

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторної роботи з дисципліни  
«Моделювання технологічних та фізичних процесів»  
(розділ – «Фізичне моделювання»)  
освітньо-наукової програми вищої освіти  
(підготовка докторів філософії)  
зі спеціальності 136 “Металургія”**

**Затверджено редакційно-видавничою  
секцією науково-методичної ради ДДТУ,  
від \_\_\_\_\_ 2017 р., протокол № \_\_\_\_**

**Кам’янське  
2017**

Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» (розділ – «Фізичне моделювання») освітньо-наукової програми вищої освіти (підготовка докторів філософії) зі спеціальності 136 «Металургія» / Пантейков С.П.- Кам'янське, ДДТУ, 2017.- 8 с.

Укладач: канд. техн. наук, доцент Пантейков С.П.

Відповідальний за випуск: канд. техн. наук, доцент Кашеев М.А.

Рецензент: д-р техн. наук, професор Самохвалов С.Є.

Затверджено на засіданні кафедри металургії чорних металів,  
протокол № 11 від 05 червня 2017 р.

Наведені варіанти вхідних даних для виконання лабораторної роботи по знаходженню критеріїв подібності заданого технологічного металургійного процесу для його фізичного моделювання за допомогою методу нульових розмірностей.

**З М І С Т**

стор.

<b>1 МЕТА РОБОТИ.....</b>	<b>4</b>
<b>2 ПРОГРАМА РОБОТИ.....</b>	<b>4</b>
<b>Лабораторна робота № 1. Знаходження критеріїв подібності для фізичного моделювання технологічного процесу із застосування теорії подібності і розмірностей.....</b>	<b>4</b>
<b>ЛІТЕРАТУРА, ЩО РЕКОМЕНДУЄТЬСЯ.....</b>	<b>7</b>

## **1 МЕТА РОБОТИ**

Дати аспірантам необхідні навички фізичного моделювання, а саме: виконувати фізичне моделювання таким чином, що в певних межах і з відомими припущеннями результати модельних досліджень можна розповсюджувати на подібні виробничі прилади та устаткування, для чого необхідно визначитися з умовами рівності основних критеріїв подібності на зразку і моделі. Для цього треба зробити аналіз всіх величин, що визначають процес і визначити всі найбільш значні фактори, що впливають на процес для виведення основних критеріїв подібності процесу на фізичній моделі реальному процесі на виробництві.

## **2 ПРОГРАМА РОБОТИ**

**Лабораторна робота № 1.** Знаходження критеріїв подібності для фізичного моделювання технологічного процесу із застосування теорії подібності і розмірностей.

### **Лабораторна робота № 1**

### **ЗНАХОДЖЕННЯ КРИТЕРІЇВ ПОДІБНОСТІ ДЛЯ ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ПОДІБНОСТІ І РОЗМІРНОСТЕЙ**

Використовуючи у якості зразка задачу 1 [1] та теорію подібності і розмірностей [2] знайти критерії подібності для фізичного моделювання технологічного процесу відповідно до варіантів завдання.

## Вхідні дані для виконання лабораторної роботи № 1

### Варіанти 1...6

Задача 1. Вивести критерії подібності для моделювання процесу витікання сипкого матеріалу з отвору. Параметри процесу наведені у таблиці (знак “+” означає наявність наведеного параметру для даного варіанта, знак “-” - відсутність цього параметру у їхній сукупності).

Параметри процесу	№№ варіантів					
	1	2	3	4	5	6
Витрата сипкого матеріалу $Q$ , кг/с	+	+	+	+	+	+
Діаметр отвору $D$ , м	+	+	-	-	+	-
Площа поперечного перерізу отвору $S$ , м <sup>2</sup>	-	-	+	+	-	+
Середній розмір зерна матеріалу $d$ , м	+	+	+	+	+	+
Густина матеріалу $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	+	+	+	+	+	+
Насипна густина матеріалу, $\rho_n$ , кг/м <sup>3</sup>	+	-	-	+	+	-
Час витікання, с	-	-	-	-	+	+
Прискорення вільного падіння, м <sup>2</sup> /с	+	+	+	+	+	+

### Варіанти 7...12

Задача 2. Вивести критерії подібності для моделювання процесу витікання рідкої сталі з конвертера у ковш. Параметри процесу наведені у таблиці (знак “+” означає наявність наведеного параметру для даного варіанта, знак “-” - відсутність цього параметру у їхній сукупності).

Параметри процесу	№№ варіантів					
	7	8	9	10	11	12
Час розливки $\tau$ , с	+	+	+	+	+	+
Швидкість витікання рідини $w$ , м/с	+	+	+	+	-	+
Густина рідкого розплаву $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	+	+	+	+	+	+
Поверхневий натяг $\sigma$ , Н/м	+	+	+	+	+	+
Динамічна в'язкість рідини $\mu$ , Па·с	+	-	+	+	+	+
Кінематична в'язкість рідини $\nu$ , м <sup>2</sup> /с	-	+	+	+	+	-
Діаметр сталевипускного отвору $D$ , м	+	-	+	-	+	-
Площа поперечного перерізу сталевипускного отвору $S$ , м <sup>2</sup>	-	+	-	+	-	-
Прискорення вільного падіння, м <sup>2</sup> /с	+	+	+	+	+	+

### Варіанти 13...18

Задача 3. Вивести критерії подібності для моделювання процесу продувки розплаву у кисневому конвертері. Параметри процесу наведені у таблиці (знак “+” означає наявність наведеного параметру для даного варіанта, знак “-” - відсутність цього параметру у їхній сукупності).

Параметри процесу	№№ варіантів					
	13	14	15	16	17	18
Густина рідкого розплаву $\rho_{ж}$ , кг/м <sup>3</sup>	+	+	+	+	+	+
Густина газу $\rho_{г}$ , кг/м <sup>3</sup>	+	+	+	+	+	+
Поверхневий натяг рідини $\sigma$ , Н/м	+	+	+	+	+	+
Динамічна в'язкість рідини $\mu$ , Па·с	+	+	+	+	-	-
Кінематична в'язкість рідини $\nu$ , м <sup>2</sup> /с	-	-	+	+	+	+
Діаметр сопла фурми $d$ , м	+	-	+	-	+	-
Площа поперечного перерізу сопла фурми $S$ , м <sup>2</sup>	-	+	-	+	-	+
Висота фурми над рівнем спокійної ванни $H_{ф}$ , м	+	+	+	+	+	+
Прискорення вільного падіння, м <sup>2</sup> /с	+	+	+	+	+	+

### Варіанти 19...24

Задача 4. Вивести критерії подібності для моделювання процесу руху тіла у рідині. Параметри процесу наведені у таблиці (знак “+” означає наявність наведеного параметру для даного варіанта, знак “-” - відсутність цього параметру у їхній сукупності).

Параметри процесу	№№ варіантів					
	19	20	21	22	23	24
Швидкість тіла, м/с	+	+	+	+	+	+
Густина рідини $\rho_{ж}$ , кг/м <sup>3</sup>	+	+	+	+	+	+
Поверхневий натяг рідини $\sigma$ , Н/м	-	+	-	+	-	+
Динамічна в'язкість рідини $\mu$ , Па·с	-	-	+	-	+	+
Кінематична в'язкість рідини $\nu$ , м <sup>2</sup> /с	+	-	-	+	+	+
Лінійний розмір тіла, м	+	+	+	+	+	+
Прискорення вільного падіння, м <sup>2</sup> /с	+	+	+	+	+	+

### Варіанти 25...30

Задача 5. Вивести критерії подібності для моделювання процесу продувки рідкої сталі інертним газом у ковші. Параметри процесу наведені у таблиці (знак “+” означає наявність наведеного параметру для даного варіанта, знак “-” - відсутність цього параметру у їхній сукупності).

Параметри процесу	№№ варіантів					
	25	26	27	28	29	30
Густина рідкого розплаву $\rho_{ж}$ , кг/м <sup>3</sup>	+	+	+	+	+	+
Густина газу $\rho_{г}$ , кг/м <sup>3</sup>	+	+	+	+	+	+
Поверхневий натяг рідини $\sigma$ , Н/м	+	+	+	+	+	+
Динамічна в'язкість рідини $\mu$ , Па·с	+	+	+	+	-	-
Кінематична в'язкість рідини $\nu$ , м <sup>2</sup> /с	-	-	+	+	+	+
Діаметр сопла донної фурми $d$ , м	+	-	+	-	+	-
Площа поперечного перерізу сопла донної фурми $S$ , м <sup>2</sup>	-	+	-	+	-	+
Прискорення вільного падіння, м <sup>2</sup> /с	+	+	+	+	+	+

### ЛІТЕРАТУРА, ЩО РЕКОМЕНДУЄТЬСЯ

1. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» (розділи – «Фізичне моделювання» і «Математичне моделювання») освітньо-наукової програми вищої освіти (підготовка докторів філософії) зі спеціальності 136 “Металургія” / Пантейков С.П.- Кам'янське, ДДТУ, 2017.- 42 с.
2. Теория подобия и размерностей. Моделирование / П.М.Алабужев, В.Б.Геронимус, Л.М.Минкевич, Б.А.Шеховцов.- М.: Высшая школа, 1968.- 208 с.

## НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» (розділ – «Фізичне моделювання») освітньо-наукової програми вищої освіти (підготовка докторів філософії) зі спеціальності 136 «Металургія».

Укладач: Пантейков Сергій Петрович

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2017 р.  
Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Обсяг \_\_\_\_\_ др. арк.  
Тираж \_\_\_\_\_ прим. Замовлення № \_\_\_\_\_  
51918, м. Кам'янське,  
вул. Дніпробудівська, 2