

АНАЛИЗ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПОДЗЕМНОМ ГАРАЖЕ С ПОМОЩЬЮ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ

*м.н.с. Кудрявцев А.П., к.т.н., доцент Адегов А.В.,
д.т.н., проф. Савицкий Н.В., асс. Волошко В.Н.
ГВУЗ “Приднепровская государственная академия строитель-
ства и архитектуры”, г. Днепропетровск*

Постановка проблемы.

При проектировании приточно-вытяжных систем вентиляции в подземных гаражах необходимо выполнять нормативные требования по содержанию CO, NO_x, влаги и температуры.

Согласно нормативными документам Украины была запроектирована приточно-вытяжная система вентиляции подземного гаража. При проектировании приточно-вытяжной вентиляции основным критерием проектирования является объем подаваемого и удаляемого воздуха. Расстановка приточно-вытяжных вентиляционных отверстий осуществлялось по рекомендациям нормативных документов (подача осуществляется в верхней части гаража, а вытяжка осуществляется как из нижней, так и из верхней зон гаража в равных долях). Также в гараже создаётся воздушный дисбаланс (объём удаляемого воздуха на 10% больше, чем объём подаваемого воздуха), для предотвращения попадания отработанных газов автомобилей в смежные помещения. При таком стандартном подходе проектирования мало учитывается объемно-планировочное решение внутреннего пространства гаража.

Цель исследования.

По построенной геометрической модели подземного гаража гостиницы с запроектированной приточно-вытяжной вентиляцией оценить эффективность её работы с предложенным вариантом расстановки приточно-вытяжных отверстий. При необходимости реконструировать предложить оптимальный вариант расположения приточно-вытяжных отверстий.

Моделирование осуществлялось средствами одной из программ САД/САЕ. Основу модели составляет система уравнений Навье-Стокса.

Изложение основного материала.

Для моделирования работы приточно-вытяжной системы вентиляции подземного гаража по строительным планам была построена геометрическая модель гаража с габаритными размерами 17,5x10,3x3,3(h) м. На рис. 1 показано помещение гаража с расстановкой источников загрязнения (автомобилей) и с размещением приточно-вытяжной системы вентиляции.

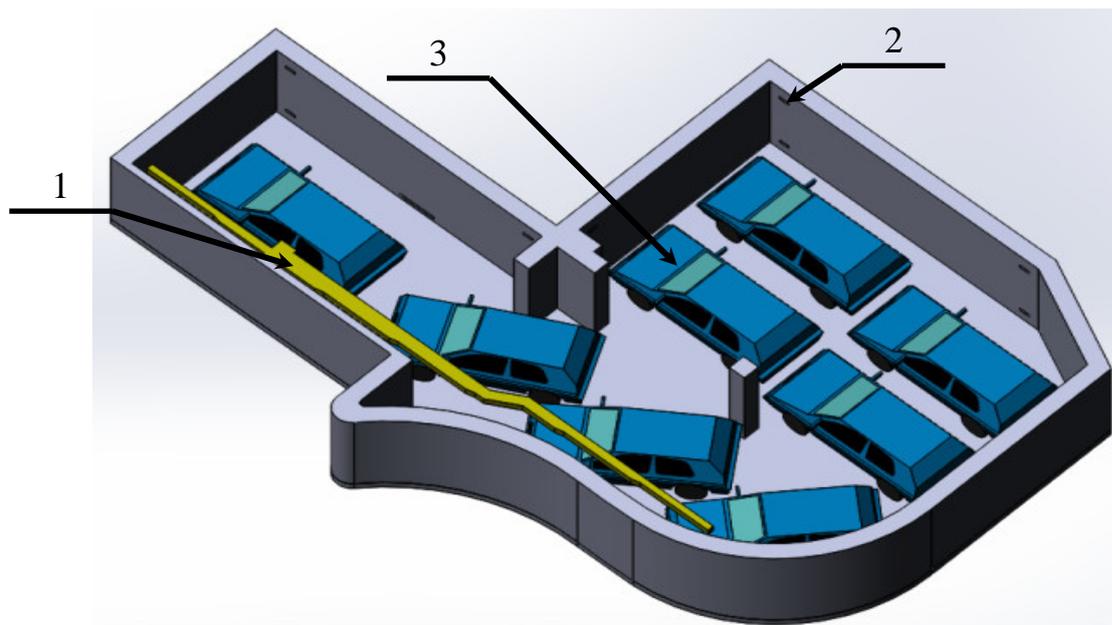


Рис. 1. Расстановка с источников загрязнения и размещение приточно-вытяжной системы вентиляции.

(1 – приточная вентиляция; 2 – вытяжная вентиляция;
3 – источники загрязнения)

Начальные условия моделирования:

1. Источники загрязнения.

- Массовый расход выхлопных газов выделяемый одним автомобилем равен $\dot{m}_{\text{вг}} = 0,135$ кг/ч, что соответствует работе автомобиля на холостом ходу, получено по формуле из нормативного документа [1]
- Процентное содержание выхлопных газов автомобиля составляет:
 - Кислород O_2 , 4,0 %
 - Азот N_2 , 75 %
 - Углекислый газ CO_2 , 15,2% (парниковый газ)
 - Угарный газ CO , 5,0% (токсичный компонент)
 - Окислы азота N_x , 0,8% (токсичный компонент)

Для расчета были выбраны основные составляющие выхлопных газов, которые существенно влияют на качество воздушной среды подземного гаража.

- Температура выхлопных газов равна $t_{вг} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$
2. Параметры приточно-вытяжной вентиляционной системы.
- Объем подаваемого воздуха
Вариант I $V_{пв} = 1200 \text{ м}^3/\text{ч}$; Вариант II $V_{пв} = 3760 \text{ м}^3/\text{ч}$
 - Температура подаваемого воздуха $t_{пв} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Влажность подаваемого воздуха $\varphi_{пв} = 60 \%$
 - Объем удаляемого воздуха
Вариант I $V_{ув} = 1500 \text{ м}^3/\text{ч}$; Вариант II $V_{ув} = 4000 \text{ м}^3/\text{ч}$
3. Параметры микроклимата в гараже.
- Температура подаваемого воздуха $t_{пв} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Влажность подаваемого воздуха $\varphi_{пв} = 60 \%$

Расчет проводился в статическом режиме до полной сходимости ключевых критериев. В качестве критериев были выбраны установившиеся массовые доли токсичных компонентов выхлопных газов.

Результаты моделирования источников загрязнения и работы приточно-вытяжной системы вентиляции представлены в виде тоновых переходов на рис. 2÷4. Сечение выполнено параллельно полу гаража на высоте 1,5м.

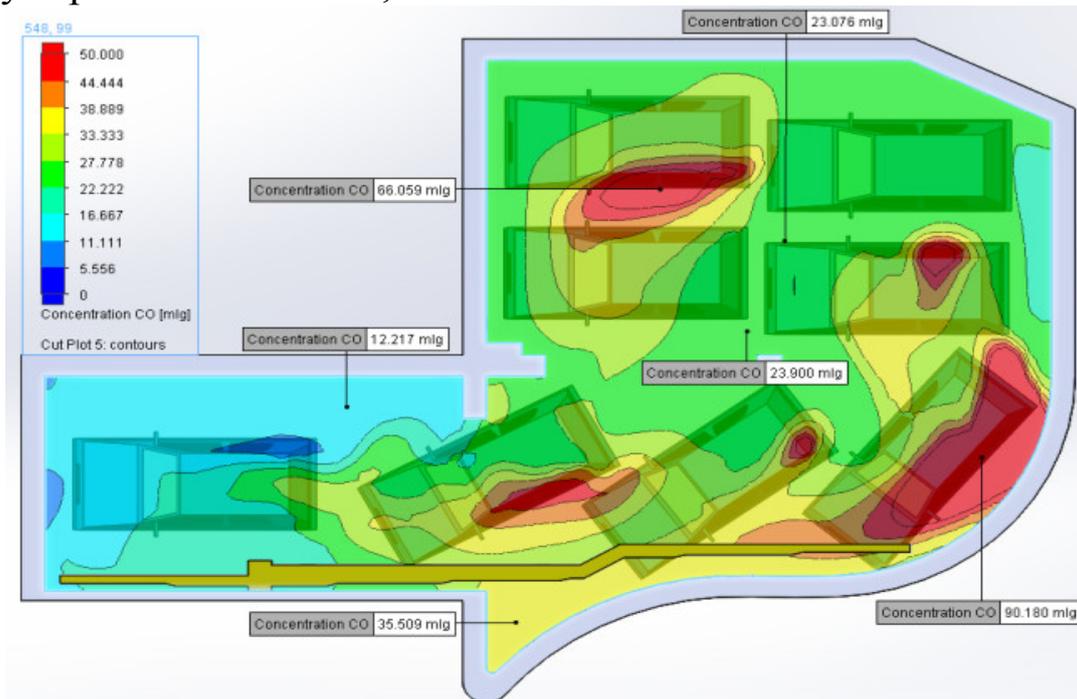


Рис. 2 Концентрация монооксида углерода (Вариант I).

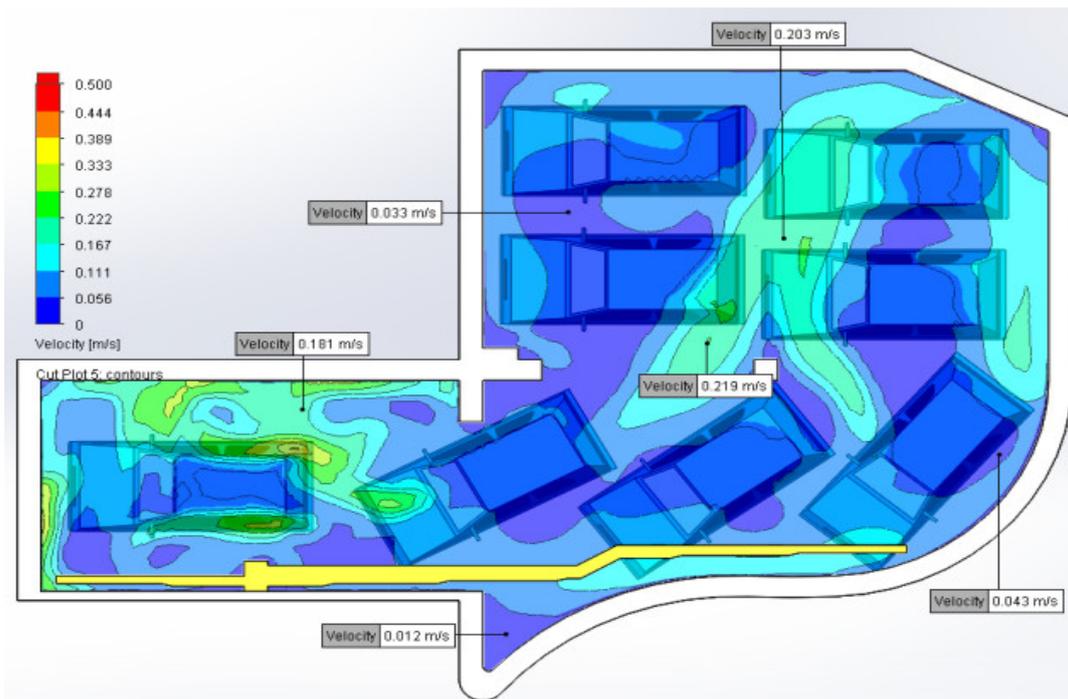


Рис. 3 Распределение скорости воздуха (Вариант I).

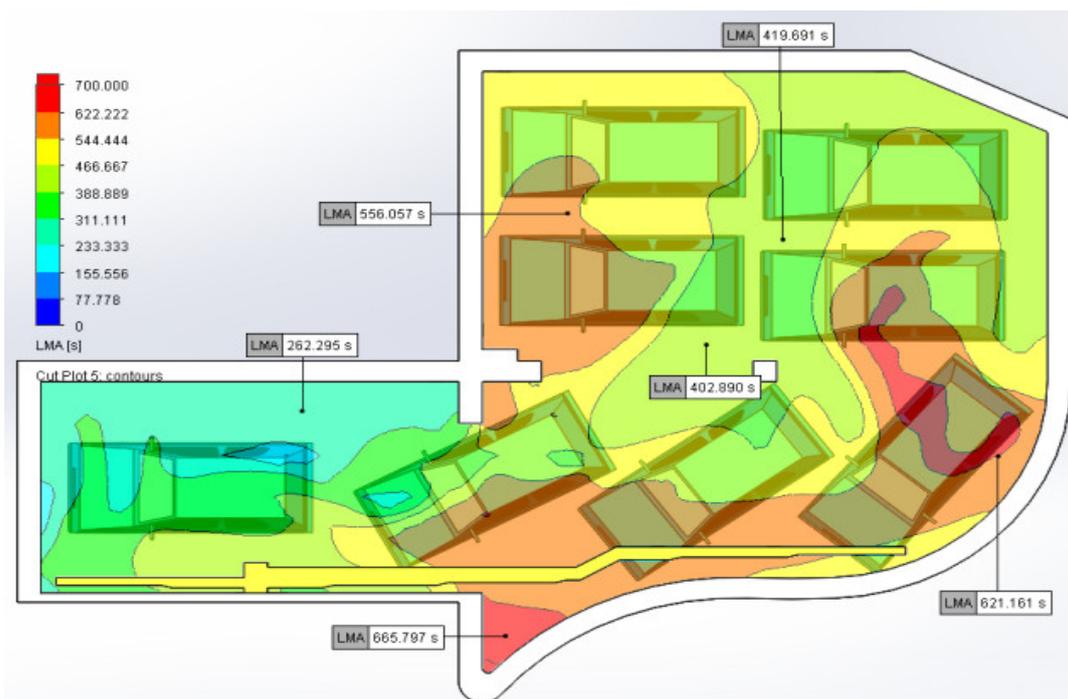


Рис. 4 Время прохождения частиц из выбранной точки в вытяжное отверстие (Вариант I).

По результатам моделирования первого варианта получены: концентрация монооксида углерода в различных частях гаража, распределение скоростей движения воздуха в гараже и время прохождения частицы из произвольно-пространственной точки гаража в вытяжное отверстие. В результате моделирования вид-

но, что в гараже присутствует предельно допустимая концентрация монооксида углерода в размере 20 мг/м^3 [3] и выше в два и более раз.

Следующий вариант эксперимента проводился по пересчитаному объему подаваемого воздуха. Объем подаваемого воздуха рассчитывался по формуле:

$$L_{CO} = \frac{m_{CO}}{q_e - q_{in}}, \quad (1)$$

где: m_{CO} – масса монооксида углерода CO, поступающего в воздух помещения, г/ч;

q_e – допустимая концентрация вредного вещества в удаляемом воздухе, согласно [3] $q_e=20 \text{ мг/м}^3$;

q_{in} – концентрация вредного вещества в наружном воздухе, принимается по данным Санэпиднадзора города, $q_{in}=5 \text{ мг/м}^3$;

$$L_{CO} = \frac{7}{20 - 5} * 1000 = 466 \approx 470, \text{ м}^3/\text{ч} \text{ (на один автомобиль)}$$

В варианте II была изменена конфигурация вращательно-вытяжной вентиляции в связи с увеличением расхода приточного воздуха. Результаты моделирования источников загрязнения и работы приточно-вытяжной системы вентиляции представлены в виде тоновых переходов на рис. 5÷7. Сечение выполнено параллельно полу гаража на высоте 1,5м.

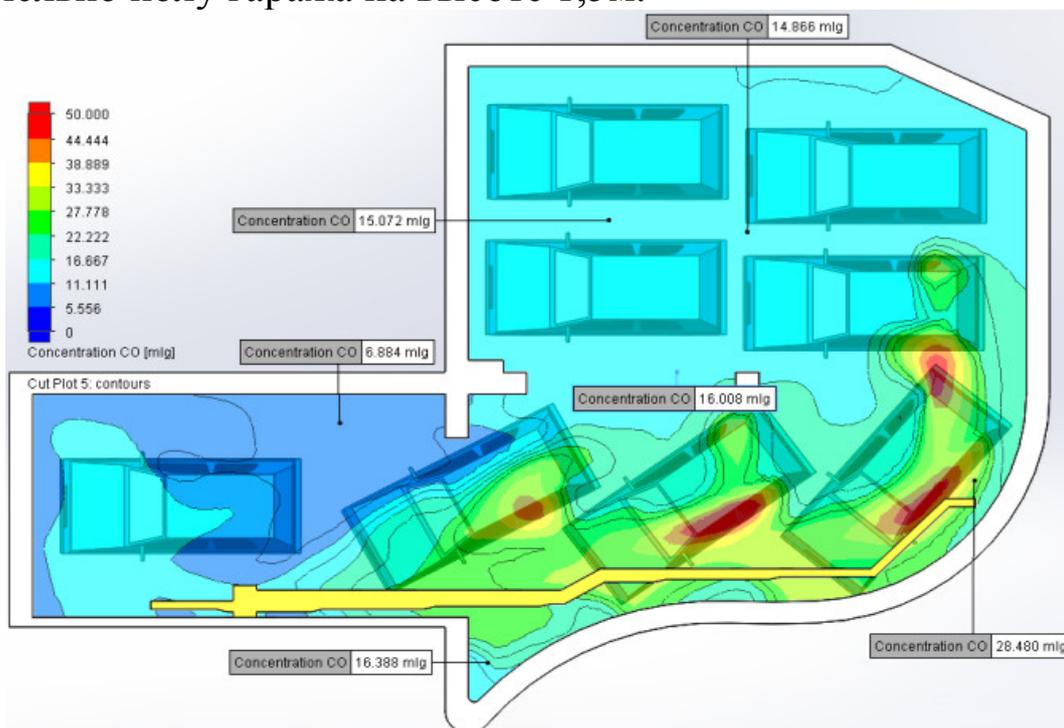


Рис. 5 Концентрация монооксида углерода (Вариант II).

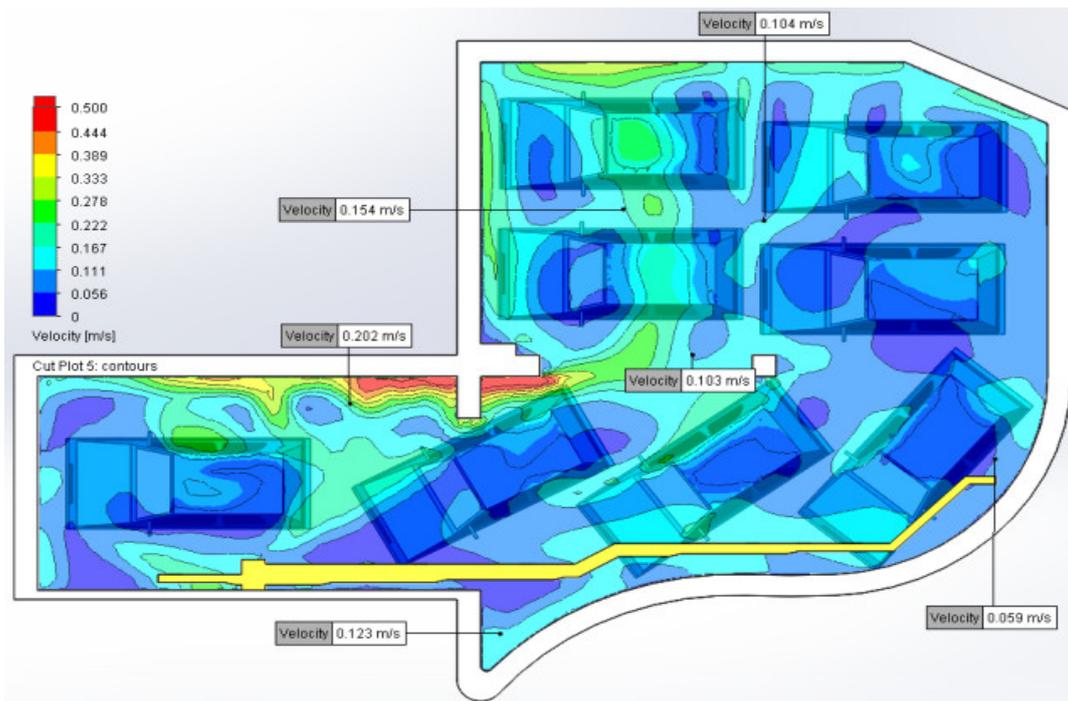


Рис. 6 Распределение скорости воздуха (Вариант II).

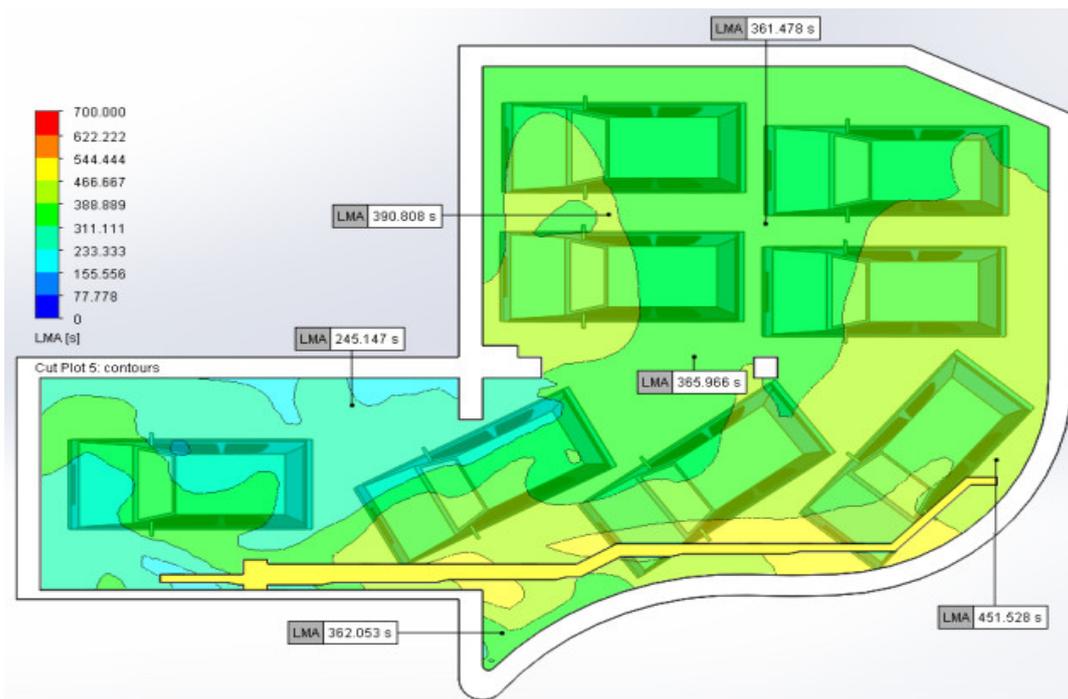


Рис. 7 Время прохождения частиц из выбранной точки в вытяжное отверстие (Вариант II).

По результатам моделирования второго варианта видно, что в большем объеме гаража концентрация монооксида углерода находится в пределах допустимой нормы. Однако в некоторых зонах гаража концентрация повышена. Это обуславливается за-

стойными зонами вследствие специфической геометрии гаража и расположения подающих отверстий. Сократилось время прохождения частицы из произвольно-пространственной точки гаража в вытяжное отверстие.

Выводы.

В результате сравнения двух вариантов приточно-вытяжной вентиляции гаража при непрерывно работающих автомобилях концентрация монооксида углерода во втором случае находится в пределах нормы. В первом варианте расчетное количество воздуха принималось из нормируемой величины, равной $150\text{ м}^3/\text{ч}$ на один автомобиль. Во втором варианте количество подаваемого воздуха рассчитывалось в зависимости от концентрации монооксида углерода в данном гараже. Полученные результаты моделирования и сравнения двух вариантов приточно-вытяжной вентиляции показывают, что более корректное применение второго варианта к нетипичным геометриям гаражей и с высокой плотностью расстановки автомобилей.

Использованная литература

1. ОНТП 01-91 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. Росавтотранс, 1991.– 74с.
2. Алямовский А. А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 448с.
3. John E. Matsson, Ph.D., John Matsson. An Introduction to SolidWorks® Flow Simulation 2012. издание SDC Publications, 2012. – 318с.