



Расчет окупаемости утепления



Рехтер Александр Дантонович
Директор ООО «Хайтек»

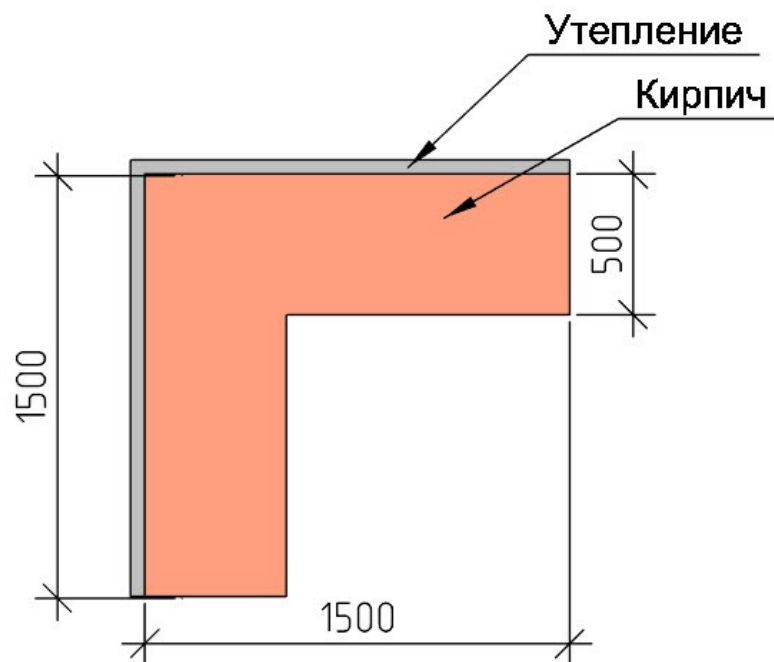


Расчет окупаемости утепления

С использованием дополнительных сервисов в программе ELCUT можно рассчитать суммарное количество тепла в Дж, которое прошло за определенное время через элемент конструкции.

Рассмотрим эту задачу на примере утепления угла здания и определим срок окупаемости работ по утеплению, зная что цена 1 Гкал (Ц1) для Подмоскovie равна 2 500 руб.

Схема конструкции



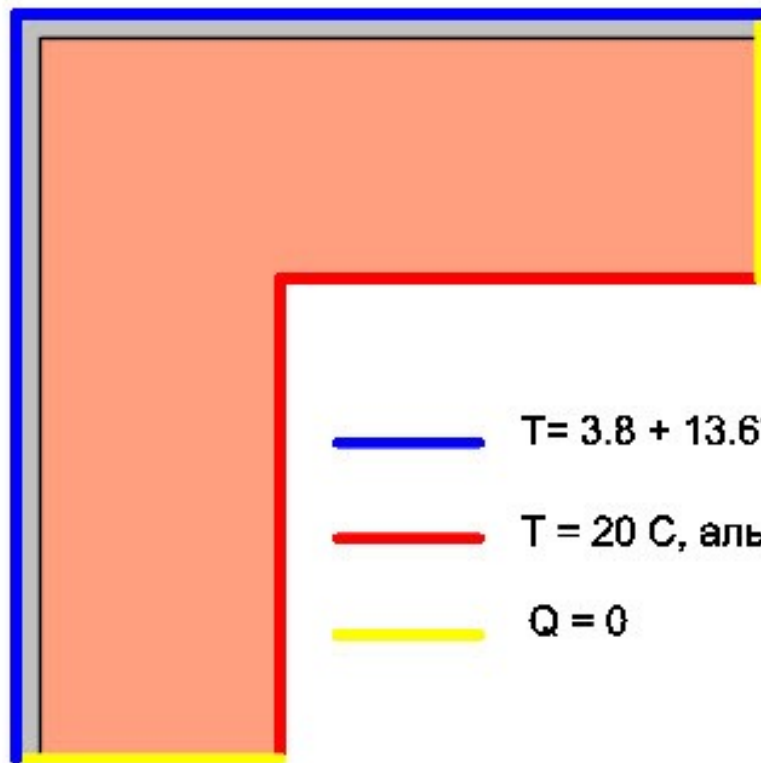
Глубина конструкции (L_z) в направлении перпендикулярном плоскости схемы равна расстоянию между этажами 3000 мм. Проверим утепление минватой Rockwool толщиной **50 мм**.



Граничные условия

Будем рассматривать процесс в квазистационарной постановке. То есть граничное условие снаружи угла зависит от времени, но теплоемкость и плотность материала не учитываются как в стационарной задаче. Температура воздуха снаружи изменяется по закону косинуса в течение годовичного цикла.

В данном случае средняя температура воздуха (3.8 °C) и амплитуда (13.6 °C) соответствуют условиям Подмосковья.



— $T = 3.8 + 13.6 \cdot \cos(0.0000114 \cdot t)$, альфа = 23 Вт/кв. м*С

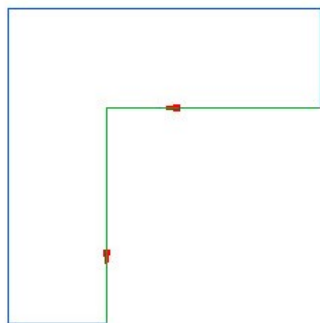
— $T = 20 \text{ C}$, альфа = 8.7 Вт/ кв. м*С

— $Q = 0$

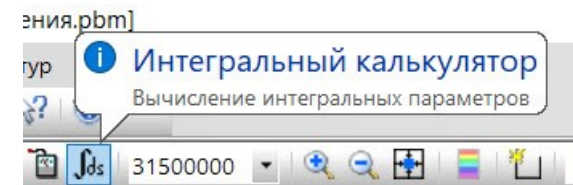


Результаты расчета

В ELCUT есть средства для расчета интегрального теплового потока в Вт по выбранному контуру. Для определения суммарного количества тепла в Дж за указанный период времени можно воспользоваться дополнительным сервисом на сайте по адресу http://elcut.ru/time_average_integral_r.htm



В качестве контура выбираем отрезки угла, соответствующие внутренней поверхности (см. рис.). Также обратите внимание, что знак интегральной величины теплового потока Φ зависит от направления контура, по часовой стрелке или против. Переходим в окно Интегрального калькулятора (см. рис.)



[Главная](#) >> [Загрузить](#) >>

Интеграл по времени

В нестационарных задачах ELCUT позволяет рисовать цветные заливки полей для каждого момента времени, линии с одинаковой температурой или потенциалом, векторные поля, строить графики вдоль произвольного контура, строить графики изменения локальных и интегральных величин от времени. Также возможно анимировать картинки и посмотреть динамически изменение во времени.

Предложенный скрипт работает с нестационарными задачами ELCUT и автоматизирует вычисления средних и среднеквадратичных значений интегралов за общее время процесса.

Для использования этого инструмента необходимо решить нестационарную задачу, открыть результаты и построить контур интегрирования. Затем запустите интегральный калькулятор и для нужного интеграла откройте **Таблицу во времени**. Скопируйте данные из таблицы сюда и нажмите кнопку "Рассчитать". Скрипт на этой странице выполняет необходимые вычисления для отображения среднего по времени и среднеквадратичного значения по времени.

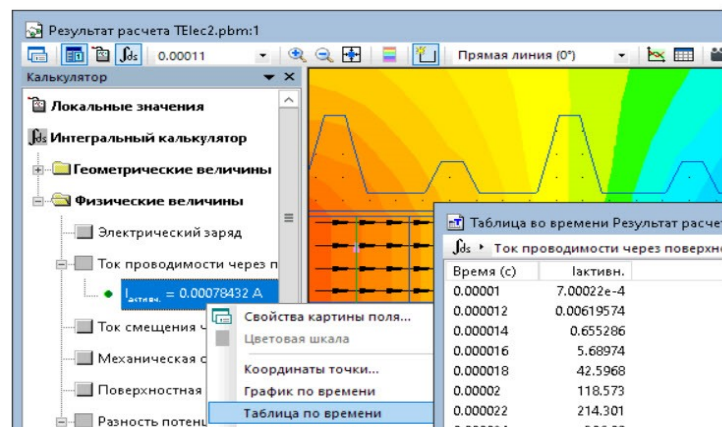
ELCUT Студенческий

Руководство пользователя

Библиотеки материалов

Видео

Бесплатные утилиты



Порядок следующих действий содержится на рис. слева. В Интегральном калькуляторе выбираем величину **Тепловой поток** Φ , из меню по щелчку правой клавишей выбираем **Таблица значений** и копируем строки, относящиеся к определенному промежутку времени.

В данном случае этим промежутком является период отопительного сезона T , 211 дней.

Строки копируем через буфер обмена и записываем в таблицу на сайте для расчета среднего значения теплового потока за отопительный сезон.



Расчет окупаемости

Среднее значение теплового потока $\Phi_{\text{ср.}}$ при наличии утепления толщиной 50 мм равно 76.8 Вт (см. рис.), при отсутствии утепления — 173 Вт



Количество тепла Q в Дж, которое прошло через поверхность угла за отопительный сезон вычисляется

$$Q = \Phi_{\text{ср.}} \cdot T$$

Без утепления $Q_1 = 173 \cdot 211 \cdot 3600 \cdot 24 = 3,15 \text{ ГДж} = 0.76 \text{ Гкал}$

С утеплением $Q_2 = 76.8 \cdot 211 \cdot 3600 \cdot 24 = 1,40 \text{ Гж} = 0.34 \text{ Гкал}$

Тепловой эффект
0.42 Гкал

В денежном выражении годовой экономический эффект

$$\mathcal{E} = (Q_1 - Q_2) \cdot \mathcal{C}_1 = 0.42 \cdot 2500 = \mathbf{1\,050 \text{ руб.}}$$

Изучение рынка показало, что стоимость утепления 1 кв. м ($\mathcal{C}_2$) составляет 1600 руб./кв. м. В нашем случае общая площадь S равна произведению Lz на внешний периметр угла P

$$S = Lz \cdot P = 3 \cdot 3 = \mathbf{9 \text{ кв. м}}$$

Стоимость работ равна C равна произведению площади S на стоимость утепления 1 кв. м $\mathcal{C}_2$

$$C = S \cdot \mathcal{C}_2 = 9 \cdot 1600 = \mathbf{14\,400 \text{ руб.}}$$

$$\text{Срок окупаемости} = C / \mathcal{E} = 14\,400 / 1\,050 = \mathbf{13.7 \text{ лет}}$$