

УДК 101.67

М. Д. ТРАШКО, студентка института Перспективных Материалов и Технологий Национального исследовательского университета "Московский институт электронной техники" г. Москва

Научный руководитель: Е. А. ВОЛКОВА, Ассистент института кафедры Перспективных Материалов и Технологий Национального исследовательского университета "Московский институт электронной техники" г. Москва

ФОТОХИМИЧЕСКИЙ СМОГ КАК СЛЕДСТВИЕ НАЛОЖЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

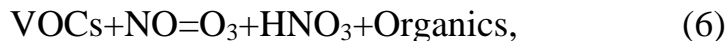
В настоящее время проблема возникновения фотохимического смога особенно актуальна. Возникновение данного явления в летнее время оказывает негативное воздействие на биосферу, техносферу и здоровье человека. По данным ВОЗ, загрязнение воздуха является одним из основных факторов риска для здоровья, связанных с окружающей средой. Так, поглощение первичных и вторичных загрязнителей смога является причиной пагубных заболеваний, включая респираторные, сердечно-сосудистые и неврологические расстройства [1].

В развивающихся странах проблема встаёт значительно более серьезно из-за неконтролируемой урбанизации наряду с развитием индустриализации. Это приводит к низкому качеству воздуха — особенно в тех странах, которые не уделяют должного внимания вопросам устойчивого развития. Использование топлива для бытовых нужд подвергает людей воздействию некачественного и загрязненного воздуха. Следует отметить, что три миллиарда человек во всем мире используют источники энергии, связанные с вышеуказанными рисками, для повседневного отопления и приготовления пищи [2].

Промышленные предприятия, ТЭЦ и автотранспортные средства являются главными причинами атмосферных загрязнений, приводящих к образованию смога. Города, не защищённые естественными ландшафтными структурами, оказываются значительно более уязвимы перед фотохимическим смогом в сравнении с поселениями, в которых наблюдается естественный перепад высот. В безветренную погоду в городе наблюдается неравномерный прогрев воздушных слоёв, что создаёт благоприятные условия для концентрации токсичных веществ в нижних слоях атмосферы [3].

Согласно определению смога Эраном Шером (в Справочнике по загрязнению воздуха двигателями внутреннего сгорания), фотохимический смог — это коричневато-серая дымка, вызванная воздействием солнечного

ультрафиолетового излучения на атмосферу, загрязненную углеводородами и оксидами азота. Он содержит антропогенные загрязнители воздуха (в основном озон, азотную кислоту и летучие органические соединения). Требуется тепло, достаточное количество солнечного света и незначительное движение воздуха, чтобы реагенты не разбавлялись в его слоях [4]. Упрощенный набор некоторых реакций, участвующих в образовании фотохимического смога, выглядит следующим образом:



Где PAN — пероксиацетилнитрат, O_3 — озон, NO_2 — диоксид азота, NO — оксид азота, VOC — летучие органические соединения.

Рассмотрим основные загрязнители, которые являются компонентами фотохимического смога:

- РМ (Твердые частицы) вызывают широкий интерес из-за малых аэродинамических размеров. Они имеют сложный и различный геохимический состав. Органические компоненты РМ в основном включают алканы, сложные эфиры, спирты, ароматические углеводороды и кетоны [5].
- ЛОС обладают индивидуальной разной способностью образовывать фотохимические окислители. Ароматические ЛОС (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы) обладают особо высоким фотохимическим потенциалом образования озона [6].
- NO_2 является предшественником фотохимического смога, обнаруживаемого в городских и промышленных регионах; в сочетании с солнечным светом и углеводородами он также приводит к генерации озона. Как и озон, NO_2 является окислителем, загрязняющим окружающую среду, несмотря на то что он менее химически активен [7].
- SO_2 , согласно лабораторным исследованиям, является основным загрязнителем и выбрасывается в атмосферу в результате процессов сжигания ископаемого топлива. Он обладает синергическим действием; его реакции на поверхности минеральной пыли способствуют сосуществованию с NO_2 [8].

- О₃ является наиболее токсичным компонентом фотохимического смога вследствие фотохимической реакции с вышеперечисленными загрязнителями воздуха. Самые высокие уровни загрязнения озоном наблюдаются в солнечную погоду. Это реактивный газ, который имеет масштабные временные колебания. Воздействие чрезмерного количества озона в воздухе создает серьезный риск для здоровья [9].

Связь геохимии и метеорологии

Климатические факторы по-разному влияют на фотохимический смог. В теплые дни при небольшом перепаде давления будет возникать погодная циркуляция; направление ветра сформируется от пригорода к центру, приподнимая теплый воздух и загрязняя поверхность города. Температура и солнечное излучение могут влиять на тип и скорость химических реакций в атмосфере. Таким образом, солнечное излучение и возникающая температура играют важную роль в образовании фотохимического смога (так, в дневное время будет уменьшаться вертикальное смещение загрязнений). Относительная влажность тоже влияет на качество воздуха: в частности, наличие высокой влажности в окружающем воздухе с химическими загрязнителями играет важную роль в формировании смога. Инверсия излучения происходит из-за охлаждения земли, а синоптическая инверсия в основном является результатом атмосферных стабильных систем, высокого давления и их расширения. Значит, в холодное время года загрязнение воздуха значительно выше, чем в другие сезоны. Если инверсия содержит высокую фотохимическую активность, ее слой обычно пропускает больше солнечных лучей, что ведёт к образованию смога [10].

Резюмируя, можно сказать, что смог — это вовсе не конкретная математическая формула. Фотохимический смог — результат наложения определённых геохимических и метеорологических факторов, которые в совокупности и являются его образующими.

Список литературы:

- [1] Javed A. et al. The Potential Impact of Smog Spell on Humans' Health Amid COVID-19 Rages //International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – Т. 18. – №. 21. – P. 11408.
- [2] Manisalidis I. et al. Environmental and health impacts of air pollution: a review //Frontiers in public health. – 2020. – Т. 8. – P. 14.
- [3] Швец О. Я. Формирование чрезвычайной ситуации в условиях стационарной работы предприятий в рамках экологического мониторинга //Современные материалы, техника и технологии. – 2016. – №. 4 (7).

- [4] Sher E. Handbook of air pollution from internal combustion engines: pollutant formation and control. – Academic Press, 1998. P. 27-41.
- [5] Zhang Z. et al. Review of hazardous materials in condensable particulate matter //Fuel Processing Technology. – 2021. – T. 220. – P. 106892
- [6] Nriagu J. O. Encyclopedia of environmental health. – Elsevier, 2019. P. 405-416.
- [7] Groisman P., Knight R., Zolina O. Reference module in earth systems and environmental sciences: Climate vulnerability. Understanding and addressing threats to essential resources. – 2013 P. 105-113.
- [8] He H. et al. Mineral dust and NO_x promote the conversion of SO₂ to sulfate in heavy pollution days //Scientific reports. – 2014. – T. 4. – №. 1. – C. 1-6.
- [9] Li L., Zhou X., Tong W. (ed.). Spatiotemporal analysis of air pollution and its application in public health. – Elsevier, 2019 P. 217-275
- [10] Mohammadi H. et al. The effects of atmospheric processes on Tehran smog forming //Iranian journal of public health. – 2012. – T. 41. – №. 5. – P. 1.