

ӘОЖ 531
ГТАМР 29.03.19

**БАРОМЕТРДІҢ ОРНЫНА ЭЛЕКТРОНДЫҚ БИІКТІК ӨЛШЕУШІ ҚҰРЫЛҒЫ ЖАСАУ
МҮМКІНДІГІН ЗЕРТТЕУ**

А.А. ТУЯКБАЕВ¹, Б. БОЛОСХАНҚЫЗЫ¹, С. БОЛОСХАН²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Қазақстан, Алматы

²Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, Алматы)

E-mail: seryk_bolyshan@mail.ru

Бұл жұмыста барометр көмегімен ұшақтардың вертикаль эшелондауларын талдаулары мен және оларды төмендеуін, сонымен қатар биіктік өлшегіштердің жұмысы. Осы газоанализатор негізінде аспап құрылды, онда компенсациялық сызба көмегімен екі концентрат өлшегіш жиналған, оның біреуі жабық баллондағы аэродром немесе теңіз бетінен алынған ауадағы оттегі концентрациясын анықтайды, ал екінші концентрат өлшегіш - ұшу кезіндегі атмосферадағы

оттегі концентрациясын анықтайды, атмосферадағы оттегінің концентрациясымен салыстырылады, сонда өлшеуіш олардың айырмашылығын компенсациялық схемасы бойынша өлшейді.

Негізгі сөздер: барометрлік биіктік өлшегіштер, радиобиіктік өлшегіш, оттегі концентрациясы, термомагниттік оттегінің концентрациясын өлшегіш, қателер, ИКАО (Халықаралық азаматтық авиация ұйымы), вертикаль эшелондауды қысқарту интервалы (RVSM).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ВЫСОТОМЕРА ВЗАМЕН БАРОМЕТРИЧЕСКОГО

А.А. ТУЯКБАЕВ¹, Б. БОЛОСХАНҚЫЗЫ¹, С. БОЛОСХААН²

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, Алматы

²Алматинский технологический университет, Казахстан, Алматы)

E-mail: seryk_bolyshan@mail.ru

В статье рассматриваются результаты исследования вертикального эшелонирования (RVSM). Были проведены основные работы барометрических высотомеров, их ошибок, схема электронного высотомера, основанного на измерении концентрации в атмосфере кислорода в сравнении с концентрацией в воздухе, набранном на уровне аэропорта или у поверхности моря и анализ ее работы. Основное устройство – газоанализатор. В нём содержатся два измерителя концентрата; один из них измеряет концентрацию кислорода в воздухе аэродрома или поверхности моря в закрытом баллоне, второй измеритель концентрат – измеряет концентрацию кислорода в воздухе при полёте, она сравнивается с концентрацией кислорода в атмосфере, и измеритель обнаруживает разницу в концентрациях с помощью компенсационных чертежей.

Ключевые слова: барометрические высотомеры, радиовысотомеры, концентрация, кислорода, термомагнитные концентратометры, погрешности, ИКАО (Международная организация гражданской авиации ICAO International Civil Aviation Organization), сокращение вертикального эшелонирования (RVSM).

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF CREATING AN ELECTRONIC ALTIMETER INSTEAD OF A BAROMETRIC

A.A. TUYAKBAEV¹, B. BOLOSKHANKYZY¹, S. BOLOSKHAAN²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

²Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty)

E-mail: seryk_bolyshan@mail.ru

In this work are: the analysis of the proposals on the reduction of vertical separation (RVSM), and the work of barometric altimeters, their mistakes diagram of an electronic altimeter based on the measurement of the concentration of oxygen in the atmosphere compared to the concentration in the air dialed at the airport or at the surface of the sea and the analysis of its operation. This is the main gas analyzer device. It contains, using compensation drawings, two concentrate meters, one of them measures the oxygen concentration in the air of an aerodrome or sea surface in a closed cylinder, the second concentrate meter measures the oxygen concentration in the air when flying, compared with the oxygen concentration in the atmosphere, then the meter distinguishes them difference with compensation drawings.

Key words: barometric altimeter, radio altimeter, the oxygen concentration thermomagnetic concentrators, the errors, the ICAO (International Civil Aviation Organization), reducing vertical separation minima (RVSM).

Кіріспе

1960 жылы ИКАО (Халықаралық азаматтық авиация ұйымы ICAO-International Civil Aviation Organization) аймақтық аэронавигация-

лық келісімге сәйкес ұшудың төменгі эшелоны белгіленгеннен басқа жағдайларды қоспағанда эшелоннан жоғары болатын 290 ұшу кезінде әуе кемелерінің вертикаль эшелонының мини-

мумы орнатылды 600 м (2000 фут). 1966 жылы 290 эшелоны өтпелі деп танылды.

Қысқартылған эшелондауды қолдану болашақта іске асатын мүмкіндік болады деп саналған. Сәйкесінше Халықаралық азаматтық авиация ұйымының ережелерінде, осындай қысқартылған вертикаль эшелондаудың минимумы аймақтық аэронавигациялық келісім негізінде қолданыла алады деп бекітілген. 70-ші жылдардың ортасында отын бағасының өсуі әуе кеңістігін неғұрлым тиімді пайдалану және вертикаль эшелондауды қысқарту интервалы туралы ұсыныстарды егжей-тегжейлі талдау (RVSM reduced vertical separation minimum вертикаль эшелондауды қысқарту интервалы) қажеттілігін туғызды. Нәтижесінде ХААҰ-ның эшелондаудың жалпы тұжырымдамасын қарау жөніндегі сарапшылар тобы өзінің төртінші кеңесінде (1980) мынадай тұжырымға келді, шығындар мен уақытқа қарамастан, вертикаль эшелондауды қысқарту интервалының минимумын 300 м-ге (1000 фут) дейін азайтудың потенциалды артықшылығы мемлекетке қажетті, кең ауқымды зерттеулер жүргізуге түрткі болуы керек. 1982 жылы мемлекеттер вертикаль эшелондауды қысқарту интервалын қысқарту туралы мәселені жан-жақты зерттеу бағдарламаларын орындауға кірісті, сонымен қатар бұл жұмыс эшелондаудың жалпы тұжырымдамасын қарау жөніндегі сарапшылар тобы тарапынан бақыланды. Еуропада вертикаль эшелондауды қысқарту интервалы 2002 жылдың 22 қаңтарынан бастап енгізілген. Ресей, Қазақстан

және бірқатар орталық Азия елдерінің 2011 жылдың 17 қарашасынан вертикаль эшелондауды қысқарту интервалына көшкеннен кейін, іс жүзінде бүкіл әлем тұтастай RVSM-нің аймағы болды [1].

Вертикаль эшелондауды қысқарту интервалын қолдану келесідей мүмкіндіктер береді:

- қосымша эшелон есебінен әуе кеңістігінің өткізу қабілетін арттыру;
- әуе қозғалысын ұйымдастыру органдары кінәсінен болатын кідіру ұзақтығы мен жиілігін азайту;
- оңтайлы крейсерлік эшелон ұсыну бойынша ұшқыштардың талаптарын орындау;
- авиаотынның шығынын азайту, яғни отынды үнемдеу.

Вертикаль эшелондауды қысқарту интервалы салыстырмалы биіктікті ұстап тұру дәлдігі немесе салыстырмалы биіктікті ұстап тұру мүмкіндігіне әсер ететін барлық конструкциясы бірдей ұшақтарға және барлық элементтерінің дайындалуына қойылатын талаптар келесідей болады: ұшақтардың осындай тобының биіктік бойынша қателіктерінің қосындысының орташа мәні 25 м-ден аспауы керек (80 фут); стандартты ауытқуының абсолют орташа мәнінің қосындысы 75 м. (245 фут) артық болмауы тиіс. Жыл сайынғы әлемдегі әуе қозғалысының өсу қарқыны орта есеппен алғанда 7÷10% құрайды. Мұндай өсу қарқыны әуе қозғалысының қарқындылығын шамамен әрбір 10 жыл сайын екі еселеп отырады (1-кестеде).

1 кесте - RVSM-нің әлемнің түрлі өңірлерінде енгізілу хронологиясы

Аймақтық енгізу, мемлекет	Күні	Эшелон диапазоны
Австралия	Қараша 2000 ж.	290-410
Азия – Тынық мұхиты	24 ақпан 2000 ж.	
Солтүстік Атлантика	24 қаңтар 2002 ж.	
Батыс Атлантика		
Батыс Еуропа		
Оңтүстік Атлантика		
Батыс Тынық мұхиты	21 ақпан 2002 ж.	
Таяу Шығыс (Бахрейн, Египет, Иран, Иордания, Кувейт Ливан, Оман, Сауд Аравия, Сирия, Йемен)	27 қараша 2003 ж.	
Азия оңтүстік Гималаи (Пәкістан, Үндістан, және оңтүстік-шығыс Азия)	20 қаңтар 2005 ж.	
Канада, АҚШ, орталық және оңтүстік Америка		
Африка		
Ресей, Қазақстан және орталық Азия мемлекеттері	17 қараша 2011 ж.	290-410

Әуе кеңістігінің шектелген өлшемі бар болуына байланысты, әуе қозғалысының өсуін қанағаттандыру үшін ХААҰ (Халықаралық

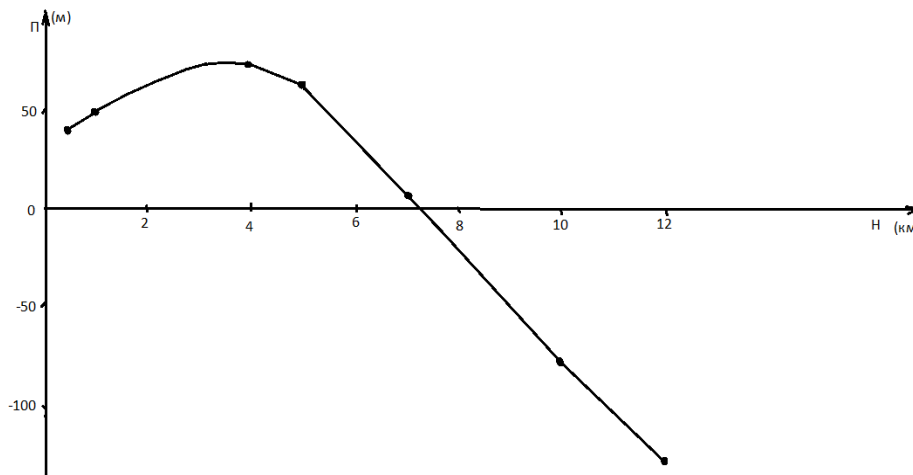
азаматтық авиация ұйымы ICAO-International Civil Aviation Organization) 1995 жылдан бастап RVSM (Reduced Vertical Separation Minimum)

тұжырымдамасын іске асыруда, яғни бұл тұжырымдама бойынша қысқартылған вертикаль эшелондаудың минимумы эшелондар арасында 1000 фут болуы қажет. RVSM-ді енгізу, ең алдымен, өлшеу жүйелерінің нақты сипаттамаларына және берілген биіктікті ұстап тұруға (биіктік өлшеуіш) қойылатын талаптарды жоғарылатуды талап етеді. Осыған байланысты Қазақстанда қолданылатын көптеген әуе кемелері ұшуға жіберілмейді, өйткені олардың биіктік жабдықтары RVSM талаптарына сәйкес келмейді. Бұдан, түптеп келгенде, нақтырақ биіктік өлшеуіш жасау мәселесі пайда болады.

Зерттеудің нысандары мен әдістері

Әуе кемелерінде, радиобиіктік өлшегішінен басқа, барометрлік биіктік өлшегіш пайдаланылады, оның артықшылығы, кейбір барометрлік биіктік өлшегіштер электр қоректендірусіз жұмыс жасай алады, яғни олар қандай да бір себептермен электрқоректендіру болмаған жағдайда да пайдалануға болады. Бірақ екінші жағынан аталған биіктік өлшегіштер электрондық аспап болмағандықтан инерциондылық сияқты кемшілікке ие. Бұдан басқа, барометр-

лік биіктік өлшегішінің көрсеткіштеріне ауа райы жағдайлары мен қоршаған ортаның температурасы әсер етеді. Сондай-ақ қателер ауа ағынының бұрмалануы әсерінен, әсіресе, үлкен жылдамдықпен ұшу кезінде пайда болады. Бұл қателер ұшу жылдамдығына, атмосфералық қысымды қабылдағыштың типіне және оның орналасу орнына байланысты. Бұл қателер ұшақты сынау кезінде анықталады. Барометрлік биіктікті өлшегіштердің көрсеткіштерін талдау [2] келесідей қорытынды жасауға мүмкіндік береді, олар 500 м биіктікте, шамамен шынайы биіктіктен 40 м-ге жоғары қателік көрсетеді, 1000 м биіктікте - 50 м, 4000 м биіктікте - 80 м, 5000 м биіктікте - 70 м, 7500 м биіктікте - 5м, ал 8000 м биіктікте - шынайы биіктіктен 10 м төмен, 10000 м биіктікте - 80 м төмен, 12000 м кезінде - 160 м төмен. 1 суреттен барометрлік биіктік өлшеуіш беретін ең жоғарғы қателік 4000 м биіктікте және 12000 м. биіктікте екендігі көрініп тұр. Сонымен қатар 500 м биіктікте біз шамамен 40 метр қателік алатындығымыз өкінішті.



Сурет 1 - Барометрлік биіктік өлшегіш қателігінің биіктіктен тәуелділігі

Барометрлік биіктік өлшегіш қателігінің биіктіктен тәуелділігі. Жалпы барометрлік биіктік өлшегіштердегі әдістемелік қателіктер атмосфераның нақты күйінің, биіктік өлшегіш құрылғының есептеу бірлігін өлшеуге енгізілген, есептеу нәтижелерімен сәйкес келмеген жағдайда пайда болады.

Биіктік өлшегіштің шкаласы стандартты атмосфераны теңіз деңгейіндегі жағдайлар үшін есептейді, яғни ауа қысымы $P_0=760$ мм. сын. бағ., температура $t_0 = +15^\circ\text{C}$, тік температуралық градиент $t_{гр} = 6,5^\circ$ 1000 м биіктік үшін.

Стандартты атмосфераны пайдалану, берілген биіктікке белгілі бір қысым сәйкес келеді дегенді болжайды. Бірақ әрбір ұшу кезінде атмосфераның нақты шарттары есептеу нәтижелерімен сәйкес келмегендіктен биіктік өлшегіш құрал биіктікті қатемен көрсетеді. Барометрлік биіктік өлшегіш құралында ұшақ ұшатын аймақтың топографиялық рельефінің өзгеруін ескермеуінен қателіктер пайда болуы мүмкін.

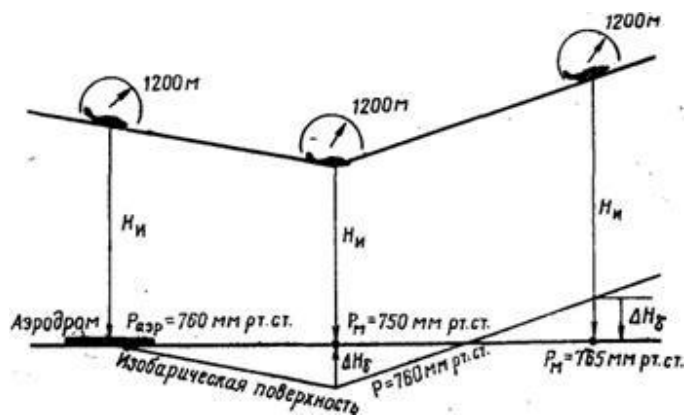
Барометрлік биіктік өлшегішінің әдістемелік қателіктері екі негізгі топқа бөлінеді:

1) жердегі атмосфералық қысымның өзгеруінен болатын қателіктер;

2) ауа температурасының өзгеруінен болатын қателіктер.

Барометрлік биіктік өлшеуіш ұшу биіктігін биіктік өлшегіш құралдың шкаласында (бірлігінде) атмосфералық қысымның мәні қандай биіктікте көрсетілсе, сол биіктікке немесе сол беттің деңгейіне қатысты өлшейді. Ол бағыт бойынша қысымның өзгерісін есепке алмайды. Әдетте, атмосфералық қысымның мәні жер бетінің әртүрлі нүктелерінде бір уақытта бірдей болмайды. 2 суретте көрсетілгендей, егер ұшып шығу әуежайында қысым 760 мм. сын. бағ. болса, ал ұшу бағыты бойынша ол белгілі бір нүктелерінде 750 және 765 мм сын. бағ. тең. Ұшар алдында биіктік өлшегіш құра-

лының тілі нөлге қойылады, бұл ретте биіктік өлшегіштің қысым шкаласы ұшатын әуежай қысымына қойылады (келтірілген мысалда қысым шкаласы 760 мм. сын. бағ. бойынша есептеу қойылады). Егер ұшқыш бағыт бойынша берілген аспаптық биіктікті ұстаса, онда шынайы не нақты биіктік жердің атмосфералық қысымының таралуына байланысты өзгеріп отырады. Атмосфералық қысым төмендеген кезде бағыт бойынша шынайы биіктік азаяды, ал атмосфералық қысым көтерілген жағдайда ұлғаятын болады. Суреттен көріп тұрғанымыздай, шынайы немесе нақты биіктіктің өзгеруі шынайы биіктік есептелетін деңгейге қатысты атмосфералық қысым өзгеру салдарынан болады (2 – сурет).



Сурет 2 - Жердегі қысымның өзгеруінен болатын биіктік өлшегіш құрылғының қателіктері

Биіктеген сайын атмосфералық қысымның өзгеруін барометрлік саты сипаттайды, яғни бастапқы деңгейден биіктік бойынша көтерілгенде немесе түскенде қысым 1 мм. сын. бағ. өзгереді. Тәжірибеде барометрлік сатыны аз биіктіктер үшін 11м-ге тең деп алады. Демек, жер бетіндегі қысым өзгерісінің әрбір миллиметрі үшін 11 м биіктік сәйкес келеді, яғни $\Delta H_6 = 11 \cdot \Delta P$

Нәтижелері мен оларды талқылау

Биіктік өлшегіш құралдың шкаласы биіктік өлшенетін қабаттағы ауаның орташа стандартты температурасы бойынша теңеседі. Сондықтан биіктік өлшегіш құрал ұшу биіктігін нақты орташа ауа температурасының есептік температурасымен сәйкес келген жағдайда ғана дұрыс көрсетеді. Бірақ нақты жағдайларда ауа температурасы, әдетте, есептік температурамен сәйкес келмейді. Сондықтан өлшегіш биіктікті қатемен көрсетеді. Бұл қателіктің мәні жер бетіндегі ауа температурасының өзгеруі кезінде биіктікте температура мен қысымның

өзгеруі жүреді дегенге келеді. Жылдың суық мезгілінде ауа анағұрлым тығыз болады және бұл жағдайда биіктік артқан сайын қысымның мәні, тығыздығы аз жылы кезге қарағанда, тезірек төмендейді. Биіктік өлшеуіш құрал биіктікті өлшегенде жер бетіндегі температура +15°-тан төмен болса, онда биіктіктің мәні жоғарырақ болады, ал температура +15°-тан жоғары болса, онда биіктіктің мәні төмен болады.

Температуралық қателік әсіресе, кіші биіктіктерге және таулы аудандарға жылдың суық мезгілінде ұшу кезінде қауіпті. Тәжірибеде кіші биіктіктерде ауаның нақты температурасының стандартты температурадан әрбір 3°С-қа ауытқуы, өлшенетін биіктікте 1% тең қатені туғызады деп есептеледі. Ресейде өндірілген әуе кемелерінің елеулі санында, байланыс және бақылау блоктарымен, пилотажды-навигациялық жүйе жабдықтарымен, әуе сигналдарымен және т.б. функционалды байланысқан, ВБЭ-2А биіктік өлшегіштері орнатылған. Басқа сөзбен айтқанда ВБЭ жүйесі, механикалық және

электрлік жағынан біріктірілген жекелеген функционалдық тораптардан тұратын құрылымы білдіреді. Бұл ауа қысымының толық және статикалық датчиктерінің торабы, есептегіш торабы, индикация және басқару құрылғыла-

рының торабы, шкаланың көмескі торабы. Көрсеткіш ретінде сұйық кристалдарды индикатор қолданылған. 2-кестеде түзету қосындыларын есептегендегі биіктік өлшегіштің көрсеткіштері келтірілген.

2 Кесте - Биіктік өлшегіштің көрсеткіштері

Берілген ұшу биіктігі, м	Биіктік өлшегіштің көрсеткіштері, м	Берілген ұшу биіктігі, м	Биіктік өлшегіштің көрсеткіштері, м
0	0	4 500	4 550
600	640	4 800	4 860
900	960	5 100	5 170
1 200	1 250	5 400	5 470
1 500	1 540	5 700	5 750
1 800	1 860	6 000	6 070
2 100	2 160	6 600	6 650
2 400	2 450	7 200	7 250
2 700	2 760	7 800	7 740
3 000	3 060	8 400	8 320
3 300	3 360	9 000	8 930
3 600	3 660	10 000	9 920
3 900	3 980	11 000	10 910
4 200	4 260	12 000	11 840

2-кестеде көрініп тұрғандай, 3900 м биіктікте биіктік өлшегіш биіктікті шын мәніндегі биіктіктен 80 м жоғары көрсетеді, ал 12000 м биіктікте аспап 160 м төмен, яғни 11840 м-ді көрсетеді. Осылайша, барометрлік биіктік өлшеуіш 4 км-де +80 м, ал 12 км деңгейінде - 160 м қателікті береді. RVSM бойынша ауытқудың орташа стандарттық мәнінің қосындысы 75 м-ден аспауы тиіс, ал бізде 240 метр. Келтірілген мәліметтерден қазіргі уақытта неғұрлым нақтырақ биіктік өлшегіштер қажет деген қорытынды жасауға болады.

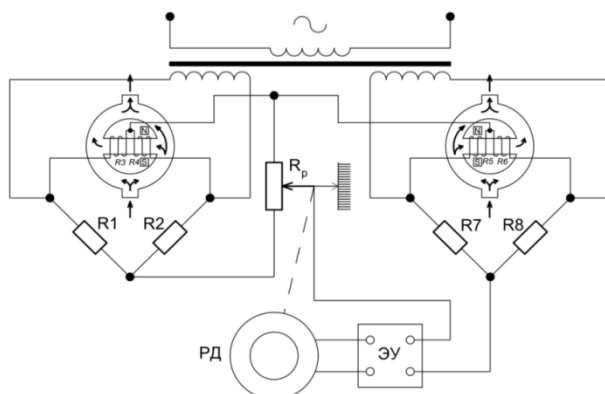
Белгілі аспаптар талдауына сүйеніп, әуе кемелерінде биіктік өлшеу аспаптарын жасау үшін, оттегінің концентрация деңгейін өлшейтін аспаптарды негізге алуға болатыны туралы қорытынды жасауға болады. Біздің көзқарасымыз бойынша, бұл өлшегіш ретінде, жұмыс істеу принципі оттегінің парамагниттік қасиеттеріне негізделген термомагниттік концентрация өлшегіш деп аталатын аспапты қолдану ыңғайлырақ. Барлық белгілі газдардың ішінде ең көп парамагниттік қасиеттерге оттегі молекулалары ие. Бұнымен қоса, абсолютті мағынада, оттегінің магниттік қабілеттілігі [3] қалған газдар мен булардың магниттік қабілеттіліктерінен шамамен 100 есе және одан да көп. Оттегінің аномальді параметрлік қасиеттері оның көп компонентті газдардың және булардың қоспасындағы концентрациясынан өлшеу ақпаратын алу үшін пайдаланылады. Әуе кемесінде

авиациялық биіктік өлшегішті құру және пайдалану үшін ең қолайлысы, біздің ойымызша, оттегінің термомагниттік газанализаторлары болып табылады. Осы газоанализатор негізінде аспап құрылды, онда компенсациялық сызба көмегімен екі концентрат өлшегіш жиналған, оның біреуі жабық баллондағы аэродром немесе теңіз бетінен алынған ауадағы оттегі концентрациясын анықтайды, ал екінші концентрат өлшегіш - ұшу кезіндегі атмосферадағы оттегі концентрациясын анықтайды.

Әуе кемесінің биіктігіне сәйкес оттегінің мөлшері өзгереді, ал оттегінің парамагниттік қасиеттерін пайдалану оның мөлшерін анықтауға мүмкіндік береді, бұл ретте температураны тұрақтандыруды аэродромнан немесе теңіз бетінен алынған эталондық ампулалардағы ауаның температурасын, сондай-ақ іріктелген құрылғылардағы температураны бірдей ұстап тұру арқылы жүзеге асыруға болады. Бұл үшін эталонды ампула немесе баллонды және таңдап алынған құрылғыны бір қаптамаға, олардың температурасы әрқашан бірдей болатындай етіп орнатуға болады, ал екі көпірлік схемалар бір-бірімен компенсациялық схема бойынша біріктірілген ұсынылатын биіктік өлшегіштің негізін құрайды. Оларды осылай біріктіру, әуе кемесінің биіктігін анықтау кезінде жоғары дәлдікті алуға мүмкіндік береді. Құрылғыдағы екі датчиктер өлшеу байланысының бір жағында магнит өрісі пайда болатындай етіп тұ-

рақты магниттің ортасына орналастырылған көлденең, шыны құбырлы байланысты сақиналы камерадан тұрады. 3-суреттегі сызбада R3,

R4, R5 және R6 кедергілері екі оралған, екісекциялы, қаздырылатын, орамдары жіңішке, платина сымнан жасалынған кедергіні білдіреді.



Сурет 3 - Биіктік өлшегіштің өлшеу сызба-нұсқасы

R3, R4 кедергілері бірінші көпірлік сызбаның екі иығын білдіреді, R5 және R6 – кедергілері бірінші көпірлік сызбаның екі иығы. Тиісінше, R1 және R2 кедергілері манганинадан дайындалған, бірінші көпірдің екі иығының ролін атқарады, ал R7 және R8 кедергілері екінші көпірдің екі иығының ролін атқарады. R4 және R5 кедергілері R3 және R6 кедергілеріне қарағанда тез салқындайды, олар магнитпен созылатын салқын оттегі молекуласының ағынына жақын болады және бірінші көпірдегі орамдар арасындағы температураларының айырмашылығы, яғни R3, R4 кедергілері, екінші көпірдегі орамдар арасындағы температуралардың айырмашылығынан, яғни R3, R4 кедергілері, үлкен болады. Сондықтан көпірдің диагоналінде концентрат [4] өлшеуіш құрылғының орта байланысында магнитпен созылатын оттегі молекулаларының санына пропорционал болатын сигналдар пайда болады. Бұл ретте екінші концентрат өлшеуіштегі оттегі молекулаларының саны аз болады, себебі ол өлшеніп отырған биіктікте әуе кемесі орналасқан биіктіктегі ауа келіп түседі. Көпірлердің диагоналіндегі сигналдар айырымы кірісіне көпірлер диагоналінен сигналдар айырмашылығы келіп түсетін, электронды күшейткіш көмегімен жұмыс жасайтын, реверсивті қозғалтқыш көмегімен жылжитын реакторда R_p кедергісінде орын толтыратындай өлшеу сызбасы құрастырылатындығын айта кеткен жөн. Бұл сигналдар айырмашылығы нөлге тең болған жағдайда, реверсивті двигатель бір уақытта R_p реакторда кедергісінің қозғалтқышын және градуирленген шкала арқылы биіктікті көрсететін құрылғы тілшісін жылжытуды тоқтатады.

Осылайша, ұсынылып отырған құрылғы ұшу кезіндегі және әуежай немесе теңіз бетіндегі атмосферадағы оттегі молекулаларының санының айырмасын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл ретте, әуежайдан немесе теңіз бетінен алынған баллон ауасы және атмосферадан түсетін ауа, өзара температуралық өтемақыға әкелетін бірдей температураға ие, бұл биіктік өлшегіштің дәлдігін айтарлықтай көтереді.

Қорытынды

Әуе кемесінде авиациялық биіктік өлшегішті құру және пайдалану үшін ең қолайлысы, оттегінің термомагниттік газанализаторлары болып табылады. Осы газоанализатор негізінде аспап құрылды, онда компенсациялық сызба көмегімен екі концентрат өлшегіш жиналған, оның біреуі жабық баллондағы аэродром немесе теңіз бетінен алынған ауадағы оттегі концентрациясын анықтайды, ал екінші концентрат өлшегіш - ұшу кезіндегі атмосферадағы оттегі концентрациясын анықтайды. Өзара температуралық өтемақыға әкелетін бірдей температураға ие, бұл биіктік өлшегіштің дәлдігін айтарлықтай көтереді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Azevedo, L.F.A., Teixeira, A.M., A critical review of the modeling of wax deposition mechanisms. // Petrol.Sci.Technol.21.2003. -PP. 375-387
2. Браславский Д.А. Авиационные приборы. - М: «Оборонгиз», 1964. - 524 с.
3. Фарзана Н.Г., Илясов Л.В., Азим-заде А.Ж. Технологические измерения и приборы: учеб. для студ. Вузов по спец. «Автоматизация технологических процессов и производств. -М.: Высш. шк., 1989.- 456 с.
4. Предпатент 19487 РК. Способ измерения высоты на воздушных судах /Туякбаева А.А., Алдамжаров К.В., Поздняков А.В., Туякбаев Д.А., Оубл. 15.05.2008, Бюл.№5. – 4 С.