

жёсткие щётки, а также скребки и шпатели. Допускается промывка поверхности холодной водой под давлением.

Для восстановления штукатурного слоя рекомендуется использовать штукатурные смеси на основе известкового вяжущего, не содержащие цемента, обладающими водостойкостью, высокой паропроницаемостью и адгезией к основанию. В частности рекомендуется штукатурная сухая смесь, специально предназначенная для выполнения реставрационных штукатурных работ по основаниям исторических зданий и памятников архитектуры, где требуется применение растворов, не содержащих цементное вяжущее. Для выравнивания неровно затёртой штукатурки и затирки микротрещин рекомендуется использовать известковую затирку на основе диспергированной белой извести [5].

Перед окраской поверхность следует обработать грунтовкой, изготовленной на основе высокоактивной гидратной извести. Грунтовка должна обладать высокой паропроницаемостью, максимально приближенной к значению паропроницаемости минеральных составов. Грунтование проводится с целью уменьшения водопоглощения основания и улучшения адгезии к основанию последующего слоя лакокрасочного покрытия.

Окрашивание поверхности следует проводить составами, формирующими покрытие с высокой паропроницаемостью и низким водопоглощением. Для этого в наибольшей степени подходят водно-дисперсионные краски, модифицированные силиконовыми смолами и содержащие силикаты. Такие краски образуют наиболее микропористое покрытие, гидрофобное покрытие с низким грязеудержанием и могут наноситься на высокощелочные основания известковых штукатурок. Могут применяться также высококачественные известковые краски, специально предназначенные для реставрационных работ по известковым основаниям, имеющие хорошую паропроницаемость [4].

#### **Список цитированных источников**

1. Никитин, Н. К. Химия в реставрации: справ. пособие / М.К. Никитин, Е.П. Мельникова. – Л.: Химия, 1990. – 304 с.
2. Ратинов, В.Б. Химия в строительстве / В.Б. Ратинов, Ф.М. Иванов. – М.: Стройиздат, 1969. – 198 с.
3. Ивлиев, А.А. Реставрационные строительные работы / А.А. Ивлиев, А.А. Калыгин. – М.: ПрофОбрИздат, 2001. – 272 с.
4. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке. – пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
5. Фрессель, Ф. Ремонт влажных и повреждённых солями строительных сооружений / Ф. Фрессель. – М.: ООО «Пэйнт-медиа», 2006. – 320 с.

УДК 621.311.25

*Хартонович К.В., Писарев Ю.О.*

*Научный руководитель: м.т.н., ст. преподаватель Янчилин П.Ф.*

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА В ДВА ПЕРИОДА ГОДА (ХОЛОДНЫЙ И ТЕПЛЫЙ)**

Целью исследования является эффективность работы элементов центрального кондиционера в реальных условиях и технических характеристик, предоставляемые 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 пластинчатым (общим для приточного и вытяжного канала) присоединяется последовательно блок воздухоподготовки приточного канала.

**Исследование в холодный период года.** 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.

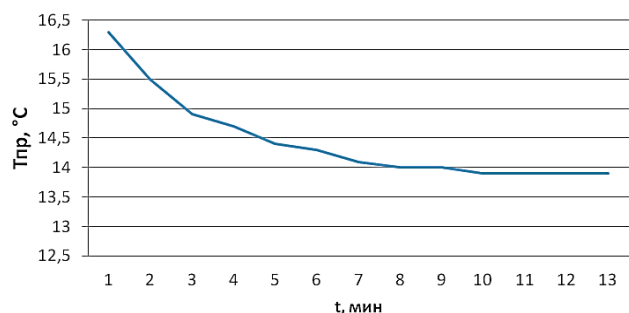
Пластинчатый теплообменник является самым распространенным из применяемых, из-за его низкой стоимости и небольших размеров. Он применяется в системах с небольшими расходами воздуха, где необходимо предотвратить риск перетока вытяжного и приточного воздуха.

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

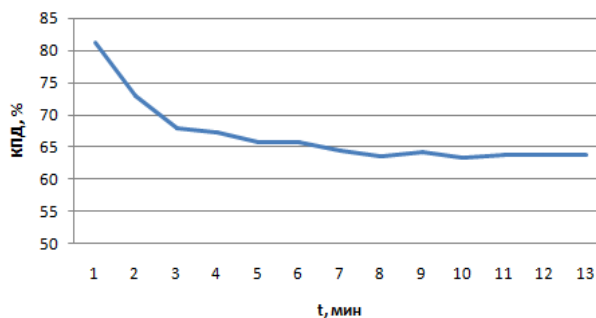
**Таблица 1**– Данные измерений рекуператора

Показатель	Время (t), мин												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$T_{н}, ^\circ\text{C}$	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
$T_{пр}, ^\circ\text{C}$	16,3	15,5	14,9	14,7	14,4	14,3	14,1	14	14	13,9	13,9	13,9	13,9
$\phi, \%$	49,5	51,6	53,3	54,2	55,1	55,7	56	56,3	56,7	57	57,2	57,3	57,3
$T_{выт}, ^\circ\text{C}$	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
$T_{рек}, ^\circ\text{C}$	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
$\eta, \%$	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

По графику 1 видно, что  $T_{пр}$  на первоначальном этапе опыта значительно уменьшается, но затем перепад температур с каждым измерением всё меньше. Это можно объяснить тем, что кондиционер до начала исследований находился в нерабочем состоянии, в результате чего его элементы были нагреты внутренним воздухом, поэтому  $T_{пр}$  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 (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 2).

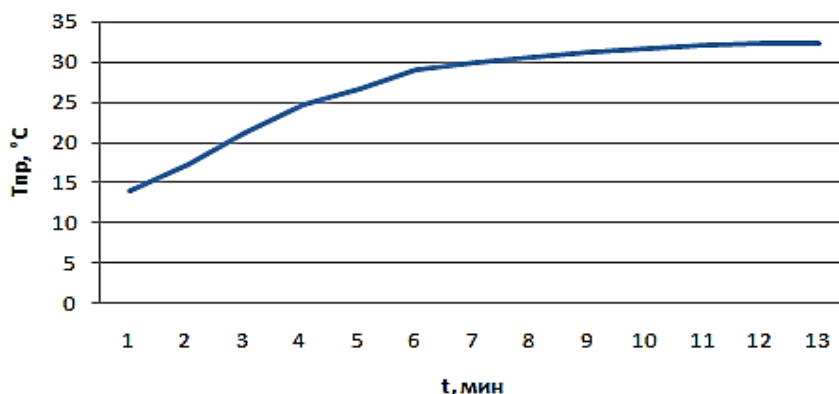
Калорифер — прибор для нагревания воздуха в помещении, выполненный из медных трубок с алюминиевым оребрением, по которым циркулирует теплоноситель.

**Таблица 2** – Данные измерений калорифера

Показатель	Время (t), мин												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$T_{н}, ^\circ\text{C}$	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
$T_{пр}, ^\circ\text{C}$	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
$\phi, \%$	57,3	46,4	40,1	32	31	28	22,6	21,7	20,8	20,3	19,9	20	20
$T_{\text{ввгт}}, ^\circ\text{C}$	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
$T_{\text{рек}}, ^\circ\text{C}$	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
$\eta, \%$	63,8	51,4	54,2	53,6	53,5	55,8	57,3	57,1	58,8	59	58,4	59	59

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. Это 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.

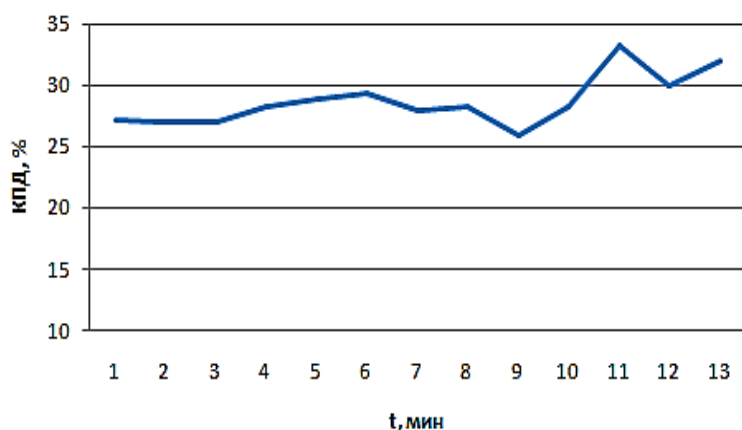


**График 3** – Зависимость изменения температуры притока от времени

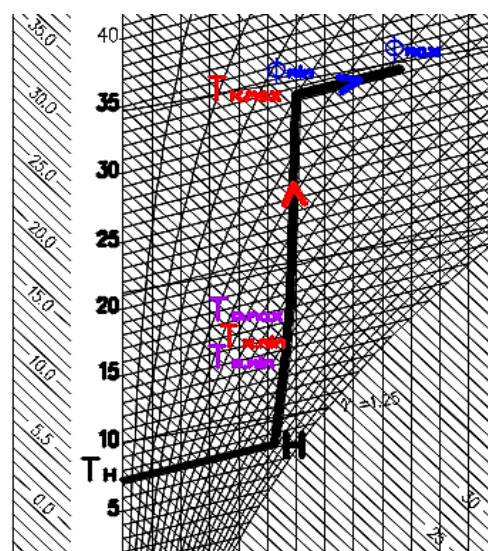
В ходе исследования пароувлажнителя достаточно измерить лишь влажность в приточном воздухе. По данным фирмы-производителя на входе в пароувлажнитель влажность воздуха — 4%, а на выходе — 40% (при нормальной работе пароувлажнителя), по данным полученным опытным путём, имеем: на входе влажность приточного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

**Таблица 3** – Данные измерений пароувлажнителя

Показатель	Время (t), мин												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$T_n, ^\circ\text{C}$	7,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$T_{пр}, ^\circ\text{C}$	32,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\phi, \%$	27,2	27	27	28,3	28,9	29,3	27,9	28,2	25,9	28,2	33,3	29,9	32
$T_{в\text{ит}}, ^\circ\text{C}$	21,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$T_{рек}, ^\circ\text{C}$	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\eta, \%$	58,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



**График 4** – Зависимость изменения влажности от времени



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

По данным, полученным в результате исследования работы пароувлажнителя, мы построили график 4, по которому видно, что на 10 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 (диаграмма 1), где точка Н — наружный воздух, У — удаляемый воздух.

**Исследования в теплый период года.** Первым мы исследовали работу пластинчатого теплообменника.

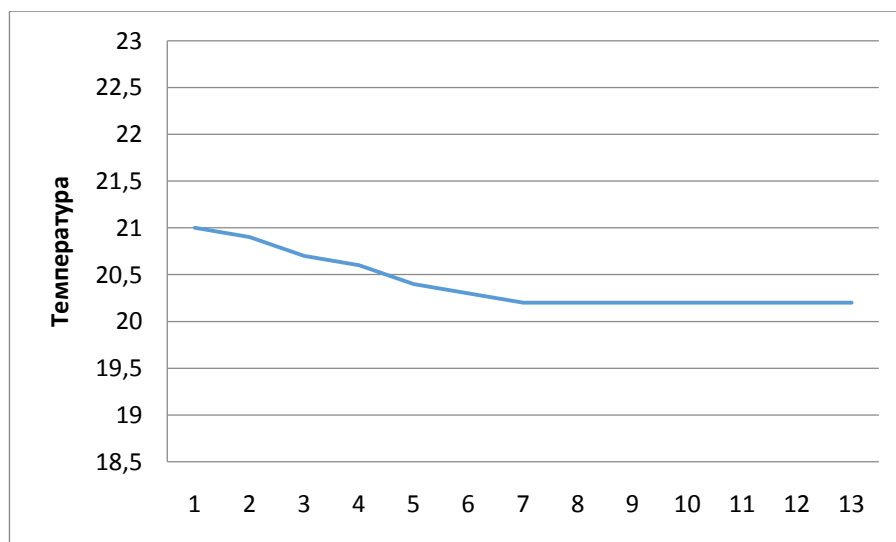
*Рекуператор* — теплообменник поверхностного типа для использования теплоты отходящих газов, в котором теплообмен между теплоносителями осуществляется непрерывно через разделяющую их стенку.

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 течение 12 минут (данные измерений приведены в таблице 4). По данным, полученным в ходе исследования, был построен график 5.

**Таблица 4** – Данные измерений рекуператора

Показатель	Время (t), мин												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Приток													
$T_{вх}$	24,9	24,8	24,8	24,9	24,8	25	25	24,9	25,1	25,1	25	25,1	25
$\phi$	64,9	64,9	65,1	65	65	65,1	65	65	65	64,8	64,9	64,9	65
$T_{вых}$	21	20,9	20,7	20,6	20,4	20,3	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
$\phi$	83	84	84	85	86	87	87	87	87	86,9	87	87	87
Вытяжка													
$T_{вх}$	17,5	17,3	17	16,9	16,5	16	16,1	16,1	16	16,1	16,1	16	16
$\phi$	60,3	60	57,9	57,6	57,4	57	57	57	57,2	57,2	57	57	57
$T_{вых}$	21,4	21,4	21,2	21,2	21	20,8	20,8	20,9	20,8	20,8	20,9	20,9	20,8
$\phi$	47	46	45	44	43	42	42	42,2	42,2	42	42	42	42,1
$\eta$						53	53	53	53	53	53	53	53



**График 5** – Зависимость изменения температуры приточного воздуха от времени

По данному графику 5 видно, что  $T_{пр}$  на первоначальном этапе опыта значительно уменьшается, но затем перепад температур с каждым измерением всё меньше. Это можно объяснить тем, что кондиционер до начала исследований находился в нерабочем состоянии, в результате чего его элементы были нагреты внутренним воздухом, поэтому  $T_{пр}$  и была изначально больше, но после начала выравниваться, что объясняется работой рекуператора в нормальном режиме.

