

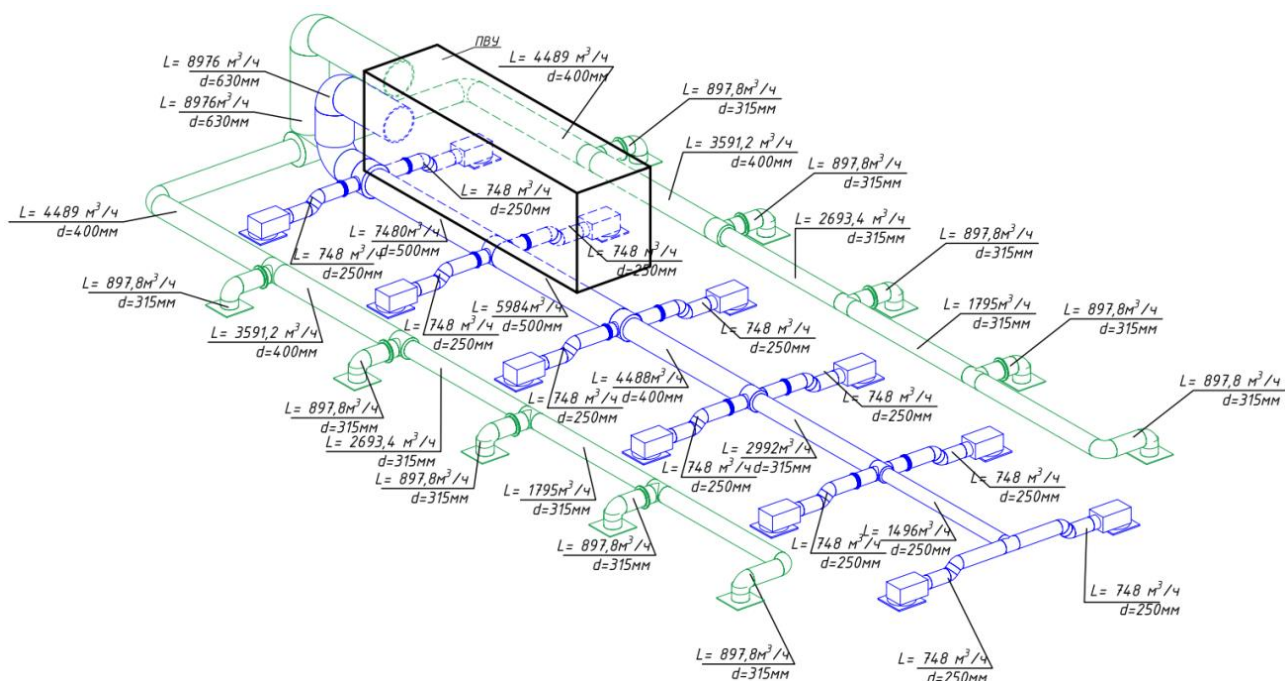
## СРАВНЕНИЕ ДВУХ МЕТОДОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

По мере развития IT-технологий появляется множество программ для автоматизированного расчета различных инженерных систем, конструкций, схем. Одной из таких программ является MagiCAD, которая позволяет производить автоматический расчет систем вентиляции и кондиционирования, балансировку системы воздуховодов. Однако насколько такой метод расчета является эффективным?

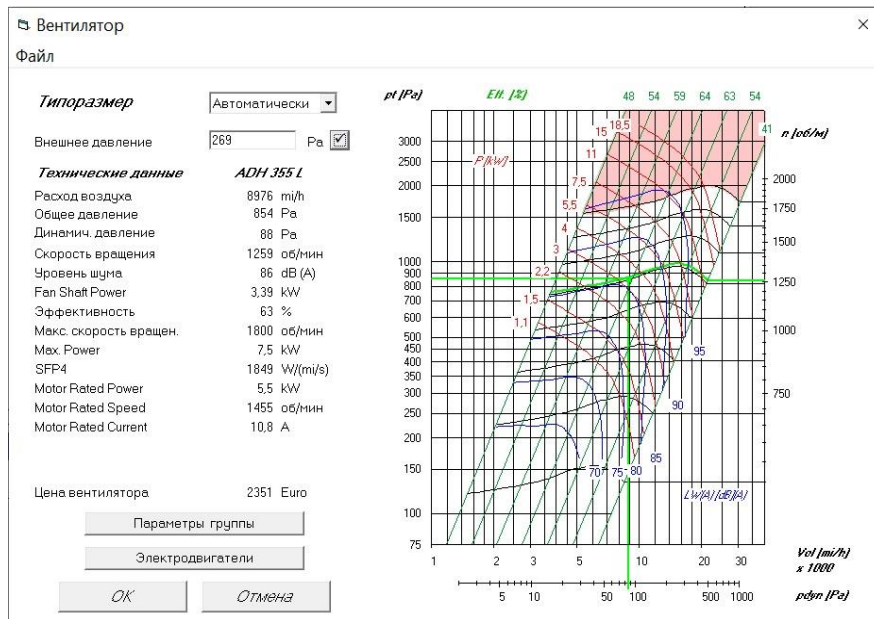
Для сравнения двух методов расчета, автоматического и «вручную», возьмем модель здания с разветвленной приточно-вытяжной системой кондиционирования (рис. 1). Первый расчет производим в программе MagiCAD Revit, второй – с помощью таблиц и номограмм, по максимально допустимым скоростям: 5-8 м/с в ответвлениях,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

По результатам проведенных расчетов получаем, что в приточной системе вентиляции:

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



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



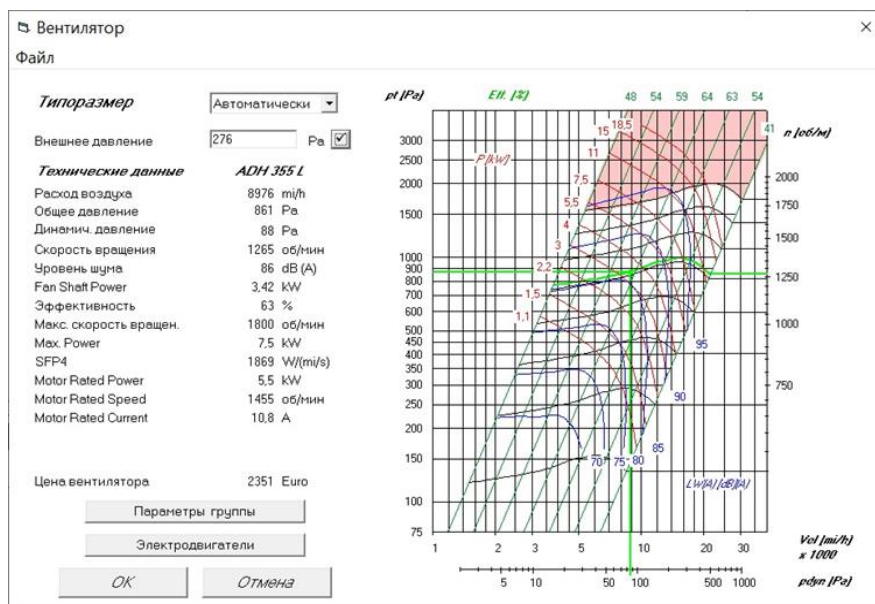
**Рисунок 2 – Технические данные вентилятора, выбранного для системы кондиционирования, рассчитанной в программе MagiCAD Revit**

При расчете с помощью номограмм потери давления по главному направлению составляют 275,77 Па при расходе воздуха 8976 м<sup>3</sup>/ч (таблица 1). Ниже приведен аэродинамический расчёт только главного направления системы кондиционирования, так как результатом такого расчета является подбор вентиляционного оборудования, которое подбирается исходя из значений максимальных потерь давления по главному направлению, т. е. в данном случае можно не рассматривать расчёт ответвлений.

**Таблица 1 – Аэродинамический расчет главного направления системы кондиционирования**

№	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	d, мм	v, м/с	R, Па	R*l, Па*м	P <sub>д</sub> , Па	Σξ	Z=P <sub>д</sub> *Σξ	χP <sub>вр</sub> , Па	R*l+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Главное направление (1–8)											
ВР			250							58	58
1 (гофр)	748	0,805	200	6,9	4,25	3,421	28,566	0,25	7,142		10,563
2	748	1	200	6,6	2,6	2,600	26,136	1,15	30,056		32,656
3	1496	3,6	250	8,3	3,1	11,160	41,334	0,35	14,467		25,627
4	2992	3,6	315	10,3	3,5	12,600	63,654	0,36	22,915		35,515
5	4488	3,6	400	9,7	2,3	8,280	56,454	0,37	20,888		29,168
6	5984	3,6	500	8,3	1,3	4,680	41,334	0,15	6,200		10,880
7	7480	3,6	500	10,2	1,9	6,840	62,424	0,33	20,600		27,440
8	8976	3,665	550	10,5	1,7	6,231	66,150	0,6	39,690		45,921
Суммарные потери давления, Па:											<b>275,770</b>

Расхождение значений потерь давления по отношению к автоматическому расчету составляет 6,67 Па или  $\delta = (275,8 - 269,1) / 269,1 = 2,5 \%$ .



**Рисунок 3 – Технические данные вентилятора, выбранного для системы кондиционирования, рассчитанной по номограммам и таблицам**

Таким образом, отклонение от автоматизированного расчета небольшое, однако главным отличием служат подобранные диаметры воздуховодов (таблица 2). Вентиляционное оборудование для обоих вариантов, как видно из рисунка 2 и 3, является одинаковым.

Таблица 2 – Диаметры воздуховодов, подобранные по программе MagiCAD Revit 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

Заметно, что диаметры на начальном и конечном участке отличаются. Из-за того, что диаметры, рассчитанные по номограммам, имеют меньший размер, это приводит к увеличению потерь давления. Рассчитаем по номограммам систему с такими же диаметрами, подобранными в программе MagiCAD Revit (т. е. изменим диаметры на участках 1, 2, 8) (таблица 3).

Таблица 3 – Аэродинамический расчет главного направления системы кондиционирования (с пересчётом участков 1, 2, 8)

№	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	d, мм	v, м/с	R, Па	R*1, Па*м	P <sub>д</sub> , Па	Σξ	Z=P <sub>д</sub> *Σξ	xP <sub>вр</sub> , Па	R*1+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Главное направление (1–8)											
ВР			250							58	58
1 (гофр)	748	0,805	250	4,3	1,36	1,095	11,094	0,25	2,774		3,868
2	748	1	250	4,25	0,95	0,950	10,838	1,15	12,463		13,413
3	1496	3,6	250	8,3	3,1	11,160	41,334	0,35	14,467		25,627
4	2992	3,6	315	10,3	3,5	12,600	63,654	0,36	22,915		35,515
5	4488	3,6	400	9,7	2,3	8,280	56,454	0,37	20,888		29,168
6	5984	3,6	500	8,3	1,3	4,680	41,334	0,15	6,200		10,880
7	7480	3,6	500	10,2	1,9	6,840	62,424	0,4	24,970		31,810
8	8976	3,665	630	7,9	0,89	3,262	37,446	0,6	22,468		25,729
Суммарные потери давления, Па:											<b>234,011</b>

В данном случае расхождение значений потерь давления по отношению к автоматическому расчету составляет 35,09 Па или  $\delta = (269,1 - 234,011) / 269,1 = 13\%$ . Вентилятор для такой системы представлен на рисунке 4.

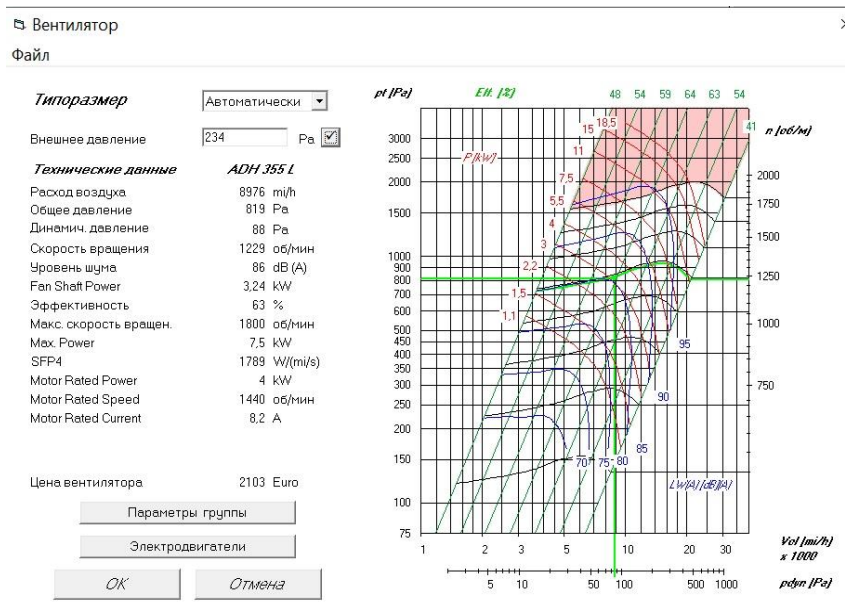


Рисунок 4 – Технические данные вентилятора, выбранного для системы кондиционирования, рассчитанной по номограммам и таблицам (с пересчётом участков 1, 2, 8)

Разница в потерях давления не является большой, однако, при применении больших по размерам воздухопроводов, появляются дополнительные затраты на материал и монтаж системы. Также при применении больших воздухопроводов 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.

Одной из важных деталей автоматизированного расчета системы кондиционирования (вентиляции) является то, что программа производит увязку ответвлений только при наличии в них регулирующей арматуры, что не всегда может быть обязательным при расчёте по номограммам и таблицам (при невязке ответвлений с главным направлением менее 10 %). Добавление запорной арматуры ведет к удорожанию системы кондиционирования.

Таким образом, различия в расчете с помощью программы и по номограммам и таблицам не существенные, но все же они имеют место быть. Расхождение значений потерь давления между автоматическим и «стандартным» составляет 2,4 %, а при пересчете на диаметры, подобранные в программе, – 13 %. Небольшая разница может привести к удорожанию системы, что является нежелательным результатом аэродинамического расчёта.

На основании вышеперечисленного можно сделать вывод, что расчёт в программах является альтернативой расчёту по номограммам и таблицам, однако стоит учитывать некоторую погрешность автоматизированных расчётов. На примере системы кондиционирования одного помещения можно сказать, что метод расчета по номограммам и таблицам является более надежным, так как все параметры воздухопроводов контролируются непосредственно человеком, а именно, такие как скорость и ее возрастание по ходу движения расчета участков воздухопроводов, потери в местных сопротивлениях, форма поперечного сечения и размер воздухопроводов.

#### **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.

УДК 697.7

*Брень В. А., Лузянин П. С.*

*Научный руководитель: ассистент Мешик К. О.*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ**

На сегодняшний момент общемировая энергетическая структура базируется на эксплуатации традиционных энергоресурсов. Условия их исчерпаемости формируют необходимость исследования возможностей применения возобновляемых энергоносителей в современных системах энергопотребления.

Возможность интенсификации процессов использования возобновляемых энергоресурсов оценивается исходя из их энергетического потенциала в рамках единого временного периода. Объемная часть энергетического потенциала в годовом периоде составляет [1]:

- 1) солнечная энергия – 2300 млрд тонн условного топлива;
- 2) энергия ветра – 26,7 млрд тонн условного топлива;
- 3) энергия биомассы – 10 млрд тонн условного топлива;