

Рис. 3. Поля распределения скорости

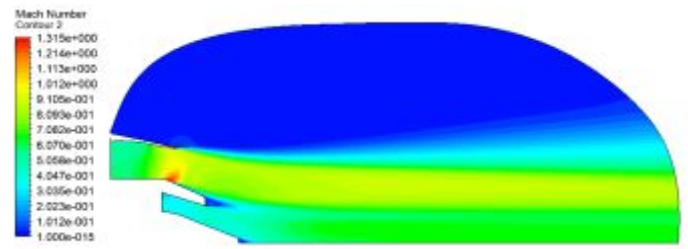


Рис. 5. Поля распределения числа Маха

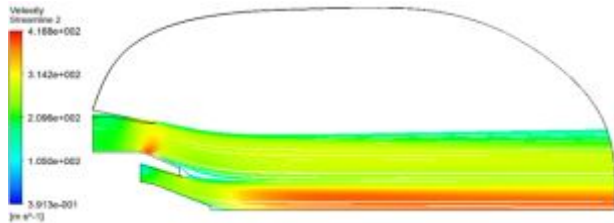


Рис. 4. Линии тока в сопле

На рисунках видно, что наибольшая скорость истечения газа наблюдается на выходе из сопла внутреннего контура. Однако, в сопле второго контура в месте резкого изменения геометрии возникает скачок уплотнения. Скорость резко увеличивается, причём из рис. 5 видно, что число Маха в этом месте становится больше 1. Это означает переход на сверхзвук в дозвуковом сопле, что недопустимо.

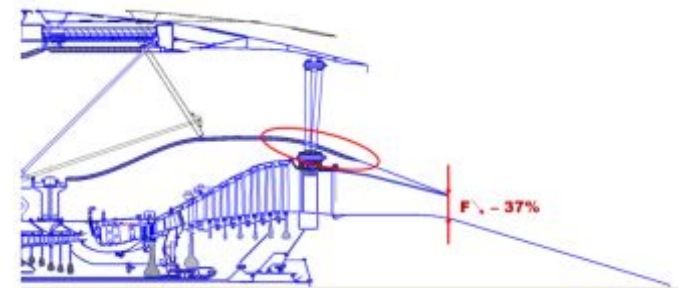


Рис. 6. Модернизированная конструкция сопла

Расход воздуха во внутреннем контуре получился на 37% больше, чем необходимый  $G_B = 70,65$  кг/с. Для получения необходимого расхода требуется уменьшить площадь выходного сечения сопла. Для этого нужно удлинить кок, а также наружную оболочку сопла (рис. 6).

УДК 62-253.001.63

## ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СИЛОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ANSYS

©2018 Н.М. Куцев

ЗАО «КАДФЕМ Си-Ай-Эс», филиал в ПФО

### TOPOLOGY OPTIMIZATION OF A LOAD-BEARING STRUCTURE IN ANSYS

Kutsev N.M. (ZAO «CADFEM CIS», branch in Privolzhsky Federal District, Russian Federation)

*The paper considers the problem of reducing the weight of rotary machine designs using topological optimization technology. Here we describe the use of this technology in ANSYS and examples of its practical use.*

Проектирование высоконагруженных узлов авиационных конструкций является достаточно трудоёмким процессом, требующим от инженера высокой квалификации и длительного опыта работы в разработке сложных высокотехнологичных изделий. На помощь инженеру приходят современные перспективные технологии топологической оптимизации, реализованные в виде специализированных модулей, встроенных в САЕ-пакеты.

### Топологическая оптимизация силовых конструкций

Топологическая оптимизация представляет собой процесс «отсечения» неработающего (ненесущего) материала в ограниченном пространстве, для того, чтобы определить оптимальную форму нагруженного узла. Затем, полученные внешние обводы обрабатываются в CAD редакторе, для создания реальных конструкций.

В данной работе проводится обзор возможностей современного пакета ANSYS в области топологической оптимизации силовых конструкций. Приведены примеры использования метода топологической оптимизации

для облегчения конструкций, изготавливаемых традиционными технологиями (рис. 1), и конструкций, изготавливаемых средствами аддитивного производства (рис. 2).



Рис. 1. Пример использования топологической оптимизации при изготовлении традиционными средствами производства



Рис. 2. Пример использования топологической оптимизации при изготовлении аддитивными средствами производства

В ряде работ достигнуто снижение массы силовых конструкций на 25-30%, в том числе достигнуто сокращения массы на

80% при обеспечении прочности силового узла, что было подтверждено экспериментом.