

Ռ.Հ. ՄԻՄՈՆՅԱՆ, Ն.Դ. ԵԶԱԿՅԱՆ, Ա.Գ. ՂՈՒԼՅԱՆ

ԱՐՏԱՔԻՆ ՇՆՀԱՌՈՒԹՅԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՉԱՓԻՉ ՍԱՐՔ

Նկարագրված է հաստատուն ջերմաստիճանի՝ հողմաչափի սկզբունքով աշխատող արտաքին շնչառության պարամետրերի չափիչ սարքը: Բերված է չափիչի կառուցվածքային սխեման, բացատրված է որոշ հանգույցների աշխատանքը, և տրված են հիմնական տեխնիկական պարամետրերը:

Առանցքային բառեր. հողմաչափ, ջերմաչափ, ներշնչում, արտաշնչում, արագություն, ծավալ, օդային հոսք:

Շնչառության պարամետրերի չափող սարքերը կիրառվում են բժշկության մեջ (օրինակ՝ շնչառական հիվանդությունների, ասթմայի մոնիթորինգի դեպքերում, ինչպես նաև առողջ մարդու շնչառությունը ստուգելու համար): Սարքերն օգտագործվում են ինչպես ամբուլատոր, այնպես էլ ստացիոնար պայմաններում: Շնչառական պարամետրերի հետազոտման շնորհիվ հնարավոր է լինում գնահատել նախավիրահատական վիճակը և վիրահատական միջամտության անհրաժեշտությունը: Դրանից բացի, շնչառական պարամետրերի չափիչները լայնորեն կիրառվում են սպորտային բժշկությունում և գիտական հետազոտություններում:

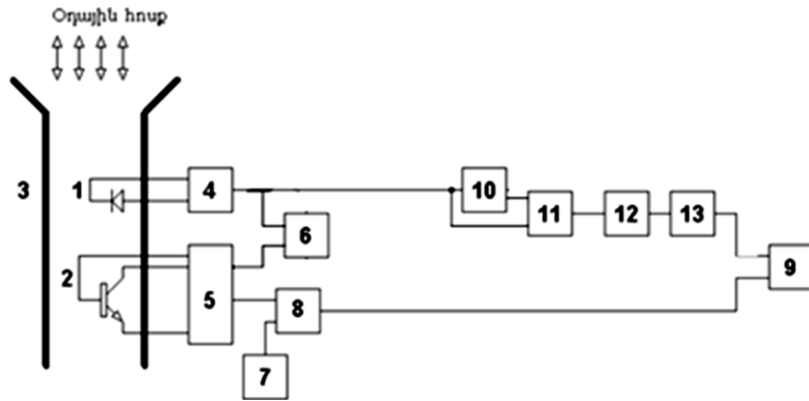
Գոյություն ունեն շնչառության պարամետրերի չափման տարբեր եղանակներ՝ ջերմային, մեխանիկական, հիդրոդինամիկական և այլն [1]: Այս եղանակներով մեծ մասամբ չափվում են շնչառական պարամետրերի փոքր տիրույթը, որի պատճառով լայն կիրառություն չեն ստացել:

Նշենք լայն տարածում ստացած հիդրոդինամիկական տիպի չափիչները, որոնց տվիչն աշխատում է դիֆերենցիալ ճնշաչափի սկզբունքով, իսկ չափիչ սարքը հասցված է կատարելության: Տվիչի կառուցվածքը (Ֆլեյշայի խողովակ) և սարքում տեղադրված միկրոկառավարչային համակարգն ապահովում են ավելի քան 43 պարամետրերի չափումը և ցուցադրումը, ըստ որում, սարքն ունի համեմատաբար փոքր չափսեր: Թերություններից նշենք, որ սարքը չի չափում ջերմային որևէ պարամետր, ունի վաճառքի բարձր գին, իսկ սարքի սպասարկման համար պահանջվում է բարձր որակավորում ունեցող անձնակազմ:

Արտաշնչման պարամետրերի չափման տեսանկյունից մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում հոսքի արագության ջերմային սկզբունքով աշխատող չափիչները [2-5]:

Աշխատանքում նկարագրված սպիրոմետրի պատրաստման համար հիմք են հանդիսացել [2, 4, 6] արտոնագրերը, որտեղ նկարագրված են արագագործ օդային հոսքի ջերմաչափը [2], օդային հոսքի արագության չափիչը [3], համապարփակ ջերմակայունացնող մոդուլը [4]:

Մշակված հողմաչափն ունի հետևյալ պարզեցված կառուցվածքային սխեման (նկ. 1):



Նկ. 1. Հողմաչափի կառուցվածքային սխեման.

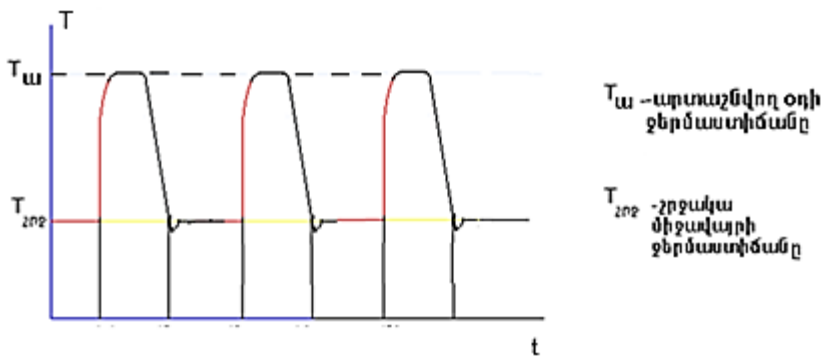
1. ջերմաստվիչ (դիոդ), 2. ջերմակայունացվող իրանով տրանզիստոր, 3. շնչառական փողորակ, 4. էլեկտրոնային ջերմաչափ, 5. օդային հոսքի արագաչափ, 6. լարման կարգավորվող մեկուսացված աղբյուր, 7. լարման աղբյուր, 8. անալոգային բազմապատկիչ, 9. ներշնչման (արտաշնչման) օդի ծավալաչափ, 10. օդային հոսքի միջին ջերմաստիճանը որոշող հանգույց, 11. դիֆերենցիալ ուժեղարար, 12. կոմպարատոր, 13 ներշնչման (արտաշնչման) ժամանակը որոշող հանգույց

Շնչաչափը բաղկացած է հետևյալ հիմնական հանգույցներից.

- արագագործ էլեկտրոնային ջերմաչափ՝ ներշնչվող (արտաշնչվող) օդի ջերմաստիճանի չափման համար,
- հաստատուն ջերմաստիճանի հողմաչափի հանգույց, որի մեջ մտնում են ջերմակայունացվող իրանով 2 տրանզիստորը և լարման կարգավորվող աղբյուրը,
- ներշնչման (արտաշնչման) գործընթացի տևողությունները որոշող հանգույցները (10-13),
- ներշնչման (արտաշնչման) գործընթացի ծավալները որոշող հանգույցները (7-9):

Նշենք, որ 1 դիոդը և 2 տրանզիստորը անիրան կառուցվածքով են և գտնվում են 3 շնչառական փողորակում և ամրացված են արտանցումների միջոցով: Բացի դրանից, 6 լարման աղբյուրն ապահովում է անհրաժեշտ ջերմային դրական թռիչքը 2 տրանզիստորի իրանի և օդային հոսքի ջերմաստիճանների միջև:

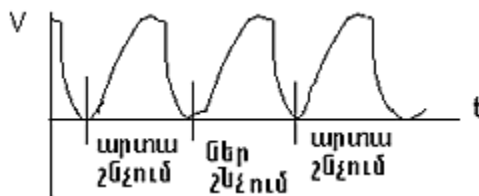
Սարքն աշխատում է հետևյալ կերպ: Հետազոտվողին հազցնում են շնչառական փողորակը, և միացվում է ընդհանուր սնուցումը: 4 ջերմաչափի էլքում ստանում ենք լարման փոփոխության հետևյալ պատկերը (նկ. 2՝ արտատպած օսցիլոգրաֆի էկրանից):



Նկ. 2. Ջերմաչափի էլքային լարման տեսքը

Նկ. 2-ից երևում է, որ արտաշնչման ընթացքում օդի ջերմաստիճանը բարձր է ներշնչման (փաստորեն շրջապատի) ջերմաստիճանից: Դրանից բացի, որոշակի են շնչելու (արտաշնչելու) տևողությունները: Երևում է, որ արտաշնչումից ներշնչում անցնելիս տեղի ունի ջերմության ավելի կտրուկ անկում, քան ներշնչումից արտաշնչում կատարելիս: Դա պետք է բացատրել արտաշնչման ընթացքում օդի մեջ պարունակվող ջրային գոլորշիների առկայությամբ:

4 էլեկտրոնային ջերմաչափի էլքային լարմանը գումարվում է 6 աղբյուրի լարումը (համարժեք է 20...40 °C ջերմային հավելման 2 տրանզիստորի իրանի վրա) և տրվում է 5 արագաչափի առաջնադրիչի մուտքին: Սրա հետևանքով 2 տրանզիստորը լրացուցիչ հզորություն է ծախսում իրանի ջերմակայուն վիճակը պահելու համար շրջանցող օդի նկատմամբ ինչպես ներշնչման, այնպես էլ արտաշնչման ժամանակ (քանի որ սվիչը շրջանցող օդը ավելի սառն է, և օդային հոսքը սառեցնում է տրանզիստորի իրանը): Այդ լրացուցիչ հզորության մեծությամբ է որոշվում է հոսքի արագության մեծությունը: Նկ. 3-ում բերված է 5 հանգույցի արագության էլքային ազդանշանի տեսքը բնականոն շնչառության ժամանակ (նկ. 3)՝



Նկ. 3. Արագության էլքային ազդանշանի տեսքը

Նկ. 3-ից երևում է, որ օդի արագությունը հավասարվում է 0-ի, երբ վերջանում է ներշնչման գործողությունը և սկսվում է արտաշնչումը, և հակառակը: Նշենք նաև այն, որ, շնորհիվ փոքր իներցիայի, 5 հանգույցի էլքում ունենք արագության ակնթարթային արժեքը:

4 էլեկտրոնային ջերմաչափի էլքային լարումը տրվում է 10 ազդանշանի միջինացնող հանգույցի մուտքին և միաժամանակ 11 դիֆերենցիալ ուժեղարարի մի մուտքին, որի մյուս մուտքին տրվում է 10 հանգույցի էլքի լարումը: Արդյունքում՝ 11-ի էլքում ունենք 4 հանգույցի էլքի ջերմության կախվածությունը ժամանակից՝ առանց շրջապատի ջերմաստիճանի հաստատուն բաղադրիչի: Այս կախվածությունը 12 կոմպարատորի էլքում վերածվում է տրամաբանական մակարդակների, և 13 հանգույցի միջոցով որոշվում են ներշնչման և արտաշնչման տևողությունները:

5 արագաչափի էլքային լարումը 8 անալոգային բազմապատկիչի միջոցով տրվում է 9 օդային հոսքի ներշնչման (արտաշնչման) ծավալաչափին: Անալոգային բազմապատկիչի մյուս մուտքին տրվում է լարում, որը համարժեք է 3 շնչառական փողորակի լայնական կտրվածքի մակերեսի մեծությանը: 9 հանգույցը տարանջատում է ներշնչման և արտաշնչման արագությունները, որոշում է ներշնչման (արտաշնչման) ծավալների մեծությունները՝ ինտեգրելով ներշնչելու (արտաշնչելու) ընթացքում առկա ծավալները:

Սարքի մակետային տարատեսակի պատրաստման ժամանակ օգտագործվել է КП201И դաշտային տրանզիստորի փական-ակունք անցումը: Ուղիղ շեղված կայունացված հոսանքը ջերմության չափման ժամանակ $8,2 \cdot 10^{-6}$ Ա է, տվիչի ինքնատաքացման հզորությունը՝ $3,28 \cdot 10^{-6}$ Վտ, ինքնատաքացման ջերմաստիճանի մեծությունը փողորակի ծավալում անշարժ հոսքի դեպքում՝ $2,3$ °C, իսկ ջերմաստվիչն ապահովում է 10 մկրկ-ից ոչ ավելի ժամանակի հաստատուն:

Որպես հոսքի արագության սովիչ օգտագործվել է 2Т384АМ2 տիպի անիբրան տրանզիստորը, որի p-n անցումի ջերմաստիճանի ամենամեծ արժեքը 408 Կ է, կոլեկտոր - էմիտեր և էմիտեր - բազա անցումների լարումների ամենամեծ արժեքը 30 Վ, իսկ ցրման առավելագույն հզորությունը՝ 0,3 Վտ: Այս տրանզիստորի հիման վրա ստեղծված է ջերմակայունացուցիչ [4], որում որպես ջերմաստվիչ օգտագործվել է բազա-էմիտեր անցումը, իսկ որպես ջերմակարգավորիչ՝ կոլեկտոր-էմիտեր անցումը: Տրանզիստորի կոլեկտորի ջերմաստիճանը կարգավորվում է նկ. 1-ի 6-րդ հանգույցի էլքի լարմամբ: Դա նշանակում է, որ եթե շրջապատի օդի ջերմաստիճանը 22 °C է, իսկ ջերմաստիճանային հավելումը՝ 40 °C, որը համապատասխանում է 6 աղբյուրի $80 \cdot 10^{-3}$ Վ լարման մակարդակին, ապա կոլեկտորի ջերմաստիճանը պետք է լինի՝ ներշնչում՝ $T_{կնր2}=22+40=62$ °C,

արտաշնչում՝ $T_{կարտ}=35,9+40=75,9$ °C:

Փաստորեն օդային հոսքի արագությունը որոշելիս շրջապատի օդի և տաքացվող տրանզիստորի ջերմաստիճանների տարբերությունը նույնն է, որը և անհրաժեշտ է օդային հոսքի ներշնչման և արտաշնչման կիսապարբերությունների ճշգրիտ որոշման համար:

Շնչաչափի մշակված մակետն ունի հետևյալ տեխնիկական պայմանները.

- օդի ջերմաստիճանի չափման տիրույթը՝ $0 \dots 50$ °C,

- օդի ջերմաստիճանի չափման թույլատրելի սխալը՝ ≤ 0.2 °C,
- օդի ջերմաստիճանի չափման ժամանակի հաստատունը՝ ≤ 10 մկրկ,
- հողմաչափի տրանզիստորի իրանի առավելագույն ջերմաստիճանը՝ 100 °C,
- հողմաչափի ծախսած հզորությունը, երբ օդի հոսքը բացակայում է՝ 15 մՎտ,
- հողմաչափի ծախսած հզորությունը, երբ օդի հոսքը առավելագույն արագությունների դեպքում՝ 200 մՎտ,
- չափվող ներշնչման (արտաշնչման) տևողությունները տարբեր շնչառական ռեժիմների և հետազոտվողների համար՝ 0.3...5 վրկ,
- չափված տևողությունների թույլատրելի սխալը՝ $\leq 1\%$:

Այսպիսով, մշակված մակետային տարատեսակի փորձարկումը ցույց տվեց, որ մշակված շնչաչափն ունի շնչառական պարամետրերի չափման լայն հնարավորություն:

Սարքը չափում է շնչառության տևողությունները, ընթացիկ արագությունները, ծավալները, ջերմությունները և այլն, արագագործությունը բավարարում է շնչառական գործողության չափման համար: Չի պարունակում նաև նուրբ մեխանիկական մշակում պահանջող հանգույցներ, ներշնչման (արտաշնչման) ժամանակ սարքի փողորակը օդի հոսքին դիմադրություն ցույց չի տալիս: Այն կարող է պատրաստվել դյուրակիր սկզբունքով, ունենալ համեմատաբար ցածր գին և սպասարկման պարզ տեխնիկա:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Мойсеев А.В., Соколенко А.В., Ульянычева В.Ф.** Анализ, разработка и исследование оптимального метода измерения скорости воздушного потока в процессе дыхания // Информатика и системы управления. - 2009. - N 4 (22). - С. 187-191.
2. А.с. 1557458 АрмССР. Устройство для измерения температуры / **Р.А. Симонян, Э.Г. Везирян.** - Оpubл. 15.04.1990.- Бюл. 14.
3. А.с. 1504006 АрмССР. Устройство для регулирования и измерения температуры/ **Р.А. Симонян, Д.Э. Торикян.** - Оpubл. 18.08.1989.-Бюл. 30.
4. **Симонян Р.А., Саноян А.А., Гулян А.Г.** Универсальный модуль // Proceedings of international conference on “The technique of Microwave and THZ Waves and its application in biomedical and radar technologies and in remote sensing”.- Ashtarak, 2010.- 187-189.
5. А.с. 1569719 АрмССР. Устройство для одновременного измерения температуры и скорости потоков / **Р.А. Симонян, Д.Э. Торикян** - Оpubл. 07.06.1990. - Бюл. 21.
6. Патент РФ № 2064777. Устройство для измерения параметров дыхания / **Г.И. Максимов, А.В. Сивачев, Н.Т. Шубин, Г.А. Корчагина.** - Оpubл. 10.08.1996.

ՀՀ ԳԱԱ ռադիոֆիզիկայի և էլեկտրոնիկայի ինստիտուտ (ՌՖԷԻ). Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 05.05.2014:

Р.Г. СИМОНЯН, Н.Д. ЕЗАКЯН, А.Г. ГУЛЯН

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

Описано устройство для измерения внешнего дыхания на основе анемометра постоянной температуры. Приведены структурная схема и основные технические параметры. Дается описание работы нескольких узлов.

Ключевые слова: анемометр, термометр, вдох, выдох, скорость, объем, воздушный поток.

R.H. SIMONYAN, N.D. YEZAKYAN, A.G. GHULYAN

A DEVICE FOR MEASURING THE PARAMETERS OF EXTERNAL RESPIRATION

A device for measuring the parameters of external respiration based on the operation principle of a constant temperature anemometer is described. The block diagram and the main technical parameters are introduced. The operations of some nodes are described.

Keywords: anemometer, thermometer, inhalation, exhalation, speed, air flow, volume.