

тажа электрического котла, не нужна дополнительная документация; нет необходимости установки дополнительных воздуховодов.

Недостатки водяной системы отопления с электрическим котлом: необходима бесперебойная подача электричества, высокая стоимость эксплуатации, большая инерционность.

Можем сделать экономический анализ данных систем (таблица 1).

Таблица 1 – Экономический расчет водяной и электрической систем

	Цена, руб.		
	Монтаж	Оборудование	Итог
Газовый котёл	1360	6941,8	8301,8
Электрический котёл	2290	7141,8	9431,8
Электрическое отопление	1700	2615,6	4315,6

За 6 месяцев отопительного сезона индивидуальный жилой дом расходует 8688 кВт электроэнергии при использовании электрического отопления, 1 кВт = 0,04 руб. следовательно в итоге получаем 347,52 руб. Если же установить газовый котёл, понадобится 1700 м<sup>3</sup>, 1 м<sup>3</sup> = 0,14 руб., за весь период будет 238 руб.

Принимая итоговую стоимость системы отопления с газовым котлом (8301,8 руб.) за 100 %, можем сделать вывод, что индивидуальный жилой дом с электрическими отопительными приборами (конвекторами) и электрическим тёплым полом значительно проще в монтаже и дешевле на 40,92 % чем водяное отопление с газовым котлом, но есть ряд причин, которые ограничивают их использование в жилом доме. Водяные же системы более сложны в монтаже и дороже, но их можно использовать в любых помещениях и более комфортны для человека в повседневной жизни. Отопление при помощи электрического котла на 12 % дороже, чем при помощи газового котла, но проще в монтаже и нет необходимости в разрешениях от пожарных и газовых служб.

#### Список цитированных источников

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СН 4.02.03-2019 – Минск, 2019.

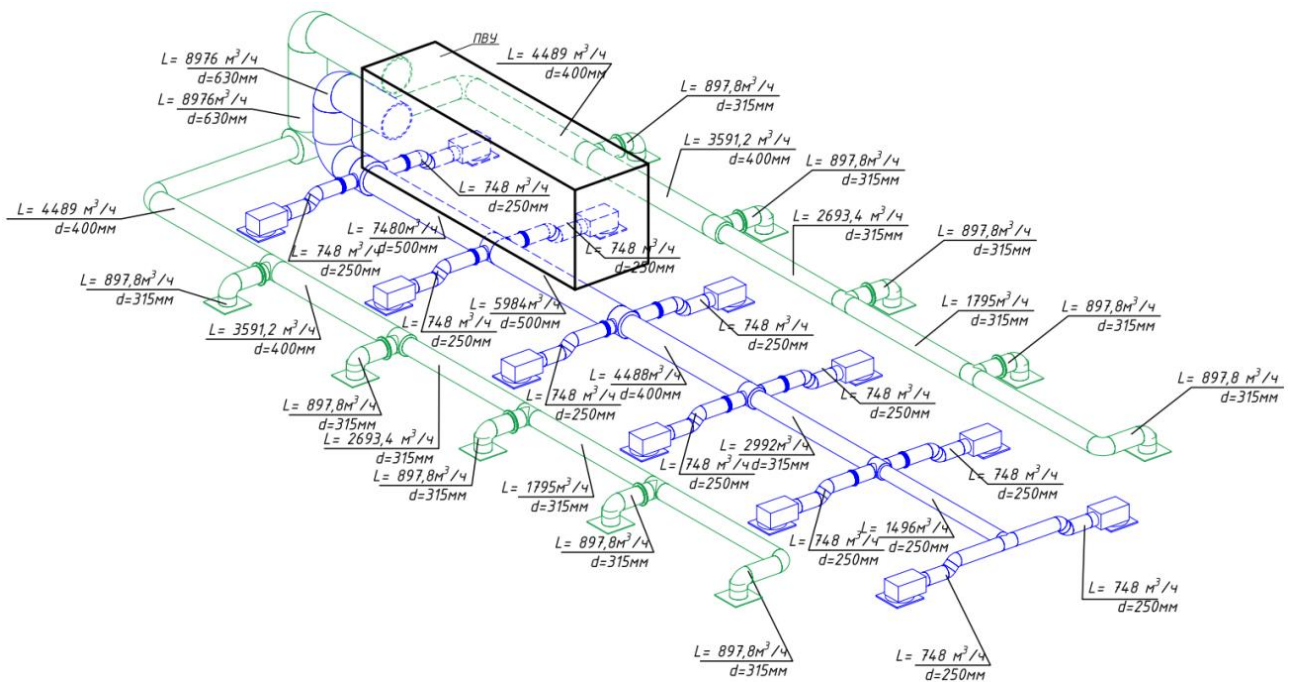
УДК 697.9

*Каперейко Ю. В., Петрукович А. С.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Ключева Е. В.*

### СРАВНЕНИЕ ЗАТРАТ НА СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЮ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, РАССЧИТАННОЙ ПО ПРОГРАММЕ MAGICADREVIТ И ПО НОМОГРАММАМ

Для сравнения двух методов расчета, автоматического и «вручную», возьмем модель здания с разветвленной приточно-вытяжной системой кондиционирования (рисунок 1). Первый расчет произведен в программе MagiCADRevit, второй – с помощью таблиц и номограмм, по рекомендуемым скоростям: 5–8 м/с в ответвлениях, 8–12 м/с в магистральных воздуховодах.



**Рисунок 1 – 3D-модель системы кондиционирования помещения, выполненная и рассчитанная в программе MagiCADRevit**

По полученным результатам можем составить предварительный расчет стоимости материалов и оборудования системы кондиционирования для двух вариантов.

При расчете с помощью номограмм потери давления по главному направлению составляют 275,77 Па при расходе воздуха 8976 м<sup>3</sup>/ч.

При автоматическом расчете в программе MagiCADRevit потери давления составляют  $\Delta P = 269,1$  Па при расходе воздуха 8976 м<sup>3</sup>/ч (на основании отчета из MagiCADRevit).

Таким образом, отклонение от автоматизированного расчета небольшое, однако, главным отличием служат подобранные диаметры воздуховодов (таблица 1).

Таблица 1 – Диаметры воздуховодов, подобранные по программе MagiCADRevit и по номограммам

№ участка	D, мм, подобранные в MagiCADRevit	D, мм, подобранные по номограммам
1	250	200
2	250	200
3	250	250
4	315	315
5	400	400
6	500	500
7	500	500
8	630	550

На данный момент в Беларуси средняя стоимость вентиляционного оборудования приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Средняя стоимость воздухопроводов и фасонных частей

Диаметр воздухопровода	Средняя стоимость прямолинейного участка, бел. руб. за 1 м. п.	Средняя стоимость фасонного изделия (отводы, тройники, крестовины, редукция), бел. руб. за 1 шт.
200	22,0	16,0
250	27,0	21,0
315	34,0	28,0
400	44,0	38,0
500	77,0	71,0
550	87,0	81,0
630	98,0	92,0

Таким образом, можем рассчитать приблизительную стоимость строительства всей системы кондиционирования на основании двух расчётов, с учетом ответвлений (таблица 3, таблица 4). Воздухораспределители в расчете учитывать не будем, так как они остаются неизменными в обоих расчётах. Стоимость монтажных работ принимаем также одинаковой для обоих случаев.

Таблица 3 – Приблизительная стоимость строительства системы вентиляции по расчетам, сделанным по номограммам и таблицам

Диаметр d, мм	Название изделия	Количество, шт. (м.п.)	Стоимость одной единицы изделия за шт. (м. п.), бел. руб.	Стоимость, бел. руб.
1	2	3	4	5
200	гофрированный воздухопровод	9,66	9,36	90,42
200	стальной навивной воздухопровод	12,00	22,00	264,00
250	стальной навивной воздухопровод	3,60	27,00	97,20
315	стальной навивной воздухопровод	3,60	34,00	122,40
400	стальной навивной воздухопровод	3,60	44,00	158,40
500	стальной навивной воздухопровод	7,20	77,00	554,40
550	стальной навивной воздухопровод	3,67	87,00	318,86
200	фасонное изделие	12	16,00	192,00
250	фасонное изделие	3	21,00	63,00
315	фасонное изделие	4	28,00	112,00
400	фасонное изделие	4	38,00	152,00
500	фасонное изделие	7	71,00	497,00
550	фасонное изделие	6	81,00	486,00
200	воздушный клапан	8	67,23	537,84
Суммарная стоимость, бел. руб.:				<b>3645,51</b>

Таблица 4 – Приблизительная стоимость строительства системы вентиляции по расчетам, сделанным в программе MagiCADRevit

Диаметр d, мм	Название изделия	Количество, шт. (м.п.)	Стоимость одной единицы изделия за шт. (м. п.), бел. руб.	Стоимость, бел. руб.
1	2	3	4	5
250	гофрированный воздуховод	9,66	13,44	129,83
250	стальной навивной воздуховод	15,60	27,00	421,20
315	стальной навивной воздуховод	3,60	34,00	122,40
400	стальной навивной воздуховод	3,60	44,00	158,40
500	стальной навивной воздуховод	7,20	77,00	554,40
630	стальной навивной воздуховод	3,67	98,00	359,17
250	фасонное изделие	1	21,00	21,00
315	фасонное изделие	4	28,00	112,00
400	фасонное изделие	4	38,00	152,00
500	фасонное изделие	7	71,00	497,00
630	фасонное изделие	6	92,00	552,00
250	воздушный клапан	10	71,43	714,30
Суммарная стоимость, бел. руб.:				<b>3793,70</b>

Небольшое различие в расчетах аэродинамики приводит к заметному различию стоимости самой системы кондиционирования, а именно на 148,2 бел. руб. или  $\delta = (3793,7 - 3645,5) / 3793,7 = 3,9\%$ . При этом несколько увеличенные диаметры воздуховодов приводят к нарушению скоростного режима в системе кондиционирования, вследствие чего не соблюдаются пределы рекомендуемых скоростей в ответвлениях (не менее 5 м/с). С учетом многолетнего опыта эксплуатации объектов с разветвленной системой кондиционирования скоростной режим должен быть согласован, иначе это может повлиять на эффективность эксплуатации системы кондиционирования.

Одним из критериев эффективной системы кондиционирования также являются затраты на ее эксплуатацию. В данном случае для обеих систем кондиционирования подходит одна и та же установка, где расход и потери давления практически одинаковы.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование программ является эффективным и удобным способом расчёта, но следует принимать во внимание некоторые особенности проектирования систем вентиляции. Для большей эффективности стоит проводить расчеты с использованием различных методов аэродинамического расчета.

#### Список цитированных источников

1. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование / Б. М. Хрусталева [и др.]; под ред. Б. М. Хрусталева. – Минск : Дизайн ПРО, 1997.