

Агеевец Н.А. Олешко В.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ДИАПАЗОНОВ РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОНДИЦИОНЕРА

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция

При эксплуатации вентиляционных установок в жилых домах или производственных помещениях в целях экономии затрачиваемых средств необходимо еще на этапах проектирования предусматривать установку энергосберегающего оборудования, называемого приточно-вытяжными вентиляционными системами с применением процессов рекуперации тепловой энергии.

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.

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

В первую очередь 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.

Мы измеряли в течении 10 минут температуру приточного воздуха (данные измерений приведены в таблице 1), нагреваемого за счет рекуперации. По данным, полученным в ходе исследования, была построена процессы обработки влажного воздуха (рис. 1) и графики (график 1, 2).

Таблица 2– Данные измерений рекуператора

Рекуператор													
Время, т, мин	0	0,5	1	2	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10
Тн, °С	2	2	2	2	2	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,4	1,4
Тпр, °С	16,3	15,5	14,1	12,5	11,9	11,5	11	10,6	10,2	9,9	9,7	9,6	9,5
φ, %	-	-	34,5	36,2	37,4	39	39,9	41,2	42,1	42,6	43,5	43,8	44
Твыт, °С	16,8	16,9	16,8	16,7	16,5	16,3	16,3	16,2	16,2	16	15,9	15,7	15,8
Трек, °С	14,6	13,6	12,1	10,3	9,6	9,1	8,7	8,2	7,8	7,5	7,4	7,4	7,2
η, %	96,6	90,6	81,8	71,4	68,3	66,9	63,4	61,4	58,9	57,6	56,6	57,3	56,3

По графику 1 видно, что Т_{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.

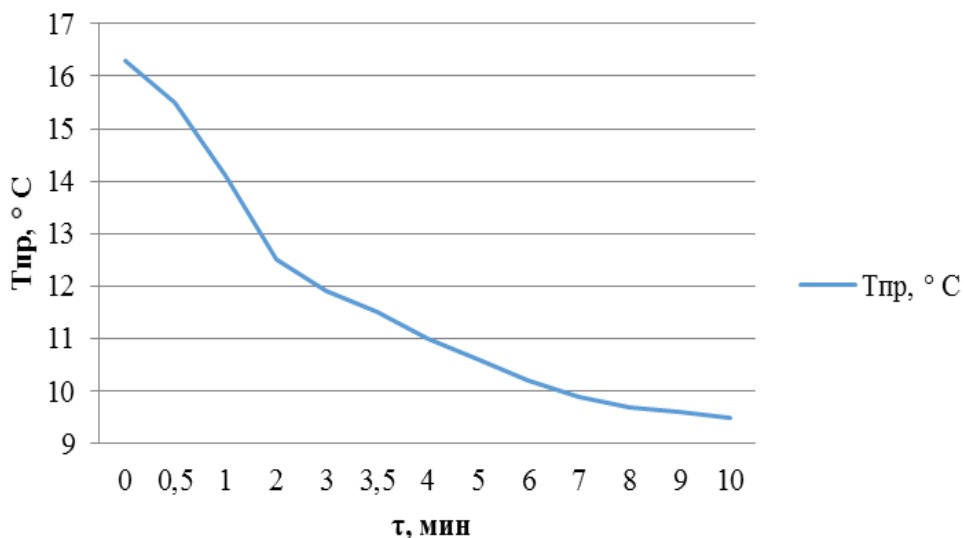


График 1 – зависимость изменения температуры приточного воздуха от времени

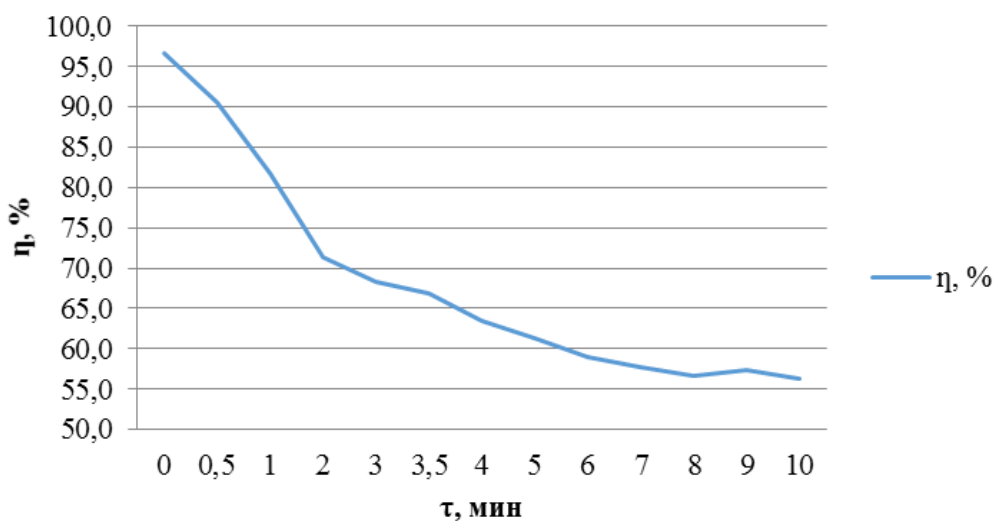


График 2 – зависимость изменения КПД рекуператора от времени

По графику 2 видно, что в начале исследования коэффициент полезного действия рекуператора высок (96,6%), это можно объяснить тем же, что было сказано ранее. На 7 минуте опыта мы видим, что рекуператор начал работать в оптимальном режиме.

Затем мы исследовали работу калорифера и произвели необходимые измерения, которые приведены в таблице 2.

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

По приведенному графику 3 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 охлаждался, а влажность приточного воздуха увеличивалась. Но далее заметно, что параметры приточного воздуха выравниваются, это говорит о том, что калорифер начинает работать в нормальном режиме.

Таблица 3– Данные измерений калорифера

Калорифер																
Время, т, мин	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	6,5	7	8	12
Тн, °С	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7
Тпр, °С	10,3	14,1	17,4	20	22,3	24,1	25,3	26,1	26,7	27,3	27,6	27,8	28	28,1	28,3	28,6
φ, %	41,9	33,6	27,9	24,1	20,9	18,8	17,4	16,7	16,2	15,7	15,3	15,2	15,2	15,2	15,1	15,2
Твыт, °С	15,7	15,6	15,8	15,9	16,3	16,8	17,1	17,3	17,5	17,8	18,1	18,4	18,7	18,8	19	19,3
φ, %	-	-	37,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,3	-	-
Трек, °С	7,2	7,1	7,1	7,1	7,2	7,2	7,4	7,6	7,6	7,6	7,8	7,8	8,0	8,1	8,1	8,3

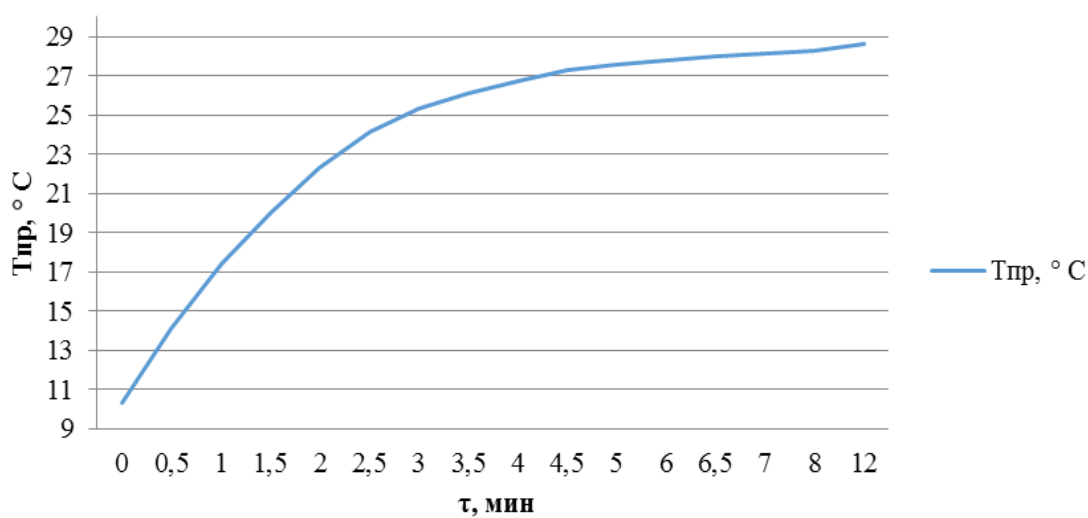


График 3 – зависимость изменения температуры притока от времени

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 мы измеряем лишь изменение влажности 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 – 19,8%, а на выходе – 30,5%.

Таблица 4– Данные измерений пароувлажнителя

Пароувлажнитель																		
Время, т, мин	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,3	1,6	2	2,3	2,6	3	3,3	3,6	4	4,3	4,6	4,8
Тн, °С	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тпр, °С	28,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
φ, %	19,8	19,8	20,6	21,7	22,4	22,1	23,4	23,6	24,1	23,8	24,6	24,2	24,6	24,2	24	22,9	22,2	22,6
Твыт, °С	19,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
φ, %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Трек, °С	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пароувлажнитель																		
5	5,3	5,6	5,8	6	6,2	6,4	6,6	6,8	7	7,2	7,4	7,6	7,8	8	8,2	8,4	9	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23,2	23,7	24,8	25	23,9	24,9	24,5	24,4	25	26	25,5	26,5	29,5	29,9	31,7	30,9	31,8	30,5	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

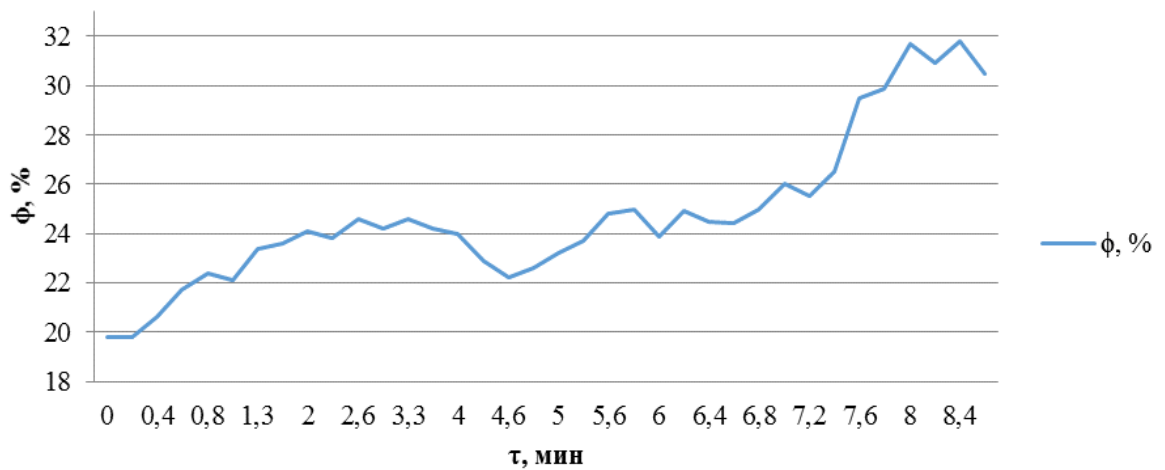


График 4 – зависимость изменения влажности от времени

По данным полученным в результате исследования работы пароувлажнителя мы построили график, по которому видно, что на 8 минуте он начинает работать в нормальном режиме. До этого он работал на прогревание внутренних поверхностей камеры.

Все полученные данные по изменению состояния воздуха в элементах центрального промышленного кондиционера мы отобразили на I-d диаграмме (рис. 1), где точка Н – наружный воздух, У – удаляемый воздух, $\phi_{\min, \max}$ – максимальное и минимальное значение относительной влажности (в пароувлажнителе), $T_{k, \min, k, \max}$ – минимальное и максимальное значение температуры в калорифере, $T_{p, \min, p, \max}$ – минимальное и максимальное значение температуры в рекуператоре.

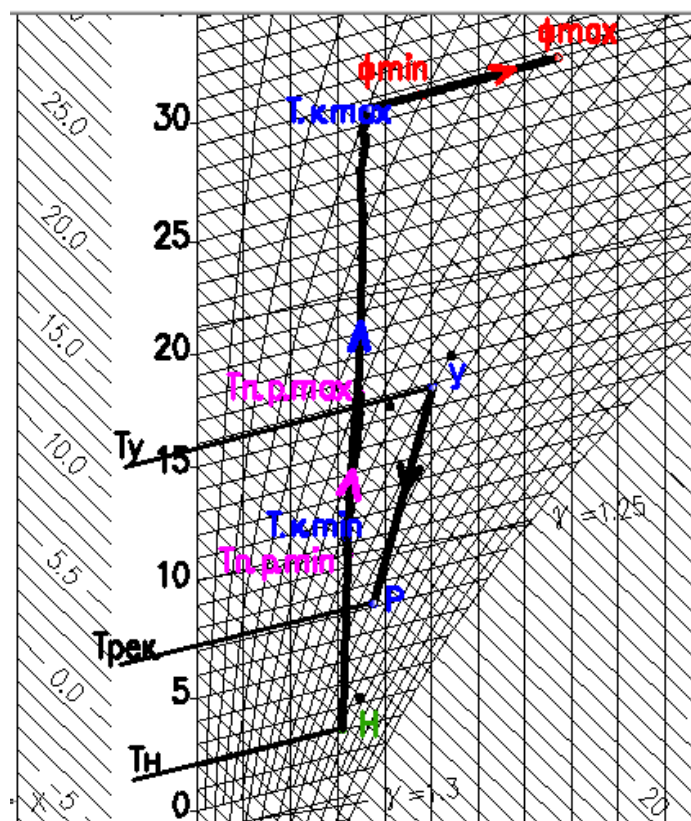


Рисунок 1 – Процессы изменения состояния влажного воздуха на I-d диаграмме

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