



УКРАЇНА

(19) UA (11) 87539 (13) C2  
(51) МПК  
G09B 23/16 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

**(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ВИВЧЕННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

1

2

(21) а200706593

(22) 12.06.2007

(24) 27.07.2009

(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.

(72) ПАВЛЮК ВАДИМ АНТОНОВИЧ, САЛЬНИКОВ  
ВОЛОДИМИР ПАВЛОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-  
ЕКОНОМІЧНИЙ ІНСТИТУТ КІЇВСЬКОГО НАЦІО-  
НАЛЬНОГО ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ

(56) SU 855461, G01N 25/02, 15.08.1981

US 4671099, G01N 9/00, 09.06.1987

SU 571673, F24F 11/00, G05D 22/02, 07.10.1977

SU 453679, G05D 22/02, 30.01.1975

SU 1693624, G09B 23/12, 23.11.1991

SU 1767407, G01N 27/22, 07.10.1992

SU 263939, G01L 13/00, G01N 7/00, 08.06.1970

SU 485370, G01N 25/18, 19.12.1975

SU 241750, G01L 13/00, G01N 7/00, 29.09.1969

Загальна фізика: Лабораторний практикум /Під  
ред. І. Т. Горбачука. - К.: Вища школа, 1992. - 509  
с.

(57) Установа для проведення лабораторних ро-  
біт щодо вивчення термодинамічних процесів, яка  
складається з камери з повітрям, об'єм якої можна  
змінювати, джерела теплоти, манометра, термо-  
метра, яка відрізняється тим, що додатково має  
електричний блок з групами подільників на постій-  
них і перемінних резисторах, за допомогою яких  
формується набір напруг, що пропорційні величи-  
нам температури, об'єму та тиску основних термо-  
динамічних процесів, які подаються на відповідні  
електричні вимірювальні прилади через багатопо-  
зиційні, багатонаправлені перемикачі.

Винахід належить до навчальних приладів і  
може застосовуватись для проведення лаборато-  
рних робіт з фізики та теплотехніки.

Прототипом винаходу є установа [Загальна  
фізика: Лабораторний практикум, під ред. І.Т. Гор-  
бачука. - К.: Вища школа, 1992. - 509с.], яка скла-  
дається з пристроїв: камери з повітрям, об'єм якої  
можна змінювати, джерела теплоти та вимірюва-  
льних приладів (термометр, манометр, вимірювач  
зміни об'єму повітря в камері при ізобарному про-  
цесі).

Недоліками установки є низька інформативна  
спроможність, малий динамічний діапазон змін  
величин параметрів, відсутність інформації про  
кількість теплоти, що підводиться, відсутність мо-  
жливості відведення теплоти, великий час на ви-  
конання вимірювань при зміні станів системи.

В основу винаходу покладено завдання усуну-  
ти вказані недоліки.

Поставлене завдання вирішується тим, що  
прилади виконані як макет, в якому камера пред-  
ставлена як циліндр з рухомим поршнем, присутнє  
джерело теплоти, манометр, термометр, а пара-  
метри (тиск, об'єм, температура) основних термо-  
динамічних процесів системи формуються елек-  
тричним блоком у вигляді пропорційних напруг, які  
вимірюються електричними приладами.

Напруги створюються за допомоги подільників  
на постійних резисторах та потенціометрах, на які  
подається напруга з джерела живлення. Одна гру-  
па подільників формує набір напруг, що визначає  
величини одного параметру при різних станах  
термодинамічної системи. Кожен тип параметру  
при кожному типі термодинамічного процесу фор-  
мується окремою групою подільників. Величини  
параметрів одержані шляхом розрахунку за відпо-  
відними формулами.

Кількість станів системи та відповідна кількість  
подільників в групах визначається кількістю точок  
вимірювань, необхідних для побудови p-v-діограм  
процесів.

Схема електричного блоку приведена на Фіг. 1

В блоці використана низка груп подільників  
напруг (ГПН), які визначають:

- ГПН Q - кількість теплоти Q, що підводиться  
чи відводиться для зміни стану системи в ізохор-  
ному та ізобарному процесах;

- ГПН P<sub>v</sub>, ГПН T<sub>v</sub> - тиск P<sub>v</sub>, температуру T<sub>v</sub> в ізо-  
хорному процесі;

- ГПН V<sub>p</sub>, ГПН T<sub>p</sub> - об'єм V<sub>p</sub>, температуру T<sub>p</sub> в  
ізобарному процесі;

- ГПН V<sub>p</sub>, ГПН Q<sub>v</sub> - об'єм V в адіабатному, ізоте-  
рмічному і політропному процесах;

(13) C2

(11) 87539

(19) UA

- ГПНР<sub>Т</sub> - тиск  $P_T$ , кількість теплоти  $Q_T$ , що підводиться чи відводиться в ізотермічному процесі;
- ГПНР<sub>п</sub>, ГПНТ<sub>п</sub>, ГПНQ<sub>п</sub> - тиск  $P_p$ , температуру  $T_p$ , кількість теплоти  $Q_p$ , що підводиться чи відводиться в політропному процесі;
- ГПНР<sub>q</sub>, ГПНТ<sub>q</sub> - тиск  $P_q$ , температуру  $T_q$  в адіабатному процесі.

Крім того, є окремі подільники напруг (ПН), які визначають:

- ПН $V_v$  - об'єм  $V_v$  в ізохорному процесі;
- ПН $P_p$  - тиск  $P_p$  в ізобарному процесі;
- ПН $T_T$  - температуру  $T_T$  в ізотермічному процесі.

Величини параметрів  $V_v$ ,  $P_p$ ,  $T_T$  приймаються як початкові для всіх типів процесів.

Зміна стану системи в ізохорному і ізобарному процесах при підведенні чи відведенні теплоти проводиться послідовним переключенням перемикача "Теплота". При переключеннях за рухом годинникової стрілки теплота підводиться, проти руху годинникової стрілки - відводиться.

Зміна стану системи в адіабатному, ізотермічному і політропному процесах проводиться перемикачем "Об'єм", переключенням якого зменшується чи збільшується об'єм робочого тіла в цих процесах, а в ізотермічному і політропному процесах ще і відповідно відводять чи підводять теплоту.

Встановлення типу термодинамічного процесу при проведенні лабораторної роботи проводиться за допомоги перемикача "Вибір типу ТДП", який має п'ять позицій з назвою "Повна термоізоляція", "Стопоріння поршню", "Постійне навантаження поршню", "Підтримання постійної температури", "Часткове зняття термоізоляції". У першій позиції перемикача встановлюється адіабатний процес, в другій - ізохорний, в третій - ізобарний, в четвертій - ізотермічний, в п'ятій - політропний.

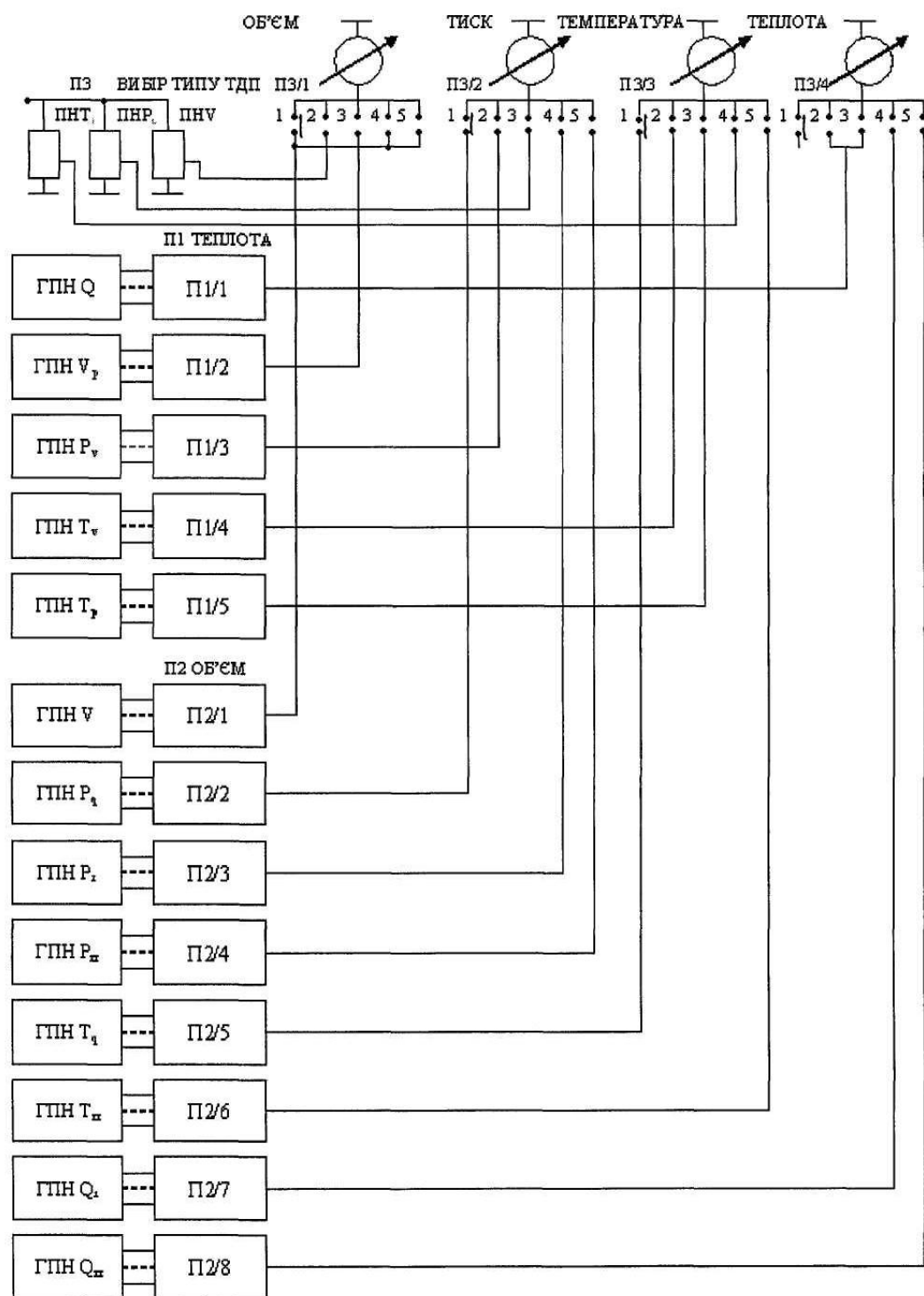
Кожний подільник групи електрично пов'язаний з відповідним контактом групи контактів перемикача, що комутуються в одному напрямку (на один вихідний контакт). Групи подільників ГПНQ, ГПНР<sub>v</sub>, ГПНТ<sub>p</sub> електрично пов'язані з платами відповідно П1/1, П1/2, П1/3, П1/4, П1/5 перемикача "Теплота". Групи подільників ГПН $V_v$ , ГПНР<sub>q</sub>, ГПНР<sub>Т</sub>, ГПНР<sub>п</sub>, ГПНТ<sub>q</sub>, ГПНТ<sub>п</sub>, ГПНQ<sub>Т</sub>, ГПНQ<sub>п</sub> електрично пов'язані з платами відповідно П2/1, П2/2, П2/3, П2/4, П2/5, П2/6, П2/7, П2/8 перемикача "Об'єм".

Вихідні контакти цих плат, на які поступають напруги, що визначають величини параметрів одного типу, електрично пов'язані з відповідними контактами однієї плати, які комутуються в одному напрямку, перемикача "Вибір типу ТДП". Перемикач має чотири напрямки комутації, його вихідні контакти електрично пов'язані з чотирма електричними приладами, які вимірюють напруги, що визначають відповідно об'єм, тиск, температуру і теплоту.

При проведенні лабораторної роботи на макеті проводяться необхідні підключення для вимірювань та маніпуляції для встановлення типу термодинамічного процесу: стопоріння поршню, навантаження поршню постійним вантажем, включення автоматичного регулювання температури, зняття частини термоізоляції. Ці маніпуляції дублюються на електричному блоці.

У блоці використано комплектувальні елементи та електричні прилади широкого застосування. Необхідна кількість позицій переключення і напрямків комутації може бути забезпечена застосуванням декількох перемикачів.

Зразок установки виготовлений і використовується в навчальному процесі у Харківському торговельно-економічному інституті Київського національного торговельно-економічного університету.



Фиг. 1