

**The criterion of optimization of a design resistant gas-static bearings**  
**Krasilnikova O. (Russian Federation)**  
**Критерий оптимизации конструкции упорных газостатических подшипников**  
**Красильникова О. А. (Российская Федерация)**

*Красильникова Ольга Алексеевна / Krasilnikova Olga - кандидат технических наук, доцент,  
кафедра кораблестроения,  
Государственное образовательное учреждение высшего образования  
Комсомольский-на-Амуре государственный университет, г. Комсомольск-на-Амуре*

**Аннотация:** в работе дано обоснование выбора независимых переменных, по которым идет процесс оптимизации конструкции газостатических упорных подшипников (УГСП). Представлены ограничения решаемой задачи, накладываемые на значения независимых переменных.

**Abstract:** in work the substantiation of the choice of independent variables, which is the process of optimizing the design of gas-static thrust bearing (UGSP). Submitted by the constraints of the task, imposed on the values of the independent variables are presented.

**Ключевые слова:** критерий оптимизации, газостатический подшипник, несущая способность, жесткость смазочного слоя, расход газа.

**Keywords:** optimization criterion, gas-static bearing, bearing capacity, stiffness of lubricating layer, the gas flow rate.

Опытное определение оптимальных параметров любой системы, в том числе и газостатических опор, может быть лишь проведено при наличии некоторого критерия оптимизации, на основе которого строится целевая функция, с помощью которой можно оценить характеристики системы с тем, чтобы выбрать наилучшие. Как правило, спектр выбора целевой функции бывает достаточно широк.

Так, при оптимизации газостатических подшипников в качестве последней можно принять несущую способность опоры и искать допустимые параметры подшипника, при которых несущая способность будет достигать своего максимального значения. Также в качестве целевой функции можно принять жесткость смазочного слоя опоры или расход газа на смазку. Однако, очевидно, что невозможно одновременно удовлетворить всем трем перечисленным выше критериям, так как нельзя подобрать конструктивные параметры опоры таким образом, чтобы обеспечить максимальное значение несущей способности и жесткости смазочного слоя и одновременно минимальное значение расхода газа, подаваемого на смазку.

При отсутствии ограничения на расход газа целесообразным представляется нахождение таких конструктивных элементов подшипника, которые в заданном диапазоне изменения относительного зазора  $\bar{h}$  обеспечивают в целом наибольшее значение отношения несущей способности опоры  $Q$  к расходу газа  $G$ .

Одним из возможных путей повышения грузоподъемности и жесткости смазочного слоя упорных газостатических подшипников (УГСП) является уплотнение их рабочей поверхности кольцевыми лабиринтами. Некоторые экспериментальные исследования таких УГСП представлены в работах [1, 2]. Вместе с тем приходится констатировать ограниченность проведенных исследований, не позволяющих в полной мере судить об эффективности применения лабиринтных уплотнений.

Тип лабиринтного уплотнения и форма гребня являются важными факторами, влияющими на эффективность работы УГСП. При одном и том же зазоре между пятой и подпятником ступенчатое уплотнение позволяет в большей мере снизить расход газа и, следовательно, повысить давление в зазоре, чем прямоочное уплотнение. Стремление выполнить сравнительную оценку характеристик гладкощелевого УГСП и подшипника, имеющего менее эффективный, но более простой в исполнении вариант лабиринтного уплотнения, предопределило выбор лабиринтов прямоочного типа.

Выбор независимых переменных, по которым идет процесс оптимизации – важный этап постановки оптимизационной задачи. При этом важно ввести в рассмотрение все основные независимые переменные. Не менее важно не перегружать задачу большим количеством второстепенных параметров. Так, например, при оптимизации конструкции УГСП нет надобности отдельного определения числа питателей в первом и во втором ряду наддува или включения в число независимых переменных глубины лабиринтной канавки  $h$  (рисунок 1), которая для эффективного снижения расхода газа должна быть не меньше расстояния между гребнями  $a$ .

Принимая во внимание вышесказанное, за независимые переменные оптимизационной задачи выбраны диаметр первого ряда питателей  $d_1$ , диаметр второго ряда питателей  $d_2$ , диаметр питателей

$d_n$ , количество питателей в ряду  $N$ , количество лабиринтов на периферии  $N_3$  и у втулки  $N_0$ , шаг лабиринтов  $t$  и расстояние между гребнями лабиринтов  $a$ . При этом равными принимались количество и диаметр питателей в первом и во втором ряду, а также шаг лабиринтов и расстояние между гребнями лабиринтных уплотнений на периферии и у втулки кольцевого подшипника.

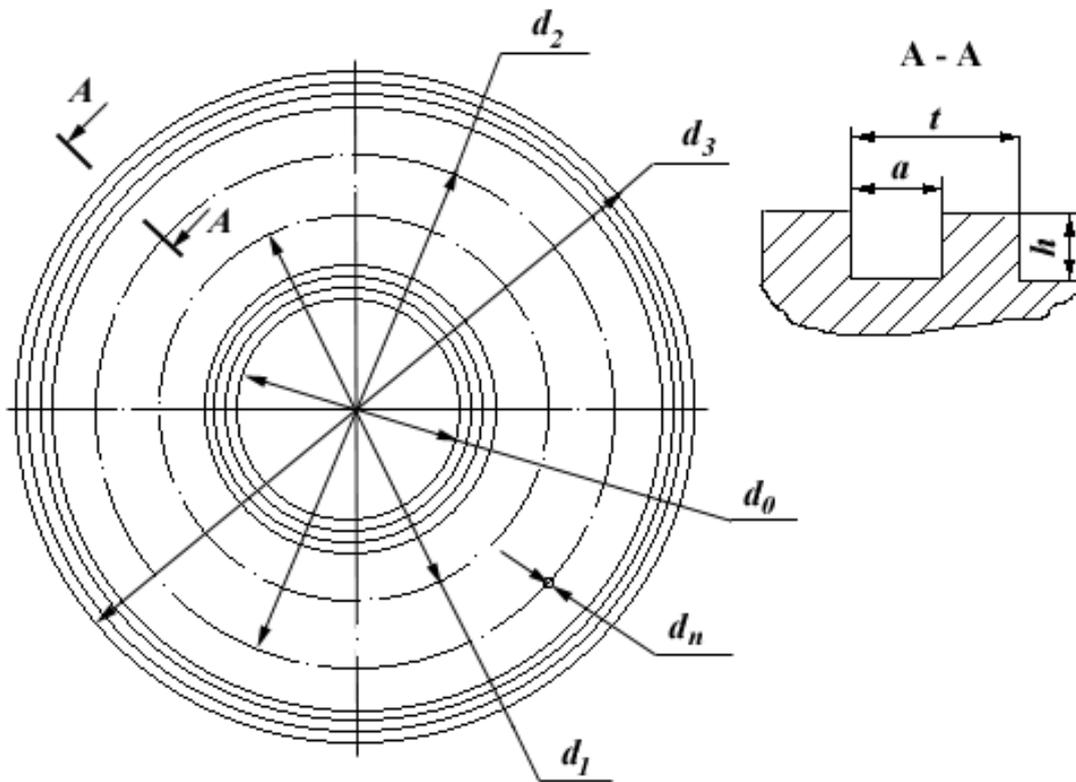


Рис. 1. Оптимизируемая конструкция УГСПс лабиринтным уплотнением

Ограничения решаемой задачи являются неравенства, накладываемые на значения указанных выше независимых переменных:

$$d_n \geq 0,2 \text{ мм}; d_1 > d_0; d_2 < d_3; Nd_n < \pi d_1 \quad (1)$$

$$a \geq 0,4 \text{ мм}; t - a \geq 0,3 \text{ мм}; d_3 - 2tN_3 > d_2; d_0 + 2tN_0 < d_1 \quad (2)$$

Таким образом, постановка задачи оптимизации конструкции УГСП формулируется следующим образом:

$$\text{найти } \max \int_{\bar{h}_1}^{\bar{h}_2} \frac{Q}{G} d\bar{h} \quad (3)$$

при неизменных значениях диаметров  $d_0$  и  $d_3$  с соблюдением ограничений (1) и (2).

#### Литература

1. Антонов А. М. Влияние конструктивных факторов на несущую способность кольцевых газостатических подпятников турбомашин / А. М. Антонов, Н. П. Седько // Труды НКИ, Николаев. – 1972. – № 55. – С. 28–32.
2. Седько Н. П. Некоторые результаты экспериментального исследования газо-статических двухрядных подпятников с лабиринтными канавками / Н. П. Седько, Я. Х. Сорока // Труды НКИ, Николаев. – 1971. – № 42. – С. 36–40.