

5. Floyd R. Watson Professor. The Absorption of Sound by Materials. University of Illinois Bulletin. vol. xxv November 29, 1927.

6. Investigation of Sound Absorption [Electronic resource] / M. A. Chelidze, D. Nizharadze, J. Javaxishvili, M. Tedoshvili. Modern achievements of Science and Education VIII International Conference September 29 – October 06, 2016 Jerusalem (Israel) pp. 66–71. – Mode of access: [http://www.iftomm.ho.ua/docs/MASE\\_2016.pdf](http://www.iftomm.ho.ua/docs/MASE_2016.pdf)

7. Chelidze M. A. Investigation of Sound Absorption Characteristics [Electronic resource] / M. A. Chelidze // Materials by Help of Subtraction Method on the Base of PC. Science and Education VIII International Conference June 27 – July 06, 2015 Bergen (Norway). – Pp. 24–27. – Mode of access: [http://www.iftomm.ho.ua/docs/SE-\\_2015.pdf](http://www.iftomm.ho.ua/docs/SE-_2015.pdf)

8. The Vibrations in Technique. Reference book in 6 volumes. Under editing M. D. Genkina. M. Machine building 1981. v. 1, v. 4.

## **БАЛАНСИРОВКА ВОЗДУШНЫХ ВИНТОВ САМОЛЁТОВ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЧАСТОТАХ ВРАЩЕНИЯ**

*Ройзман В. П. Хмельницкий национальный университет  
E-mail: Royzman\_V@mail.ru*

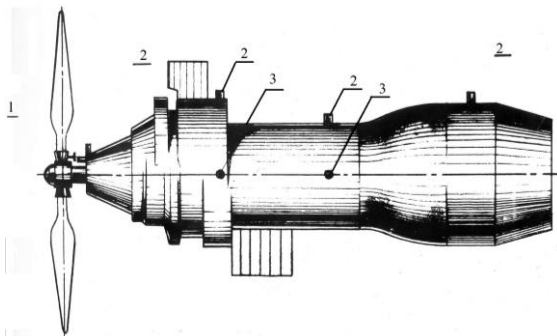
При работе турбовинтового двигателя (ТВД) на самолёте источником интенсивных колебаний, передающихся на самолёт, является воздушный тяговый винт.

Возбуждающая сила с частотой вращения возникает от статической, динамической и аэродинамической неуравновешенностей винта.

Причины появления и характеристики перечисленных видов дисбалансов приведены нами в [1]. Там же более подробно, чем в настоящей работе описаны способы балансировки воздушных винтов.

Для балансировки воздушных винтов на самолётах и испытательных стендах применимы способы с применением пробных масс, причем эффективность всех методов повышается, потому, что воздушный винт можно рассматривать почти как плоский диск, для которого производится статическая балансировка в динамическом режиме.

До балансировки выполняется необходимое дооборудование авиадвигателя и самолёта (рис. 1): устанавливаются вибродатчики в контрольных точках двигателя и на носке редуктора (В – вертикальные и Г – горизонтальные), на втулке винта закрепляется подвижная пластина отметки угла, а на ближайшем торце редуктора – неподвижная, выбираются места для крепления пробных масс и готовятся эти массы.



**Рис. 1. Препарировка ТВД для балансировки воздушного винта:**  
**1 – емкостной датчик; 2 – вибропреобразователь; 3 – крепежная цапфа**

Места установки пробных масс определяются конкретно конструкцией воздушного винта, точнее, его втулкой, и способом соединения с валом винта.

Предварительно для данного воздушного винта и ТВД выбирается место на корпусе двигателя, для которого зависимость вибраций от значения установленной на воздушный винт массы наиболее близка к линейной. В это место устанавливается вибропреобразователь и по его показаниям осуществляется балансировка.

Процесс балансировки, основанный на линейных соотношениях, проводится в следующей последовательности:

1) запускается двигатель и на эксплуатационной частоте вращения записываются вибрации  $A_1$  и сигнал от отметки угла на ленту осциллографа;

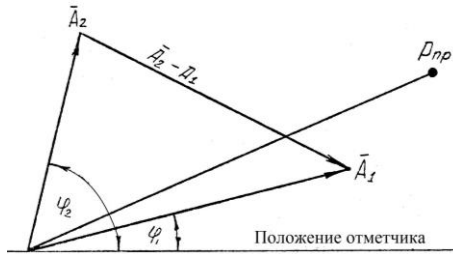
2) в произвольном по углу месте воздушного винта устанавливается пробная масса и повторяются указанные измерения вибраций  $A_2$ ;

3) обрабатываются записи, полученные в п. 1 и 2. Из вектора вибраций  $\bar{A}_2$  (см. рис. 2) вычитается вектор  $\bar{A}_1$ .

Полученный вектор  $\bar{A}_2 - \bar{A}_1$  даёт величину вибраций от установленной массы  $m_{np}$ :

$$m_{\hat{\epsilon}i\delta} = m_{i\delta} \frac{A_1}{|\bar{A}_2 - \bar{A}_1|}.$$

Место установки корректирующей массы находится по разности фаз между положением  $m_{np}$  и вектором вибраций  $\bar{A}_2 - \bar{A}_1$ , вызванным от  $m_{np}$ , как и при балансировке роторов.

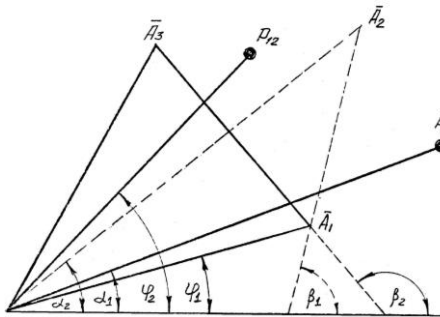


**Рис. 2. Векторные построения для определения корректирующей массы**

В случае, когда снятые зависимости амплитуд и фаз вибраций двигателя под действием, установленной на винт массы нельзя считать линейными, этот способ не даёт требуемого снижения вибраций. Тогда операцию балансировки следует повторить, приняв пуск с пробной массой за исходный, а пуск с корректирующей массой за пуск с пробной.

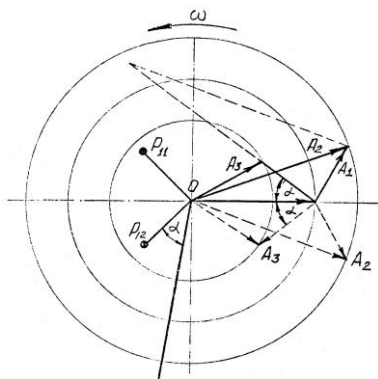
Жаворонковым Л.А. апробирован способ, состоящий в том, что пробный груз крепится не в произвольном месте, а в таком, где вибрации авиадвигателя становятся линейными в такой же степени, как и вибрации двигателя от собственной неуравновешенности винта [2].

Чтобы отыскать это место, измеряются вибрации при обычных запусках двигателя без пробного груза и с пробным грузом, установленным в любом месте по окружности винта. На основании данных, полученных при этих двух запусках, определяют угол, на который следует сместить данный пробный груз, чтобы при новом запуске двигателя с этим грузом его вибрации были равны вибрациям двигателя от собственной неуравновешенности винта. На рис. 3 показаны необходимые построения, доказательства которых содержатся [1].



**Рис. 3. Построение векторных треугольников при нелинейной зависимости между вибрацией и дисбалансом воздушного винта**

Обоснован и метод балансировки воздушных винтов без применения отметки угла, а необходимые при этом построения приведены на рис. 4.



**Рис. 4. Векторные построения при балансировке без отметки угла**

Изложенные методы использованы для балансировки воздушных винтов АВ-68 на самолётах ИЛ-18 и АН-12, и воздушных винтов АВ-72 на самолётах АН-24 и дали существенный экономический эффект.

### **Литература**

1. Левит М. Е. Вибрация и уравнивание роторов авиадвигателей / М. Е. Левит, В. П. Ройзман. – Москва : Машиностроение, 1970. – 170 с.
2. Пат. № 2082072 Российская Федерация, G01B5/20. Способ балансировки лопаточного колеса машины и устройство для определения геометрических параметров лопаток лопаточного колеса машины / Л. А. Жаворонков ; патентообл. Летно-исследовательский институт им. М.М. Громова. – № 94015714/11 ; заявл. 28.04.1994 ; опубл. 20.06.1997.

## **РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ СУЧАСНОГО РОЗВИТКУ ДОСЛІДЖЕНЬ РІДИННОГО АВТОМАТИЧНОГО БАЛАНСУВАННЯ РОТОРНИХ СИСТЕМ**

*Ромащенко І. В.<sup>1</sup>, Драч І. В.<sup>2</sup>, Хмельницький національний університет  
E-mail: <sup>1</sup>romashchenko.iryana@gmail.com, <sup>2</sup>cogitare@list.ru*

Роторні системи широко використовуються у виробництві різних галузей. Однією із основних причин виходу з ладу систем є вібра-