

Geluidsvermindering bij modelvliegtuigen. Deel 4. De verbrandingsmotor als geluidsbron

Citation for published version (APA):

Schlösser, W. M. J. (1978). Geluidsvermindering bij modelvliegtuigen. Deel 4. De verbrandingsmotor als geluidsbron. *Bouwen en vliegen*, 14(5), 61-63.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1978

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

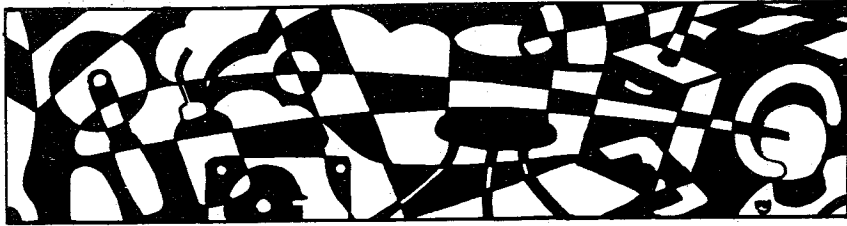
www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.



Bouwen en Vliegen

STUDIEBLAD AFDELING MODELVLIEGTUIGSPORT KNVvL -

14e Jaargang nr. 5 - oktober 1978

Redactie-adres: Afd. Modelvliegtuigsport KNVvL, Jozef Israëlsplein 8, Den Haag
Verschijnt minstens éénmaal per kwartaal

De Redactie is in geen geval aansprakelijk voor de inhoud van opgenomen advertenties.

Het overnemen van artikelen of delen daarvan is alleen mogelijk na schriftelijke toestemming van de KNVvL-afdeling Modelvliegtuigsport

Geluidsvermindering bij modelvliegtuigen

Deel 4: De verbrandingsmotor als geluidsbron door: Prof. Dr. Ir. W. M. J. Schlösser

Inleiding

In onze bijdrage aan "Bouwen en Vliegen", 13e jaargang, no. 6, 1977 over dit onderwerp hebben wij ons bezig gehouden met de toelaatbare geluidsdruk-niveaus van motormodelvliegtuigen. Wij kwamen tot een voorstel voor een norm van $84(+3)\text{dB(A)}/7\text{m}$. Voor de verklaring van deze "formuleachtige" notatie leze men bovengenoemde bijdrage.

Hiermee zou de toelaatbare geluidsuitstraling (emissie van geluid) naar boven begrensd worden door het geluidsdruk-niveau van $87\text{dB(A)}/7\text{m}$.

In de tweede bijdrage aan "Bouwen en Vliegen", 14e jaargang, no. 1, februari 1978 gingen wij dieper in op de ligging van het vliegveld.

Wij kwamen tot de 'advies-afstand' van 1500 meter tussen het midden van het vliegveld en het tegen geluidshinder te beschermen object.

In de derde bijdrage aan "Bouwen en Vliegen", 14e jaargang, no. 3, mei 1978 maakten wij een begin met de bespreking van technische maatregelen, welke men kan

toepassen om het geluidsdruk-niveau van modelvliegtuigen te verlagen. Er werd aandacht besteed aan de luchtschroef als mogelijke bron van geluid.

In deze vierde bijdrage schenken wij aandacht aan de zuigerverbrandingsmotor als geluidsbron bij modelvliegtuigen.

De verbrandingsmotor als geluidsbron

Een onbalans van 0,5 grammassa voerde bij de luchtschroef tot een onbalanskracht van 7,9 Newton. Een onbalans van 25 grammassa, door excentrische montage van 1 mm, daarentegen tot 39,5 N onbalanskracht.

Zie fig. 19. Dit leidde tot het advies om aandacht te besteden aan de juiste balancering van de luchtschroef (11). De zuigerverbrandingsmotor vertoont, in zijn één-cilinder uitvoering, ook een mechanische onbalans. De heen en weergaande zuiger met drijfstaang en de roterende kruk-as zijn hiervan de oorzaak. Men kan deze onbalans compenseren door het aanbrengen van balanceer-massa's. Volledige compensatie van de onbalans is echter niet mogelijk, omdat men dan een trilling in de richting van de cilinder-as gaat inruilen, voor een trilling loodrecht op het vlak door de cilinder-as en de kruk-as. De kwaal is hier dus maar ten dele te verhelpen. Bij een moderne, optimaal-gebalanceerde 1 cilinder modelmotor zal het daarom ook niet baten om deze motor 'liggend' in plaats van 'staand' t o. v. het vlak van de vleugel te monteren. In beide standen is er bij een gebalanceerde motor welhaast een even grote kracht ter beschikking om de vleugel loodrecht op zijn vlak tot trilling te brengen. Zie fig. 20.

In lit. (12) wordt de motor-balancering uit de doeken gedaan. Een Super Tigre G.20 blijkt een kracht in de richting van de cilinder-as van maximaal 196 N te vertonen, bij een kracht loodrecht op het voorengenoemd vlak van maximaal 22 N. De onbalanskracht van de luchtschroef kan hierbij dus in het niet verzinken. Blijkbaar moeten de constructeurs van deze motoren een keuze doen tussen de grootte van deze twee onbalans-krachten.

Wij kunnen de ons door de fabrikant toegeleverde motoren op twee wijzen in het modelvliegtuig inbouwen. De meest gebruikelijke methode is de starre inbouw. De motor wordt hierbij met bouten aan de motordragers onwrikbaar bevestigd. Wij hebben dan (meestal) weinig zorgen over deze bevestiging, maar wij hebben helaas tevens een goede garantie dat de mechanische onbalans-krachten volledig op het modelvliegtuig worden overge-

Inhoud

Geluidsvermindering bij modelvliegtuigen
deel 4

door Prof. Dr. Ir. W. M. J. Schlösser

Sport- en schaalrubriek
OV - 10A Bronco

Amerikaanse notities
A. L. Ponjée

Wedstrijden: R. B. Zweef in Amay

Benelux Electro meeting

Rotterdamse Indoor bekerwedstrijd

Mededelingen: Werkgroep externe publiciteit

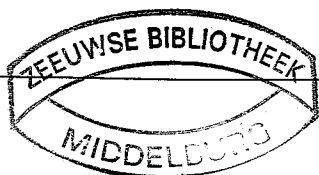
Wedstrijdprogramma 1979

80 uur Modelbouw in Hirzenhain

Vakantie-activiteiten SUL

Wisselbekers

Advertenties



7217 F
14 1978

bracht. In fig. 15 van lit. (11) kunnen wij de gevolgen daarvan zien. Uiteindelijk veroorzaken de onbalanskrachten van de modelmotor, langs de in deze figuur aangegeven weg, ongewenst geluid.

De andere methode van bevestiging van de motor zouden wij van de autobouwers kunnen afkijken. Bij autobouwers is het ongewenst, dat de carrosserie van de auto in trilling raakt. De inzittenden stellen dit niet op prijs. Reden waarom men dan ook bij autobouwers de verbrandingsmotoren niet star aan het chassis bevestigt. Integendeel, daar wordt de motor via elastische bouw-elementen (b. v. rubber-elementen) flexibel in het chassis opgehangen. Dit is bij modelvliegtuigen ook mogelijk, maar nog zeer ongebruikelijk.

Zie fig. 21 en (13). De oorzaak hiervan schuilt in het feit, dat het geluid van modelvliegtuigen tot voor kort als niet hinderlijk werd ondervonden.

Het ziet er naar uit dat de elastische ophanging van modelmotoren thans meer belangstelling zal gaan onderwerpen. Het ontwerpen van een goede elastische ophanging zal echter geen eenvoudige zaak blijken te zijn. Ze doet immers over een groot toerenbereik van de modelmotor zeer effectief haar taak verrichten. Om deze reden zal nu de gewenste stijfheid van deze ophanging van motor tot motor verschillen en daarom op de juiste wijze telkens opnieuw moeten worden berekend.

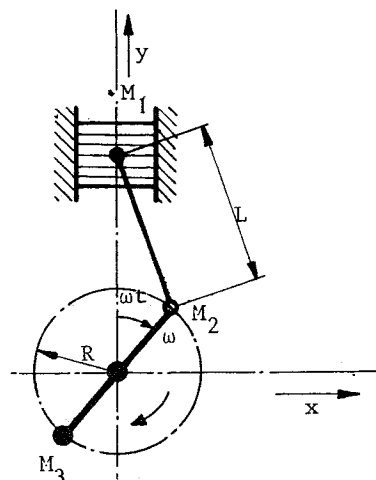
Deze berekening zal echter ook nog worden bemoeilijkt door het feit, dat het door de motor aan de luchtschroef afgegeven draaimoment gedurende een asrotatie sterk veranderlijk is. De meeste modelmotoren zijn nl. van het één-cilindertype, met als gevolg deze sterke veranderlijkheid. Een andere oorzaak hiervoor schuilt in de instabiliteit van het verbrandingsproces bij kleine modelmotoren. De verbranding verloopt in een klein volume met een relatief groot koelend oppervlak. De verbranding raakt dan nogal snel 'verkoold' en er ontbreekt zo nu en dan een stuk aan het verbrandingsdiagram, met als gevolg een vergroting van de veranderlijkheid van het draaimoment (14). De reactie van de roterende motordelen en van de luchtschroef, zorgen dan voor een veranderlijk draaimoment om de langsas van het modelvliegtuig.

Ook hierdoor geraakt het model in trilling en ook hierdoor ontstaat een bijdrage aan het geluid. De elastische ophanging van de modelmotor zal hierop eveneens een antwoord moeten weten. Het ontwerpen van deze elastische ophanging blijkt dus geen gemakkelijke taak te zijn. Zolang de geschikte wijze van berekenen ontbreekt, kan 'proberen' een uitweg bieden. Deze weg zal dan echter lang en kostbaar kunnen zijn. Ook hier is onderzoek gewenst.

Tot nu toe beschouwden wij mechanische modelmotortrillingen, welke als geluidsoorzaak moeten worden beschouwd. Het antwoord lag hierbij in een 'mechanische ont koppeling' van de modelmotor en het modelvliegtuig. Beschouwen wij nu geluidsoorzaken welke schuilen in het feit, dat de modelmotor de lucht direct in beweging brengt en hierdoor geluidstrillingen in de lucht veroorzaakt, anders dan door de luchtschroef.

De motor zuigt de verbrandingslucht pulserend aan door een aanzuigopening en blaast de verbrandingsgassen, nog sterker pulserend, door een uitlaatopening. Dit doen deze motoren 200 tot 300 maal per seconde d. w. z. met frequenties van 200 tot 300 Hz. Hier blijkt het antwoord te schuilen in een 'accoustische ont koppeling' van de modelmotor en de deze motor omgevende lucht. Het aanzuiggeluid van een motor verspreidt zich vanuit de aanzuigopening van de carburateur. Vanuit deze opening loopt, bij een motortoerental van b. v. 9000 omw/min, een negatieve drukgolf van $\frac{9000}{60} = 150$ Hz in alle richtingen. De aanzuiging van de verbrandingslucht blijkt echter, hoewel met een pulserend karakter, betrekkelijk gelijkmatig te verlopen. De uitstoting van de verbrandingsgassen verloopt daarentegen zeer sterk pulserend. Bovendien treden er bij de uitlaatgasstroom veel grotere volumestromen per puls op. Om deze beide re-

denen vormen de sterk pulserende uitlaatgassen een sterkere geluidsbron, dan de zwakker pulserende aanzuig-luchtstroom. Om deze reden komt de bestrijding van de aanzuiggeluiden niet op de eerste plaats van de urgentelijst. Veeleer moet men ingrijpen in de geluids-oorzaak van de uitlaatgassen. Als men al iets wil doen aan de aanzuiggeluiden, dan zou men de modelmotor kunnen laten aanzuigen uit een soort van sus-kamer, waarin de modelmotor met zijn aanzuigopening is ingebouwd. Men zou de modelmotor op deze wijze aan de aanzuigzijde van de omringende lucht accoustisch kunnen ont koppelen.



Massakracht t.g.v. M_1 :

$$F'_y = M_1 R \omega^2 \left(\cos \omega t - \frac{R}{L} \cos^2 \omega t \right)$$

Massakracht t.g.v. M_2 :

$$F''_y = M_2 \cdot R \cdot \omega^2 \cdot \cos \omega t$$

$$F''_x = M_2 \cdot R \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t$$

Balancer-massa M_3

$$M_3 = M_2 + \alpha M_1 \text{ met } 1/3 < \alpha < 2/3$$

$$F'''_y = M_1 (1-\alpha) \cdot R \omega^2 \cdot \cos \omega t - M_1 \frac{R}{L} \cdot R \omega^2 \cdot \cos 2\omega t$$

$$F'''_x = -\alpha \cdot M_1 \cdot R \omega^2 \cdot \sin \omega t$$

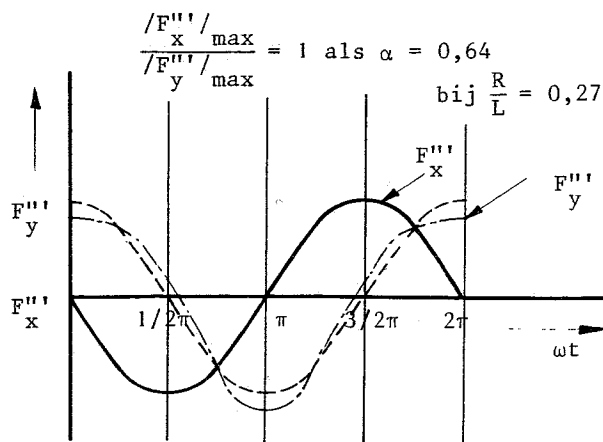


FIG. 20 ANALYSE VAN DE MASSAKRACHTEN DER BEWEGENDE DELEN VAN EEN 1-CYLINDER ZUIGER-VERBRANDINGSMOTOR

In de pulserende uitlaatgassen vinden wij nu de belangrijkste geluidsbron van modelvliegtuigen met een verbrandingszuigermotor. Hier loont het werkelijk de moeite om constructief in te grijpen. Reden waarom wij op deze geluidsoorzaak in onze volgende bijdrage uitgebreid zullen terugkomen.

Literatuurlijst:

- (11) Schlösser, W. M. J. Constructieve maatregelen ter vermindering van het geluid van modelvliegtuigen. Bouwen en Vliegen, 14e Jaargang, no. 3, mei 1978
- (12) Boccardo, M. Single-cylinder engine dynamic balance, Fifth annual symposium of the National Flight Society, 1972
- (13) Honig, H. Motorträger schwingungsge-dämpft, Flug + Modell-technik, Heft 6, 1977
- (14) Schouwstra, E. Enkele metingen aan een 10 cm³ gloeispiraalmotor, Afstudeerwerk Vakgroep Verbrandingsmotoren, T.H.E., december 1968

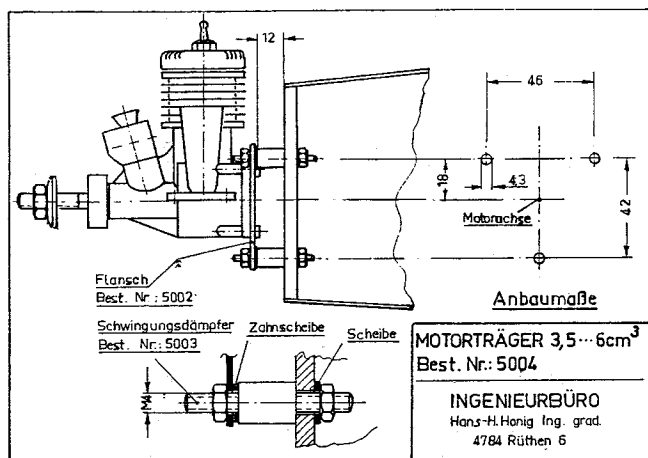
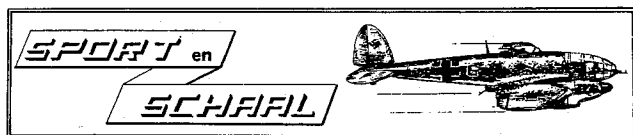


FIG. 21 ELASTISCHE OPHANGING VAN EEN MODEL MOTOR TER VERMINDERING VAN DE TRILLING VAN HET MODELVLEGTUIG



De North American OV-10A „Bronco” (vervolg)

Gegevens voor de modelbouw

De OV-10A Bronco is voor de modelbouwer een ideale kist. Bijna alles is recht, met alleen hier en daar een afronding of een vloeistuk. Voor de zelfbouwers is alleen de cockpitbeglazing een onding. Door de bolle vorm ervan moet het persen in meerdere delen gebeuren. Alvorens over te gaan tot een meer gedetailleerde beschrijving van de diverse onderdelen, vermelden we hier eerst welke plastic bouwdozen van de OV-10 op de markt zijn.

Revell, Hasegawa en Airfix brengen een 1/72 model waarvan Hasegawa duidelijk minder van kwaliteit is dan de andere twee. Op 1/48 brengt Hawk een model van het oorspronkelijke prototype met de kleine vleugel. Deze bouwdoos is momenteel moeilijk te krijgen. Voor de zelfbouwer is het wellicht interessant een of meerdere van deze bouwdozen aan te schaffen om kleine details eenvoudiger te kunnen bouwen.

Romp

De romp heeft geheel vlakke zij- en onderkanten die met een kleine afronding in elkaar overgaan. De vloeistukken bij de vleugel zijn minimaal klein. Let op de VOR antenne op de neus, alsmede kleine details als de ruitenwisser, de vergrendeling van de cockpitkap en de fairing over een antenne voor een navigatiesysteem bovenop de achterzijde.

Vleugel

De koorde (breedte) van de vleugel is over de gehele spanwijdte konstant. De vleugelkleppen hebben een aan de voorzijde vast gemonteerde hulpklep.

Maximale klepuitslag is 40°. Gestart wordt met 0° of 20°; dit laatste indien maximale STOL eigenschappen verlangd worden. (STOL = Short Take Off and Landing).

Geland wordt normaal met 20° kleppen of met 40° indien op korte banen geland wordt. De OV-10A wordt dan letterlijk neergepoot, zonder dat de piloot de kist afvangt. Het onderstel is geschikt voor maximale verticale daalsnelheden tot 4 m/s en hoewel een dergelijke landing wat onnatuurlijk aandoet, werd deze in Vietnam veel toegepast.

Staartvlakken

Ook de verticale en het horizontale staartvlak zijn over hun volle lengte konstant van koorde. De richtingsroeren hebben niet in de vlucht verstelbare trimvlakken, het hoogteroer heeft een kontinu verstelbaar trimvlak.

Motorgondels

De motorgondels, die uitlopen in de staartbomen, hebben ook weer een vlakke zij- en onder- en bovenkant. De overgang is afgerond.

Let er verder op dat, in vliegrichting gezien, de linkerschroef rechtsom en de rechter, linksom draait.

Onderstel

Bij de vliegtuigschaalmodelbouw is het onderstel misschien wel het belangrijkste onderdeel als het erop aankomt het karakter van de kist juist weer te geven. Dit geldt zeker voor het tamelijk gekompliceerde OV-10A onderstel.

De tekening toont het neuswiel en het hoofdonderstel.

De werking is in feite simpel. De poot met het gevorkte boven-eind heeft aan de onderzijde een zg. "trailing arm", waaraan zowel het wiel als de schokdemper bevestigd zijn.

Omdat de demper voorlijk op deze "trailing arm" bevestigd is en het wiel geheel aan het eind, is een grote wieluitslag (invering) gelijk met een relatief kleine schokdemperslag. Totaal kan de demper 200 mm inveren.

De wielas kan in verticale zin ca. 600 mm verplaatsen. Voor het neuswiel geldt hetzelfde.

De kleur van het onderstel is glanzend wit.