



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **43099** (13) **U**  
(51) МПК (2009)  
G09B 23/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) НАВЧАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ АДІАБАТИЧНОГО ПРОЦЕСУ

1

2

(21) а200705120

(22) 10.05.2007

(24) 10.08.2009

(46) 10.08.2009, Бюл. № 15, 2009 р.

(72) СОБКО ЛЕОНІД АНДРІЙОВИЧ, ГОРОШКО  
ОЛЕКСІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ІВЧЕНКО АНДРІЙ  
ГЕННАДІЙОВИЧ(73) ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ НАН УКРАЇ-  
НИ(57) Навчальний пристрій для вивчення адіаба-  
тичного процесу, який містить циліндричний корпус з

прозорого матеріалу, в якому розташовано поршень, датчик руху, розміщений зовні корпусу, крім того, пристрій має реєстратор, який **відрізняється тим**, що додатково має датчик спалаху, розміщений зовні корпусу, і блок обробки даних, а як реєстратор використано персональний комп'ютер, який через інтерфейс підключений до виходу блока обробки даних, інформаційні входи якого підключені до виходів датчиків руху і спалаху.

Корисна модель належить до технічних засобів навчання і може бути використана для демонстрації в загальноосвітніх навчальних закладах фізичних газових процесів, які відбуваються при значному нагріванні повітря при його адіабаптично-му стисканні.

Відомо пристрій для вивчення адіабаптичних газових законів, який має герметичний циліндричний корпус, рухливим елементом розділений на дві порожнини, кожна з яких за допомогою патрубків з'єднана з насосом. Крім того, пристрій має датчик надлишкового тиску, який з'єднано з реєстратором у вигляді осцилографа і датчик руху. (АС №1430981, публ. 15.10.88, Бюл. №38). Даний пристрій є по технічній суті найбільш близьким до запропонованого і, тому обрано нами за прототип.

Установка дозволяє відслідковувати динаміку газових процесів, але при цьому, має обмежені дидактичні можливості.

В основу корисної моделі покладене завдання розширення дидактичних можливостей пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що навчальний пристрій для вивчення адіабаптичного процесу, який містить циліндричний корпус з прозорого матеріалу в якому розташовано поршень, датчик руху, розміщений зовні корпусу, крім того пристрій має реєстратор, згідно корисної моделі він додатково має датчик спалаху розміщений зовні корпусу і блок обробки даних, а в якості реєстратора використано персональний комп'ютер, який через інтерфейс зв'язано з виходом блока обробки

даних, інформаційні входи якого підключені до виходів датчиків руху і спалаху.

Конструкція приладу пояснюється кресленням (Фіг.1).

На кресленні схематично зображено загальний вигляд навчального пристрою. Пристрій містить корпус 1, який виконано з прозорого товсто-стінного матеріалу і герметично закритого знизу. В середині корпусу 1 розміщено з можливістю пересування поршень 2 із розпірним кільцем 3, з'єднаний за допомогою штока 4 з грибовидною ручкою 5. Пристрій також включає в себе датчик руху 6, в якості якого може виступати оптронна пара з відкритим оптичним каналом, датчик спалаху 7, в якості якого використовується, наприклад, інфрачервоний фотодіод і блок обробки даних 8, який розміщується в підставці 9 лабораторної установки. Блок обробки даних 8 може бути виконаний на основі мікроконтроллера. Виходи датчиків 6 і 7 підключені до відповідних інформаційних входів блока обробки даних 8. Негерметична частина корпусу 1 над поршнем 2 має канали 10, які з'єднані з атмосферою. Інтерфейс 11 з'єднує блок обробки даних 8 з комп'ютером 12.

Пристрій працює в такий спосіб. На дні корпусу 1 розміщують джерело спалаху 13, наприклад змочену легкозаймистою рідиною (наприклад ефіром, або індустріальним маслом) вату. Різко вдарають по рукоятці 5 поршня 2. В разі чого відбувається адіабаптичне стиснення газу з підняттям температури і тиску всередині робочої камери циліндра 1. При цьому відбувається спалах парів

(19) **UA** (11) **43099** (13) **U**

легкозаймистої рідини. Це наглядно демонструє процес адіабатичного стиснення.

Для обчислювання конкретних значень об'єму, тиску та температури підключають пристрій до персонального комп'ютера. Після запуску програми обробки даних на комп'ютері, різко вдаряють по рукоятці 5. Під час експерименту інформація з датчиків 6 і 7 поступає до блока обробки даних 8 і далі через інтерфейс 10 до персонального комп'ютера. На екрані комп'ютера відображаються швидкозмінні процеси залежності тиску, температури та об'єму від часу з фіксацією всіх параметрів та моменту появи спалаху.

При чому, об'єм розраховується як лінійна функція від переміщення; значення параметрів тиску та температури розраховуються за рівнянням Ван-дер-Ваальса (Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики / Отв. ред. В.К. Тартаковский. - Киев: Наук, думка, 1989. - 864с. (с.170-173), виходячи з початкових умов та отриманих результатів:

$$\left(p + \frac{a}{V_M^2}\right)(V_M - b) = RT,$$

де  $p$  - тиск;

$$V_M = \frac{V}{\nu} = \frac{M \cdot V}{m} \text{ - молярний об'єм газу;}$$

$V$  - повний об'єм газу;

$\nu$  - кількість молей газу;

$M$  - молярна маса;

$m$  - маса газу;

$R$  - універсальна газова стала;

$T$  - температура;

$a$  і  $b$  - константи Ван-дер-Ваальса, характерні для кожного газу;

$$\frac{a}{V_M^2} \text{ - поправка до рівняння стану ідеального}$$

газу, що враховує внутрішній тиск, обумовлений силами притягування між молекулами;

$b$  - поправка на власний об'єм молекул, обумовлена силами відштовхування.

При цьому для демонстрування нагрівання повітря при його адіабатичному стисненні в рівнянні Ван-дер-Ваальса початкові умови і константи мають такі значення:

початковий тиск  $p_0 = 101325 \text{ Па}$ ;

початкова температура  $T_0 = 291 \text{ К}$ ;

молярна маса  $M = 28,98 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ ;

густина  $\rho = 1,213 \text{ кг/м}^3$ ;

$a = 0,126 \text{ Па} \cdot \text{м}^6 / (\text{моль})^2$ ;

$b = 32,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 / \text{моль}$ .

При кожному експерименті графічні залежності параметрів заносяться до пам'яті комп'ютера, що дозволяє в подальшому проводити їх порівняльний аналіз для різних легкозаймистих рідин.

Таким чином, суттєві ознаки, що відрізняють запропоноване рішення від прототипу, суттєво спрощують конструкцію пристрою для демонстрації, а при підключенні до комп'ютера, додатково розширюються дидактичні можливості як за рахунок демонстрування швидкозмінних процесів на екрані монітора з фіксацією всіх параметрів (тиск, температура, об'єм та спалах), так і за рахунок можливості подальшого порівняння цих параметрів для різних легкозаймистих рідин.

