

Чиркова Е.В.,

кандидат технических наук

Тольяттинский государственный университет

Россия, г. Тольятти

Фадеева Д.А.,

студент магистратуры

2 курс, «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и

водоотведение»

Центр инженерного оборудования

Россия, г. Тольятти

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ВЕЛИЧИНЫ
ВОЗДУХООБМЕНА В КЛАССНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ**

Аннотация: В статье проводится сравнительный анализ величин воздухообмена в классных помещениях школы, рассчитанных из условия разбавления CO_2 , а также по кратности и по санитарным нормам на одного человека. Рассматривается зависимость значений воздухообмена от территориального расположения здания школы.

Ключевые слова: вентиляция, воздухообмен, качество воздуха, углекислый газ.

Annotation: The article provides a comparative analysis of air exchange in classrooms of the school, calculated from the conditions of dilution of CO_2 , as well as in multiplicity and sanitary standards per person. The dependence of air exchange values on the territorial location of the school building is considered.

Key words: ventilation, air exchange, air quality, carbon dioxide.

Дети в возрасте от 7 до 18 лет проводят большую часть своего времени в школах. Поэтому важно, чтобы в общеобразовательных учреждениях было хорошее качество воздуха в помещении.

Проведено множество экспериментов по воздействию CO_2 на работоспособность учеников. Исследования показывают, что при ПДК более $400 \text{ м}^3/\text{см}^3$ происходит снижение работоспособности школьников, появляются такие симптомы как головная боль, сонливость, вялость и тошнота. В связи с этим очень важно рассчитывать воздухообмен в помещении на разбавление CO_2 .

Для примера посчитаем количество воздуха необходимое для разбавления CO_2 в классной комнате, расположенной:

- в сельской местности – $L_{\text{CO}_2\text{с.м.}}$;
- в небольшом городе – $L_{\text{CO}_2\text{н.г.}}$;
- в центре большого города – $L_{\text{CO}_2\text{б.г.}}$.

Величина воздухообмена для разбавления CO_2 , L_{CO_2} , $\text{м}^3/\text{ч}$ определяется по формуле:

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{M_{\text{CO}_2} \cdot N}{C_{\text{п}}^{\text{CO}_2} - C_{\text{у}}^{\text{CO}_2}} \cdot \mu,$$

где,

M_{CO_2} – количество CO_2 выделяемое одним человеком, для взрослых людей занятых умственным трудом 45 г/ч , для детей занятых умственным трудом - 34 г/ч ;

N – количество человек в помещении, чел;

$C_{\text{п}}^{\text{CO}_2}$ – ПДК углекислого газа в помещении, для классных комнат с высоким качеством воздуха, согласно ГОСТ [1] равно $400 \text{ см}^3/\text{м}^3$;

$C_{\text{у}}^{\text{CO}_2}$ - концентрация углекислого газа на улице, в зависимости от расположения здания по ГОСТ [1], для сельской местности $C_{\text{CO}_2\text{с.м.}} = 350 \text{ см}^3/\text{м}^3$; небольшого города – $C_{\text{CO}_2\text{н.г.}} = 375 \text{ см}^3/\text{м}^3$; центра большого города $C_{\text{CO}_2\text{б.г.}} = 400 \text{ см}^3/\text{м}^3$;

μ - коэффициент эффективности системы воздухораспределения, для системы приточной вентиляции с подачей воздуха в обслуживаемую зону, в том числе системы вытесняющей вентиляции равен 0,6-0,8 [1].

Так же для сравнения посчитаем воздухообмен по нормируемой кратности и по санитарным нормам на одного человека.

Согласно СП [2] для учебных кабинетов кратность воздухообмена в 1 ч должна быть 2, но и не менее 20 м³/ч наружного воздуха на одно место.

Согласно СП [3], минимальная площадь учебных кабинетов на одного обучающегося при фронтальных формах занятий принимается 2,5 м². Высота помещения в классных комнатах – 3,6 м. Следовательно, на 1 человека приходится 9 м³. Определяем воздухообмен из расчета – 20 м³/ч наружного воздуха на одно место – L_{20м3/ч} и из расчета двухкратного воздухообмена – L_{кр.2}.

В связи с тем, что концентрация углекислого газа на улице в центре большого города равна предельно допустимой в помещении для проведения учебных занятий $C_{CO_2,б.з.} = C_n^{CO_2} = 400 \text{ см}^3/\text{м}^3$, необходимо устанавливать фильтры для очистки наружного воздуха.

Произведем расчет количества воздуха необходимого для разбавления CO₂ в классной комнате, с учетом того, что в приточной камере будет установлен фильтр тонкой очистки воздуха класса F7, эффективность которого составляет 80 %.

Расчеты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет воздухообменов

M _{CO2} , г/ч	N, чел	C _{CO2,с.м.} , см ³ /м ³	C _{CO2,н.г.} , см ³ /м ³	C _{CO2,б.г.} , см ³ /м ³	C _{п^{CO2}} , см ³ /м ³	L _{CO2,с.м.} , м ³ /ч	L _{CO2,н.г.} , м ³ /ч	L _{CO2,б.г.} , м ³ /ч	L _{20м3/ч} , м ³ /ч	L _{кр.2} , м ³ /ч
45	1	70	75	80	400	44.6	45.4	46	20	18
34	2	70	75	80	400	67.4	68.6	70	40	36
34	3	70	75	80	400	101.0	102.9	105	60	54
34	4	70	75	80	400	134.7	137.2	139	80	72
34	5	70	75	80	400	168.4	171.5	174	100	90
34	6	70	75	80	400	202.1	205.8	209	120	108

34	7	70	75	80	400	235.7	240.1	244	140	126
M_{CO_2} , г/ч	N, чел	$C_{CO_2c.m.}$, см ³ /м ³	$C_{CO_2н.г.}$, см ³ /м ³	$C_{CO_2б.г.}$, см ³ /м ³	$C_{п}^{CO_2}$, см ³ /м ³	$L_{CO_2c.m.}$, м ³ /ч	$L_{CO_2н.г.}$, м ³ /ч	$L_{CO_2б.г.}$, м ³ /ч	$L_{20м3/ч}$, м ³ /ч	$L_{кр2}$, м ³ /ч
34	8	70	75	80	400	269.4	274.4	279	160	144
34	9	70	75	80	400	303.1	308.7	314	180	162
34	10	70	75	80	400	336.8	343.0	348	200	180
34	11	70	75	80	400	370.5	377.3	383	220	198
34	12	70	75	80	400	404.1	411.6	418.0	240	216
34	13	70	75	80	400	437.8	445.9	452.9	260	234
34	14	70	75	80	400	471.5	480.2	487.7	280	252
34	15	70	75	80	400	505.2	514.5	522.5	300	270
34	16	70	75	80	400	538.9	548.8	557.4	320	288
34	17	70	75	80	400	572.5	583.1	592.2	340	306
34	18	70	75	80	400	606.2	617.4	627.0	360	324
34	19	70	75	80	400	639.9	651.7	661.9	380	342
34	20	70	75	80	400	673.6	686.0	696.7	400	360
34	21	70	75	80	400	707.2	720.3	731.6	420	378
34	22	70	75	80	400	740.9	754.6	766.4	440	396
34	23	70	75	80	400	774.6	788.9	801.2	460	414
34	24	70	75	80	400	808.3	823.2	836.1	480	432
34	25	70	75	80	400	842.0	857.5	870.9	500	450
34	26	70	75	80	400	875.6	891.8	905.7	520	468
34	27	70	75	80	400	909.3	926.1	940.6	540	486
34	28	70	75	80	400	943.0	960.4	975.4	560	504
34	29	70	75	80	400	976.7	994.7	1010.2	580	522
34	30	70	75	80	400	1010.4	1029.0	1045.1	600	540
34	31	70	75	80	400	1044.0	1063.3	1079.9	620	558
34	32	70	75	80	400	1077.7	1097.6	1114.8	640	576
34	33	70	75	80	400	1111.4	1131.9	1149.6	660	594
34	34	70	75	80	400	1145.1	1166.2	1184.4	680	612
34	35	70	75	80	400	1178.7	1200.5	1219.3	700	630

Для наглядности результаты расчёта представим в виде графика показанного на рисунке 1.

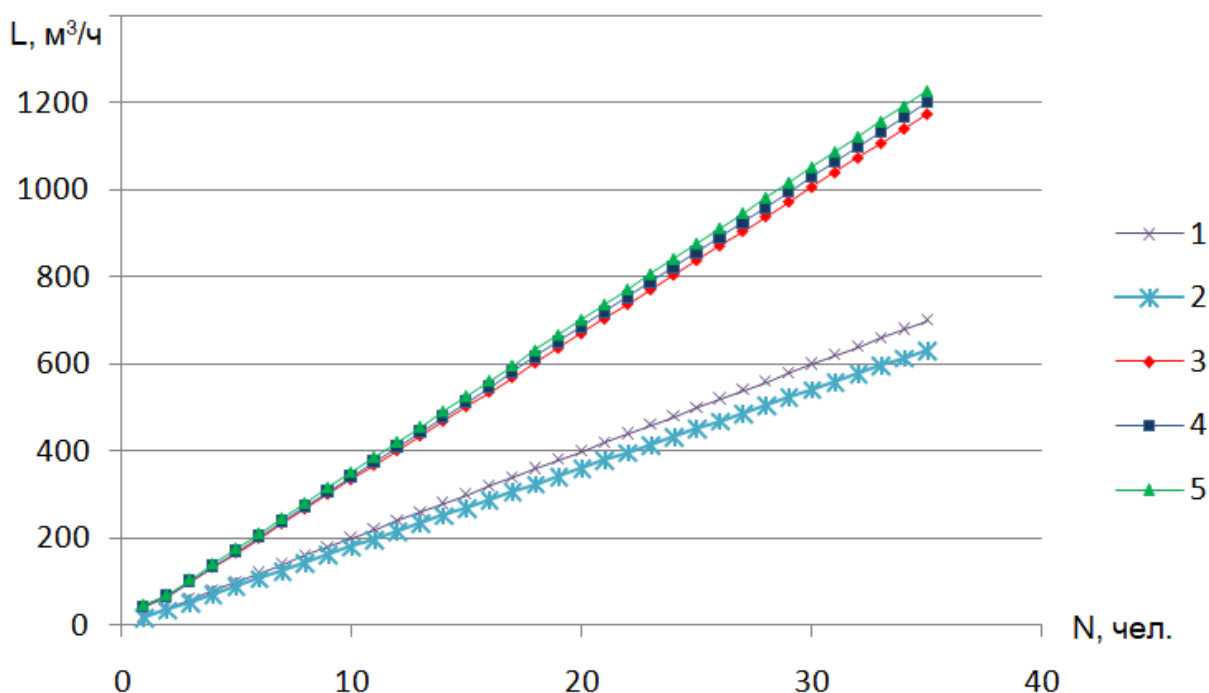


Рисунок 1 – Зависимость величины воздухообмена от количества человек в кабинете для проведения учебных занятий.

1 – из расчета $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ наружного воздуха на одно место; 2 – из расчета двукратного воздухообмена; 3 – из расчета воздухообмена для разбавления CO_2 в сельской местности; 4 – из расчета воздухообмена для разбавления CO_2 в небольшом городе; 5 – из расчета воздухообмена для разбавления CO_2 в центре большого города.

Из графика видно, что величины воздухообмена, рассчитанного по кратности и по санитарным нормам на одного человека, недостаточно для разбавления CO_2 в помещениях классных комнат. Соответственно, за расчётный необходимо принимать воздухообмен, определённый из условия ассимиляции углекислого газа.

Также прослеживается зависимость величины воздухообмена от территориального расположения школы – в сельской местности требуемое количество приточного воздуха для разбавления CO_2 заметно ниже, чем в центре

большого города. Это объясняется меньшим содержанием диоксида углерода в наружном воздухе за городом.

Вывод. Для сохранения здоровья школьников, повышения их работоспособности необходимо рассчитывать воздухообмен в помещениях классных комнат из условия разбавления CO₂. С целью уменьшения величины требуемого воздухообмена и, соответственно, повышения экономичности работы системы вентиляции, предлагается снижать концентрацию углекислого газа в приточном воздухе путём его предварительной очистки в фильтрах.

Использованные источники:

1. ГОСТ 30 494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. - Введ. 2013.- 01.- 01.- Режим доступа: <http://www.npmaap.ru/possnips/standpr/gost30494.html>
2. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения. М.: Минрегион России, 2012. 82 с.
3. СП 251.1325800.2016. Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования. М.: Минстрой России, 2015. 49 с.
4. ГОСТ Р ИСО 16000-26-2015 Воздух замкнутых помещений. М.: Стандартиформ, 2019.
5. Богословский В.Н., Новожилов В. И., Симаков Б.Д., Титов В.П. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. 2. Вентиляция. Под ред. В.Н. Богословского. М.: Стройиздат, 1976.