

## УЛУЧШЕНИЕ МАССОГАБАРИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАНЕТАРНОГО РЕДУКТОРА С ДВУХВЕНЦОВЫМИ САТЕЛЛИТАМИ ПРИ МОДИФИКАЦИИ ТВД

Суслин А.В.<sup>1</sup>, Барманов И.С.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва (Самарский университет), г. Самара

<sup>2</sup> Самарский государственный технический университет (Самарский политех), г. Самара  
isbarmanov@mail.ru

*Ключевые слова: планетарная передача, прочность, коэффициент перекрытия.*

При проектировании авиационных двигателей одними из важных требований являются минимальные масса и габаритные размеры. В турбовинтовых двигателях (ТВД) значительная доля массы приходится на редуктор. В некоторых двигателях семейства НК применяется схема планетарного редуктора с двухвенцовыми сателлитами (рис. 1). При модификации ТВД с целью увеличения мощности и установки более производительных винтов могут измениться частоты вращения входного вала редуктора (ротора двигателя) и выходного вала редуктора (води́ла  $h$ ). Это потребует изменения передаточного отношения редуктора, что достигается изменением чисел зубьев колес  $a$ ,  $g$ ,  $f$ ,  $b$ . Здесь может быть реализовано несколько вариантов: 1 – изменение передаточного числа зацепления  $a-g$ ; 2 – изменение передаточного числа зацепления  $f-b$ ; 3 – изменение передаточного числа зацепления  $a-g$ ,  $f-b$  за счет числа зубьев блока сателлитов или чисел зубьев всех колес.

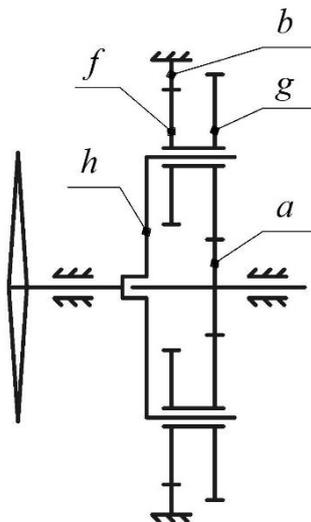


Рисунок 1 – Кинематическая схема планетарной передачи с двухвенцовыми сателлитами

Поскольку меняется геометрия зубчатых колес, то целесообразно провести оптимизацию конструкции редуктора. Для улучшения массогабаритных характеристик предлагается:

- выполнить 1 ступень (зацепление  $a-g$ ) с коэффициентом торцевого перекрытия  $\varepsilon_a > 2$ .
- применить водило из материала с высокой удельной прочностью (титан).

Первый способ позволит снизить массу зубчатых колес 1 ступени на 30-40 %, второй способ позволит снизить массу водила на 45-55%. Снижение массы сателлитов и водила позволит уменьшить нагрузки на подшипники, следовательно, можно применить подшипники более легкой серии. Ожидаемый эффект по снижению массы подшипников и корпусных деталей редуктора составляет 10-20%.

Применение зубчатой передачи с коэффициентом перекрытия больше двух способствует улучшению вибрационных характеристик, поскольку увеличивается высота зуба, и как следствие повышается податливость. Это в свою очередь приводит к более равномерному распределению нагрузки на зубья и снижению динамических нагрузок.

Таким образом, можно улучшить массогабаритные характеристики редуктора при модификации ТВД за счет изменения геометрии зацепления передач и применения материалов с высокой удельной прочностью.

### **Список литературы**

1. Расчёт и проектирование планетарных передач авиационных редукторов: учебное пособие / В.Б. Балякин, И.С. Барманов. Самара: Издательство Самарского университета, 2020. 76 с.
2. Вулгаков Э.Б. Авиационные зубчатые передачи и редукторы: справочник / под ред. Э.Б. Вулгакова. М.: Машиностроение, 1981. 374 с.

### **Сведения об авторах**

Суслин Алексей Васильевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры основ конструирования машин.

Область научных интересов: конструкция, расчёт и проектирование зубчатых передач.

Барманов Ильдар Сергеевич, к.т.н., б/зв, доцент кафедры основ конструирования машин Самарского университета, доцент кафедры «Механика» Самарского политеха.

Область научных интересов: конструкция, расчёт и проектирование опор роторов газотурбинных двигателей, зубчатых передач, трение и изнашивание деталей машин.

## **IMPROVEMENT OF THE MASS AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS OF THE PLANETARY GEARBOX WITH TWIN-SHAFT SATELLITES OF A TURBOPROP ENGINE**

Suslin A.V.<sup>1</sup>, Barmanov I.S.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Samara National Research University, Samara, Russia

<sup>1,2</sup> Samara Polytech, Samara, Russia, isbarmanov@mail.ru

*Keywords: planetary gear, strength, overlap coefficient.*

When designing turboprop engines, one of the important requirements is the minimum weight and overall dimensions. To improve the weight and size characteristics of the gearbox, it is proposed to perform the first stage with a coefficient of end overlap  $> 2$ , which will reduce the mass of gears of the 1st stage by 30-40% and use a driver made of a material with high specific strength (titanium), which will reduce the weight of the driver by 45-55%. The expected effect of reducing the weight of bearings and housing parts of the gearbox is 10-20%. Thus, it is possible to improve the weight and size characteristics of turboprop engine gearboxes by changing the geometry of gears and manufacturing the driver from tatin materials with high specific strength.