

UOT 629.73: 621.39

DOI: 10.34826/NAA.2021.23.1.002

**HAVA GƏMİSİNİN ÇƏKİ VƏ AĞIRLIQ MƏRKƏZİNİ MƏSAFƏDƏN TƏYİN ETMƏK
ÜÇÜN ÜSUL VƏ VASİTƏLƏR****Ağayev E.A.**

Milli Aviasiya Akademiyası

Məqalədə hava gəmisinin çəki və ağırlıq mərkəzinin səhv hesablanması yaratdığı fəsadlar qeyd olunmuşdur. İstifadə olunan üsul və vasitələrin qısa icmalı verilmiş, onlara xas olan qüsurlar göstərilmiş və problemin aktuallığı əsaslandırılmışdır. Hava gəmisinin çəki və ağırlıq mərkəzinin məsafədən yüksək dəqiqliklə təyini üçün üsul işlənmiş və onun xarakterik xüsusiyyətləri müzakirə edilmişdir. Hava gəmisinin çəki və ağırlıq mərkəzini təyin etmək üçün onun təsviri və uyğun markerin təsviri birlikdə kamera vasitəsi ilə monitora ötürülür. Monitorada həmçinin bu məqsəd üçün Delphi proqramlaşdırma dili mühitində işlənmiş proqram təminatı vasitəsi ilə formalaşdırılan ölçü toru canlandırılır. Göstərilən iş alqoritmi hava gəmisinin füzelyajının ön və arxa tərəflərinin yerdəyişməsinə yüksək dəqiqliklə təyin etməyə imkan verir.

Açar sözlər: hava gəmisinin çəkisi, ağırlıq mərkəzi, kamera, ölçü toru, monitor, marker.

Giriş. Hava gəmisinin (HG) yüklənmə dərəcəsinin və ağırlıq mərkəzinin səhv hesablanması uçuşların təhlükəsizliyinə və təyyarənin idarə olunmasına bilavasitə təsir göstərir. Niderland Aerokosmik Laboratoriyasının hesabatına əsasən müəyyən edilmişdir ki, yerinə yetirilən sərnişin və yük təyyarə daşımalarında faciəvi sonluqla müşayiət olunan 1300-ə qədər aviasiya hadisəsi və qəzası təyyarələrin ağırlıq mərkəzinin və kütlə məhdudiyyətinin pozulması səbəbindən baş vermişdir. Dövlətlərarası Aviasiya Komitəsinin nəticələri də bu məlumatları birmənalı olaraq təsdiqləyir [1]. Belə hadisələrin qarşısının alınması üçün Beynəlxalq Aviasiya Təşkilatları tərəfindən təyyarənin ağırlıq mərkəzinin təyini üçün istifadə olunan üsul və vasitələrin təkmilləşdirilməsinə dair tövsiyələr işlənmiş və həyata keçirilmişdir.

Hazırkı dövrdə təyyarənin ağırlıq mərkəzinin təyini və onun mərkəzləşdirilməsi üçün üç üsuldən istifadə olunur. Bunlar qrafiki üsul, vizual nəzarət üsulu və birbaşa çəki üsuludur [2].

Qrafiki üsul halında qeydiyyat şöbəsindəki məlumatlardan asılı olaraq hava gəmisinin konstruksiyasına uyğun, yüklənmə cədvəli doldurulur və yüklərin təyyarədə paylanması və ağırlıq mərkəzinin yeri müəyyən edilir. Bu üsulun əsas mənfə cəhətləri kimi, səhv hesablamalarda yeni sənədin tələb olunmasını, sənədlərin doldurulmasına sərf edilən vaxtın çox olmasını və hesablamaların nəticələrinin işçinin bilik səviyyəsindən asılı olmasını göstərmək olar.

Yüklənməyə vizual nəzarət üsulu halında hesablamalar, birinci üsuldən fərqli olaraq kompüter vasitəsi ilə həyata keçirilir. Bu üsulun əsas mənfə cəhətləri kimi, hesablamalarda sərnişinlərin çəkirləri üçün təxmini orta qiymətin götürülməsini, hesablamaların nəticələrinin qeydiyyat şöbəsindən daxil olan məlumatlardan asılı olmasını göstərmək olar.

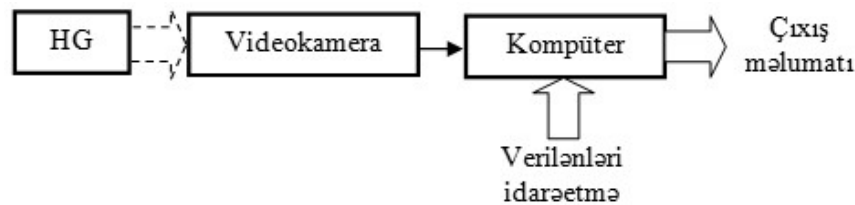
Tərəzi üsulu halında təyyarənin ön və arxa şassilərinin altında yerləşdirilmiş tərəzilərin göstəricilərinə əsasən hava gəmisinin çəkisi və ağırlıq mərkəzi təyin edilir. Bir sıra üstünlüklərinə baxmayaraq, tərəzi üsulu üçün də xarakterik nöqsanlar mövcuddur. Bunlardan tərəzilərin alınmasına sərf edilən maddi xərclərin çox olmasını, tərəzilərin əməliyyat yerində quraşdırılması üçün tələb olunan aerodrom sahəsinin ayrılması zəruriliyini, hava gəmisinin tərəzilərin üzərinə çıxarılması üçün əlavə texniki vasitələrin tələb olunmasını və vaxt itkisinin çox olmasını göstərmək olar.

Hava gəmisinin yüklənmə dərəcəsi və ağırlıq mərkəzinin təyini üçün istifadə olunan üsul və vasitələrin qısa icmalından aydın görünür ki, problemin həlli üçün yeni üsul və vasitələrin işlənməsi və tədqiqi yüksək aktuallığa malikdir [3].

İşin məqsədi: Hava gəmisinin çəki və ağırlıq mərkəzinin məsafədən təyin edilməsi üçün üsul və vasitələrin yaradılması və onun xarakteristikalarının analizi işin əsas məqsədidir.

Hava gəmisinin çəki və ağırlıq mərkəzinin məsafədən təyin etmək üçün yeni ölçmə üsulu təklif edilmişdir [4]. Bu üsulun əsas mahiyyəti ondan ibarətdir ki, yüklənmədən asılı olaraq təyyarənin füzelyajının ön və arxa tərəflərinin şaquli yerdəyişmələri yüksək dəqiqliklə ölçülür və ilkin vəziyyət ilə müqayisə əsasında çəki və ağırlıq mərkəzi təyin edilir.

Yuxarıda göstərilən alqoritmə əsasən HG-nin çəki və mərkəzləşməsinin məsafədən təyini üsulunun struktur sxemi aşağıdakı kimi tərtib olunmuşdur (şəkil 1).



Şəkil 1. HG-nin çəki və mərkəzləşməsinin məsafədən təyini üsulunun struktur sxemi

Struktur sxemə əsasən hava gəmisinin videokamera vasitəsi ilə formalaşdırılan görüntüləri kompüterə daxil edilir. Eyni zamanda kompüterdə "Camera Grid" proqram təminatı ilə ölçü toru formalaşdırılır. Uyğun əməliyyatlar vasitəsi ilə hava gəmisinin təsviri ölçü toru ilə birgələşdirilir. Ölçmənin aparılması üçün markerdən istifadə edilir. Marker kimi hava gəmisinin xarakteristik ölçülərindən istifadə edilir. Hava gəmisinin xarakteristik ölçüləri məlum olmadıqda marker məsafədən formalaşdırılır [5].

Ölçmələr nəticəsində hava gəmisinin füzelyajının ön və arxa tərəflərinin yerdəyişmələri müəyyən edilir. Nəticədə təyyarənin ümumi yüklənməsi və ağırlıq mərkəzi təyin edilir. Yerdəyişməyə uyğun çəkilərin müəyyən edilməsi üçün hava gəmisinin baza məlumatlarından istifadə edilir. Nümunə olaraq, A330-900-tipli hava gəmisinin baza məlumatlarını göstərmək olar. A330-900-tipli hava gəmisinin çəki xarakteristikaları aşağıdakı kimidir:

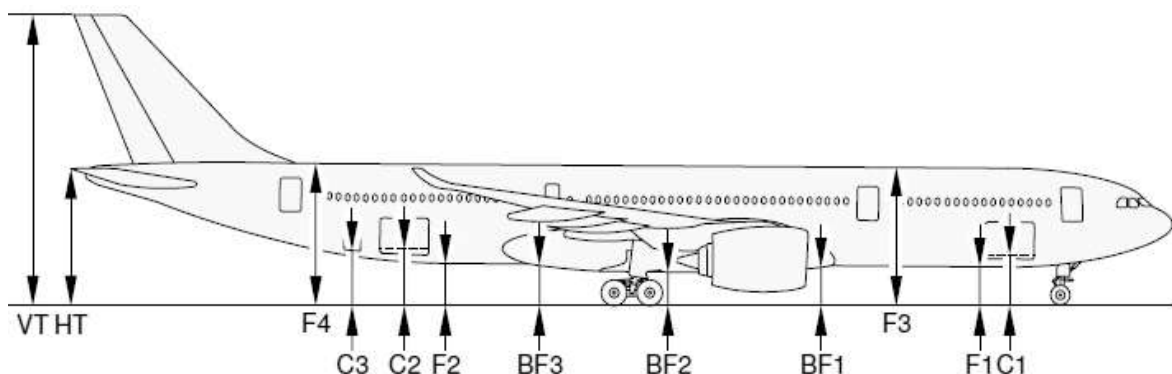
- Maksimum yük götürməsi (kq) – 238900
- Maksimum enmə çəkisi (kq) – 191000
- Boş çəkisi (kq) – 140 000.

A330-900-tipli hava gəmisinin həndəsi xarakteristikaları aşağıdakı kimidir:

$L=22.17$ m; $a=1.1$ m; $b=21.07$ m.

Burada L – hava gəmisinin qabaq və arxa şassiləri arasındakı məsafə, a – arxa şassi ilə ağırlıq mərkəzi arasında məsafə, b – qabaq şassi ilə ağırlıq mərkəzi arasında olan məsafədir.

Hava gəmisinin yüklənmədən asılı olaraq, şaquli yerdəyişməsi normativ sənədlərdə aşağıdakı kimi göstərilmişdir (şəkil 2, cədvəl 1):



Şəkil 2. Füzelyajın müxtəlif nöqtələrindən yerə qədər olan məsafələr [6]

Cədvəl 1

Yerdəyişmələrə uyğun hava gəmisinin çəkiliəri

A/C CONFIGURATION		MRW 238 900 kg (526 684 lb)				140 000 kg (308 647 lb)				A/C JACKED FDL = 6.5 m (21.33 ft)	
		FWD CG (25%)		AFT CG (33.2%)		FWD CG (20%)		AFT CG (40%)		m	ft
		m	ft	m	ft	m	ft	m	ft		
DOORS	D1	4.53	14.87	4.62	15.17	4.63	15.19	4.73	15.52	6.34	20.79
	D2	4.74	15.54	4.78	15.69	4.88	16.01	4.92	16.16	6.34	20.79
	D3	5.05	16.56	5.02	16.48	5.26	17.25	5.22	17.12	6.33	20.78
	D4	5.52	18.11	5.44	17.84	5.79	18.99	5.67	18.62	6.55	21.48
	C1	2.60	8.52	2.68	8.78	2.71	8.89	2.79	9.16	4.34	14.23
	C2	3.24	10.63	3.18	10.45	3.48	11.43	3.40	11.16	4.38	14.38
	C3	3.31	10.84	3.24	10.62	3.56	11.69	3.46	11.37	4.40	14.43
FUSELAGE	F1	1.96	6.44	2.04	6.68	2.08	6.83	2.16	7.08	3.68	12.06
	F2	2.49	8.18	2.45	8.02	2.73	8.95	2.66	8.72	3.68	12.06
	F3	7.70	25.25	7.75	25.42	7.83	25.70	7.89	25.87	9.33	30.60
	F4	8.27	27.13	8.19	26.89	8.53	28.00	8.43	27.65	9.33	30.60
	BF1	2.12	6.95	2.16	7.07	2.27	7.45	2.30	7.56	3.68	12.07
	BF2	1.86	6.10	1.86	6.10	2.05	6.71	2.03	6.68	3.26	10.70
	BF3	2.38	7.81	2.35	7.72	2.60	8.53	2.55	8.36	3.64	11.96
	CP1	5.36	17.58	5.47	17.94	5.44	17.84	5.56	18.25	7.24	23.75
WINGS	RD1	4.31	14.15	4.43	14.53	4.39	14.39	4.52	14.82	6.22	20.40
	W1	7.50	24.59	7.44	24.42	7.74	25.39	7.66	25.12	8.65	28.37
	W2	6.14	20.15	6.10	20.03	6.37	20.88	6.31	20.69	7.37	24.18
TAILPLANE	HT	8.07	26.49	7.95	26.08	8.39	27.52	8.22	26.97	8.91	29.23
	AP	7.49	24.59	7.37	24.17	7.81	25.63	7.64	25.06	8.32	27.29
	VT	16.81	55.16	16.68	54.73	17.13	56.20	16.95	55.63	17.62	57.82
ENGINE/ NACELLE	N1	0.67	2.18	0.69	2.27	0.83	2.72	0.85	2.78	2.17	7.13
	N1 WITH DRAIN MAST	0.64	2.10	0.66	2.17	0.80	2.62	0.82	2.69	2.14	7.02

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi təyyarənin maksimal yüklənməsi zamanı (238900kq) $F1_e=1.96$, $F2_e=2.49$ metrdir. Təyyarənin çəkisi 140000kq olduğu halda $F1_s=2.08$, $F2_s=2.73$ metrdir. Yəni təyyarənin çəkisinin 98900kq azalması nəticəsində $\Delta F1 = F1_s - F1_e = 0.12m$ və $\Delta F2 = F2_s - F2_e = 0.24m$ olur.

Təyyarənin çəkisinin 94,7 % -i arxa şassinin, 5,3 % qabaq şassinin üzərinə düşür. Birinci halda arxa şassinin üzərinə 226238,3 kq, qabaq şassinin üzərinə 12661,7 kq yük düşür. İkinci halda arxa şassinin üzərinə 132580 kq, qabaq şassinin üzərinə 7420 kq yük düşür. Deməli, arxa şassidə yüklənmənin 226238,3 kq-132580 kq =93658,3 kq dəyişməsi 0.24 m yerdəyişməyə səbəb olur. Yəni 93658,3 kq yük 24 sm yerdəyişməyə uyğundur. **Onda 1 sm yerdəyişməyə 3902 kq yük uyğun gəlir.** Uyğun olaraq qabaq şassidə yüklənmənin 12661,7 - 7420kq =5241,7 kq dəyişməsi 0.12 m yerdəyişməyə səbəb olur. Yəni 5241,7 kq yük 12 sm yerdəyişməyə uyğundur. **Onda qabaq şassidə 1 sm yerdəyişmə 436 kq yükə uyğun gəlir.**

Verilmiş baza məlumatlarından istifadə edərək A330-900-tipli hava gəmisinin füzelyajının ön və arxa tərəflərinin yerdəyişməsini təklif edilmiş yeni üsulla məsafədən ölçərək təyyarənin ümum yüklənməsi və ağırlıq mərkəzi ani olaraq təyin edilə bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, hər bir hava gəmilərinin baza məlumatları müxtəlifdir. Ona görə də, ölçmələrdən öncə baza məlumatları da nəzərə alınmalıdır. Akustooptik markerdən istifadə edərək hava gəmisinin baza məlumatları əsasında ön və arxa tərəflərinin yerdəyişmələri və uyğun olaraq çəkiliərini məsafədən üsulla ani olaraq təyin etmək olar ki, bu da hava limanlarında böyük praktiki əhəmiyyətə malikdir. Çünki, ölçmələr istehsalat prosesinə maneə yaratmadan aparılır.

Nəticə

Hava gəmisinin ağırlıq mərkəzi və yüklənmə dərəcəsinin təyini üçün yeni üsulun tətbiqi nəticəsinə mövcud üsullardan fərqli olaraq ölçmələr məsafədən yerinə yetirilir. Ölçmə nəticələri ani olaraq müəyyən edilir ki, bu da ağırlıq mərkəzinin normadan kənara çıxmasının qarşısını alır. Ölçmə zamanı müəyyən edilmiş baza məlumatları əsasında təyyarənin yüklənmə dərəcəsi və ağırlıq mərkəzi təyin edilir.

ƏDƏBİYYAT

1. <http://www.mak-iac.org/rassledovaniya/bezopasnost-poletov/>
2. А.Р. Гасанов, И.А. Искендеров, Э.А. Агаев. Влияние степени загрузки и центровки воздушных судов на авиационные происшествия и методы их определения // Материалы XI Меж. НТК «АВИА-2009». Киев 2009, Т.2., с.15.29-15.32.
3. А.М. Пашаев, А.Р. Гасанов, Р.Н. Набиев, И.А. Искендеров. Структурная модель системы бесконтактного определения веса и центра тяжести воздушных судов // Известия ЮФУ, 2018, №3, с.156÷167.
4. A.M. Pashayev, A.R. Hasanov, E.A. Agayev, S.M. Karimov. Imaging Method Application Peculiarities in Contactless Determination of Aircraft Loading Limitation. // Asian Journal of Computer and Information Systems (ISSN: 2321 – 5658) Vol 2, №1, 2014, p.9-13.
5. Həsənov, A.R. Akustooptik marker, onun işlənməsi və tədqiqi / A.R.Həsənov, E.A.Ağayev // Azərbaycan Milli Aviasiya Akademiyası, Elmi məcmuələr, – Bakı: – 2019. cild 21, №3 – .s.9-18.
6. https://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/techdata/aircraft_characteristics/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A340-200-300.pdf

REFERENCES

1. <http://www.mak-iac.org/rassledovaniya/bezopasnost-poletov/>
2. A.R. Hasanov, İ.A. İskenderov, E.A. Aqaev. Vliyanie stepeni zaqrujennosti i çentrovki vozduşnix sudov na aviaproisşestiva i metodi ix opredeleniya Materialı XI Mej. NTK «AVIA-2009». Kiev 2009, T.2., c.15.29-15.32.
3. А.М. Пашаев, А.Р. Гасанов, Р.Н. Набиев, И.А. Искендеров. Структурная модель системы бесконтактного определения веса и центра тяжести воздушных судов // Известия ЮФУ, 2018, №3, с.156÷167.
4. A.M. Pashayev, A.R. Hasanov, E.A. Agayev, S.M. Karimov. Imaging Method Application Peculiarities in Contactless Determination of Aircraft Loading Limitation. // Asian Journal of Computer and Information Systems (ISSN: 2321 – 5658) Vol 2, №1, 2014, p.9-13.
5. Həsənov, A.R. Akustooptik marker, onun işlənməsi və tədqiqi/ A.R.Həsənov, E.A.Ağayev // Azərbaycan Milli Aviasiya Akademiyası, Elmi məcmuələr, – Bakı: – 2019. cild 21, №3 – .s.9-18.
6. https://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/techdata/aircraft_characteristics/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A340-900.pdf

METHODS AND TOOLS FOR REMOTE DETERMINATION OF AIRCRAFT WEIGHT AND GRAVITY CENTER**Agayev E.A.***Azerbaijan National Aviation Academy*

The article notes the problems associated with the incorrect calculation of the weight and center of gravity of the aircraft. A brief review of the methods and means used is carried out, their shortcomings are shown and the actuality of the problem is substantiated. A method for remote determining the weight and center of gravity of an aircraft has been developed and its characteristic features have been discussed. To determine the weight and center of gravity of the aircraft, its image, together with the image of the corresponding marker, is transmitted to the monitor by means of a camera. The monitor also displays the measuring grid, which is formed by software written in the Delphi programming language. The presented algorithm of operation makes it possible to determine the displacements of the front and rear parts of the aircraft fuselage with high accuracy.

Key words: aircraft weight, center of gravity, camera, measuring grid, monitor, marker.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИСТАНЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕСА И ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ ВОЗДУШНОГО СУДНА**Агаев Э.А.***Национальная Академия Авиации Азербайджана*

В статье отмечены проблемы, связанные с неправильным расчетом веса и центра тяжести воздушного судна. Проведен краткий обзор используемых методов и средств, показаны их недостатки и обоснована актуальность проблемы. Разработан метод для дистанционного

определения веса и центра тяжести воздушного судна и обсуждены его характерные особенности. Для определения веса и центра тяжести воздушного судна его изображение совместно с изображением соответствующего маркера передается на монитор посредством камеры. На мониторе также воспроизводится измерительная сетка, которая формируется программным обеспечением, которое написано на языке программирования Delphi. Представленный алгоритм работы позволяет определить смещение передней и задней частей фюзеляжа воздушного судна с высокой точностью.

Ключевые слова: вес самолета, центр тяжести, камера, измерительная сетка, монитор, маркер.

Rəyçi: t.f.d., dos. A.Z.Məmmədov

Müəllif haqqında məlumat:

Soyadı, adı, atasının adı	İş yeri	Vəzifəsi, elmi dərəcəsi, elmi adı	Əlaqə
Ağayev Elgün Ağamehti oğlu	Milli Aviasiya Akademiyası	Elmi-tədqiqat işlər üzrə analitik şöbə, Elmi işçi	elgun84@yahoo.com mob:(994)55-491-16-64