

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ ВОЗДУХА

В статье обосновывается степень опасности воздействия на человека взвешенных в воздухе частиц пыли размером менее 10 мкм. Показана слабая разработка данной проблемы в Республике Казахстан и необходимость ее изучения. При отсутствии уникальной аналитической аппаратуры представлена возможность ориентировочной оценки концентраций респираторных фракций PM_{10} и $PM_{2,5}$. Применение расчетных методов дает незначительные отклонения от инструментальных результатов

Ключевые слова: мелкодисперсная пыль, респираторные фракции пыли, фракции PM_{10} и $PM_{2,5}$, их опасность для населения, расчетные методы оценки.

В 2012 году от загрязнения воздуха во всем мире погибло 7 млн. человек, в том числе в Европейском регионе ВОЗ, куда входит и Казахстан – отмечено почти 600000 случаев смерти. Это основной вывод доклада ВОЗ, посвященного патологии, связанной с загрязнением воздуха, как атмосферного, так и внутри помещений (1). Указанные негативные последствия, в значительной мере, связаны с пылевыми взвешенными частицами воздуха диаметром менее 10 мкм (PM_{10}), вызывающими сердечнососудистые и респираторные заболевания, а также рак. Влияние PM на здоровье населения увеличивается по мере уменьшения диаметра частицы, зависит от концентрации частиц и включает:

- респираторную и сердечно-сосудистую заболеваемость и рост числа случаев госпитализации;
- смертность от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний и рака легкого;
- действие PM уменьшает ожидаемую продолжительность жизни населения;
- ежегодно происходят более 2,1 миллиона смертей из-за увеличения объема PM в воздухе;
- особо уязвимы группы людей, страдающих заболеваниями легких или сердца, а также дети и лица пожилого возраста.

Международное агентство по изучению рака (МАИР), считает загрязнение атмосферного воздуха пылевыми частицами PM существенной причиной, способствующей развитию у населения онкозаболеваний, в частности, злокачественных опухолей легких и мочевого пузыря. В настоящее время комбинация загрязнения воздуха и взвешенных частиц включена МАИР в список канцерогенных факторов (группа 1).

Приведенные данные свидетельствуют о серьезной опасности здоровью населения, которой до недавнего времени гигиенистами не уделялось должного внимания. Так, гигиенические регламенты взвешенных частиц PM в атмосфере были разработаны в Российской Федерации только в 2010 г., а в Республике Казахстан – утверждены только в 2012 году.

Пыль является наиболее распространенным неблагоприятным фактором загрязнения атмосферного воздуха. Ведущую роль в этом процессе играют искусственные источники пылевыделения в результате производственной и хозяйственной деятельности человека. Как считал ведущий отечественный гигиенист по атмосферному воздуху В. А. Рязанов, большое значение имеет дисперсность пыли, от которой зависит длительность ее пребывания в воздухе, глубиной проникновения в дыхательные пути и задержкой в различных отделах дыхательного тракта. По его наблюдениям, крупные частицы пыли, размером 10-100 мкм задерживаются в верхних дыхательных путях, тогда как мелкие (менее 5 мкм) могут глубоко проникать в дыхательный тракт, оказывая вредное действие на легочную паренхиму (2). При учете последних научных наблюдений можно представить следующую классификацию пыли:

1. Общая пыль (TSP) - сумма взвешенных веществ: включает все находящиеся в воздухе частицы.
2. PM_{10} : используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм.
3. $PM_{2,5}$: используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 2,5 мкм.
4. PM_{1} : используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 1,0 мкм.
5. Грубая фракция (между 2,5 и 10 мкм).
6. Ультрамелкие частицы (наночастицы): используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 0,1 мкм. К ним относится и чёрный углерод – углеродсодержащие твёрдые частицы, поглощающие свет.

Пыль относится к 3-му классу опасности, однако в составе обычной городской пыли могут находиться токсичные химические элементы, что, к сожалению, редко учитывается гигиенистами. В прежние годы о токсичности пыли судили лишь по присутствию в ней двуокиси кремния, что имело значение лишь в производственных условиях. В свете современных исследований для оценки опасности загрязнения воздуха пылью необходимо выяснить ее дисперсный состав. Однако в материалах «Казгидромета», имеется информация о суммарной концентрации пыли в атмосферном воздухе, тогда как определение ее фракционного состава не проводится.

В Казахстане мониторинг за загрязнением воздушного бассейна ведется Казгидрометом в 20 городах: Актау, Актобе, Алматы, Астана, Атырау, Балхаш, Жезказган, Караганда, Костанай, Кызылорда, Риддер, Павлодар, Петропавловск, Семей, Тараз, Темиртау, Уральск, Усть-Каменогорск, Шымкент, Екибастуз и поселок Глубокое. Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха ведутся на 51 стационарном пункте, но планируется установить еще 14 пунктов наблюдения. Программа, в основном, включает четыре загрязнителя: суммарное содержание взвешенных частиц (ССВЧ), диоксид азота, диоксид серы и оксид углерода. В ряде случаев, в зависимости от особенностей выбросов, на некоторых станциях ведутся дополнительные исследования (в Усть-Каменогорске, например, определяется 16 загрязняющих веществ). Однако, на указанных постах не ведутся замеры приземного озона (O_3), пылевых частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$, в большинстве случаев – тяжелых металлов и СОЗ (стойких органических загрязнителей).

По сведениям генерального директора Казахского НИИ экологии и климата (РГП «КазНИИЭК»), единственная в республике (3) станция Боровое проводит замеры PM_{10} и приземного озона. Этого удалось достичь при поддержке норвежского института NILU и станция была оснащена необходимым оборудованием для проведения измерений по программе ЕМЕП (программа мониторинга и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе). Загрязнение

атмосфера является проблемой любого государства, без исключения, так как речь идет о глобальном загрязнении воздушного бассейна нашей планеты. Поэтому приведенный выше доклад ВОЗ (1) призывает руководства стран ЕРБ реализовывать Конвенцию Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН) о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (4). В Казахстане в этом отношении ведется определенная работа (3). Приняты поправки к Готенбургскому Протоколу 1999 г., утвержден пересмотренный текст Протокола, в котором впервые содержатся обязательства уменьшить выбросы мелкодисперсных взвешенных частиц (PM_{2,5}). В новой редакции фигурирует также черный углерод, который помимо негативного воздействия на здоровье населения, оказывает влияние на изменение климата (5).

Европейский регион ВОЗ включает 53 страны, с населением почти 900 млн. человек, однако в странах Восточной Европы и Центральной Азии мониторинг PM₁₀ и PM_{2,5} очень ограничен: имеется лишь малое число станций мониторинга в Беларуси, Российской Федерации, Узбекистане (в Ташкенте и Нукусе), а также в Казахстане (Боровое). Это обстоятельство вызывает тревогу, ввиду обилия публикаций о растущей смертности населения из-за увеличения объема PM в воздухе (6, 7). Единственная станция в Боровом явно недостаточна для громадной территории Казахстана, ввиду чего необходимо широкое внедрение в республике хотя бы расчетных методов определения респираторных частиц в атмосферном воздухе наших городов. В Российской Федерации эти методы широко применяются уже не один год.

Нам доступна информация лишь о суммарной концентрации пыли в воздухе, можно ее пересчитать в концентрации PM₁₀ и PM_{2,5} на основании соотношений между фракциями и суммой всех взвешенных веществ (TSP). При неизвестном фракционном составе пыли допускают, что доля частиц PM_{2,5} составляет 26% от суммы общей пыли TSP, а доля частиц PM₁₀ 55%. Эта закономерность приводилась в работах Ревича Б.А. (8) и использовалась многими авторами в инструментальных и сравнительных расчетных исследованиях (9, 10, 11). Расчетные формулы выглядят следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{Концентрация (мг/м}^3\text{) фракции PM}_{2,5} &= 0,26 \times \text{сумма общей пыли (TSP, мг/м}^3\text{);} \\ \text{Концентрация (мг/м}^3\text{) фракции PM}_{10} &= 0,55 \times \text{сумма общей пыли (TSP, мг/м}^3\text{).} \end{aligned}$$

Особую тревогу вызывают факты дополнительной смертности населения при вдыхании респираторных фракций мелкодисперсной пыли. При этом следует отметить еще одну закономерность – чем меньше размеры пылевых частиц самой фракции, тем большую биологическую активность они проявляют. Следовательно, фракция PM_{2,5} более опасна для здоровья населения, чем фракция PM₁₀. В странах Европейского региона ВОЗ за счет влияния PM относят 3% смертности от сердечно-сосудистой патологии и 5% смертей от рака легкого (12). В разных странах региона эти показатели незначительно колеблются, но в целом на долю загрязнения атмосферы фракцией PM_{2,5} в год приходится 3,1 млн. случаев смертей. В среднем, воздействие PM_{2,5} уменьшает ожидаемую продолжительность жизни населения Европейского Региона, в среднем, на 8,6 мес., но если снизить концентрацию фракции до величин, рекомендуемых ВОЗ, она может быть увеличена на 20 мес. (13).

ВОЗ провела последний пересмотр рекомендаций по качеству атмосферы в 2005 г. и он включает следующие условные нормативы:

- для PM_{2,5}: среднегодовая концентрация равна 10 мкг/м³, среднесуточная – 25 мкг/м³;
- для PM₁₀: среднегодовая концентрация равна 20 мкг/м³, среднесуточная – 50 мкг/м³.

Некоторые авторы считают, что мониторинг PM следует вести 365 дней в году и при невозможности таких наблюдений используют дистанционное зондирование (спутника), сочетая его с моделированием инструментальных замеров в приземном слое атмосферы.

При помощи этой методики они получили обширную по территории информацию о загрязнении воздуха фракцией PM_{2,5}, однако более объективными являются инструментальные замеры на поверхности земли во всех регионах (14).

Однако, учитывая реальную ситуацию, совместно с инструментальными исследованиями, необходимо проводить повсеместные разработки оценки качества воздуха расчетными методами. Они не требуют особой квалификации, но позволяют судить, хотя бы ориентировочно, о степени опасности воздействия частиц PM и возможных мерах защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Новый глобальный доклад ВОЗ: в Европе вследствие загрязнения воздуха каждый год умирают почти 600 000 человек (02/04/2014).
- 2 Руководство по коммунальной гигиене. - М.: 1963. - Т. I. - С. 137-465.
- 3 Доклад республики Казахстан по выполнению конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. – Алматы: 2009. - 26 с.
- 4 Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния [веб-сайт]. Женева, Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций, 2012 г. (<http://www.unece.org/ru/ru/env/lrtap.html>, по состоянию на 5 февраля 2013 г.).
- 5 Janssen NAH et al. *Health effects of black carbon*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2012 (<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2012/health-effects-of-black-carbon>, accessed 28 October 2012).
- 6 Samoli E et al. Acute effects of ambient particulate matter on mortality in Europe and North America: results from the APHENA Study. *Environmental Health Perspectives*, 2008, 116(11):1480–1486.
- 7 Air quality guidelines: global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2006 (<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/pre2009/air-quality-guidelines.-global-update-2005.-particulate-matter,-ozone,-nitrogen-dioxide-and-sulfur-dioxide>, accessed 28 October 2012).
- 8 Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Экологическая эпидемиология. – М.: 2004. – 384 с.

- 9 Рапопорт О.А., Копылов И.Д., Рудой Г.Н.. К вопросу о нормировании выбросов мелкодисперсных частиц. // Экологический вестник России. - № 4. – 2012. - С. 56-61.
- 10 Рапопорт О.А., Копылов И.Д., Рудой Г.Н., О нормировании выбросов мелкодисперсных частиц. // Экология производства, 2012. - № 8. - С. 38-43.
- 11 Орлов Р.В., Стреляева А.Б., Барикаева Н.С. Оценка взвешенных частиц PM10 И PM2.5 в атмосферном воздухе жилых зон //Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» № 12 (134) 2013. - С. 39-41.
- 12 Cohen AJ et al. Urban air pollution. In: Ezzati M et al., eds. Comparative quantification of health risks. Global and regional burden of disease attributable to selected major factors. Geneva, World Health Organization, 2004, 2(17):1354–1433 (http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/cra/en/index.html, accessed 28 October 2012).
- 13 Lim SS et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, 2012, 380: 2224–2260.
- 14 Brauer M et al. Exposure assessment for estimation of the global burden of disease attributable to outdoor air pollution. *Environmental Science and Technology*, 2012, 46:652–660.

Б.А. НЕМЕНКО, А.Д. ИЛИЯСОВА, Г.А. АРЫНОВА
АУАДАҒЫ ҰСАҚ ДИСПЕРСТІ ШАҢ БӨЛШЕКТЕРІНІҢ ҚАУІПТІЛІК ДЕҢГЕЙІН БАҒАЛАУ

Түйін: Мақалада ауадағы өлшенді шаң бөлшектерінің адам организміне әсерінің қауіптілік деңгейі туралы жазылған. Қазақстан Республикасында бұл мәселе аз зерттелген және терең зерттеуді қажет етеді. Аналитикалық аспаптың жоқтығынан PM₁₀ және PM_{2.5} мөлшердегі шаң бөлшектерінің концентрациясын болжамды жолмен ғана анықтауға мүмкіндік тууда. Есептеу әдісімен анықтаудың аспаптық әдіспен анықтау нәтижесінен аздаған айырмашылығы бар.

Түйінді сөздер: ұсақ дисперсті шаңдар, шаңның респирабельді бөлшектері, PM₁₀ и PM_{2.5} бөлшекті шаңдар, тұрғындарға қауіптілігі, бағалаудың есептеу әдісі.

B.A. NEMENKO, G.A. ARYNOVA, A.D. ILIYASOVA
ESTIMATION OF THE DANGER DEGREE OF THE Fine disperse DUST PARTICLES IN THE AIR

Resume: In the article the dangerous influence of the dust particles with size less than 10 microns weighed in the air on the person is proved. Insufficient development of the problem in Republic of Kazakhstan and necessity of its studying is shown. In case of absence of the unique analytical equipment the opportunity of the rough estimation of respiratory fractions RM10 and PM2.5 concentrations is presented. Application of settlement methods gives insignificant deviations from tool results.

Keywords: Fine disperse dust, respiratory fractions of dust, fraction RM10 and PM2.5, their danger to the population, settlement methods of the estimation.

РЕГИСТРАЦИОННАЯ ФОРМА

ФИО (полностью) Неменко Б.А, Арынова Г.А., Илиясова А.Д

Организация, должность_ КазНМУ им С.Д. Асфендиярова кафедра Коммунальная гигиена и ГДиП

Телефон 338 80 22 р.т. дом 2527632

e-mail kkaznmu@mail.ru

почтовый адрес г. Алматы Утепова 19 А

Устное сообщение, стендовый доклад, публикация материалов, участие без публикации и доклада

Участие + публикация материала + доклад

«_30_» ____06____2014г