

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛА КАК СРЕДСТВА ЭКОНОМИИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ



**Побойнев Вадим Олегович,**  
учитель физики  
ГУО «Средняя школа № 14 г. Орши»,  
магистр физико-математических наук

### ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

*Работа посвящена изучению конкретных мероприятий, направленных на снижение энергопотребления в учебном кабинете. Одним из вариантов решения проблем, связанных с энергосбережением, здоровьем человека, является применение метода рекуперации тепла в системах вентиляции зданий, в том числе и учебных заведений. Экспериментально исследовались два вида рекуператоров воздуха в учебном кабинете физики ГУО «Средняя школа № 14 г. Орши». Работа над темой исследования, автор собрал своими руками рекуператоры воздуха, предложенные и рассмотренные в данной статье.*

**Введение.** Одним из приоритетных направлений государственной политики является рациональное использование энергетических ресурсов, о чем сказано в постановлении Совета Министров Республики Беларусь № 248 от 28 марта 2016 года «Об утверждении Государственной программы “Энергосбережение” на 2016–2021 годы» [1].

Проблема энергосбережения касается, в частности, социального и жилого фондов. Современные строительные материалы, с одной стороны, позволяют уменьшить теплопотери здания, но в то же время делают их герметичными, нарушая воздухообмен. На сегодняшний день почти у всех заменены окна на новые стеклопакеты. Они сохраняют тепло, а вместе с ним повышенную влажность, неприятные запахи и плесень. При открытых окнах возникают сквозняки, а зимой поступление холодного воздуха может привести к простуде. При открытом окне в помещение постоянно попадают насекомые, пух и мелкий мусор, проносимый ветром.

В связи с этим мы считаем, что работа по данной проблеме актуальна для нас, т.к. ее результаты приведут к экономии энергоресурсов и создадут комфортные условия для нашей учебной деятельности. Также она поможет формированию у учащихся сознательно-деятельност-

ного отношения к сбережению энергоресурсов, характерного для современного мировоззрения населения многих стран.

Цель данной работы – рассмотреть возможности снижения энергопотребления в учебных кабинетах ГУО «Средняя школа № 14 г. Орши»; способствовать воспитанию энергосберегающего поведения у подрастающего поколения.

Для достижения поставленной цели предусмотрено решение следующих задач:

- изучить специальную литературу по теме исследования;
- провести исследования по выявлению наиболее экономически выгодного строения рекуператора;
- проанализировать возможности уменьшения теплопотерь за счет использования рекуператора воздуха.

**Основная часть.** Современные пластиковые окна являются источниками не только положительных качеств, но также и негативно отражаются на самих зданиях. Доказательством служат следующие факты:

1) отсутствие должной вентиляции губительно влияет на здоровье людей (в воздухе снижается содержание кислорода, возрастают влажность, концентрация углекислого газа, содержание других вредных веществ и, как следствие,

образование плесени в виде грибка, – все это проявляется практически сразу же после установки окон);

2) при закрытых окнах и отсутствии необходимого воздухообмена у человека повышается утомляемость, появляются головные боли, что приводит к снижению способности концентрации внимания и различным заболеваниям [2].

Одним из вариантов решения проблем, связанных с энергосбережением, здоровьем человека, является применение метода рекуперации тепла в системах вентиляции зданий, в том числе и учебных заведений.

Рекуперация в системах вентиляции – процесс, когда поступающий холодный приточный воздух нагревается за счет отработанного вытяжного теплого воздуха [3]. В настоящее время выпускается множество приточно-вытяжных установок с рекуперацией тепла [4–7]. Проанализировав несколько видов данных установок, мы решили собрать своими руками и исследовать трубчатый и пластинчатый рекуператоры (приложения 1 и 2), а также выявить эффективность энергосбережения рекуператоров тепла вентиляционного воздуха.

Коэффициент полезного действия КПД рассчитаем по формуле:

$$\eta = \frac{t_i - t_u}{t_f - t_u}, \quad (1)$$

где  $t_u$  – температура наружного воздуха;

$t_f$  – температура удаляемого воздуха (до рекуперации);

$t_i$  – температура приточного воздуха (после рекуперации).

У различных типов рекуператоров КПД различное. Например, если мы берем рекуператор с КПД  $\eta = 57\%$ , то его энергосбережение при таком перепаде температур будет:

$$E = Q \times \eta = 14738 \times 0,57 = 8400 \text{ Вт} = 8,4 \text{ кВт},$$

где  $Q$  – затраты энергии на нагрев или охлаждение воздуха, Вт;

$\eta$  – КПД рекуператора своей конструкции [8].

Приборы, способные экономить тепловую и прочие виды энергии, становятся все более важными, так как постоянно растут цены на энергоресурсы. Также мы давно не сомневаемся в необходимости дышать свежим чистым воздухом в помещениях.

Таким образом, «синдром больного здания» можно предотвратить, используя рекуператор воздуха. Они не только экономят наши деньги, но и сохраняют наше здоровье. Каждое такое устройство имеет свой коэффициент полезного действия.

Анализируя статьи многих авторов [2–8], посвященные вопросам систем вентиляции зданий,

мы пришли к выводу, что в нашем учреждении образования будем исследовать трубчатый и пластинчатый рекуператоры.

Рассмотрим первую собранную нами установку (приложение 1). Она состоит из пластиковой трубы диаметром 110 мм, при этом ту часть, которая находится в стене, мы утеплили. В каналах для приточного и вытяжного воздуха размещены вентиляторы, которые служат для принудительной вентиляции воздуха. Теплообменник мы выполнили из стеклянных трубок. Проведя все необходимые измерения, получили коэффициент полезного действия КПД около 65% (таблица 1). Для повышения КПД решили использовать в теплообменнике алюминиевые трубки от лыжных палок.

Проанализируем строение пластинчатого рекуператора (приложение 2). Из полиплекса и пенопласта склеили корпус, в котором имеются входные и выходные отверстия для приточного и вытяжного воздуха. Два вентилятора позволяют ускорить процесс вентиляции. Теплообменник сделали из алюминиевой фольги и картона. Чтобы очистить поступающий в рекуператор воздух от частиц пыли, его каналы можно оснастить особыми фильтрами. Но за этими элементами обязательно нужно следить и при необходимости выполнять их замену. Избежать обмерзания конструкции можно, периодически отключая приточный вентилятор. Это приведет к тому, что пластины внутри механизма будут согреваться при помощи выходящего теплого воздуха и, как следствие, оттаивать.

Исследуем экономическую эффективность собранных нами энергосберегающих установок вентиляции. Для этого мы сделали расчет на затраты тепла на нагрев вентиляционного воздуха по формуле:

$$Q = c \cdot m \cdot (T_{\text{ком}} - T_{\text{наруж}}), \quad (2)$$

где  $c$  – удельная теплоемкость воздуха ( $c = 1000 \text{ Дж/кг } ^\circ\text{C}$ ),

$m$  – масса воздуха,

$\Delta t$  – изменение температуры при нагревании учебного кабинета [9].

Массу воздуха в помещении найдем по формуле:

$$m = \rho \cdot V, \quad (3)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха в учебном кабинете,

$V$  – объем воздуха в кабинете физики,

$T_{\text{ком}} (^\circ\text{C})$  – комнатная температура,

$T_{\text{наруж}} (^\circ\text{C})$  – средняя наружная температура за отопительный период [10].

Проведя все необходимые вычисления (таблицы 2 и 3), получили  $Q = 7,39 \text{ МДж}$  за одни сутки. Умножим полученное значение на длительность отопительного периода, получим  $Q_{\text{вент}} = 22781,36 \text{ МДж}$ .

Таблица 1 – Результаты энергетической эффективности рекуператора воздуха

Вид теплообменника	Температура приточного воздуха, °С	Температура удаляемого воздуха, °С	Температура наружного воздуха, °С	Коэффициент полезного действия, η
Трубчатый стеклянный	9,5	25	-14	65%
	10	23	-7	
	13	23	-4	
	14	22	0	
	15	22	+2	
Трубчатый алюминиевый	11	25	-14	70%
	13	23	-7	
	14	23	-4	
	15	22	0	
	16	22	+2	
Пластинчатый	15	25	-14	82%
	15,5	23	-7	
	16	23	-4	
	16,5	22	0	
	18,5	22	+2	

Таблица 2 – Результаты прямых измерений объема учебного кабинета физики

Физическая величина	Длина, м	Ширина, м	Высота, м
Результаты измерений	10,271	6,936	3,240
	10,264	6,940	3,245
	10,268	6,922	3,242
	10,267	6,928	3,238
	10,272	6,935	3,235
Среднее	10,2684	6,9322	3,240
Приборная погрешность	0,0005	0,0005	0,0005
Случайная погрешность	0,0025	0,0058	0,0028
Погрешность округления	0,0005	0,0005	0,0005
Полная погрешность	0,0035	0,0068	0,0038

Таблица 3 – Результаты косвенных измерений параметров учебного кабинета физики

Физическая величина	V, м <sup>3</sup>	m, кг	Q, МДж
Результаты измерений	230,632	281,602	26781,36

Рассчитав затраты тепла вентиляционного прибора с рекуперацией тепла, получим:

$Q_{\text{вент рекул}} = Q_{\text{вент}} \eta = 17408 \text{ МДж}$  – стеклянный трубчатый рекуператор,

$Q_{\text{вент рекул}} = Q_{\text{вент}} \eta = 18747 \text{ МДж}$  – алюминиевый трубчатый рекуператор,

$Q_{\text{вент рекул}} = Q_{\text{вент}} \eta = 21961 \text{ МДж}$  – пластинчатый рекуператор.

На основании выполненных исследований мы пришли к выводу, что наиболее энергоэффективной является установка с пластинчатым рекуператором. Более того, за три месяца использования рекуператора в учебном помещении исчезла плесень в углу стен. При этом вентиляторы работали суммарно около трех часов в учебный день.

Однако следует отметить, что наше исследование имеет продолжение. Необходимо уменьшить уровень шума работы вентиляторов, а также создать возможность дистанционного управления с мобильного телефона через wi-fi или Интернет.

Недостаточно просто открывать окна дважды в день, такой способ не подойдет, когда на улице холодно, идет дождь или рядом проходит оживленная улица. Дом должен дышать как человек – 24 часа в сутки, а удаление и приток воздуха должны регулироваться. Энергосберегающая вентиляция – это удобный, экономичный и энергосберегающий выход, чтобы предотвратить скопление грязного воздуха в доме, квартире, школе.

Таким образом, отметим следующее:

- собрать рекуператор своими руками возможно, более того, его стоимость значительно ниже стоимости аналогичной установки, которую нам предлагает рынок;
- проведенные исследования показали, что наибольшую экономическую эффективность имеет рекуператор с пластинчатым теплообменником.

**Заключение.** Углубившись в выбранную нами актуальную тему и расширив свои знания, мы поняли, что можно экономить как электро- и тепловую энергию, так и денежные средства. Изучив данную тему, мы можем сделать следующие выводы:

- установки с рекуперацией тепла позволяют снизить расходы энергии на отопление помещений;
- использование рекуператоров обеспечивает оптимальные климатические условия в помещениях;
- в учебных кабинетах лучше применять пластинчатый рекуператор, так как его коэффициент полезного действия выше трубчатого.

Наша работа вызвала интерес не только у учащихся, но и у взрослых, так как носит прикладной характер, а полученные знания об энергосбережении необходимы для экономии тепловой энергии как в школе, так и дома. Считаем, что цель, которую мы ставили в начале работы, достигнута.

Только благодаря совместным усилиям, организованности и дисциплине мы обеспечим экономическую безопасность страны, прогресс и процветание независимой Беларуси.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2021 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь № 248 от 28 марта 2016 года. – Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600248>. – Дата доступа: 10.01.2020.
2. Барон, В.Г. Рекуперация тепла в современных системах вентиляции / В.Г. Барон // Новости теплоснабжения. – 2006. – № 6.
3. Миронов, Е.Б. Анализ приточно-вытяжных установок с рекуперацией тепла / Е.Б. Миронов, А.Н. Шишарина // Вестн. НГИЭИ. – 2014. – № 12. – С. 58–64.
4. Роторный рекуператор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://yuson.by/>. – Дата доступа: 24.09.2018.
5. Что из себя представляет гликолевый рекуператор воздуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dimmax.pro/>. – Дата доступа: 14.09.2018.
6. Децентрализованные системы вентиляции с рекуперацией тепла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vents.ru/>. – Дата доступа: 24.09.2018.
7. Игнатик, И.Ю. Оптимизация эффективности утилизации теплоты воздухо-воздушного рекуператора / И.Ю. Игнатик // Техника и технология АПК. – 2018. – № 1. – С. 34–39.
8. Вентиляция и кондиционирование разных объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ventproekt.blogspot.com/2013/03/energoeffektivnost-ili-teplovoj-kpd-rekuperatora.html/>. – Дата доступа: 24.09.2018.
9. Исаченкова, Л.А. Физика: учебник для 8-го кл. общеобразоват. учреждений с рус. яз. обучения / Л.А. Исаченкова, Ю.Д. Лещинский; под ред. Л.А. Исаченковой. – Минск: Нар. асвета, 2018. – 176 с.: ил.
10. Климатический график [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.climate-data.org/европа/беларусь/витебская-область/орша-764744/>. – Дата доступа: 24.01.2019.

**Этапы изготовления трубчатого рекуператора со стеклянным теплообменником**



**Этапы изготовления пластинчатого рекуператора**

