

Гришкевич М.Ю., Чубрик А.Н.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДИАГОНАЛЬНОГО ПЛАСТИНЧАТОГО РЕКУПЕРАТОРА ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОНДИЦИОНЕРА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

*Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Янчилин П.Ф. м.т.н., старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

Пластинчатый рекуператор самый распространённый тип рекуператора из-за своей дешевизны и компактных размеров. Используется в системах с небольшими расходами воздуха, где необходимо устранить риск перетока вытяжного воздуха в приточный. В силу своей конструкции может обмерзать со стороны вытяжки при очень низких температурах приточного воздуха. При проектировании необходимо предусмотреть отвод дренажа. Эффективность утилизации тепла на данном виде рекуператора можно охарактеризовать как «среднюю».

Экспериментальный рекуператор диагональный пластинчатый установлен в лабораторном стенде «Центральный промышленный кондиционер КЦ-ТК-1,6-6/3» (производство «Альтернатива») в ауд. 3/116 кафедры ТГВ, БрГТУ.

Расход воздуха: приток/вытяжка – 1500 м<sup>3</sup>/ч; давление на сеть: приток/вытяжка – 200/100 Па; потребляемая мощность: приток/вытяжка – 0,36/0,23 кВт; производительность: по теплу – 6 кВт, по холоду – 6,2 кВт; КПД: по нагреву – 59,3%, по холоду – 49,5%; масса – 310 кг.

Таблица 1 – Результаты опыта

t, мин	Н		П		В		Р		η, %	G <sub>пр.</sub> , кг/ч	I <sub>п</sub> , кДж/ кг	I <sub>н</sub> , кДж/ кг	Q	
	T, °C	φ, %	T, °C	φ, %	T, °C	φ, %	Термогигр.						кДж/ч	кВт
							T, °C	φ, %						
1	16,4	70,7	7,1	17,4	19,7	31,2	13,7	13,5	65	1890	9,9	-14,9	46872	13,020
2			6,1	18,2	19,5	31,2	11,2	13,5	63	1897	8,8	-14,9	44959	12,489
3			5,5	18,8	19,4	31,1	10,5	13,5	61	1902	8,2	-14,9	43936	12,000
4			4,9	19,4	19,4	31,1	9,9	13,5	59	1905	7,5	-14,9	42672	11,853
5			4,7	19,9	19,2	31,1	9,7	13,5	59	1906	7,4	-14,9	42504	11,807
6			4,4	20,3	19	31	8,8	13,5	59	1909	7	-14,9	41807	11,613
7			4,1	20,5	19,1	31	8,6	13,5	58	1911	6,7	-14,9	41278	11,466
8			3,9	20,6	18,9	31	8,5	13,5	58	1912	6,5	-14,9	40917	11,366
9			3,6	20,8	18,9	31	8,4	13,5	57	1914	6,2	-14,9	40385	11,218
10			3,5	21	18,8	30,9	8,1	13,5	57	1915	6,1	-14,9	40215	11,171
11			3,5	21,1	18,8	30,9	8,1	13,5	57	1915	6,1	-14,9	40215	11,171
12			3,3	21,4	18,9	30,9	8,1	13,5	56	1917	5,9	-14,9	39874	11,076
13			3,3	21,5	18,6	30,7	8,1	13,5	56	1917	5,9	-14,9	39874	11,076
14			3,2	21,6	18,8	30,5	7,7	13,5	56	1917	5,9	-14,9	39874	11,076
15			3,2	21,6	18,8	30,2	7,7	13,5	56	1917	5,9	-14,9	39874	11,076
16			3	21,6	18,6	30	7,5	13,5	55	1918	5,5	-14,9	39127	10,869
17			3	21,6	18,6	29,9	7,5	13,5	55	1918	5,5	-14,9	39127	10,869
18			3	21,9	18,6	29,7	7,4	13,5	55	1918	5,6	-14,9	39319	10,922
19			2,9	21,9	18,6	29,6	7,4	13,5	55	1918	5,5	-14,9	39127	10,869
20			2,9	21,9	18,6	29,6	7,4	13,5	55	1918	5,5	-14,9	39127	10,869
21			2,9	22	18,5	29,4	7,3	13,5	55	1918	5,5	-14,9	39127	10,869
22			2,9	22	18,5	29,4	7,2	13,5	55	1918	5,5	-14,9	39127	10,869

В данном опыте измеряли температуру воздуха, нагретого за счёт рекуператора в холодный период года. С помощью полученных данных построили зависимости и рассчитали КПД работы рекуператора.

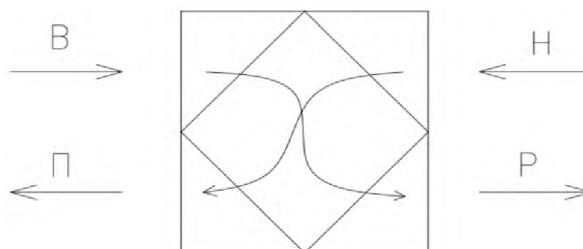


Рисунок 1. Упрощенная схема пластинчатого рекуператора центрального кондиционера

По полученным данным видно что температура приточного воздуха постепенно понижается с 7,1 до 2,9°C и после стабилизируется. Влажность при этом повышается до 22%. Температура и влажность вытяжного воздуха незначительно понижаются. Температура удаляемого воздуха после рекуператора так же понижается, из-за того что разница между наружным и внутренним воздухом увеличивалась и удаляемому воздуху требовалось отдавать больше тепла наружному. Влажность удаляемого воздуха после рекуператора не изменилась. КПД понизилось с 63% до 55%. Удаляемый воздух отдал 10,9 кВт тепла.

Построим графики зависимости КПД от времени, температуры приточного воздуха и влажности от времени, температуры удаляемого воздуха после рекуператора от времени, теплоты от времени для каждого измерения и влажности удаляемого воздуха от времени.



Рисунок 2. График зависимости КПД от времени



Рисунок 3. График зависимости температуры удаляемого воздуха после рекуператора от времени

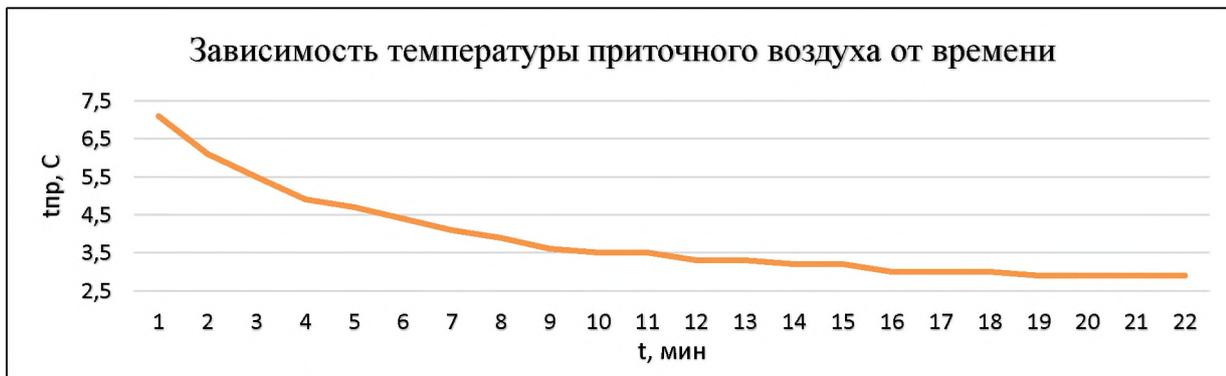


Рисунок 4. График зависимости температуры приточного воздуха от времени



Рисунок 5. График зависимости мощности от времени



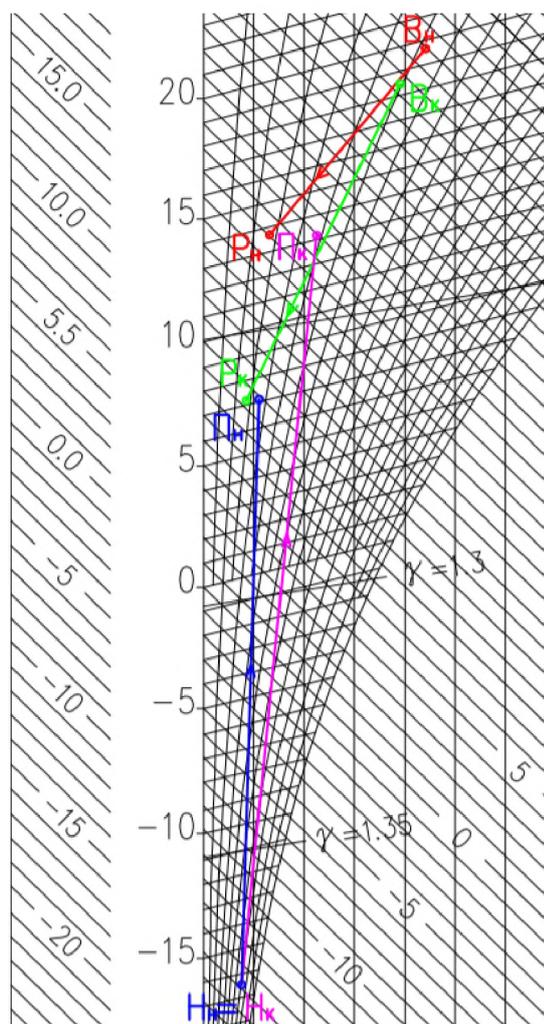
Рисунок 6. График зависимости влажности приточного воздуха от времени



Рисунок 7. График зависимости влажности вытяжного воздуха от времени

По данным графикам видно, что температура приточного воздуха уменьшается, а затем становится постоянной. Это происходит из-за того, что кондиционер

находился в нерабочем состоянии до начала проведения опыта и все конструкции кондиционера были охлаждены внутренним воздухом, поэтому температура приточного воздуха в начале больше, а затем стабилизируется, т.е. рекуператор начал работать в нормальном режиме. КПД понизилось до 55%, а по данным паспорта кондиционера при нагреве КПД составляет 59,3%. Данное несоответствие связано с тем что расход вытяжного воздуха и наружного не равны. При работе вентиляторов с мощностью на 76% обеспечиваются равные расходы, равные 1500 м<sup>3</sup>/ч, однако из-за низкой температуры наружного воздуха разница между плотностями достаточно значительная, что влияет на скорость потока воздуха. Так же на скорость потока воздуха влияют местные сопротивления. На вытяжке сопротивлений меньше и теплый воздух нагнетать легче, следовательно расход воздуха на вытяжке может быть больше 1500 м<sup>3</sup>/ч.



По полученным данным построим процессы изменения состояния воздуха внутри рекуператора на I-d диаграмме влажного воздуха, где точка **H** – наружный воздух, **P** – приточный воздух, **V** – внутренний воздух, **R** – удаляемый воздух после рекуператора. Процесс  $H_H-P_H$  – процесс прохождения наружного воздуха через рекуператор, после которого мы получаем приточный воздух — в начале опыта,  $H_K-P_K$  – тот же процесс в конце опыта.  $V_H-R_H$  – процесс, при котором вытяжной воздух, проходя через рекуператор, отдает свою теплоту наружному воздуху и выходит из рекуператора с параметрами точки  $R_H$  - в начале опыта,  $V_K-R_K$  – тот же процесс в конце опыта.

Рисунок 8. Процесс изменения состояния воздуха в рекуператоре в холодный период

удаляемый воздух охлаждается до температуры точки росы и начинает конденсироваться влага, после чего этот воздух продолжает охлаждаться до тех пор, пока не замёрзнет. Впоследствии этого наблюдалось обмерзание пластин, т.к. температура наружного воздуха составляла  $-16,4^{\circ}\text{C}$ , поэтому для того, чтобы пластины оттаяли необходимо открыть линию байпаса.

*Список использованных источников:*

1. Руководство по эксплуатации. Лабораторный стенд «Центральный промышленный кондиционер» КЦ-ТК-1,6-6/3. Внедренческое предприятие «Альтернатива» 2012. – 24 с.
2. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: Учеб. пособие/ П.И. Дячек. – М.: Издательство АСВ, 2017. – 676 с.