

Павленко Е.А., Бухмин А.А.

*Харьковская гимназия №46 им. М.В. Ломоносова, Научный парк
«СИНЭРГИЯ» Харьковского национального университета
радиоэлектроники*

КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И РОЛЬ ФИЛЬТРУЮЩИХ СИСТЕМ В ПОДДЕРЖАНИИ

ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА В АУДИТОРНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Из всех сред, с которыми взаимодействует человек в процессе жизнедеятельности, наибольшее воздействие на него оказывает воздушная среда, что неудивительно, поскольку акт дыхания является беспрерывным, и за сутки человек пропускает через себя около 12m^3 воздуха. При этом организм человека чутко реагирует на малейшие изменения в компонентном составе вдыхаемого воздуха и отвечает естественными реакциями на наличие примесей [1,2].

Пыль постоянно находится в воздухе. Её можно не видеть, но она всегда есть. Эта субстанция представляет собой взвешенные в воздухе твердые частицы размером приблизительно от долей до сотен микрон. Пыль, которую мы вдыхаем, может быть как местного происхождения, так и принесенная издалека. Например, в городской атмосфере в «нормальные периоды» пыль от местных источников составляет в среднем 70% [3].

Особую опасность для человека представляют мелкодисперсные пыли с размером частиц 0,5-10мкм, поступающие в атмосферу с вентиляционными выбросами и легко проникающие в органы дыхания [4].

Известно, что с уменьшением размера частиц увеличивается их активность и проникающая способность. Наибольшую опасность для здоровья человека представляют мелкие частицы диаметром до 2,5 мкм (по международной классификации – PM2,5 (англ. – particulate matter). Благодаря

своим физическим свойствам они проникают во внутреннюю среду организма, не задерживаясь в верхних дыхательных путях, а попадают сразу в альвеолы получая почти прямой контакт с кровью [5,6].

Качество воздуха в помещении зависит от многих факторов: в том числе от качества наружного воздуха; системы вентиляции и кондиционирования воздуха и систем очистки воздуха. В связи с этим очистка воздуха от пылевых частиц бесспорно является первоочередной задачей, причем энергетические затраты на вентиляцию и очистку воздуха должны оставаться на приемлемом уровне [2].

Вышесказанное вызывает необходимость в дополнительных технических решениях для поддержания воздуха в чистом состоянии. Перспективным направлением в этом плане является применение рециркуляционного увлажнителя очистителя воздуха.

Цель работы: повышение эффективности процесса очистки воздуха от мелкодисперсной пыли в аудиторных помещениях на основе рационального использования рециркуляционного увлажнителя очистителя воздуха.

Материалы и методы: На основании данных мониторинга уровня загрязнения атмосферного воздуха и вычисление среднеарифметического значения индекса качества атмосферного воздуха (AQI) для мелкодисперсной пыли PM_{2,5} проведена оценка качества атмосферного воздуха в г. Харьков. Показана необходимость дополнительной очистки воздуха в аудиторных помещениях с применением очистителей воздуха работающих в режиме рециркуляции.

Обсуждение полученных результатов: В городе Харькове и Харьковской области в настоящее время установлено 45 станции мониторинга состояния атмосферного воздуха [7]. Произведена оценка среднеарифметического значения индекса качества атмосферного воздуха (AQI) для мелкодисперсной пыли PM_{2,5}: в 1-й период с 20.03.20 по 19.04.20., 2-й период - с 13.12.20 по 21.01.21.

1-й период характеризовался ранним наступлением весны, которая сопровождалась тёплой, засушливой погодой. В этот период времени в Харьковской области были многочисленные пожары, связанные с выжиганием сухой травы. Кроме этого 19.04.20. над Харьковом отмечен смог, который принесло ветром с Житомирщины, где наблюдались лесные пожары [8]. Индекс качества воздуха AQI в этот период наблюдения колебался в пределах 17 до 167. Среднее значение AQI составило 78,2, что на 56,4% превышает зелёный уровень безопасности. При этом зелёный уровень безопасности был только 9 дней, жёлтый (умеренный) уровень безопасности наблюдался 12 дней, оранжевый (вредный) уровень -8 дней, а красный (опасный уровень) уровень -1 день. Таким образом, только в 9 из 30 дней качество воздуха для мелкодисперсной пыли PM2,5 было удовлетворительным, то есть загрязнение воздуха представляло собой небольшой риск или вообще отсутствовало.

При анализе дней с оранжевым уровнем опасности установлено, что в эти дни наблюдалось наибольшее количество пожаров в области, то есть пыль, была местного происхождения.

Красный уровень AQI для мелкодисперсной пыли PM2,5 (167), который в 3,3 раза превосходил безопасное значение, выявлен в день, когда над городом стоял смог, принесённый с лесных пожаров в Житомирской области более чем за 600 км от г. Харькова.

Таким образом, мы выявили, что в 1-й период с 20.03.20 по 19.04.20 в г. Харькове среднеарифметическое значения AQI для мелкодисперсной пыли PM2,5 в среднем была на желтом на умеренном или вредном уровне безопасности уровне безопасности, а 9 дней на оранжевом и красном. Население в эти дни должно было бы избегать длительного нахождения на открытом воздухе, кроме этого крайне не рекомендуется проветривание помещений в такие дни. Пылевые частички были как местного происхождения, так и принесенные из Житомирской области.

2-й период наблюдения характеризовался сначала тёплой зимой, отсутствием снежного покрова – снег выпадал, однако в ближайшее время таял. Затем на протяжении 10 суток стояла снежная морозная погода, а затем вновь резкое потепление с осадками в виде дождя. Средняя температура воздуха составляла $-3,5^{\circ}\text{C}$,

AQI для мелкодисперсной пыли PM_{2,5} в этот период наблюдения колебался в пределах 15 до 145. Среднее значение AQI составило 76,6, что на 51,2% превышает зелёный уровень безопасности. При этом зелёный уровень безопасности был только 8 дней, жёлтый - наблюдался 29 дней, оранжевый - 6 дней. Таким образом, качество воздуха в наблюдавшемся периоде находилось на умеренном или вредном уровне безопасности. В наиболее неблагоприятные дни (28.12.20 и 20-21.01.21) – уровень AQI составлял 145, что в 2,9 раза превосходило безопасное значение. Однако в доступной прессе не было обнаружено информации об источниках загрязнения воздуха, впрочем, как и в другие неблагоприятные дни в этот период наблюдения.

Среднеарифметическое значение AQI для мелкодисперсной пыли PM_{2,5} в 1-й период составил 78,2, а во 2-й период 75,6, что указывает на то, что, время года практически не оказывает влияние на количество мелкодисперсной пыли в атмосферном воздухе в городе.

Как показали наблюдения, на уровень AQI большее влияние оказывает скорость ветра, которая в дни с зелёным уровнем безопасности принимала максимальные значения 8-12 м/с. В меньшей степени на AQI влияли атмосферные осадки, при которых AQI значительно снижался, но всё же не переходил в зелёную зону.

Для очистки воздуха в аудитории применён увлажнитель очиститель воздуха AIR-O-SWISS 2055 / AIR-O-SWISS 2055 D. В каждый исследуемый период очиститель воздуха использовался при режиме проветривания помещения и в режиме полной рециркуляции воздуха в помещении. Оценивали время работы очистителя воздуха до момента загорания индикатора загрязнения, что требовало очищения контейнера для грязи.

Было отмечено, что в 1-й период (среднее значение AQI 78,2) в режиме проветривания помещения индикатор загрязнения включился в первый раз уже через 6 суток, а второй раз через 7 суток от начала работы. В режиме рециркуляции воздуха в помещении длительность работы очистителя воздуха составила соответственно 10 и 12 дней.

Во 2-ом периоде (среднее значение AQI 75,6) установлено, что в режиме проветривания помещения длительность работы очистителя составила 9 и 10 суток. В режиме рециркуляции время работы очистителя составила 12 и 14 дней.

Более длительная работа очистителя воздуха во 2-м периоде объясняется тем, что проветривание проводилось дозировано, по 3-5 минут 1-3 раза в сутки, а не практически весь день как в 1-ом периоде. Связано это тем, что в холодное время года длительное проветривание значительно выхолаживает помещение, что создаёт некомфортные условия пребывания в охлаждённой аудитории. При этом в помещение при проветривании заносилось гораздо меньше мелкодисперсных пылевых частиц.

Таким образом, значимая часть мелкодисперсной пыли поступало в помещение с улицы при проветривании помещения. Особенно это касается тех дней, когда значение AQI находится в жёлтой и особенно оранжевой и красной зоне безопасности.

При исследовании жидкости из моющего контейнера установлено, что в момент загорания «индикатора загрязнения» вода была мутная. Проведенная микроскопия выявила по размеру два вида пылинок: размерами от 1 до 3 мкм, которые при центрифугировании выпадали в осадок и более мелкие пылинки, которые оставались во взвешенном состоянии. Эти данные свидетельствуют о том, что при очистке воздуха в аудитории была уловлена мелкодисперсная и очень мелкодисперсная пыль, которая является особенно опасной для здоровья человека.

Выводы: Качество атмосферного воздуха в г. Харьков является неудовлетворительным и находится в большей части в жёлтом (умеренном) и оранжевом (вредном) уровне безопасности.

Необходимо следить за значением индекса качества атмосферного воздуха AQI для мелкодисперсной пыли PM2,5

В дни повышенного AQI возникает необходимость ограничивать время пребывание на открытом воздухе, а проветривание помещений нельзя проводить ввиду повышенного содержания мелкодисперсных частиц пыли в атмосферном воздухе.

Значимая часть мелкодисперсной пыли поступает в помещение с улицы при проветривании помещения.

Для поддержания качества воздуха в аудиторных помещениях необходимо использовать очистители воздуха, которые улавливают мелкодисперсную и очень мелкодисперсную пыль, являющейся особенно опасной для здоровья человека.

Литература:

- 1 А.С. Холодов, К.Ю. Кириченко, К.С. Задорнов, К.С. Голохваст. Влияние твердых взвешенных частиц атмосферного воздуха населенных пунктов на здоровье человека. вестник КамчатГТУ № 49, сентябрь 2019 г. С81-89
- 2.Шилькрот Е. О., Губернский Ю. Д.. Сколько воздуха нужно человеку для комфорта? "АВОК" №4 2008. – С 4-18.
3. Просвирякова И.А. Методологические подходы к гигиенической оценке содержания мелкодисперсных твердых частиц в атмосферном воздухе // Здоровье и окружающая среда: сборник научных трудов / под ред. С.И. Сычика. – Минск: РНМБ, 2015. – Т. 1, вып. 25. – С. 85–87.
4. Влияние мелкодисперсной пыли на биосферу и человека / С.З. Калаева, Я.В. Чистяков, К.М. Муратова, П.В. Чеботарев // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2016. – № 3. – С. 40–63.

5. Чомаева М.Н. Промышленная пыль как вредный производственный фактор // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2015. – № 2-1(10). – С. 119–122.
6. Просвирякова И.А., Шевчук Л.М. Гигиеническая оценка содержания твердых частиц PM10 и PM2.5 в атмосферном воздухе и риска для здоровья жителей в зоне влияния выбросов стационарных источников промышленных предприятий // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 14–22.
7. <https://www.saveecobot.com/ru/maps/kharkiv>
- 8.<https://susplne.media/27979-smog-nad-harkovom-naslidki-pozez-na-pravoberezzi/>