

# ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛЛЕКТОРА ТЕПЛООБМЕННИКА ДВИГАТЕЛЯ С ВНЕШНИМ ПОДВОДОМ ТЕПЛОТЫ

д.т.н. Меркулов В. И., Ильин А.А.  
 Университет машиностроения  
 8(926)668-04-34, aa.iliyn33@gmail.com

*В данной статье произведен гидравлический расчет входного коллектора теплообменника двигателя с внешним подводом теплоты. Произведена оценка неравномерного расхода жидкости через элементы теплообменника.*

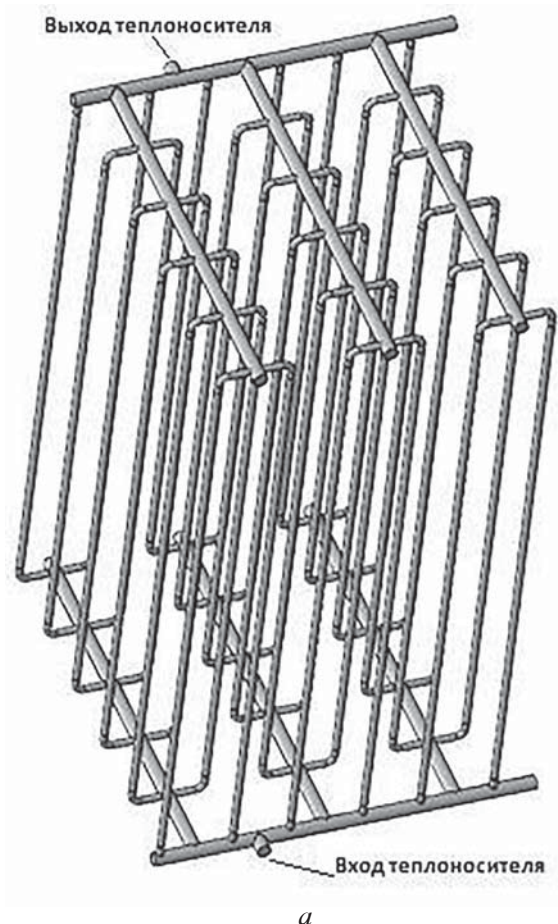
**Ключевые слова:** теплообменник, Ansys CFX, входной коллектор.

В данной работе представлены результаты расчета входного коллектора теплообменника. Для численной реализации задачи в описанной постановке использовался конечно-элементный программный комплекс ANSYS CFX [1].

Целью работы является оценка неравномерности расхода жидкости через элементы теплообменника; оптимизация конструкции

входного коллектора теплообменника, обеспечивающая снижение неравномерности.

Для построения геометрической модели использовалась система трехмерного проектирования Solid Works. Твёрдотельная модель необходима при разработке сетки расчетной области. На рис. 1 показана аксонометрическая проекция теплообменника (а) и входного коллектора (б).



## Постановка задачи

Определяющим параметром является гидравлическая неравномерность [2]:

$$\varepsilon = \frac{G_{\max} - G_{\min}}{G_{\max}}$$

где: G – массовый расход через трубки кг/с

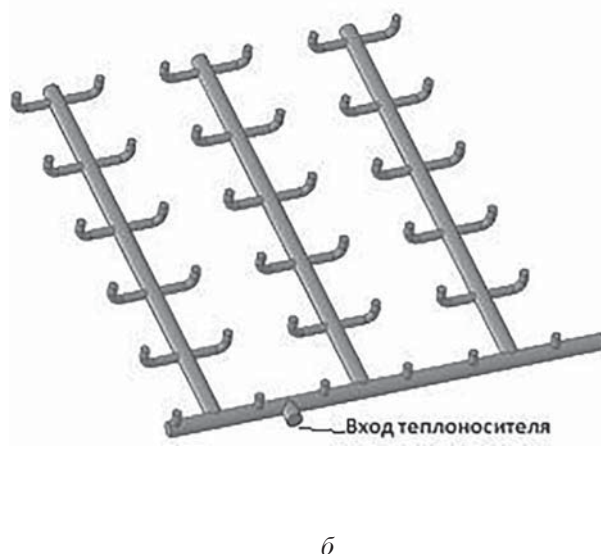


Рис. 1. Твёрдотельная модель теплообменника (а) и входного коллектора (б)

Входное сечение коллектора имеет диаметр 45 мм, диаметра трубок 24 мм. Задача решается в стационарной постановке. Расчетная модель состоит из одного домена (рис. 2), модель содержит 5.091.627 элементов.

Домен «gidravlika» имеет следующие параметры. Тип расчетной области – жидкость «Fluid Domain». Вещество – этиленгликоль («Material» – «etilinglikol»). Используется модель турбулентности «Shear Stress Transport». Граничные условия: на входе установлен расход «Mass Flow Rate» – 1.087 кг/с; на выходе «Static Pressure» – 2 Бар. Решается только гидравлическая задача, без теплообмена, стенка считается адиабатической.

**Обработка результатов**

Для обработки результатов в виде расходов через каждую трубку, трубкам в коллекторе был присвоен свой индивидуальный индекс (рис. 2).

На первом этапе работы был произведен расчет коллектора без геометрических изменений [3]. Гидравлическая неравномерность первоначального коллектора равна  $\varepsilon = 0,78$ . На втором этапе работы были изменены проходные сечения трубок с максимальным расходов

для уравнивания расходов в целом. Варианты изменения геометрических параметров представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Варианты изменения геометрических сечений входного коллектора в процентах от начального диаметра**

№	Коллектор I			Коллектор II		
	I	1	7	II	13	19
1	20%			22%		
2	20%		10%	25%	10%	
3	18%	10%		27%		
4	18%	20%	18%	15%		
5	18%	30%	30%	18%	30%	

В на основании анализа выявлен оптимальный вариант геометрических параметров коллектора – вариант № 5.

Оценка неравномерности расхода жидкости через элементы теплообменника до и после оптимизации приведена на рис. 3.

В результате вычислений и изменений геометрических сечений труб и коллектора

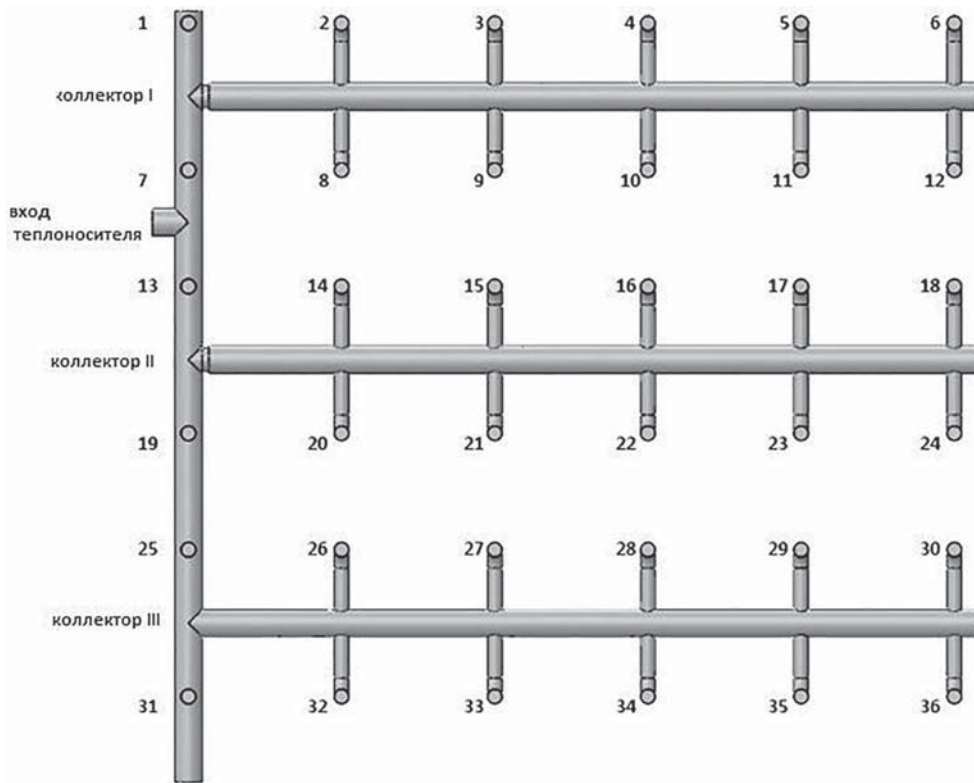


Рис. 2. Проиндексированные трубки

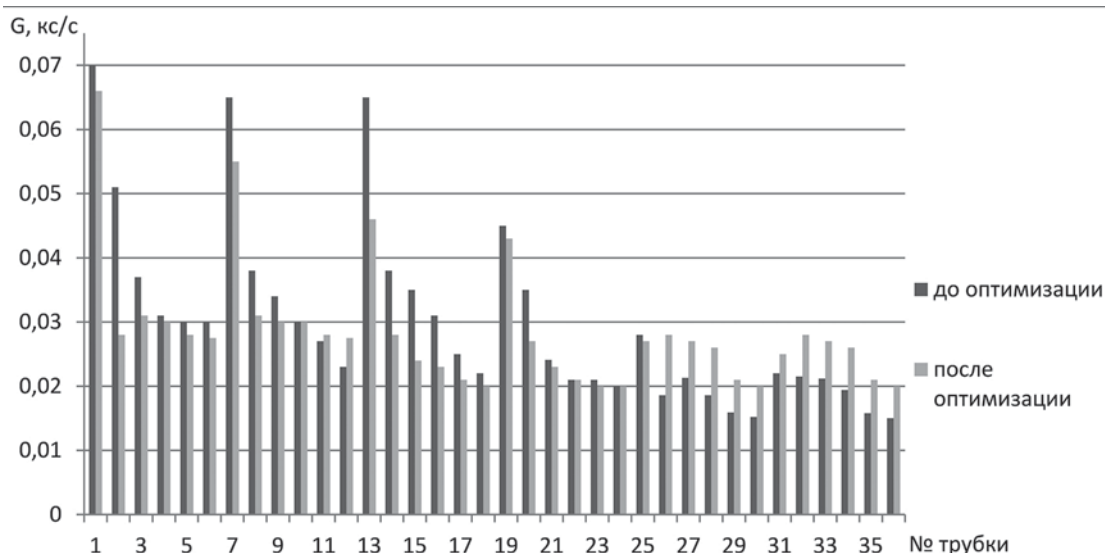


Рис. 3. Расход жидкости через элементы теплообменника

имеем:  $\varepsilon = 0,78$  до оптимизации;  $\varepsilon = 0,65$  после оптимизации, улучшение неравномерности составляет 15%.

Гидравлическое сопротивление теплообменника до оптимизации составило 342 Па, после – 485 Па (возросло на 30%). Таким образом, за счет изменений геометрических сечений труб и коллектора можно улучшить неравномерность расхода по трубкам теплообменника.

### Выводы

Снижение уровня неравномерности расхода позволяет сократить теплопередающую по-

верхность теплообменника, что улучшает массо-габаритные параметры теплообменника.

### Литература

1. ANSYS ICEM CFD Tutorial Manual – 313 с.
2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1992 – 672 с.
3. Ильин А.А., Меркулов В.И. Оптимизация теплопередающей поверхности теплообменника двигателя с внешним подводом теплоты // Известия МГТУ «МАМИ». – 2014, – № 4(22), т. 1.