

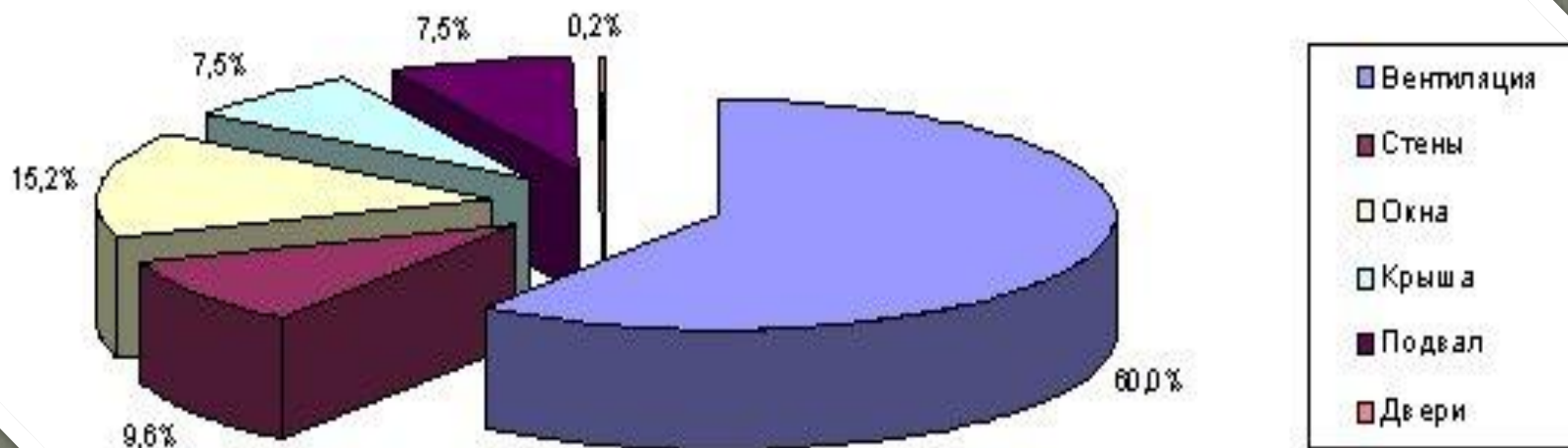
Энергосбережение КОТТЕДЖА



Выполнили студенты ТГСИВ:
Баранов Дмитрий
Дегтярев Александр
Денисюк Евгений
Малик Денис
Ниренбург Максим
Усманова Кристина

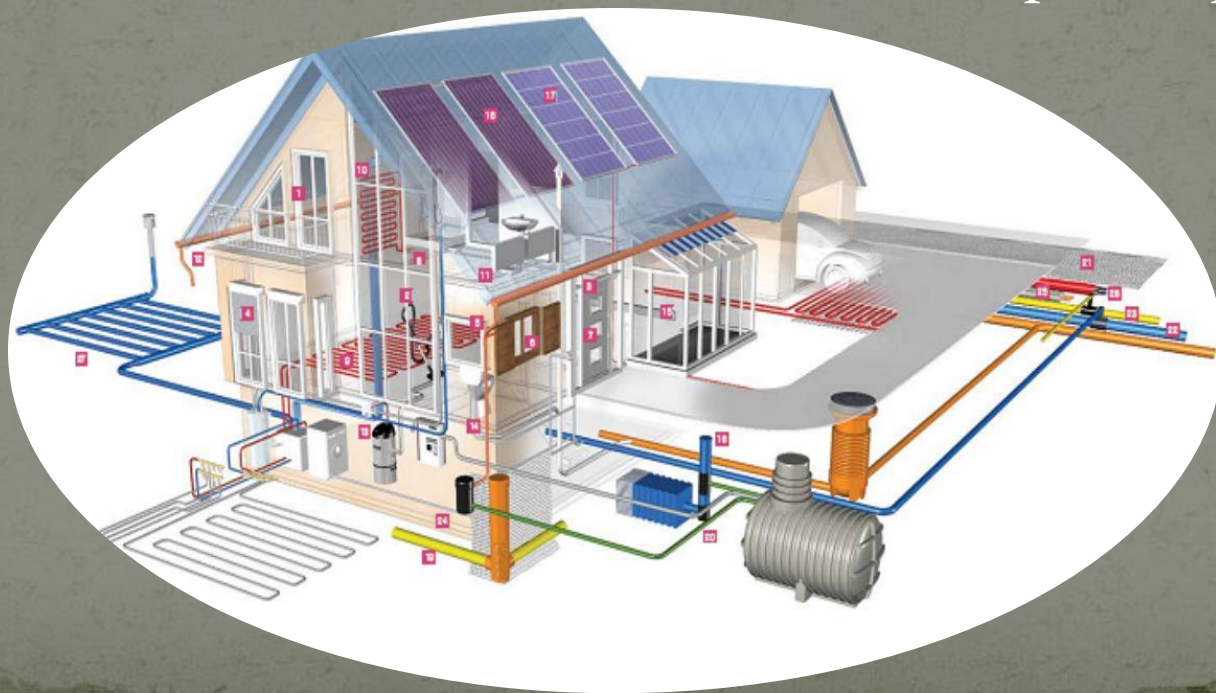
Энергоэффективный дом

Так что же такое энергоэффективный дом? Многие думают что для того чтобы дом был энергоэффективным достаточно сделать потолще и потеплее стены, поставить стеклопакеты с ТОП (теплоотражающим) покрытием. Однако мало кто задумывается сколько тепла уходит в канализацию когда мы моем посуду, сколько тепла выходит в вентиляцию когда нас нет дома.



Энергоэффективный дом

Энергоэффективный дом - это здание, которое отличается малым энергопотреблением и почти полной энергонезависимостью, благодаря использованию установок возобновляемой энергии, таких как ветрогенераторы, солнечные батареи, тепловые насосы и солнечные коллекторы и проч.



Автоматизация коттеджа

Задача автоматизации в коттедже — это создание комфортного микроклимата в помещениях дома и экономия энергоресурсов.

- **Количественное регулирование по помещениям** — это регулирование температуры воздуха и температуры пола, если пол с подогревом. Местное регулирование в основном осуществляется количественным способом, т.е. ограничением протока теплоносителя. Устанавливается клапан и на него накручивается термостатическая головка. Трехходовые клапана для теплых полов.

Автоматизация коттеджа

- **Качественное регулирование** — это регулирование температуры теплоносителя в системе. Общее регулирование осуществляется качественным способом, т.е. расход в системе остается постоянным, а температура изменяется. Например, температура в системе отопления меняется в зависимости от уличной температуры. Когда холодно — она максимальна (85°C), когда теплеет — она снижается. В систему теплых полов теплоноситель должен подаваться не выше 55°C .
- Система отопления рассчитана на самый холодный период года, в этот период температура в системе максимальная расчетная, для коттеджа обычно это 85°C . Но когда на улице теплее, нет необходимости поддерживать в системе отопления максимальную температуру, её можно снизить. Это даст существенную экономию энергоносителя, по примерным оценкам 20-30%. При определенной наружной температуре система отопления отключается и включается при похолодании автоматически. Для реализации этого на улице (северной стороне здания) установлен датчик температуры.

Автоматика котельной и датчик наружной температуры



Датчик внутренней температуры

Регулирование комнатной температуры, переключение отопительных режимов Авто/ День/ Ночь, включение подогрева бойлера (дополнительным выключателем). Заложена программа снижения температуры в ночное время (когда все спят), в рабочее время (когда дома никого нет) и когда дом не эксплуатируется.



Современные котлы

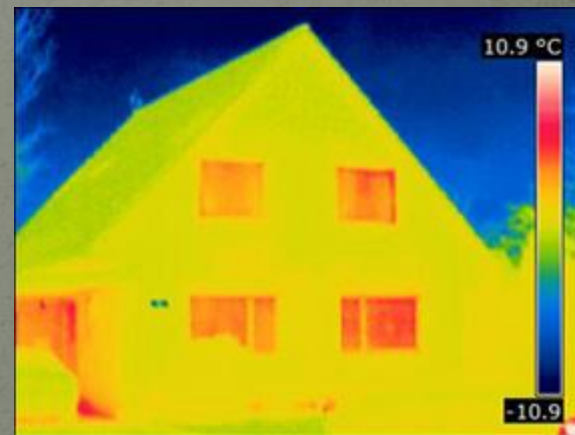
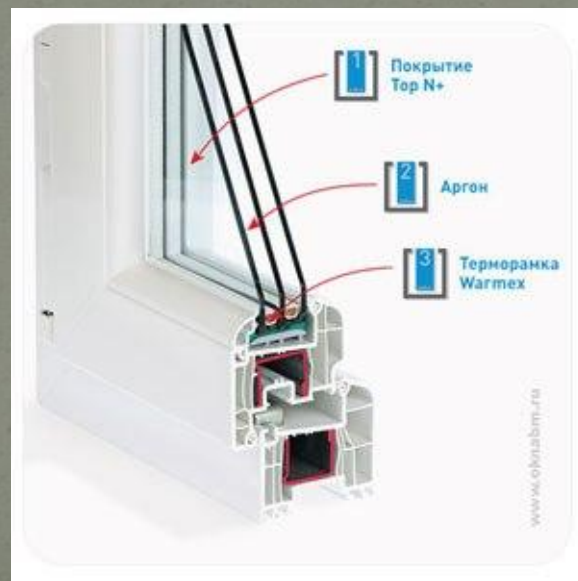
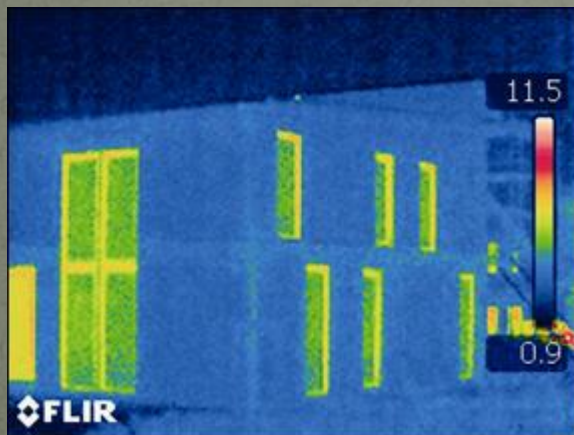
Все современные котлы, по крайней мере импортные, имеют теплоизоляцию. Причем, чем лучше у него теплоизоляция, тем выше КПД котла. Потери тепла через стенки (тепло, идущее на обогрев котельной) у современного котла составляют не более 1,5-2%. Современные котлы обладают КПД до 95%.

Наибольшим коэффициентом полезного действия обладают конденсационные газовые котлы. Их КПД превышает 95 %. Эффект достигается за счет того, что газообразные продукты сгорания, удаляясь по воздуховоду, поступают во вторичный теплообменник. Через него проходит обратная труба системы отопления с холодной водой. От нее газ охлаждается и превращается в жидкость (происходит процесс конденсации), а выделившаяся при этом энергия идет на подогрев той же воды. Такая особенность обеспечивает значительную экономию газа. Чем выше КПД, тем меньше расход топлива. Конденсационные котлы присутствуют в ассортименте многих производителей: Ariston, Baxi, Buderus, Vaillant, Ferrolì. Высокая стоимость оборудования окупается в течение двух лет.

P.S. Google уверяет , что КПД таких котлов достигает 110%. =)

Окна

Энергоэффективное окно состоит из 1-, 2- или 3- и 5-камерных стеклопакетов, заполненных низко-теплопроводным аргоном или криптоном с использованием в качестве покрытия диоксидных солнцезащитных и энергосберегающих плёнок. Дополнительная теплоизоляция достигается путём установки на окнах ставен, жалюзи, шторок. Но так же не менее важен профиль окна и его характеристики. Как пример рассмотрим 2 варианта оконных конструкций:



Salamander Streamline

- полностью 5-ти камерные профили
- срок эксплуатации более 45 лет
- Толщина наружных стенок основных профилей не менее 3мм, что обеспечивает более высокую прочность конструкции
- Благодаря наличию в камере водосбора наклонной плоскости, коллектора и 4мм затвора обеспечивается быстрое удаление дождевой воды и конденсата из фальца рамы/створки даже при ливне, причем вода благодаря плотине не просачивается под штапик даже при откинутом положении створки
- Металлические усилители не соприкасаются со стенками усилительной камеры благодаря специальным выступам на стенках усилительной камеры, что снижает потери тепла по стенкам усилителя и повышает тепловое сопротивление профиля;
- Усиливающие приливы в стенке рамы на месте крепления фурнитурных петель позволяют достичь наивысших показателей по отрывной прочности крепления;
- Отступ оси крепления фурнитуры в створке составляет 13 мм по отношению к краю рамы, что позволяет использовать более крепкие запорные планки;
- Стойкость к удару при отрицательной температуре: 10 из 10 образцов при минус 30° Цельсия без повреждений;
- Одинаковое армирование для рамы и створки, возможность использования замкнутого армирования в конструкциях с повышенными требованиями к статике.
- монтажная ширина рамы: 76 мм
- монтажная ширина створки: 76 мм
- толщина стеклопакета: возможность остекления до 48 мм, стандартное остекление 36 мм
- сопротивление теплопередаче: 0,77 м² х°С/Вт (с армированием)
- Сопротивление теплопередаче 0,72 К*м²/Вт
- Звукоизоляция до 41 дБ

КВЕ

Краткие технические характеристики системы КВЕ_Эксперт:

Монтажная ширина - 70 мм

Максимальная толщина стеклопакета - 42 (58¹⁾) мм

Количество камер - рама 3 / створка 3/ импост 2(1)

Возможность комбинации с "широкой рамой" ²⁾ - Да

Морозостойкость - до -60°C

Максимальный размер створки окна - 150 см x 150 см

Максимальный размер створки балконные двери - 90 см x 235 см

Удаление фурнитурного паза - 13 мм

Коэффициент сопротивления теплопередаче, м²°C/Вт – 1,68 ³⁾

Ударная вязкость, кДж/м² - 39,5

Герметичность контуров уплотнения⁴⁾ - соответствуют классу А

ГОСТ 23166-99

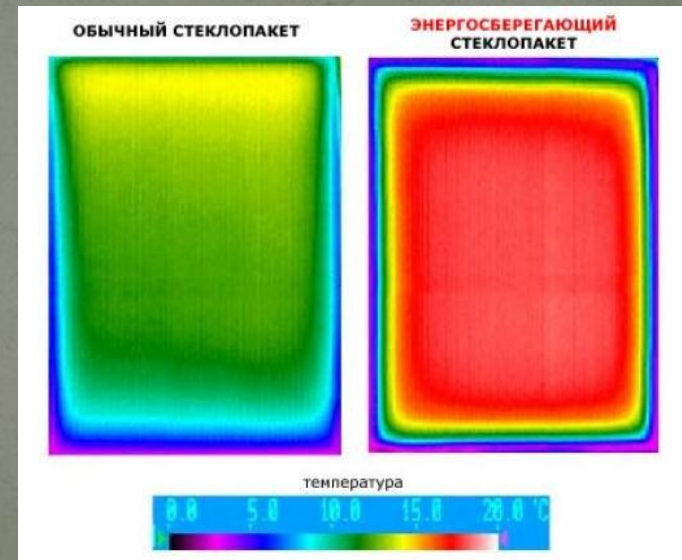
Долговечность (условных лет) - более 40 лет

Цвет уплотнителя в стандартном исполнении - черный

Экологичность [greenline](#) (без свинца!)⁵⁾

Экономия

Выполнив расчеты по формуле $Q = KF \cdot \Delta t_{\text{ср}}$, приняв площадь остекления объекта 31 м², и температуры для города Челябинска, получаем что разница в потреблении энергии составляет 12,2 Гкал/год в пользу Salamander Streamline. Если учесть что 1 гкал стоит 750 рублей, то получаем экономию загод в 9 153,32 рублей



Солнечный коллектор



Виды солнечных коллекторов:

- - Вакуумный коллектор с прямой теплопередачей воде
- - Вакуумный коллектор с прямой теплопередачей воде и встроенным теплообменником
- - Вакуумный коллектор с термотрубками
- - Плоский солнечный коллектор

1. Вакуумный коллектор с прямой теплопередачей воде



Достоинство:

1. непосредственная передача тепла воде без участия других элементов

Недостатки:

1. в маленьких системах бак объединен с коллектором и не рассчитан на магистральное давление

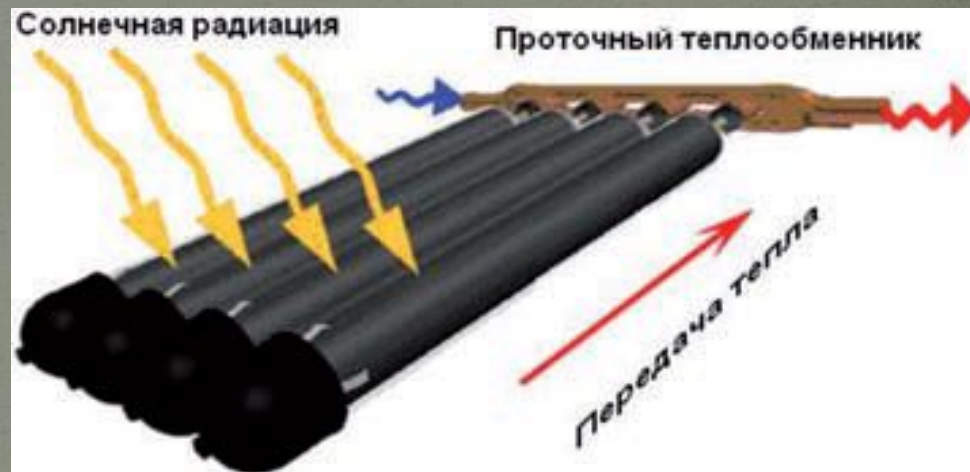
2. Вакуумный коллектор с прямой теплопередачей воде и встроенным теплообменником



Достоинство:

1. наличие встроенного в бак эффективного теплообменника
2. возможность заполнения водонагревательного контура незамерзающей жидкостью
3. в коллекторе не откладываются соли жесткости и другие загрязнения

3. Вакуумный коллектор с термотрубками



4. Плоский солнечный коллектор



Достоинство:

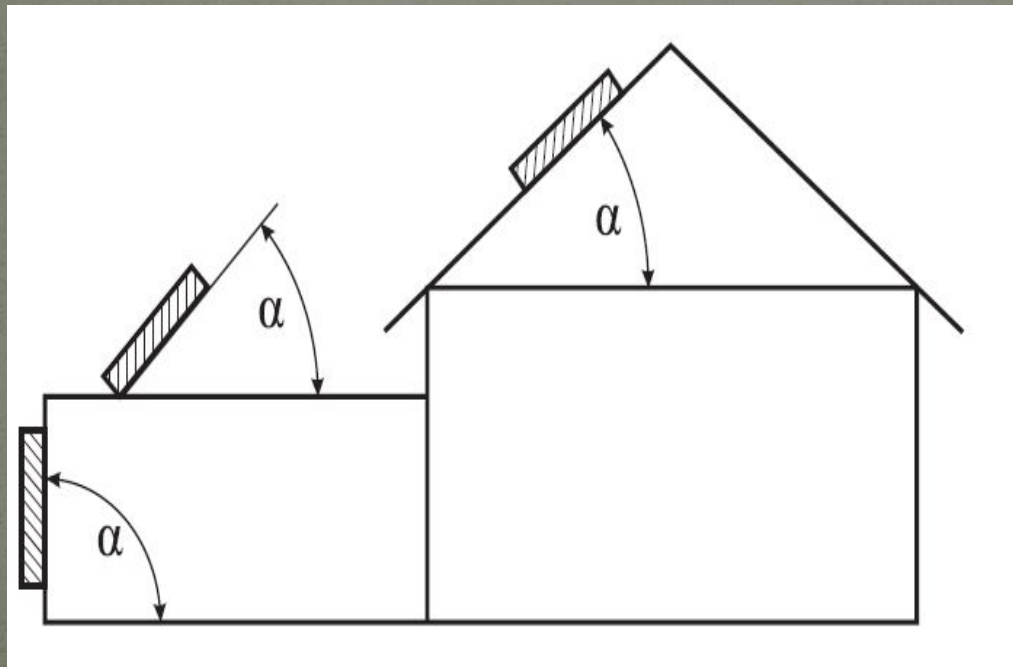
1. Пластина поглотителя обработана специальным высокоселективным покрытием, которое лучше удерживает поглощенный солнечный свет
2. Дно и боковые стенки коллектора покрывают теплоизолирующим материалом, что еще больше сокращает тепловые потери.

Системы солнечных коллекторов

- Существуют несколько схем для подогрева воды:
- Одноконтурные - для использования сезонно или в местностях, где нет отрицательных температур в течение всего года.
- Двухконтурные - для круглогодичного использования, а также в местностях с жесткой и/или загрязненной механическими примесями водой.

Оптимальная ориентация и наклон

- Коллектор должен быть расположен в положении, обеспечивающем беспрепятственный проход солнечных лучей от 9 до 15 часов, т. к. в это время солнечная энергия максимальная.



Угол наклона α - это угол между горизонталью и коллектором. Идеальный угол для установки - в пределах 20° - 80° от горизонтального.

Определение площади солнечного коллектора

- 1. Определение, на сколько градусов должна повыситься температура воды и ее объем. Семья - 4 человека (2 взрослых и 2 ребенка). Получаем $(50 \times 4) \times 1,5 = 300$ л
- Средняя температура входящей воды = 15°C . Она должна быть нагрета до 50°C . $50 - 15 = 35^\circ\text{C}$.
- 2. Определяем количество энергии необходимой для нагревания этого количества воды. $300 \text{ л} \times 35^\circ\text{C} = 10500$ ккал.
- Для перевода данной энергии в $\text{кВт} \cdot \text{ч}$ воспользуемся следующей формулой
- $10500 / 859,8 = 12,21 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ ($1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 859,8$ ккал)
- 3. В июле солнечная энергия на 1 м^2 составляет $5,42 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \cdot \text{м}^2 / \text{день}$, а в феврале $1,58 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \cdot \text{м}^2 / \text{день}$. Значение передачи поглощенной энергии вакуумными трубками RUCELF® равно $5,42 \times 0,8 = 4,352 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{день}$ площади поглощения коллектора для июля. Значение передачи поглощенной энергии вакуумными трубками RUCELF® равно $1,58 \times 0,8 = 1,264 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{день}$ площади поглощения коллектора для февраля.
- Площадь поглощения вакуумной трубки диаметром 58 и длиной 1800 мм составляет $0,08 \text{ м}^2$., одна трубка способна получать и передавать солнечное тепло в размере $0,365 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ и $0,127 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ соответственно в июле и феврале.
- 4. Определяем необходимое число трубок. Энергия, которую необходимо затратить на нагрев нужного количества воды составляет $12,21 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$.
- Энергия, которую может передать одна вакуумная трубка, в зависимости от месяца, составляет $0,365 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ и $0,127 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$.
- Июль - $12,21 / 0,365 = 33$ трубок.
- Февраль - $12,21 / 0,127 = 96$ трубок.

Окупаемость

Экономэффект вакуумных коллекторов

Вид теплогенератора	Стоимость кВт*ч тепловой энергии, руб	Мощность отопительной системы, Вт	Отопительный сезон, час	Отопительный сезон, кВт*час	Стоимость отопительного сезона, руб
Электроэнергия	2,50				135000
Солнечный вакуумный коллектор (среднее значение)	0,4				21600
Диз.топливо	2,6	30 000	1 800	54000	140400
Газ магистральный	0,7				37800
Сжиженный газ	2,1				113400
Уголь	1,19				64260

Сравнение разницы эксплуатационных расходов

	Солнечный вакуумный	Электроэнергия	Диз.топливо	Газ магистральный	Сжиженный газ	Уголь
Солнечный вакуумный	—					
Электроэнергия	140400	—				
Диз.топливо	118800	-21600	—			
Газ магистральный	16200	-124200	-102600	—		
Сжиженный газ	91800	-48600	-28000	75600	—	
Уголь	42660	-97740	-76140	26460	49140	—

Экономайзер

- Для повышения эффективности обычного котла примерно рассчитаем экономайзер.
- Экономайзер - (англ. Economizer) теплообменник для предварительного подогрева воды за счет теплоты отходящих газов.
- В данном случае, Мы решили отказаться от подогрева предкотловой воды, подогрева воздуха подаваемого в топку котла, предварительного подогрева ГВС. В нашем «проекте» будет осуществлен подогрев ХВС на НЕ питьевые нужды.

ЗАДАНИЕ: В часы максимальной работы котла 55КВт, температура уходящих газов равна 109°C , расход газа при этом $6,02 \text{ м}^3/\text{ч}$. Исходя из условия полного сжигания газа на 1 м^3 газа, необходимо 9 м^3 . Следовательно принимаем, что расход дымовых газов $60 \text{ м}^3/\text{ч}$. Далее, из среднестатистических данных расход ХВ через 1 кран составляет бл/мин, это $0,36 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Экономайзер

Номинальные параметры теплообменника			
Расход воды через теплообменник	0,36	м ³ /ч	V _{1 ном}
Расход воздух через теплообменник	60	м ³ /ч	V _{2 ном}
Температура на входе в теплообменник по воздуху	109	°С	t _{21 ном}
Температура на выходе из теплообменника по воздуху	50	°С	t _{22 ном}
Температура на входе в теплообменник по воде	5	°С	t _{11 ном}
Температура на выходе из теплообменника по воде	10	°С	t _{12 ном}
Параметры сред			
Плотность воды	999	кг/м ³	ρ ₁
Плотность воздуха	1,25	кг/м ³	ρ ₂
Теплоемкость воды	4,2	кДж/кг·К	C ₁
Теплоемкость воздуха	1	кДж/кг·К	C ₂

Экономайзер

Номинальная мощность теплообменника (расчитано по воде)	2,1	кВт	$Q_{\text{ном}}$
Средняя номинальная разница температур теплоносителей	72,0	°C	Δt_{cp}
Номинальный коэффициент теплопередачи теплообменника	29,1	Вт/°C	KF

Расчетные уравнения

$$Q = KF \cdot \Delta t_{\text{cp}} \quad \Delta t_{\text{cp}} = (t_{21} - t_{12} + t_{22} - t_{11}) / 2$$

Уравнение теплопередачи

$$Q = C_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 \cdot (t_{12} - t_{11})$$

Тепловая мощность по воздуху в теплообменнике

$$Q = C_2 \cdot V_2 \cdot \rho_2 \cdot (t_{21} - t_{22})$$

Тепловая мощность по воде в теплообменнике

$$Q = C_3 \cdot x \cdot V_3 \cdot \rho_3 \cdot (t_3 - t_{32})$$

Тепловая мощность по сетевой воде

Вспомогательные коэффициенты

a`	b`
0,697635	20,091888

Коэффициенты системы линейных уравнений относительно t_{12} и t_{22}

-0,70	1,70	18,61	→	-34,81	0,00	-236,82
20,09	1,00	150,46		0,00	1,00	13,76

Решение

Температура на выходе из теплообменника по воде	6,8	°C	t_{12}
Температура на выходе из теплообменника по воздуху	13,8	°C	t_{22}



Экономайзер

Коэф. Теплопередачи для медного экономайзера равен 13,1.

$KF=29,1$, следовательно $F=2.2\text{м}^2$. Это 36 трубок $\text{Ø} 10\text{мм}$ по 1м. Итого 36м по 153р/м 5508р минимум. В обмен на 2.1 КВт мощности или нагрев ХВ на $1.8\text{ }^\circ\text{C}$ в часы максимальной работы котла. При другом режиме еще меньше. Также мы получаем выпадение конденсата у изголовья дымохода. И излишнее сопротивление в дымоходе. И как следствие нарушение тяги котла и необходимость установки вентилятора (дымососа) . Лишние затраты электроэнергии.

Вывод: немцы делают достаточно хорошие газовые котлы с КПД 93%, и не стоит их дорабатывать=)



*Вентиляционные системы с
рекуперацией тепла*

Как же сэкономить энергию на отоплении здания?

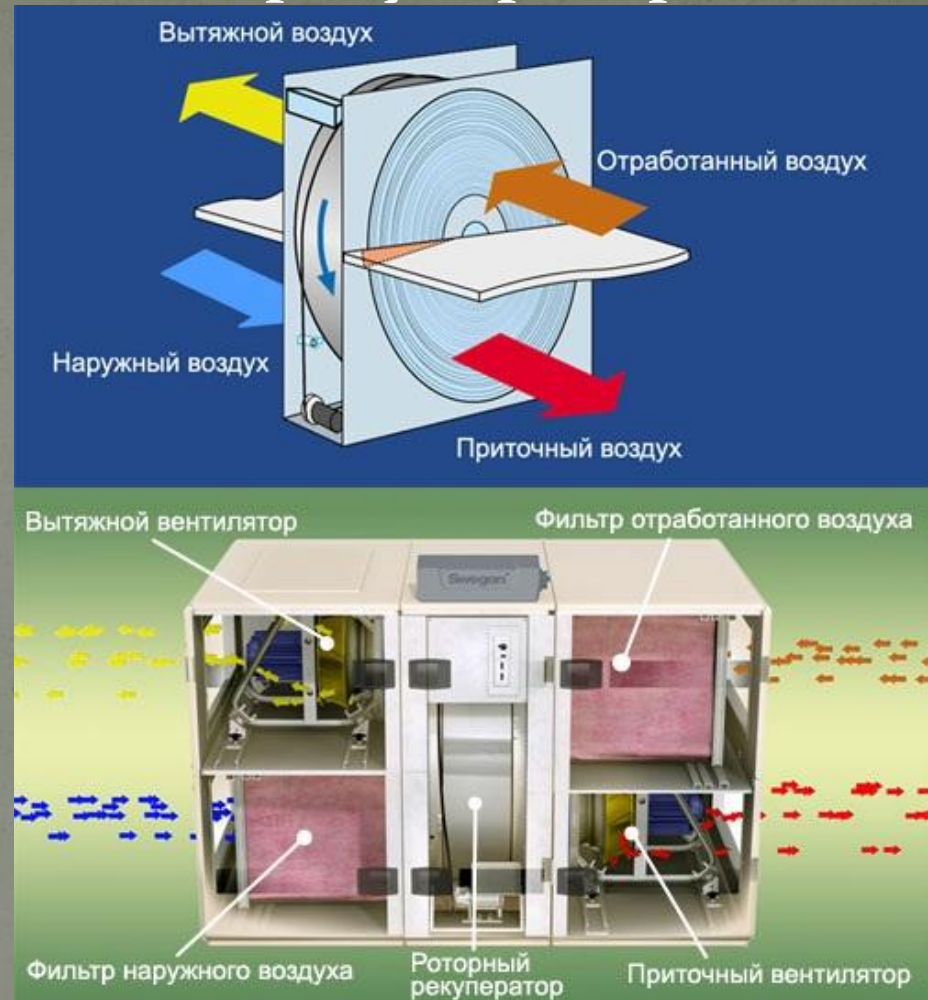
Для этого существуют специальные устройства – рекуператоры!

Если объяснять принцип действия рекуператора простыми словами. В холодное время года, поступающий через рекуператор с улицы холодный воздух обогревается выходящим из помещения отработанным теплым воздухом. И, наоборот, в летние месяцы, поступающий с улицы слишком теплый воздух охлаждается уходящим из помещения более холодным. При этом поддержание постоянной температуры в помещении при использовании рекуператора происходит со значительной экономией затрат энергии.

Существует несколько видов рекуператоров.

Роторные рекуператоры

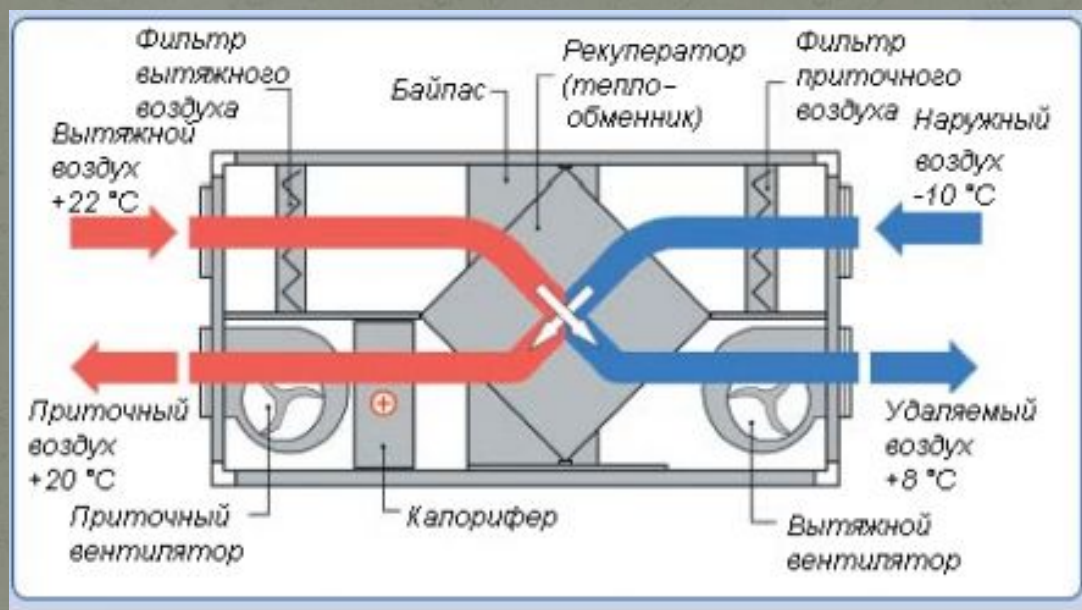
В этом случае, передача тепла от вытяжного воздуха приточному осуществляется с помощью ротора с набивкой из металлических пластин. Ротор непрерывно вращается в плоскости, перпендикулярной направлению воздушного потока, при этом он расположен таким образом, что одна его половина находится в вытяжном воздуховоде а другая в приточном. Нагретые уходящим воздухом пластины, попав в приточный воздуховод омываются холодным наружным воздухом и отдают ему свое тепло.



Обладают самой высокой эффективностью 75-90%

Пластинчатые (перекрестно-точные) рекуператоры

Грубо говоря, пластинчатый рекуператор - это куб, в котором приточный и вытяжной воздух, с помощью тонких металлических пластин разбиваются на множество параллельных потоков, взаимно пересекающихся друг с другом. При этом тепло уходящего воздуха через тонкие пластины передается наружному воздуху.



Характеризуется высокой эффективностью 50-80%.

Перейдем к цифрам;

Экономия тепла при использовании рекуператора составляет 7,5 Гкал/год ,что составляет 5625 руб.

Экономия энергии при использовании рекуператора составляет 8832,1ГкВт ч/год ,что составляет 17664,2руб.

При стоимости установки примерно 90 т.р. наш рекуператор окупится за 3-4 года.

Расчет количества тепла на нагрев приточного воздуха		
Исходные данные для расчета:		
Выберите город	-->	Челябинск
Расчетная температура приточного воздуха, подаваемого в помещения	С	22
Расчетная температура вытяжного воздуха (удаляемого из помещения)	С	25
Кэффициент эффективности выбранного типа рекуператора (температурный)	-	0.5
Расход приточного воздуха	м3/час	240
Стоимость кВтч электроэнергии	руб./кВтч	2
Стоимость Гкал тепловой энергии	руб./Гкал	750
<input type="button" value="Рассчитать"/>		
Результат:		
Количество тепла, затрачиваемого на нагрев приточного воздуха без рекуперации	(за год , кВтч)	15586.952
Результат:		
Количество тепла, затрачиваемого на нагрев приточного воздуха с рекуператором	(за год ,кВтч)	6754.923
Результат:		
Экономия тепла при использовании рекуператора	(за год , кВтч)	8832.029
Результат:		
Экономия тепла при использовании рекуператора	(за год , Гкал.)	7.596
Результат:		
Экономия электричества при использовании рекуператора в приточной установке с электронагревателем	(за год , руб.)	17664.06
Результат:		
Экономия тепла при использовании рекуператора в приточной установке с водяным нагревателем	(за год , руб.)	5696.66

Теплоизоляция

- Коэффициент теплопроводности для перекрытий без утеплителя: $K=1/(1/23+1/8,7+0,35)=1,96$
- Чердак холодный, перекрытие плита пустотка + утеплитель Linerock РУФ Б (слой 15 см.)
- Коэффициент теплопроводности для стены с утеплителем: $K=1/(1/23+1/8,7+0,35 +0,15/0,042)=0,24$
- Далее по формуле: $Q = KF \cdot \Delta t_{cp}$
- Без утеплителем : $Q = 1,96 * 144 * 58 = 16370 \text{ Вт}$
- С утеплителем : $Q = 0,24 * 144 * 58 = 2005 \text{ Вт}$
- Определяем разницу: $\Delta Q = Q_{\text{без}} - Q_{\text{с}} = 16370 - 2005 = 14365 \text{ Вт}$
- Переводим в рубли: $14365 * 0,750 = 10773 \text{ рублей}$
- Около 200р за м2. $144 * 200 = 28800 \text{ р.}$ Следовательно утепление окупится через 2,6года без учета подорожания газа.

Теплоизоляция

● Коэффициент теплопроводности для стены без утеплителя:
 $K=1/(1/23+1/8,7+0,12/0,4+0,4/0,43)=0,72012$

● Стены: Двухслойная 120мм+400мм: кирпич красный керамический рядовой пустотелый + шлакоблок

● 0,12/0,4 -кирпич

● 0,4/0,43 шлакоблок

● Коэффициент теплопроводности для стены с утеплителем:
 $K=1/(1/23+1/8,7+0,12/0,4+0,4/0,43+0,1/0,042)=0,26528$

● 0,1/0,042 - утеплитель лайнрок

● Далее по формуле: $Q = KF \cdot \Delta t_{cp}$

● Без утеплителем : $Q = 0,721012 * 320 * 58 = 13364 \text{ Вт}$

● С утеплителем : $Q = 0,26528 * 320 * 58 = 4826 \text{ Ви}$

● Определяем разницу:

$\Delta Q = Q_{\text{без}} - Q_{\text{с}} = 13364 - 4826 = 8538 \text{ Вт}$

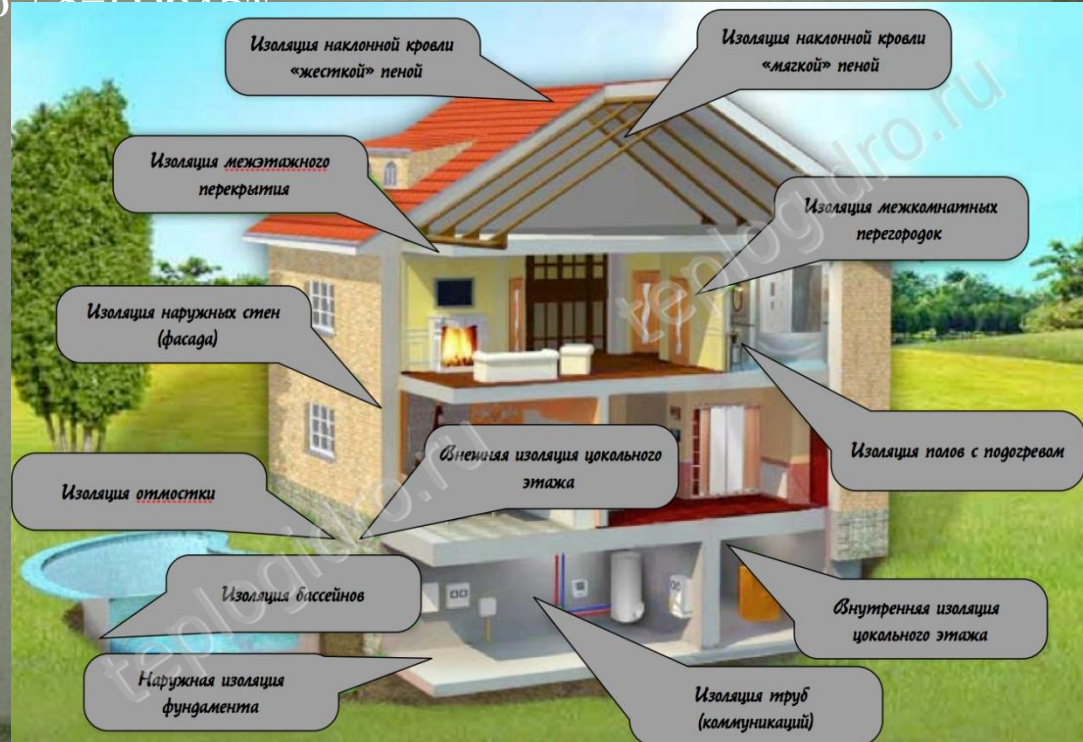
● Переводим в рубли:

$8538 * 0,750 = 6403 \text{ рублей}$

● Около 200р за м2.

$320 * 200 = 64000 \text{ р.}$

● Следовательно утепление окупится через 10 лет без учета подорожания газа.



Особое мнение...

Новейшие модели рекуператоров пропускают не только тепло, но и влагу, благодаря чему приточный воздух дополнительно увлажняется, что особенно актуально в зимнее время. Хотя главное назначение рекуператора – беречь тепло, летом он может также охлаждать приточный воздух: когда на улице жарко, происходит процесс, обратный зимнему. На кондиционирование воздуха расходуется энергия, и было бы слишком большим расточительством выбрасывать охлажденный воздух на улицу в большом количестве.

Различные типы рекуператоров позволяют экономить от 10 до 80% тепла, удаляемого из помещения с вытяжным воздухом. Установка рекуператоров при строительстве и реконструкции позволяет частично снизить нагрузку на систему отопления всего здания и отказаться от значительной части традиционного отопительного оборудования.

Об экономической эффективности рекуператоров можно встретить разные мнения. Например, такое, что она тем выше, чем большее количество воздуха проходит через рекуператор. Отсюда, казалось бы, следует вывод, что наиболее выгодны системы рекуперации, обслуживающие крупные промышленные объекты, целые дома или коттеджи. Тем не менее существуют рекуператоры, рассчитанные на применение в одной отдельно взятой квартире или даже в комнате.

Расчет срока окупаемости
теплового насоса по

сравнению с газовым
КОТЛОМ

Расчет стоимости установки газового котла



Котел атмосферный напольный газовый
Buderus Logano G 234 W цена: **110000 руб.**

+



Автоматика для напольных котлов Logamatic 4121/4122
с функцией погодного регулирования цена: **25000руб.**

+



еватели Logalux ST160-ST300 с расширительным
цена: **30000руб.**

Расчет стоимости установки газового котла



Циркуляционные насосы, трубопроводы, а
трубопроводная арматура цена: 50000 руб.

+



врезка в магистральный газопровод цена: 15000

ИТОГ : 360000 руб.

Расчет стоимости использованного газа

- Примерное количество потребленного газа при средней работе котла 15 часов/сут.:
 - $V = 21600 \text{ м}^3$
- Для целей горячего водоснабжения (подогрев воды при отсутствии централизованного горячего водоснабжения): $P = 3985 \text{ руб}/1000 \text{ м}^3$
- Итог: **90000 руб/год**

Расчет стоимости установки теплового насоса



Бурение скважин цена: 20000 руб.



Проводка металлопластиковых труб цена: 20000 руб.



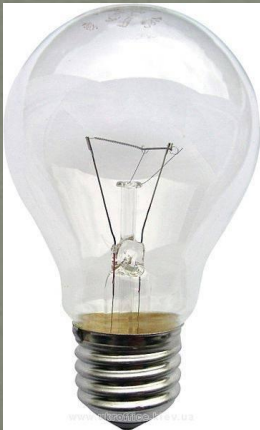
Тепловой насос Buderus Logatherm WPS цена: 70000руб.

Расчет стоимости установки теплового насоса



Циркуляционные насос, трубопроводы, а также
трубопроводная арматура цена: 50000 руб.

ИТОГ : 980000 руб.



Ежегодные затраты электроэнергии на работу насоса
цена: руб.

Расчет срока окупаемости теплового насоса по сравнению с газовым КОТЛОМ

- A (срок окупаемости) = $(980000 - 450000) / 90000 = 5$ лет
- Учитывая факт ежегодного увеличения цен на газ, установка теплового насоса является экономически целесообразной.
- Спасибо.

Другое

Также необходимо не забывать, что при строительстве энергоэффективного здания необходимо учитывать разумные планировочные решения, ориентацию на стороны света и другое

