

*Список использованных источников:*

1. Как добывают природный газ [Электронный ресурс] / ПАО «Газпром». Режим доступа: <http://www.gazprominfo.ru/articles/production-of-natural-gas/>. – Дата доступа: 18.03.2019.
2. Ткаченко, И.Ю. Сланцевый газ: анализ развития отрасли и перспектив добычи / И.Ю. Ткаченко, Н.Д. Бриллиантов // Российский внешнеэкономический вестник. – 2012. – № 11. – С. 43–54.
3. Домников Е.А. Перспективы и особенности добычи сланцевого газа / Е.А. Домников [и др.] // Вестник университета. – 2013. – № 19. – С. 138–142.
4. Статистика природного газа: добыча, торговля, потребление. [Электронный ресурс] / Статистический ежегодник мировой энергетики. Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.ru/natural-gas/world-natural-gas-production-statistics.html>. – Дата доступа: 18.03.2019.

**Олесик Е.С.**

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПЛАСТИНЧАТОГО РЕКУПЕРАТОРА В СОСТАВЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА**

*Брестский государственный технический университет, студентка факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-13. Научный руководитель: Янчилин П.Ф. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

В жилых домах или производственных зданиях, с экономической точки зрения, еще на этапах проектирования предусматривают установку энергосберегающего оборудования, называемого приточно-вытяжными вентиляционными системами с применением процессов рекуперации тепловой энергии.

Рекуператор предназначен для повторного применения теплоты или холода, забираемых от уходящего воздуха систем вентиляции и кондиционирования, от технологических потоков, местных отсосов и т.п. Применение секции утилизации теплоты должно обосновываться технико-экономическими расчетами. Тип секции утилизации теплоты определяется характеристиками потоков и требованиями, предъявляемыми к помещению, в котором необходимо осуществлять кондиционирование воздуха.

В системах кондиционирования воздуха в качестве утилизаторов тепловой энергии применяются пластинчатые рекуперативные теплообменники с перекрестным или противоточным движением теплоносителей, роторные теплообменники регенеративного типа и теплообменники с промежуточным теплоносителем. В отдельных случаях применяются теплообменники-утилизаторы на тепловых трубках. Чаще всего используют пластинчатые, роторные и с промежуточным теплоносителем.

#### *Пластинчатый*

Пластинчатый рекуператор — это один из самых распространенных типов рекуператоров воздуха. Принцип его работы заключается в передаче тепла от теплого, вытягиваемого из помещения, воздуха — подаваемому, холодному. Происходит это за счёт пересечения потоков воздуха в специальном пластинчатом

рекуператоре. Пластинчатым он называется из-за схемы разделения потоков воздуха. В пластинчатом рекуператоре потоки воздуха разделяются пластинами из теплопроводящего материала. Самые популярные материалы для пластинчатых рекуператоров — это алюминий, пластик, нержавеющая сталь и бумага.

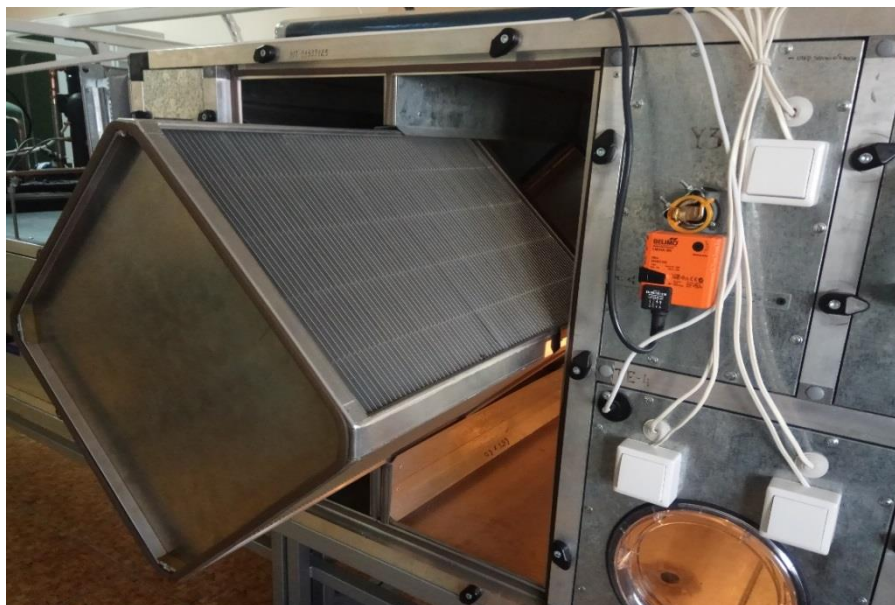


Рисунок 1. Пластинчатый рекуператор в лабораторном стенде.

#### *Роторный*

Принцип работы данного рекуператора — роторный теплообменник, вращающийся с определенной скоростью. Этот теплообменник вращаясь нагревается в зоне вытяжного канала, а затем охлаждается в зоне приточного канала. В результате тепло из вытяжного воздуха передается в приточный. Так же возвращается часть влаги в результате конденсации из вытяжного воздуха и испарения в потоке приточного воздуха с улицы. Роторные рекуператоры обладают более высоким КПД, чем пластинчатые, за счет отсутствия режима разморозки. В пластинчатом рекуператоре для разморозки требуется периодически пускать поток холодного воздуха через байпасный (обводной) канал напрямую в помещение мимо рекуператора, а в роторном автоматически регулируется скорость вращения ротора таким образом, чтобы не случилось обмерзания.

#### *С промежуточным теплоносителем*

Рекуператор с промежуточным теплоносителем позволяет соединить две отдельные системы — приточную и вытяжную. Оптимально подходит для модернизации уже существующих отдельных систем вентиляции. Универсальность данных рекуператоров позволяет их устанавливать в существующие системы. В приточную систему перед приточной установкой устанавливается нагревательный теплообменник, в который подается нагретый вытяжным воздухом антифриз. Следовательно, в вытяжку также устанавливается теплообменник, который забирает тепло из вытяжного воздуха.

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 – 12,82 кВт, по холоду – 2,51 кВт;
- по нагреву – 59,3%, по холоду – 49,5 %;

Провели опыт, измеряли температуру и влажность воздуха, нагреваемого за счет рекуперации. С помощью полученных экспериментальных данных построили зависимости и рассчитали КПД работы рекуператора.

Таблица 1 – Результаты опыта.

№	t, мин	tн	tпр	φпр	tвым	tp	η, %	Q, кВт
1	0	7,4	15,2	45,5	15,1	13,7	101,3	4,0
2	0,5	7,4	15,6	47,7	15,5	13,9	101,2	4,2
3	1,0	7,4	14,4	39,5	15,8	13,2	83,3	3,6
4	1,5	7,4	14,0	40,3	15,8	12,6	78,6	3,4
5	2,0	7,4	13,6	42,3	15,8	12,1	73,8	3,2
6	2,5	7,4	13,3	42,4	15,8	12,0	70,2	3,0
7	3,0	7,4	13,2	42,7	15,8	11,7	69,0	3,0
8	3,5	7,4	12,9	43,1	15,7	11,5	66,3	2,8
9	4,0	7,4	12,8	42,6	15,7	11,3	65,1	2,8
10	4,5	7,4	12,8	43,6	15,7	11,1	65,1	2,8
11	5,0	7,4	12,7	43,7	15,6	11,0	64,6	2,7
12	5,5	7,4	12,5	44,7	15,7	11,0	61,4	2,6
13	6,0	7,4	12,5	44,9	15,7	10,9	61,4	2,6
14	6,5	7,4	12,3	44,7	15,5	10,9	60,5	2,5
15	7,0	7,4	12,3	44,1	15,5	10,7	60,5	2,5
16	7,5	7,4	12,3	44,8	15,5	10,7	60,5	2,5
17	8,0	7,4	12,2	45,0	15,5	10,6	59,3	2,5
18	8,5	7,4	12,2	45,5	15,5	10,6	59,3	2,5
19	9,0	7,4	12,2	45,3	15,5	10,6	59,3	2,5
20	9,5	7,4	12,2	45,4	15,5	10,6	59,3	2,5
21	10,0	7,4	12,1	45,4	15,5	10,6	58,0	2,4
22	10,5	7,4	12,1	47,2	15,5	10,4	58,0	2,4
23	11,0	7,4	12,1	45,6	15,4	10,6	58,8	2,4
24	11,5	7,4	12,1	45,6	15,4	10,6	58,8	2,4
25	12,0	7,4	12,1	45,1	15,4	10,4	58,8	2,4
26	12,5	7,4	12,1	45,3	15,4	10,4	58,8	2,4
27	13,0	7,4	12,1	45,0	15,4	10,4	58,8	2,4
28	13,5	7,6	12,1	45,1	15,4	10,4	57,7	2,3
29	14,0	7,6	12,1	45,1	15,4	10,4	57,7	2,3
30	14,5	7,6	12,0	46,9	15,2	10,4	57,9	2,3
31	15,0	7,6	12,0	46,8	15,2	10,4	57,9	2,3
32	15,5	7,6	12,0	43,7	15,2	10,2	57,9	2,3
33	16,0	7,6	12,0	43,3	15,2	10,2	57,9	2,3
34	16,5	7,6	12,0	44,1	15,2	10,2	57,9	2,3
35	17,0	7,6	11,8	44,4	15,2	10,2	55,3	2,2
36	17,5	7,4	11,8	43,8	15,2	10,2	56,4	2,3
37	18,0	7,4	11,8	44,4	15,2	10,2	56,4	2,3
38	18,5	7,4	11,8	44,5	15,2	10,2	56,4	2,3
39	19,0	7,4	11,8	44,9	15,2	10,2	56,4	2,3
40	19,5	7,4	11,8	44,9	15,2	10,2	56,4	2,3
41	20,0	7,4	11,8	45,4	15,2	10,2	56,4	2,3
42	20,5	7,4	11,8	44,4	15,2	10,2	56,4	2,3
43	21,0	7,4	11,8	44,5	15,2	10,2	56,4	2,3
44	21,5	7,4	11,8	45,7	15,2	10,2	56,4	2,3
45	22,0	7,4	11,8	45,5	15,2	10,2	56,4	2,3
46	22,5	7,4	11,8	46,3	15,2	10,2	56,4	2,3
47	23,0	7,4	11,8	47,0	15,2	10,2	56,4	2,3
48	23,5	7,6	11,8	45,3	15,2	10,2	55,3	2,2
49	24,0	7,6	12,0	44,0	15,2	10,4	57,9	2,3
50	24,5	7,6	12,0	45,5	15,2	10,4	57,89	2,3

H	B
t=7,5	t=15,4
φ=45,5%	



Рисунок 2. График зависимости КПД от времени.



Рисунок 3. График зависимости температуры приточного воздуха от времени.



Рисунок 4. График зависимости температуры удаляемого воздуха от времени.

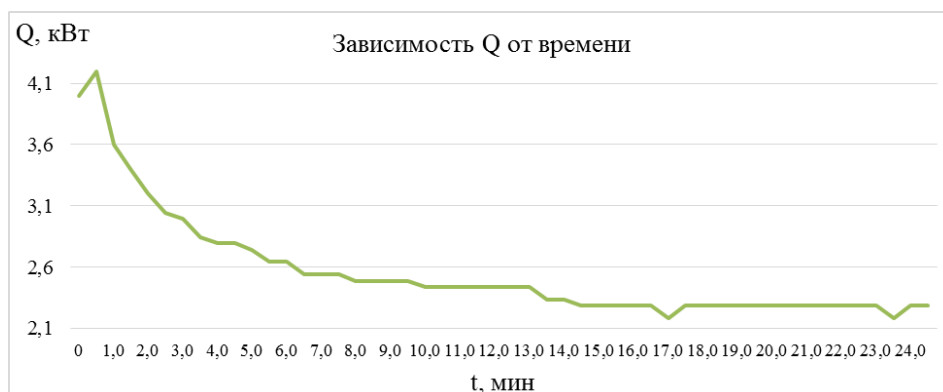


Рисунок 5. График зависимости теплоты от времени.

По полученным данным построим графики зависимости КПД от времени, температуры приточного воздуха от времени, температуры удаляемого воздуха от времени, теплоты от времени для каждого измерения.

По данным графикам видно, что температура приточного воздуха уменьшается, а затем остается постоянной. Это происходит из-за того, что кондиционер находился в нерабочем состоянии до начала проведения опыта и все конструкции кондиционера были нагреты внутренним воздухом, поэтому температура приточного воздуха в начале больше, а затем стабилизируется, т.е. рекуператор начал работать в нормальном режиме.

Также по графикам видно, что КПД в начале достаточно высокий по той же причине, что и температура, а далее КПД становится постоянным.

*Вывод:* в ходе изучения работы пластинчатого рекуператора в составе центрального промышленного кондиционера сравнили опытный КПД и КПД из паспорта и выяснили, что рекуператор работает в оптимальном режиме. Это подтверждает тот факт, что при наружной температуре 7,5°C опытный КПД и КПД из паспорта приблизительно одинаковы и составляют 56%.

**Мешик К.О.**

## **ПОГОДОЗАВИСИМОЕ ОТОПЛЕНИЕ**

*Брестский государственный технический университет, студент факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-13. Научный руководитель: Нововсельцев В.Г., к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

За последние десятилетия рост энергосберегающих технологий в мире, а также темпы их непосредственного внедрения в различные сферы деятельности человека постоянно расширяются. Прежде всего, это связано с поиском эффективных способов поддержания экономического благосостояния различных стран, которые направлены на рациональное использование энергоресурсов.

В Европе энергопотребление зданий составляет приблизительно 41% первичной энергии, что выше промышленных (около 31%) и транспортных (около 28%) энергозатрат. В данный объем входит [1]:

- 85% энергии, используемой для поддержания оптимальных условий микроклимата помещений (системы отопления, вентиляции и кондиционирования);
- 15% энергии, используемой для электроснабжения помещений (освещение, работа электроприборов и т.д.).

В Беларуси энергопотребление в жилищном секторе в период с 2010 по 2017 год в среднем составило 6443,6 кВт·ч на душу населения, при этом на нужды отопления с учётом климатического фактора в среднем было использовано 154,98 кВт·ч на 1 м<sup>2</sup> жилой площади, что обуславливает принятие решений по энергосбережению в данном направлении [2].

С развитием автоматизации всё больше параметров системы отопления поддаётся тонкой настройке. График тепловой нагрузки во временном периоде отопительного сезона в значительной степени трансформируется (в 5-6 раз) [5].