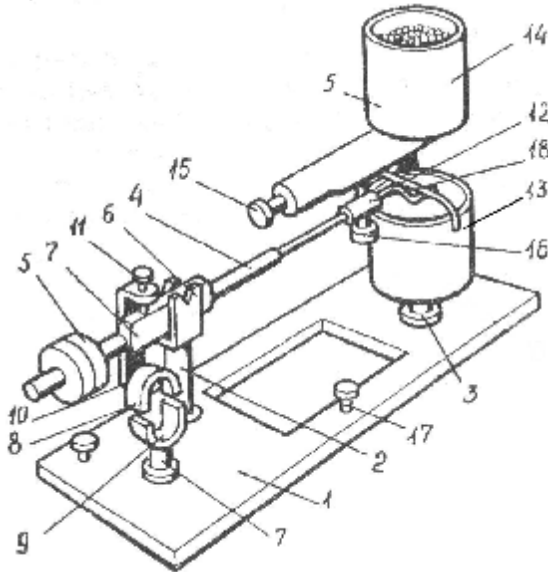
де  $m_0$  і  $m_1$  – маси зразка до і після випробування відповідно, г.



## Додаток К

### Прилади для визначення міцності суміші у сухому стані при розриві

Визначення сухої міцності при розриві зразків проводять на механічному приладі моделі 081 або на електронно-механічному приладі моделі 5070.



1 – станина; 2, 3 – стойки; 4 – важіль; 5 – вантажі; 6 – ніж; 7 – кронштейн; 8, 9 – захоплювачі; 10 – серга; 11 – вісь; 12 – гак; 13 – ємкість; 14 – бункер; 15 – затвор; 16 – обмежувач; 17 – установочні гвинти; 18 – показник

Рисунок К.1 – Загальний вигляд механічного приладу моделі 081

У приладі моделі 081 (рис.К.1) на станині 1 закріплені дві стойки 2 і 3. Важіль 4 впирається ножом 6 у призму, вмонтовану у стійку 2.

На стійці 2 закріплений кронштейн 7 з упором для обмежування нахилу важеля 4. У важіль впресована втулка, всередині якої міститься вісь 11, що з'єднана з сергою 10.

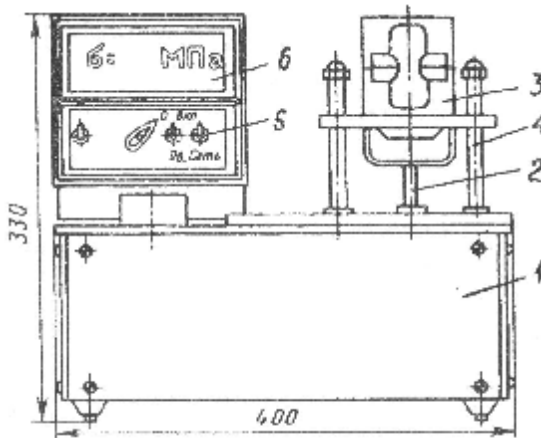
На сергу 10 одягається верхній захоплювач 8. Нижній захоплювач 9 встановлений на пристосуванні, вмонтованому в станину 1. За

допомогою цього пристосування регулюється відстань між захоплювачами 8 та 9.

На важелі 4 мається гак 12, на який чіпляється ємкість 13. На стійці 3 укріплено бункер 14, який має отвір для випуску дробу в ємкість 13. Цей отвір зачиняється і відкривається засувом 15. При падінні важеля 14 на гайку обмежувача 16 випуск дробу автоматично припиняється.

Установочними гвинтами 17 регулюється горизонтальність положення приладу. Перевірка горизонтальності положення важеля 4 проводиться вантажами 5 за позначками на показнику 18.

Електронно-механічний прилад моделі 5070 (рис.К.2) має схожі вузли з приладом моделі 5071. Мембранний пневматичний силосбуджувач налагоджений у корпусі 1 для надання руйнуючого зусилля зразкам – «вісімкам» штирем 2, що з'єднаний з пристроєм 3. Нижня частина пристрою поєднана із стійками 4. При дослідженні сухої міцності зразків значення показує цифрове табло 6 електронного пристрою 5.



1 – корпус; 2 – штир; 3 – пристрій; 4 – стойка; 5 – електронний пристрій; 6 – електронне табло

Рисунок К.2 – Загальний вигляд електронно-механічного приладу моделі 5071