

Писарев Ю.О., Хартонович К.В.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ДИАПАЗОНОВ РАБОТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОНДИЦИОНЕРА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД

*Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-10*

Целью исследования является эффективность работы элементов центрального кондиционера в реальных условиях и технических характеристик предоставляемыми заводом изготовителем.

Исследования проводились на лабораторном стенде «Центральный промышленный кондиционер КЦ-ТК-1,6-6/3» (производство «Альтернатива») в лаборатории университета.

Кондиционер представляет собой каркасную металлическую конструкцию блочного типа, установленную на сварной раме, из труб квадратного сечения. Каркас выполнен из алюминиевого профиля. На каркас крепятся панели, выполненные из стальных оцинкованных листов, заполненные теплоизоляционным материалом. Зона обслуживания кондиционера — слева по ходу движения приточного воздуха. На стороне зоны обслуживания расположены съёмные панели (двери) для доступа к функциональным элементам кондиционера. К блоку теплообмена с теплообменником пластинчатый (общим для приточного и вытяжного канала) присоединяются последовательно блок воздухоподготовки приточного канала.

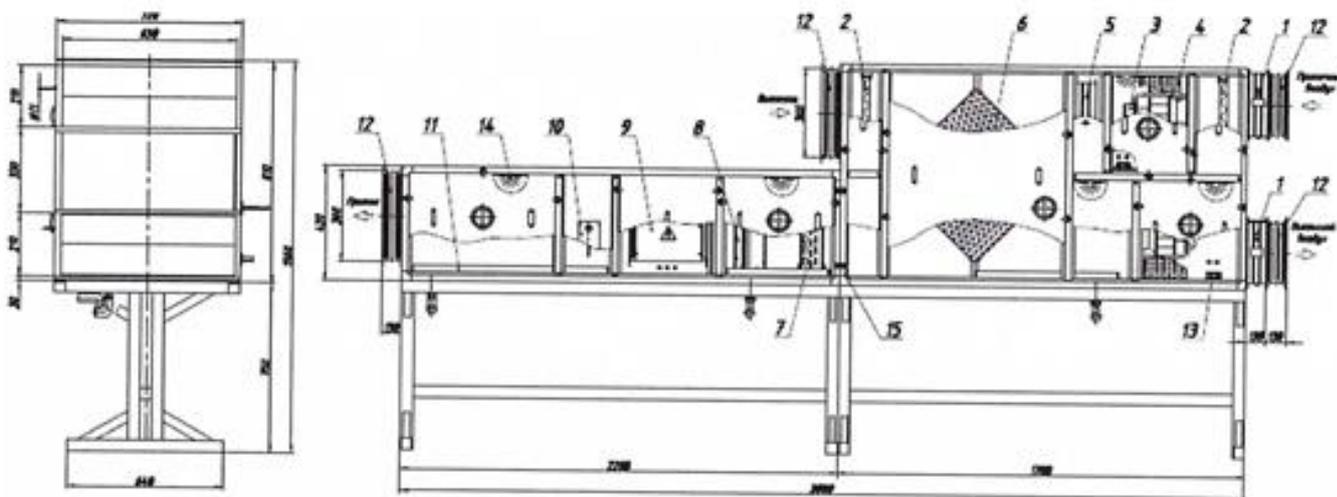


Рисунок 1 – Центральный промышленный кондиционер КЦ-ТК-1,6-6/3

В состав кондиционера входят следующие функциональные элементы:

- клапаны воздушные (1);
- фильтры воздушные (2);
- вентиляторы (3) с ограждением (4);
- клапан воздушный теплообменника и обводного канала (5);
- теплообменник пластинчатый (6);
- испаритель фреоновый (7);
- каплеуловитель (8);
- доводчик электрический (9);

- распределитель паровой (10);
- поддоны с сифоном с обратным клапаном (11);
- вставки гибкие соединительные (12);
- коробки распределительные (13);
- светильники (14);

Таблица 1– Технические данные КЦ-ТК-1,6-6/3

<b>Диагональный пластинчатый утилизатор</b>			
<b>Нагрев:</b>			
	аэродинамическое сопротивление	101 Па	Приточный воздух
вход	температура	-21°C	
	влажность	90%	
выход	температура	4,5°C	
	влажность	10%	
	аэродинамическое сопротивление	110 Па	Вытяжной воздух
вход	температура	22°C	
	влажность	50%	
выход	температура	5,1°C	
	влажность	88%	
	КПД	59,3%	
	Производительность утилизации	12,82 кВт	
<b>Охлаждение:</b>			
	аэродинамическое сопротивление	117 Па	Приточный воздух
вход	температура	30°C	
	влажность	40%	
выход	температура	25°C	
	влажность	53%	
	аэродинамическое сопротивление	115 Па	Вытяжной воздух
вход	температура	20°C	
	влажность	50%	
выход	температура	25°C	
	влажность	37%	
	КПД	49,5%	
	Производительность утилизации	2,5 кВт	
<b>Теплообменник охладитель</b>			
	Холодопроизводительность	6,82	
	Расход воздуха	1500 м3/ч	
	Скорость воздуха	3,37 м/с	
	Аэродинамическое сопротивление	130 Па	
вход	температура	30°C	
	влажность	40%	
выход	температура	20°C	
	влажность	64%	
<b>Электрический нагреватель</b>			
вход	температура	4,5°C	
выход	температура	16,5°C	
	Расход воздуха	1500 м3/ч	
	Тепловая производительность	6,03 кВт	
<b>Паровой увлажнитель</b>			
вход	влажность	4%	
выход	влажность	42%	
	Производительность	7,96 кг/ч	

Первым мы исследовали работу пластинчатого теплообменника.

**Рекуператор** — теплообменник поверхностного типа для использования теплоты отходящих газов, в котором теплообмен между теплоносителями осуществляется непрерывно через разделяющую их стенку.

Пластинчатый теплообменник является самым распространенным из применяемых, из-за его низкой стоимости и небольших размеров. Он применяется в

системах с небольшими расходами воздуха, где необходимо предотвратить риск перетока вытяжного и приточного воздуха.

Измерения проходили в течении 12 минут (данные измерений приведены в таблице 2). По данным, полученным в ходе исследования, были построены графики (график 1 и 2).

Таблица 2– Данные измерений рекуператора

Рекуператор													
Время, t, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тн, °С	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
Тпр, °С	16,3	15,5	14,9	14,7	14,4	14,3	14,1	14	14	13,9	13,9	13,9	13,9
φ, %	49,5	51,6	53,3	54,2	55,1	55,7	56	56,3	56,7	57	57,2	57,3	57,3
Твыт, °С	18,4	18,6	18,6	18,4	18,2	18	17,9	17,9	17,8	17,8	17,7	17,7	17,7
Трек, °С	15,1	14,3	13,6	13,1	12,8	12,7	12,6	12,4	12,6	12,5	12,5	12,5	12,3
η, %	81,3	72,8	67,8	67,3	65,8	65,7	64,5	63,6	64,2	63,2	63,8	63,8	63,8

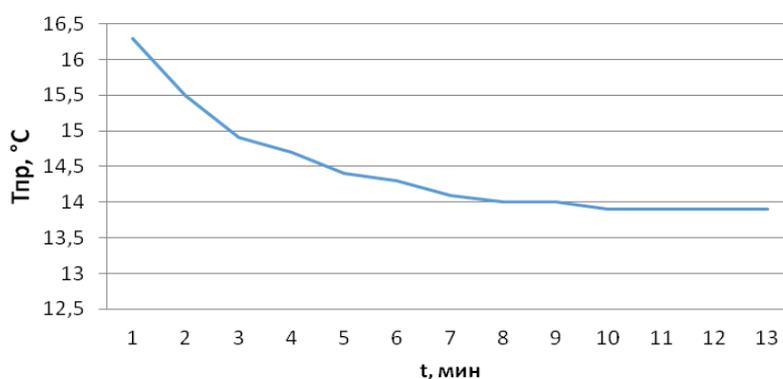


График 1. Зависимость изменения температуры приточного воздуха от времени

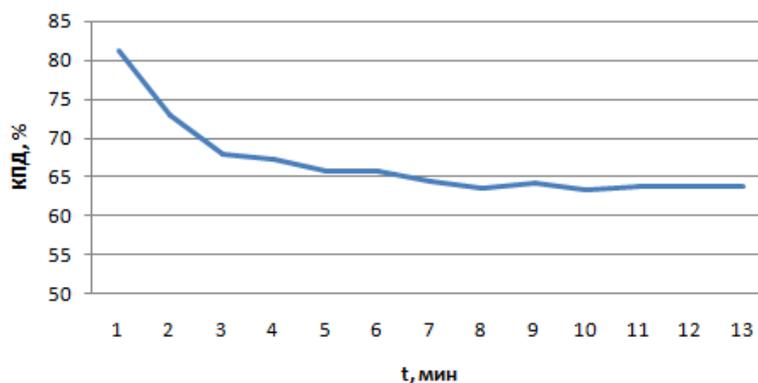


График 2. Зависимость изменения КПД рекуператора от времени

По данному графику видно, что  $T_{пр}$  на первоначальном этапе опыта значительно уменьшается, но затем мы видим, что перепад температур с каждым измерением всё меньше. Это можно объяснить тем, что кондиционер до начала исследований находился вне рабочего состояния, в результате чего его элементы были нагреты внутренним воздухом, вследствие чего  $T_{пр}$  и была изначально больше, но после начала выравниваться, что объясняется работой рекуператора в нормальном режиме. По графику 2 видно, что в начале исследования коэффициент полезного действия рекуператора высок (81,3%), это можно объяснить тем же, что было сказано ранее. На 7 минуте опыта мы видим, что рекуператор начал работать в оптимальном режиме.

Затем мы изучили работу калорифера и сняли необходимые измерения, которые приведены ниже (таблица 3).

**Калорифер** — прибор для нагревания воздуха в помещении, выполненный из медных трубок с алюминиевым оребрением, по которым циркулирует теплоноситель.

Таблица 3– Данные измерений калорифера

Калорифер													
Время, t, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тн, °С	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
Тпр, °С	13,9	17,3	21,2	24,6	26,6	29,1	29,9	30,7	31,2	31,8	32,1	32,4	32,4
φ, %	57,3	46,4	40,1	32	31	28	22,6	21,7	20,8	20,3	19,9	20	20
Твыт, °С	17,7	17,7	17,9	18,2	18,6	19,2	19,6	19,8	20,3	20,6	20,9	21,1	21,1
Трек, °С	12,3	12,3	12,1	12,3	12,5	12,5	12,5	12,6	12,6	12,7	12,9	12,9	12,9
η, %	63,8	51,4	54,2	53,6	53,5	55,8	57,3	57,1	58,8	59	58,4	59	59

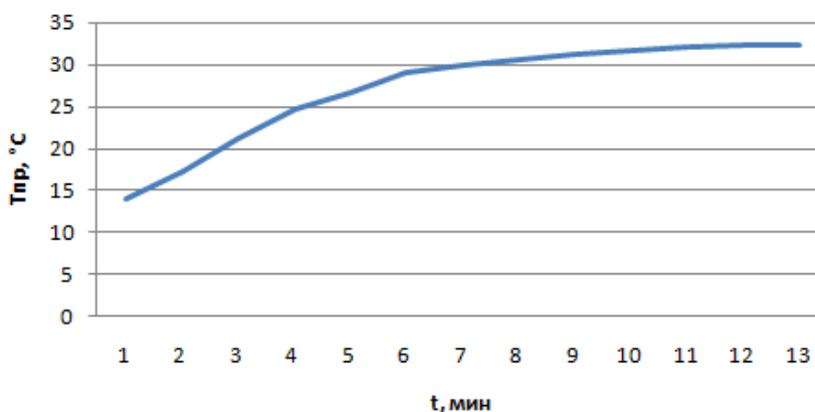


График 3. Зависимость изменения температуры притока от времени

По приведенному графику видно, что на первоначальном этапе опыта приточный воздух обладает высокой влажностью и низкой температурой, но затем влажность резко уменьшается, а температура увеличивается. Этот резкий перепад можно объяснить тем, что мы проводили данный эксперимент сразу, после исследования рекуператора, в котором приточный воздух охладился, а влажность приточного воздуха увеличивалась. Но далее заметно, что параметры приточного воздуха выравниваются, это говорит о том, что калорифер начинает работать в нормальном режиме.

Увлажнение воздуха осуществляется с помощью **пароувлажнителя**. Пар, вырабатываемый в пароувлажнителе при нагреве воды, по шлангам поступает в распределитель паровой. Распределитель представляет собой трубу из нержавеющей стали с отверстиями для выхода пара. Приточный воздух, насыщенный влагой, подается в обслуживаемое помещение.

В ходе исследования пароувлажнителя достаточно измерить лишь влажность в приточном воздухе. По данным фирмы-производителя на входе в пароувлажнитель влажность воздуха – 4%, а на выходе – 40% (при нормальной работе пароувлажнителя), по данным полученным опытным путём, мы получили: на входе влажность приточного воздуха – 27,2%, а на выходе – 32%.

По данным полученным в результате исследования работы пароувлажнителя мы построили график, по которому видно, что на 10 минуте он начинает работать в нормальном режиме. До этого он работал на прогревание внутренних поверхностей камеры.

Таблица 4– Данные измерений пароувлажнителя

Пароувлажнитель													
Время, t, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тн, °С	7,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тпр, °С	32,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
φ, %	27,2	27	27	28,3	28,9	29,3	27,9	28,2	25,9	28,2	33,3	29,9	32
Тввт, °С	21,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Трек, °С	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
η, %	58,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

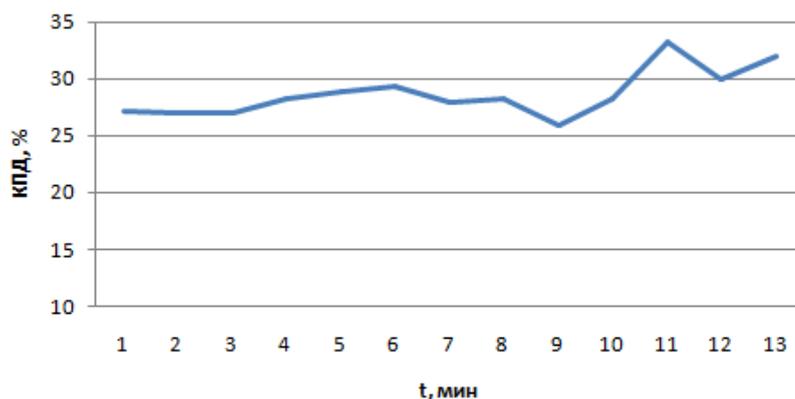


График 4. Зависимость изменения влажности от времени

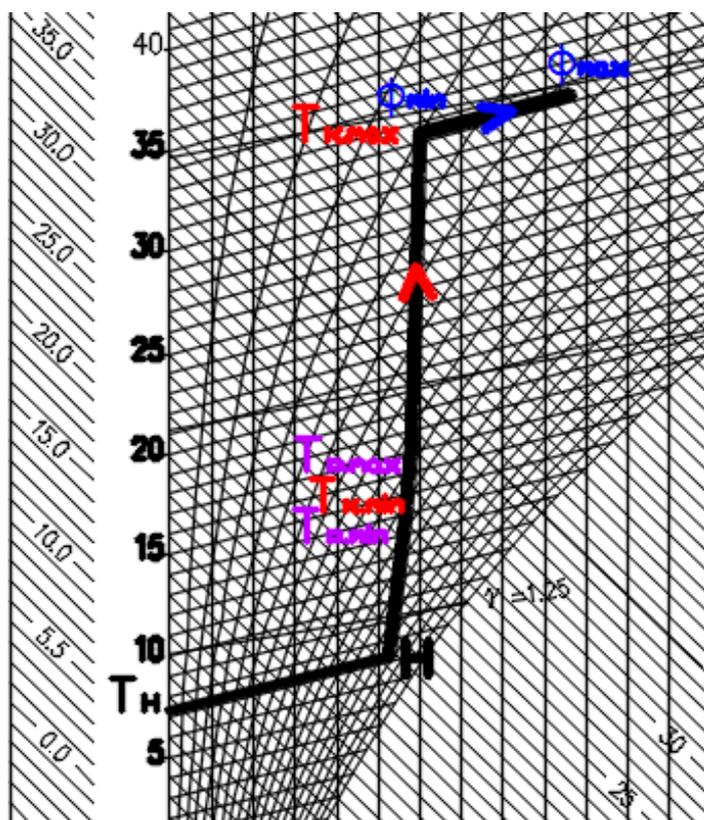


Рисунок 2 – Процессы изменения состояния влажного воздуха на I-d диаграмме

Все полученные данные по изменению состояния воздуха в элементах центрального промышленного кондиционера мы отобразили на I-d диаграмме (диаграмма 1), где точка Н – наружный воздух, У – удаляемый воздух,  $\varphi_{min,max}$  – максимальное и минимальное значение относительной влажности (в

пароувлажнителе), – минимальное и максимальное значение температуры в калорифере, – минимальное и максимальное значение температуры в рекуператоре.

Заключение: В данной статье мы исследовали работу элементов центрального промышленного кондиционера и сравнивали полученные результаты с техническими характеристиками. В результате полученных экспериментальных данных, построенных графиков и диаграммы, мы определили, что рекуператор начал работать в нормальном режиме на шестой минуте опыта, калорифер – на седьмой минуте, а пароувлажнитель начал работу в оптимальном режиме на 10 минуте его работы.

**Дмитрук М.И.**

## **РЕСПУБЛИКАНСКИЙ КОНКУРС МОЛОДЫХ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ**

*Брестский государственный технический университет, студент факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-10*

В октябре 2016 года «НИИ Белгипротопгаз» объявил 1-й Республиканский конкурс молодых проектировщиков: «Праект у будучыню - 2016». Цель проекта – интеграция таланта и возможностей, стремления и опыта, навыков и умений.

В конкурсе принимали участие студенты технических вузов страны, в том числе и студенты БрГТУ специальности «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна». Конкурсные работы оценивались жюри по таким основным критериям, как соответствие разрешительным документам и действующим ТНПА, применение современного оборудования, использование современного программного обеспечения, самостоятельность выполнения работы, уровень творческой составляющей, инновационность и актуальность предложенного решения, личная защита проекта.



Всего по итогам 4 презентаций конкурса и конкурсной программы было зарегистрировано 86 участников. Из них финалистами конкурса стали 9 самых талантливых студентов. В числе их и Дмитрук Михаил, студент группы ТВ-10 факультета инженерных систем и экологии, который получил возможность проявить свой талант и приобрести профессиональные навыки при создании реального проекта.