

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ ВЕНТИЛЯТОРА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВС

Д. В. Исаенко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель В. Ф. Хиженок

Отрывные течения привлекают внимание исследователей уже длительное время, так как учитывать явление отрыва потока от твердых стенок приходится практически во всех отраслях техники, использующих потоки жидкости, газа или плазмы. Сложность и многообразие отрывных течений не позволяют получить достаточно общие и удовлетворительные аналитические решения, поэтому наиболее важные практические задачи обычно решались экспериментальным путем. Однако существует возможность решать эти задачи с помощью компьютерных технологий и программ.

Для этого можно использовать объединенный программный продукт SolidWorks/FloWorks. Он представляет собой комбинацию полной версии графической среды и гидрогазодинамического решателя. Модель исследуемого тела создается в САД-программе SolidWorks. В САЕ-программе FloWorks определяются свойства среды, граничные условия, точность решения, геометрические размеры расчетной зоны и осуществляется численное решение задачи. В общем случае это дает возможность решать задачи механики жидкостей и газов: стационарные и нестационарные течения, потоки газов и т. д.

Программа автоматически анализирует геометрию тела и формирует расчетную сетку в специально выделяемой в потоке области – домене – в виде параллелепипеда, внутри которого содержится исследуемое тело. Для численного решения задач используется метод конечных объемов и нестационарные уравнения Навье–Стокса. Стационарные решения рассматриваются как предельный случай нестационарных, т. е. получаются в результате установления при многократном повторении процесса решения задачи во времени.

$$\frac{\vec{U}^* - \vec{U}^n}{\Delta t} + A_h(\vec{U}^n, p^n)\vec{U}^* = S^n; \quad (1)$$

$$L_h \delta p = \frac{\text{div}_h(p\vec{u}^*)}{\Delta t} + \frac{1}{\Delta t} \frac{p^* - p^n}{\Delta t}; \quad (p^* = p(T^*, y^*)); \quad (2)$$

$$pu^{n+1} = p\vec{u}^* - \Delta t \cdot \text{grad}_h \delta p; \quad (3)$$

$$p^{n+1} = p^n + \delta p; \quad (4)$$

$$pT^{n+1} = pT^*; \quad (5)$$

$$pk^{n+1} = pk^*; \quad (6)$$

$$p\varepsilon^{n+1} = p\varepsilon^*; \quad (7)$$

$$p\vec{y}^{n+1} = p\vec{y}^*; \quad (8)$$

$$p^{n+1} = p(T^{n+1}, \vec{y}^{n+1}). \quad (9)$$

Здесь индекс * присвоен промежуточным значениям параметров. Все указанные параметры являются дискретными функциями, которые определяются в центрах расчетных ячеек с помощью приведенной системы уравнений.

На первом шаге алгоритма решается первое уравнение системы, которое является уравнением конвективного переноса. В результате получают промежуточные значения величин количества движения и окончательные значения турбулентных параметров компонентов. Затем определяется невязка давлений δp с помощью второго уравнения системы. Расчет окончательных значений параметров течения производится с помощью последних четырех уравнений системы.

С помощью вышеизложенной методики был произведен анализ воздушных потоков, возникающих в вентиляторе радиатора системы охлаждения двигателя, который имеет следующий вид (рис. 1) и представляет собой совокупность лопастей, закрепленных на общем основании.

3D-модель была создана с помощью программного продукта SolidWorks. Были заданы следующие граничные условия: противодавление на выходе – 101,3 кПа, поток, создаваемый вентилятором, – 5 м³/с, частота вращения лопастей вентилятора – 150 рад/с.

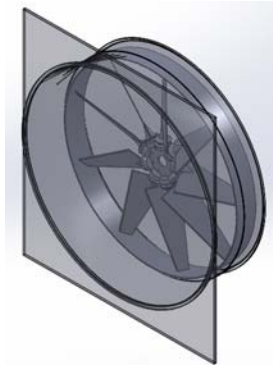


Рис. 1. 3D-модель вентилятора

В результате расчета получены векторные диаграммы распределения скоростей и давлений воздушных потоков (рис. 2–5), проходящих через вентилятор, по которым можно судить об их величине, а также о равномерности или неравномерности их распределения по всей полости выходного пространства. Также есть возможность вычислять скорости и давления в потоке в любой плоскости как продольной, так и поперечной.

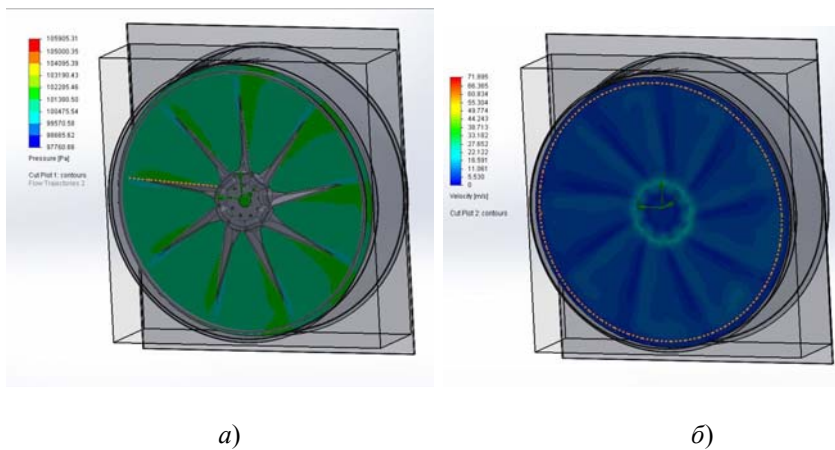


Рис. 2. Диаграмма распределения давлений (а) и скоростей (б) на входе

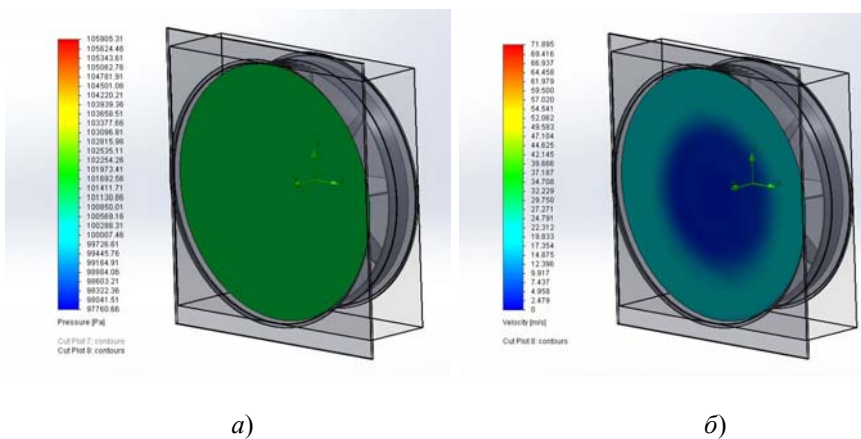


Рис. 3. Диаграмма распределения давлений (а) и скоростей (б) на выходе

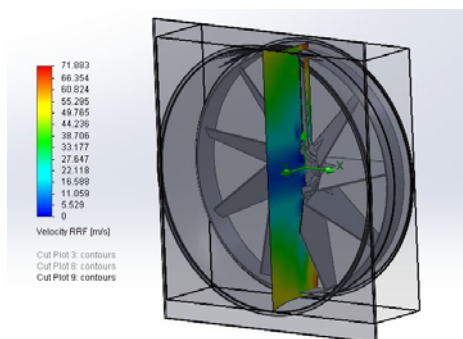


Рис. 4. Распределение скоростей в продольной плоскости

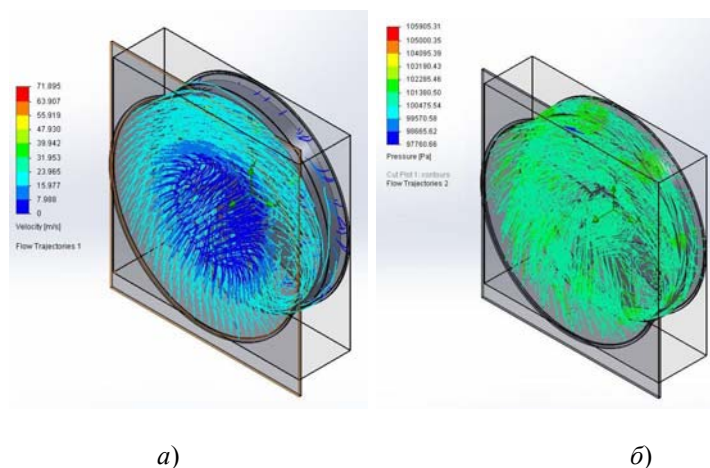


Рис. 5. Траектории распределения скоростей (а) и давлений (б) на выходе

По результатам проделанной работы можно сделать вывод о том, что конструкция вентилятора требует доработки, в связи с тем, что распределение скоростей от центра к периферии неравномерно, а в центре вентилятора эти скорости вообще близки к нулю, о чем свидетельствует распределение скоростей в продольной плоскости (рис. 4).

Литература

1. SOLIDWORKS (Release 2010). Users Guide, 2010.
2. Компьютерное моделирование в инженерной практике. SolidWorks / А. А. Алямовский [и др.] ; под ред. Е. Кондуковой. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.