

УДК 697.921.4

## РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УТИЛИЗАТОРА ТЕПЛА И ХОЛОДА ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ВОЗДУХА

*Низовцев М.И., Захаров А.А.*

*Институт теплофизики СО РАН, г. Новосибирск*

*Новосибирский Государственный Технический Университет, г. Новосибирск*

В рамках Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» поставлена задача значительного снижения энергозатрат при эксплуатации зданий. К 2020 году должно быть достигнуто снижение энергоёмкости ВВП на 40% к уровню 2007 года. Особенно остро проблема стоит в жилищном секторе. Наибольшие возможности снижения энергопотребления зданий связаны с совершенствованием систем вентиляции и с утилизацией тепла и холода вентиляционного воздуха.[1]

Проблема вентиляции жилых и производственных стала более острой в связи с повышением герметичности современных окон и дверей и ростом коммунальных тарифов. Современные окна и двери обладают высокими теплоизоляционными и акустическими характеристиками, однако почти полностью перекрывают приток свежего воздуха, который традиционно обеспечивался инфильтрацией через неплотности дверных и оконных проемов. Установка дополнительных воздушных клапанов в большинстве случаев оказывается мало эффективной, как с точки зрения энергосбережения, так и с точки зрения организации воздухообмена. В больших офисных и производственных зданиях эта проблема решается использованием крупных центральных систем вентиляции и кондиционирования. В коттеджах и многоквартирных домах она остается пока практически нерешенной.

В настоящее время наиболее широко применяются следующие типы воздушных утилизаторов тепла и холода:

- рекуперативного типа на базе пластинчатых воздухо-воздушных теплообменников [2];
- регенеративные вращающиеся [3];
- с промежуточным теплоносителем [4].

В тоже время активно продолжают работы по разработке новых перспективных конструкций таких аппаратов [5,6].

При сходных массогабаритных показателях наибольшей энергетической эффективностью обладают регенеративные вращающиеся теплоутилизаторы (80–95%), далее следуют рекуперативные (до 65%) и менее эффективны теплоутилизаторы с промежуточным теплоносителем (45–55%).

По своему исполнению в многоэтажных жилых зданиях теплоутилизаторы могут быть центральными на все здания или группу квартир и индивидуальными, поквартирными.

По своим конструктивным особенностям теплоутилизаторы с промежуточным теплоносителем малоприспособны для индивидуальной поквартирной вентиляции, и поэтому на практике их используют для центральных систем.

Одним из новых подходов к снижению энергозатрат при обеспечении необходимой циркуляции воздуха в помещении является использование локальных систем вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого из помещения воздуха. Одним из таких перспективных теплоутилизаторов вентиляционного воздуха является регенеративный

теплообменник с периодически изменяемым направлением прокачиваемого воздуха (рис. 1).

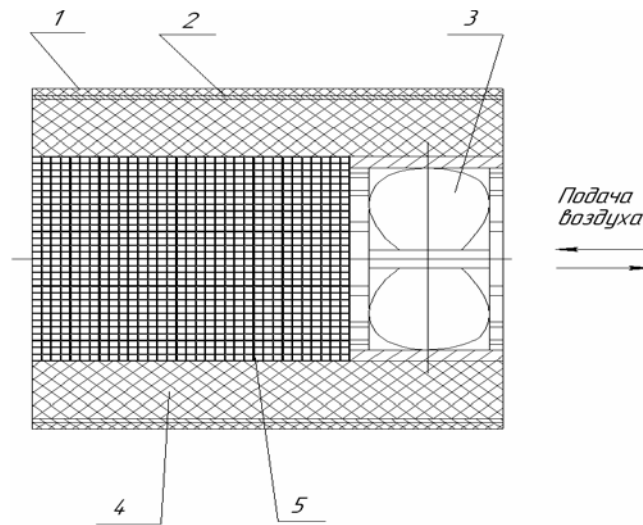


Рис. 1. Конструкция регенеративного теплообменника с периодически изменяемым направлением прокачиваемого воздуха. 1 - корпус регенератора; 2 - теплоизоляционная фольга; 3 – вентилятор; 4 – теплоизоляция; 5 - регенеративная насадка.

В аппарате направление движения воздуха периодически изменяется. Во всех каналах регенератора происходят одинаковые процессы теплообмена, поэтому можно рассматривать единичный канал. Процесс теплообмена в канале насадки является установившимся. Температура поверхности канала изменяется подлине насадки и по времени.

Принимаются следующие допущения:

- регенератор теплоизолирован, поэтому потери тепла из насадки в окружающую среду отсутствуют;
- теплообмен в насадке происходит без конденсации паров влажного воздуха;
- теплофизические свойства регенератора и воздуха постоянны;
- время прохождения воздуха через регенератор намного меньше, чем время цикла.

Процессы тепломассопереноса в регенераторе для воздуха и насадки описываются дифференциальными уравнениями (1) и (2).

$$G c_B \frac{\partial T_B}{\partial z} + c_B \rho_B s \frac{\partial T_B}{\partial \tau} + p \alpha (T_B - T_H) = 0 \quad (1)$$

$$\lambda_H c_H \frac{\partial^2 T_H}{\partial z^2} + p \alpha (T_H - T_B) + c_H \rho_H s_H \frac{\partial T_H}{\partial \tau} = 0 \quad (2)$$

Здесь:  $T_B$  — температура воздуха;  $T_H$  — температура насадки;  $s$  — площадь проходного сечения канала;  $\rho_B$  — плотность воздуха;  $p$  — периметр проходного сечения канала;  $\alpha$  — коэффициент теплоотдачи;  $\rho_H$  — плотность материала насадки;  $s_H$  — площадь поперечного сечения насадки;  $\lambda_H$  — теплопроводность материала насадки,  $G$  — массовый расход воздуха;  $c_B$  — теплоемкость воздуха;  $c_H$  — теплоемкость материала насадки.

Начальное условие (3) для уравнения (1) аналогично (2) с различием, что для (1) условие для  $T_{B(\tau=0)}$ :

$$T_{H(\tau=0)} = T_{in} - \frac{(T_{in} - T_{out})z}{L}, \quad (3)$$

где  $L$  — длина канала.

В качестве граничного условия для уравнения (1) задается температура воздуха на входе в канал:

$$T_{B(z=0)} = \begin{cases} T_{in} & \text{if } G = G_{ак} \\ T_{out} & \text{if } G = G_{пер} \end{cases} \quad (4)$$

Граничные условия (5) для уравнения (2) приняты с учетом допущения, что насадка теплоизолирована:

$$\left(\frac{\partial T_H}{\partial z}\right)_{z=0} = 0; \left(\frac{\partial T_H}{\partial z}\right)_{z=L} = 0 \quad (5)$$

Таким образом, тепловой расчет процессов теплопереноса в каналерегенеративного теплообменника сводится к совместному решению дифференциальных уравнений (1), (2) с краевыми условиями (4), (5) и начальным условием (3). Для решения дифференциальных уравнений применяется метод разностных аналогов.

Первые попытки запрограммировать модель регенеративного теплоутилизатора проводились в г. Санкт-Петербурге. [7]

Для выполнения расчета необходимо задать геометрию насадки, теплофизические характеристики материала насадки и теплоносителя и параметры работы регенератора. Результатом расчета в программе являются коэффициент теплоотдачи и коэффициенты аккумуляции и регенерации, а также температурные поля по временным слоям. Первые результаты расчетов с анализом влияния конструктивных и режимных параметров на работу регенеративного теплообменника с периодически изменяющимся направлением движения воздуха будут приведены в докладе.

## Литература

1. ТРУДЫ АВОК—4—2004. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома.— М.: АВОК-ПРЕСС, 2004.
2. <http://www.daikin-rus.com/opisanie31.htm>
3. Васильев В.А., Каменецкий К.К., Экспериментальное исследование регенеративного теплообменника и анализ тепловых процессов.// Холодильная техника и кондиционирование.
4. <http://www.recuperators.ru/information/recuperators/fluid.php>
5. Низовцев М.И. Экспериментальное исследование динамических и тепловых характеристик дискового вентилятора - регенератора тепла вентиляционного воздуха. Известия Вузов. Строительство, 2007г, № 10, с.46-50.
6. Ланда Ю.И. Децентрализованная рекуперативная вентиляция квартир. Спецвыпуск журнала Энергосбережение, 2012г, № 12, с.40-43.
7. Васильев В.А., Гаврилов А.И., Каменецкий К.К., Соболев Е.В. Параметрическое исследование регенеративного теплообменника.// Вестник МАХ, 2010, №1