

УДК 697.112

DOI: 10.23968/BIMAC.2021.005

Михальков Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук, доцент

(Белорусско-Российский университет)

E-mail: mikhalkovdv@yandex.by

Шкильнюк Максим Александрович, ассистент

(Белорусско-Российский университет)

E-mail: eeld9696@gmail.com

Mikhalkov Dmitry Vladimirovich, PhD of Sci. Tech., Associate Professor

(Belarusian-Russian University)

Shkilniuk Maksim Aleksandrovich, assistant

(Belarusian-Russian University)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ НАРУЖНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ В СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСАХ

CALCULATING HEAT LOSSES THROUGH EXTERIOR ENCLOSURES IN MODERN SOFTWARE COMPLEXES

Определение тепловых потерь применяется в процессе проектирования зданий и сооружений для определения соответствия ограждающих конструкций современным нормам по тепловой защите. При этом автоматизация расчетов позволяет значительно сократить время проектирования. В статье проведена оценка соответствия величины тепловых потерь при ручном расчете и в программном комплексе Autodesk Revit. Вычисления проведены на примере простейшего здания, определены величины отклонения значений. Определено, что расчетный комплекс требует точного ввода исходных данных и корректировки параметров для определения результатов в программе.

Ключевые слова: BIM, теплотехнический расчет, тепловые потери, теплопроводность, автоматизация расчетов.

Heat loss calculation is part of designing buildings and structures. It is used for determining the compliance of enclosures with modern standards for thermal performance. The automation of such calculations can significantly reduce design time. This article compares the manual heat loss calculations and the heat loss calculations made in Autodesk Revit. Based on the calculations using a simple building as an example, we have determined value deviations. Our study shows

that the computing complex requires accurate input of the initial data and proper parameter adjustment in order to obtain the correct results.

Keywords: BIM, heat engineering calculation, heat losses, thermal conductivity, calculation automation.

Проведение теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций в процессе проектирования зданий позволяют сконструировать строительную конструкцию с учетом обеспечения тепловой защиты здания. Для обеспечения требуемых параметров микроклимата необходимо подобрать достаточную толщину слоев стеновой строительной конструкции при обеспечении требуемой конструктивной прочности. При этом бездумное увеличение толщины не является положительным вследствие увеличения толщины стены и увеличения затрат на строительство. Таким образом можно говорить о том, что проведение такого расчета является важным этапом проектирования. Не менее важным является автоматизация любого этапа проектирования, что на сегодняшний день позволяют обеспечить расчетные комплексы. Следовательно, можно говорить о том, что сходимость результатов расчетов в соответствии с действующими нормативными документами является важным этапом адаптации расчетного комплекса к процессу проектирования [1, 2].

В данной работе было принято решение провести сравнение варианта ручного определения и расчета в Autodesk Revit для здания площадью 36 м². Для проведения расчетов было взято достаточно простое здание с целью исключения появления дополнительных ошибок. При этом необходимо учитывать, что требования нормативных документов разных стран могут отличаться, следовательно, необходимо вводить определенные корректирующие коэффициенты, оптимизировать и дополнять вводимые исходные данные, дополнительно настраивать программный комплекс для привязки последовательности определения к требованиям действующих нормативных документов [3–6].

При проведении ручного расчета необходимо руководствоваться требованиями действующего в Беларуси нормативного документа [3] с внесенными изменениями и дополнениями.

Характеристики конструктивных элементов приведены в таблице (табл. 1), результаты ручного расчета приведены в таблице (табл. 2).

Таблица 1

Строительные характеристики рассчитываемых конструкций

Характеристика конструкций и конструктивных элементов					Теплопотери, Вт
№	Наименование	Ориентация	Размеры, м	Площадь, м ²	
1	Наружная стена	Север	6×3	17	895,356
2	Наружная стена	Юг	6×3	15	718,2
3	Наружная стена	Восток	6×3	18	948,024
4	Наружная стена	Запад	6×3	17	854,658
5	Оконный проем	Север	1×1	1	149,226
6	Оконный проем	Запад	1×1	1	142,443
7	Дверной проем	Юг	1,5×2	3	61,56
8	Плита пола	—	32,00	32	857,28
9	Плита пола	—	4,00	4	52,44
10	Плита перекрытия	—	36,00	36	615,6

Теплопотери через все ограждающие конструкции при ручном расчете в соответствии с [1] составили 5294,787 Вт.

Таблица 2

Результаты ручного расчета

Температура внутри помещения $t_{\text{внт}}, ^\circ\text{C}$	№	Удельная теплоемкость, $\text{Дж}/(\text{г} \cdot ^\circ\text{C})$	$(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})n,$ $^\circ\text{C}$	Теплопотери $Q, \text{Вт}$	Добавочные теплопотери, Вт	Общие теплопотери, Вт	Итого, Вт
20	1	0,84	57	813,96	1,1	895,356	5294,787
	2	0,84	57	718,2	1	718,2	
	3	0,84	57	861,84	1,1	948,024	
	4	0,84	57	813,96	1,05	854,658	
	5	2,38	57	135,66	1,1	149,226	
	6	2,38	57	135,66	1,05	142,443	
	7	0,36	57	61,56	1	61,56	
	8	0,47	57	857,28	1	857,28	
	9	0,23	57	52,44	1	52,44	
	10	0,3	57	615,6	1	615,6	

При определении теплопотерь в Autodesk Revit необходимо в первую очередь задаться свойствами рассчитываемых конструкций [5]. Задается структура конструкции, материалы, толщина слоев. Физические характеристики материалов Revit выбирает из базы исходя из выбранного материала, их можно откорректировать вручную.

Для правильного расчета необходимо задать условие, при котором Revit будет автоматически рассчитывать объём помещения, также необходимо привязаться к географическому расположению здания, задать тип здания. Пример задания параметров приведен на рисунке (рис. 1).

После задания всех характеристик здания уже возможно провести вычисления и получить сокращенный или полный отчет по расчету теплопотерь здания. Пример результата приведен на рисунке (рис. 2).

Суммарные теплопотери при расчете в Revit составили 5269 Вт. Отличие от результатов ручного расчета минимальны. Это в достаточной степени обосновано, так как при расчете была принята простейшая конструкция однослойной стены и достаточно подробно заданы остальные исходные данные.

Следующим этапом проведено определение тепловых потерь для однослойной стены из легкого бетона. При ручном расчете второго варианта конструкции стены (легкий бетон) теплопотери составили 6148,84 Вт, а при расчете в Autodesk Revit для этого варианта потери составили 5760 Вт, что позволяет говорить о достаточно серьезных расхождениях в полученных результатах на небольшом простом здании.

Далее была изменена конструкция стены на многослойную, была принята легкобетонная газосиликатная стена, утепленная минеральной ватой и оштукатуренная с двух сторон. Результаты определения теплопотерь строительных конструкций составили 3179,97 Вт при ручном расчете и 2990 Вт при расчете в программном комплексе. При этом можно считать, что расхождение результатов по многослойной конструкции стены в третьем варианте весьма значительно.

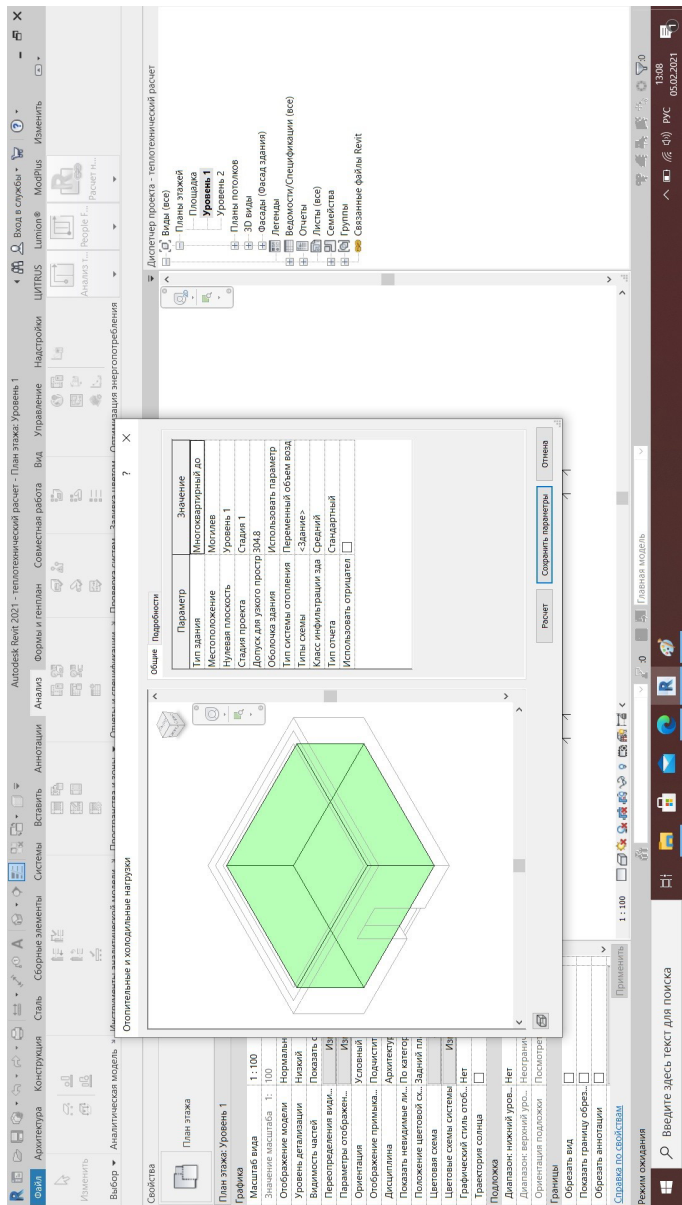


Рис. 1. Задание расчетных характеристик для здания

Компоненты	Охлаждение		Отопление	
	Нагрузки (Вт)	В процентах от полной величины	Нагрузки (Вт)	В процентах от полной величины
Стена	357	23.50%	3,582	67.99%
Окно	523	34.38%	259	4.91%
Дверь	42	2.74%	400	7.60%
Крыша	0	0.00%	0	0.00%
Световой люк	0	0.00%	0	0.00%
Перегородка	0	0.00%	0	0.00%
Инфильтрация	26	1.70%	1,028	19.50%
Освещение	212	13.92%		
Мощность	302	19.88%		
Количество человек	59	3.88%		
Службное пространство	0	0.00%		
Всего	1,521	100%	5,269	100%

Рис. 2. Результаты расчета в Revit

Невозможно отрицать, что при правильном использовании программного комплекса можно добиться значительного упрощения расчета теплопотерь для здания любой сложности и размеров.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Расчетные значения тепловых потерь при проектировании объекта строительства, полученные при определении в программных комплексах, в целом, соответствуют полученным вручную. Однако необходим точный и полный подбор и указание параметров хода определения и исходных данных для формирования точного расчета.

2. Полученные и приведенные в публикации значения теплопотерь строительных конструкций говорят об увеличении расхождения результатов, полученных вручную и в программном комплексе, в зависимости от значительного количества факторов: конструкции наружных ограждающих конструкций и их параметров, количества слоев, указанных расчетных параметров и т. д. При этом можно отметить, что программный комплекс Autodesk Revit при проведении расчетов зачастую занижает величину тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции.

3. Результаты можно использовать в качестве оценочного расчета в связи с тем, что за достаточно небольшой промежуток времени с относительно малыми трудозатратами возможно получение данных, позволяющих в целом оценить уровень тепловой защиты здания.

4. Применение при проектировании автоматизированных расчетов следует признать целесообразным при проведении дополнительного контроля правильности полученных значений тепловых потерь.

5. Изучение порядка определения тепловых потерь строительных конструкций при проведении обучения целесообразно при параллельном изучении последовательности расчета ручным способом.

Литература

1. Усенко В.В., Суханова И.И. Определение тепловых потерь через наружное ограждение в современных программных комплексах // ВМ-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всероссийск. науч.-практич. конф. СПб.: СПбГАСУ, 2018. С. 152–155.

2. Усенко В.В. Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций в программе Revit // Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы: сборник статей Междунар. науч.-практич. конф. Ч. 3. Пермь: НИЦ Аэтерна, 2018. С. 144–146.
3. ТКП 45-2.04-43-2006. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. Минск: Минстройархитектуры, 2006. 47 с.
4. СП 50-13330-2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: ФГУП ЦПП, 2012. 82 с.
5. ГОСТ Р 54851-2011. Конструкции строительные ограждающие неоднородные. М.: Стандартинформ, 2011. 22 с.
6. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. М.: ФГУП ЦПП, 2012. 105 с.

УДК 004.9+528.8+72

DOI: 10.23968/BIMAC.2021.006

Яхина Елена Петровна, канд. пед. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: eyakhina@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2809-2886

Iakhina Elena Petrovna, PhD of Sci. Ped., Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В РЕСТАВРАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В РОССИИ

REVIEW OF USING LASER SCANNING TECHNOLOGY IN THE RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF CULTURAL HERITAGE OBJECTS IN RUSSIA

В статье проанализирован большой массив проектов по лазерному сканированию объектов культурного наследия регионального и федерального значения. В числе прочих результатов определена доля проектов, завершившихся созданием трехмерной модели и комплексной информационной