UDC: 628.511.1:612.003

TOSHKENT SHAHRI MUHITIDAGI CHANGNING DISPERS TARKIBINI TAHLIL QILISH

Toshmatova Guzal Adilkhodjayevna - katta o'qituvchi
Toshkent tibbiyot akademiyasi (Toshkent, O'zbekiston)

Annotatsiya. *Tadqiqotda shahar muhitidagi chang zarrachalarining dispers tarkibini tahlil qilish uchun "kesish" usulidan foydalanish masalasi ko'rib chiqilgan. PM10, PM2.5 va yirik fraksiyalar uchun massa taqsimotining integral funksiyalari aniqlanib, ularning taqsimoti turli usullar bilan baholandi. Tadqiqot Toshkent shahridagi savdo markazi ichida va uning atrofida amalga oshirildi, bunda 10 mkm va 20 mkm kesish diametrlari asosida chang zarrachalari tasniflandi. Optik mikroskopiya va lazerli hisoblagichlar yordamida olingan ma'lumotlar asosida mayda va yirik fraksiyalar alohida tahlil qilindi. Olingan natijalar shahar ekologik xavfsizligini ta'minlash, havo ifloslanishi darajasini baholash va inson salomatligini muhofaza qilish choralarini ishlab chiqishda foydalanish mumkin. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, "kesish" usuli shahar hududlarida havodagi chang tarkibini aniq aniqlash va uni boshqarish uchun samarali usullardan biri hisoblanadi.*

Kalit so'zlar. *Havo ifloslanishi, PM10, PM2.5, yirik fraksiyalar, chang zarrachalari, dispers tahlil, kesish usuli, ekologik xavfsizlik, atmosfera monitoringi, mikroskopik tahlil, shahar muhiti.*

АНАЛИЗ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ПЫЛИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ ГОРОДА ТАШКЕНТА

Тошматова Гузал Адильходжаевна – старший преподаватель
Ташкентская медицинская академия (Ташкент, Узбекистан)

Аннотация. *В исследовании рассматривается вопрос применения метода «среза» для анализа дисперсного состава частиц пыли в городской среде. Были определены интегральные функции распределения массы для фракций PM10, PM2.5 и крупных частиц, а их распределение оценивалось различными методами. Исследование проводилось внутри и вокруг торгового центра в городе Ташкент, где частицы пыли классифицировались на основе диаметра отсечения 10 мкм и 20 мкм. Мелкие и крупные фракции были проанализированы отдельно на основе данных, полученных с помощью оптической микроскопии и лазерных счётчиков. Полученные результаты могут быть использованы для обеспечения экологической безопасности города, оценки степени загрязнения воздуха и разработки мер по охране здоровья населения. Результаты исследования показали, что метод «среза» является одним из эффективных способов точного определения состава пыли в городской атмосфере и управления им.*

Ключевые слова: *загрязнение воздуха, PM10, PM2.5, крупные фракции, частицы пыли, дисперсный анализ, метод среза, экологическая безопасность, мониторинг атмосферы, микроскопический анализ, городская среда.*

ANALYSIS OF THE DISPERSIVE COMPOSITION OF DUST IN THE URBAN ENVIRONMENT OF TASHKENT CITY

Toshmatova Guzal Adilkhodjayevna – senior lecturer
Tashkent Medical Academy (Tashkent, Uzbekistan)

Abstract. *This study addresses the application of the "cut-off" method for analyzing the dispersive composition of dust particles in the urban environment. Integral mass distribution functions were determined for PM10, PM2.5, and coarse fractions, and their distribution was assessed using various techniques. The research was conducted inside and around a shopping center in Tashkent, where dust particles were classified based on 10 μm and 20 μm cut-off diameters. Fine and coarse fractions were analyzed separately using data obtained from optical microscopy and laser particle counters. The results can be used to ensure urban ecological safety, assess air pollution levels, and develop measures to protect public health. The findings demonstrated that the "cut-off" method is one of the effective approaches for accurately identifying and managing airborne dust composition in urban areas.*

Key words: *air pollution, PM10, PM2.5, coarse fractions, dust particles, dispersive analysis, cut-off method, ecological safety, atmospheric monitoring, microscopic analysis, urban environment.*

Havo ifloslanishi ko‘plab shaharlarda jiddiy muammo bo‘lib qolmoqda. Uning asosiy sababchilari sanoat, transport harakati, tabiiy chang va dengiz tuzi hamda organik manbalardan kelib chiqadigan ifloslantiruvchi moddalardir.[1]

Ko‘pgina yirik shaharlarda, ayniqsa, zich shaharlashgan hududlarda bo‘lgani kabi, Toshkent shahrida ham havo ifloslanishi bilan bog‘liq muammolar mavjud.[2] Shaharning havosiga sanoat jarayonlari, elektr stansiyalar, transport vositalarining chiqindilari va shamol orqali ko‘chib yuradigan tabiiy chang ta’sir ko‘rsatadi. Shaharda, ayniqsa yoz oylarida, barqaror tuman qatlamining shakllanishi kuzatiladi, bu esa mahalliy aholi va tashrif buyuruvchilarning sog‘lig‘iga havodagi mayda zarrachalar, xususan, dizel va benzin dvigatellari chiqindilarining ta’siri borasida jiddiy xavotir uyg‘otadi. Ushbu chiqindilar asosan mayda chang yoki doimiy smog shaklida namoyon bo‘ladi.

Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, avtomobil chiqindilarining ta’siri tufayli har yili yo‘l-transport hodisalaridan ko‘ra ko‘proq odam erta vafot etadi [3]. Rivojlanayotgan mamlakatlarda ifloslantiruvchi moddalar chiqindisi uzluksiz ortib bormoqda, bu esa shaharlarda havoning sifatini pasaytirib, inson salomatligi uchun xavf darajasini oshirmoqda [1].

Atmosferada zarrachalar turli shakllarda uchraydi, jumladan, submikron aerozollar va yirik chang hamda mayda qum zarralarigacha. Kimyoviy ifloslantiruvchi moddalar va chang zarralarining havoga chiqarilishi ularning manbalariga bog‘liq. Bundan tashqari, havodagi changning kimyoviy tarkibiga ham mavjud ifloslantiruvchi moddalar va ularning ikkilamchi kimyoviy reaksiyalar natijasida hosil bo‘luvchi mahsulotlari ta’sir ko‘rsatadi, chunki chang zarrachalari yuzasida adsorbsion jarayonlar sodir bo‘ladi. Ko‘plab tadqiqotlarda chang zarrachalarida og‘ir metallar va uglevodorodlar mavjudligi aniqlangan.

Havo sifatiga va inson salomatligiga eng katta tahdidni 10 mkm dan kichik aerodinamik diametrga ega bo‘lgan mayda qattiq zarralar – qattiq suspenziya zarrachalari (QSZ) tug‘diradi.[5] QSZ havoda muallaq holatda bo‘lgan mayda qattiq zarrachalar va suyuqlik tomchilaridan iborat bo‘lib, ularning tarkibida kislotalar, organik kimyoviy moddalar, o‘tish metallari va chang zarrachalari mavjud bo‘ladi. Havodagi QSZ miqdori chang chiqarilishi va uning atmosferadan chiqarilishi o‘rtasidagi muvozanat bilan belgilanadi. Chang zarrachalarining o‘lchami odatda nanometrdan (nm) bir necha o‘n mikrometrlargacha (mkm) bo‘ladi.

V.N.Azarov tadqiqotida CAF filtrlarining atmosferadagi turli zarrachalar aralashmasini ushlashi va ularni shahar havosining monitoringida qo‘llash mumkinligi ta’kidlangan.[6] Ushbu filtrlarning keng tarqalganligi va ularni avtomobil transporti harakati bilan bog‘langan joylarda ishlatish mumkinligi ushbu uslubning yirik shaharlardagi yuqori darajadagi transport chiqindilarini o‘rganish uchun samarali ekanligini ko‘rsatadi. Filtrlar shakli, o‘lchami va zichligi turlicha bo‘lgan chang zarrachalarining murakkab aralashmasini ushlaydi.

Boshqa bir tadqiqotda [3] Argentinaning La-Plata shahrida havo tarkibidagi qattiq zarralardagi metallarning miqdori har oy ikki marta o‘lchangan. Ushbu ma’lumotlar shahar atmosferasidagi chiqindilarning manbalari va o‘zgaruvchanligini aniqlash uchun ishlatilgan. Iz metallarning konsentratsiyasi umumiy chang miqdorining o‘zgarishi bilan bog‘liq ekani kuzatilgan: markaziy kuzatuv stansiyalarida kunduzi yuqori, aholi yashash joylariga yaqin stansiyalarda esa pastroq ko‘rsatkichlar qayd etilgan. Shuningdek, mavsumiy farqlar aniqlandi – qish oylarida ifloslanish yuqori bo‘lib, bahor va yozda pasayishi kuzatilgan. Chang tahlili natijasida antropogen (inson faoliyati natijasida yuzaga keluvchi) ifloslanish manbalari tabiiy manbalarga qaraganda ustunlik qilishi aniqlangan. Xususan, Pb, Zn, Cd va Cu kabi kimyoviy elementlarning yuqori darajasi inson faoliyatining havo sifatiga ta’sirini tasdiqlaydi [3].

Sanoat korxonalari chiqindilarida uchraydigan dispers chang tarkibini baholash bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar o‘tkazilgan [4], bunda mikroskopik tahlil metodikasi qo‘llanilgan [5]. Ushbu tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, chang zarrachalarining tarqalish funksiyasini tavsiflovchi egri chiziqqa yirik fraksiyalarning nisbati ta’sir ko‘rsatadi, garchi miqdoriy jihatdan mayda zarrachalar ustunlik qilsa ham [6]. Bundan tashqari, yirik zarrachalarning namunalardagi mavjudligi doimiy emas, balki tasodifiy xarakterga ega ekanligi ta’kidlangan [7]. Bu holat zarrachalarning soni va massasi bo‘yicha turli diametrlarga ko‘ra taqsimlanishining differensial egri chiziqlari orqali yaqqol namoyon bo‘lgan [8].

O’zbekiston olimlari tomonidan yirik shaharlardagi havoda tashiluvchi changning baholash maqsadida turli tadqiqotlar o‘tkazilib, havo filtrlari yordamida ushlangan zarrachalar va lazer hisoblagichlar orqali to‘plangan chang namunalari tahlil qilinmoqda. Filtrlarga yig‘ilgan chang zarralari optik mikroskopiya usuli bilan o‘rganiladi.[10]

Ushbu tahlil natijasida filtrlovchi tolalar orasida qolib ketgan qattiq zarralar (QZ) o‘rganilgan. Optik mikroskopiya natijasida chang tarkibida organik moddalarning (o‘simlik va hasharot qoldiqlari) hamda noorganik moddalarning (kvars qumi, plastik, polistirol va boshqa materiallar) mavjudligi aniqlangan. Chang zarrachalari 10 mkm dan 76 mkm gacha bo‘lgan o‘lchamlar bo‘yicha tasniflangan. Shu tariqa, yirik shaharlardagi chang asosan aglomeratsiyalashgan va mayda zarrachalardan iborat ekanligi

ma'lum bo'ldi. Aglomeratlar mexanik ravishda parchalanib, ularning asosiy kimyoviy tarkibi – C, O, Si, Al, Ca va Fe elementlari aniqlangan [10]. Shuningdek, chang tarkibida ko'pincha aglomeratsiyalashgan chang zarrachalari bilan bog'liq holda gulchang (polen) ham uchragan, va ularning yuzasida, jumladan, platina (Pt) aniqlangan. Ushbu tadqiqot shaharlardagi havoning sifatini baholash uchun kesish usuli dolzarbligini tasdiqlaydi.

Tadqiqot maqsadi. Toshkent shahridagi savdo markazi yaqinidagi atmosferada mavjud bo'lgan chang hamda ushbu savdo markazining ichki havosida uchraydigan chang zarrachalarini tahlil qilish.

Tadqiqot materiali va metodi. Atmosfera havosining changlanish darajasini monitoring qilish orqali mayda zarrachalar ulushini aniq aniqlash deyarli imkonsizdir. [9] Shu sababli, changning dispers tarkibini tadqiq qilishda "kesish" usulidan foydalanish taklif etiladi. Ushbu usul orqali yirik va mayda fraksiyalar yig'indisi baholanib, ularning alohida taqsimlanish funksiyalari quriladi, ya'ni "kesish" metodi qo'llaniladi.

Tadqiqot natijalari. Mazkur tadqiqot doirasida Toshkent shahridagi savdo markazi yaqinidagi atmosferada mavjud bo'lgan chang hamda ushbu savdo markazining ichki havosida uchraydigan chang zarrachalari tahlil qilindi. Savdo markazi binosida ishlovchi xodimlar va tashrif buyuruvchilar doimiy ravishda qattiq suspenziya zarrachalari (QSZ) bo'lgan havoni nafas olishadi. Bu chang tarkibi tashqaridan kirib kelayotgan hamda bino ichida mavjud bo'lgan changning yig'indisidan iborat.

Chang zarrachalarining dispers tarkibini tahlil qilishda mikroskopik metod qo'llanilgan bo'lib, natijalar integral egri chiziqlar shaklida taqdim etilgan (rasm 1 va rasm 3).

"Kesish" usuli bo'yicha tahlil.

Chang zarrachalarini **"kesish"** usuli orqali tahlil qilish uchun ularni ma'lum toifalarga ajratish lozim. O'lchami 10 mkm dan kichik bo'lgan zarrachalar **PM10** guruhiga, 2,5 mkm dan kichik bo'lgan zarrachalar esa **PM2.5** yoki **mayda fraksiya** sifatida tasniflanadi. **PM10 va PM2.5 oralig'idagi** zarrachalar **yirik fraksiya** hisoblanadi.

Mayda zarrachalar yorug'likni juda samarali tarqatib, ko'rinuvchanlikni kamaytiradi. Shuningdek, ular inson nafas yo'llariga chuqur kirib borib, hatto qon oqimiga singib, o'pka alveolalarida kislorod almashinuvi jarayonini buzishi mumkin. **Eng kichik va eng ko'p uchraydigan zarrachalar 0,1 mkm dan kichik bo'lib, ultra-mayda zarrachalar deb ataladi.** Ular inson salomatligi uchun eng xavfli guruhlardan biri sanaladi.

Havodagi qattiq suspenziya zarrachalariga (QSZ) ta'sir qilish natijasida turli sog'liq muammolari kuzatiladi:

- Nafas yo'llarida yengil yallig'lanish va o'pka faoliyatining buzilishi;
- Shoshilinch tibbiy yordamga ehtiyoj ortishi;
- Yurak-qon tomir va nafas tizimi kasalliklari xavfini oshirishi;
- O'pka saratoniga chalinish ehtimolini oshirishi.

"Kesish" usuli bo'yicha taqsimot

"Kesish" usuli mayda va yirik fraksiyalarni alohida tahlil qilish imkonini beradi. Bunda chang zarrachalarining umumiy integrallangan taqsimot funksiyasi **ikkita alohida funksiya** bilan almashtiriladi:

- $D_{m_}$ – **mayda fraksiyalar** uchun;
- D_k– **yirik fraksiyalar** uchun.

Eng muhim savollardan biri – **mayda va yirik zarrachalar o'rtasidagi chegarani qayerdan belgilash kerakligi** hisoblanadi. Bu **kesish diametri** deb ataladi va u turli usullar orqali aniqlanishi mumkin. Hozirgi kunda **barcha tadqiqotchilar tomonidan qabul qilingan yagona chegara mavjud emas**.

Mazkur tadqiqotda **savdo markazi ichidagi chang zarrachalarini tahlil qilish uchun kesish diametri sifatida 10 mkm tanlandi**, bu esa hisob-kitoblarni osonlashtirish va aniq natijalarni taqdim etish imkonini beradi.

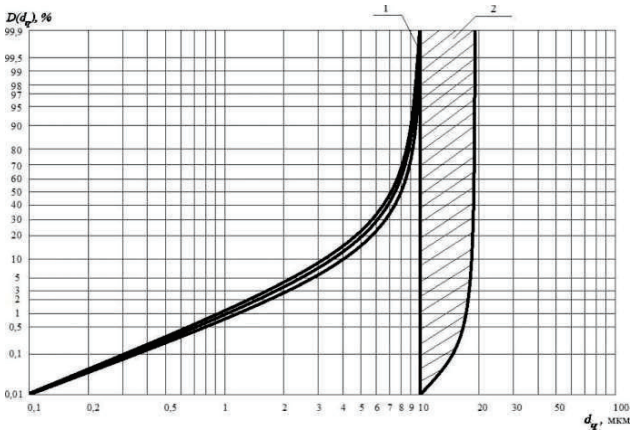
Mayda fraksiyalar yig'indisi uchun o'tkazish funksiyasi $Dm(d_4)$ matematik jihatdan quyidagicha ifodalanadi, bu yerda d_p - kesish diametri, d_4 - zarracha diametri:

$$D_m(d_p) = \begin{cases} \frac{100}{D(d_p)} D(d_u), & \text{agar} \quad d_u \le d_p \\ 0, & \text{agar} \quad d_u > d_p \end{cases}$$

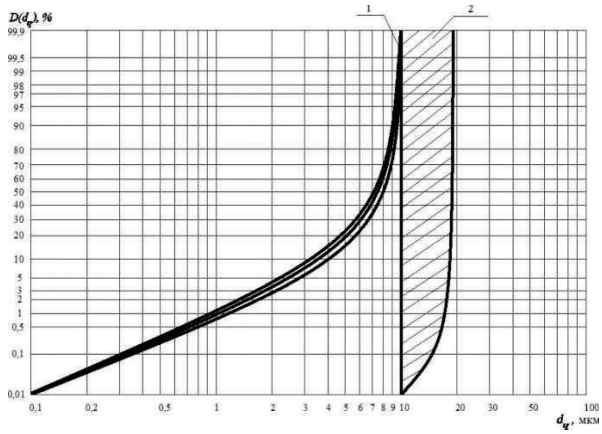
Yirik fraksiyalar uchun ifoda quyidagicha:

$$D_k(d_u) = \begin{cases} 0, & \text{agar} \quad d_u \le d_p \\ 100 - \left[100 - \frac{100 - D(d_u)}{100 - D(d_p)}\right], & \text{agar} \quad d_u > d_p \end{cases}$$

Keyingi bosqichda 10 mkm dan kichik va 10 mkm dan katta bo‘lgan chang zarrachalari uchun integrallashgan massa taqsimot funksiyalari alohida qurildi. Har bir egri chiziq bo‘yicha "kesish" usuli qo‘llanib, olingan natijalar 2-rasmda integrallashgan massa taqsimot funksiyalari (IMTFD) shaklida ifodalandi.

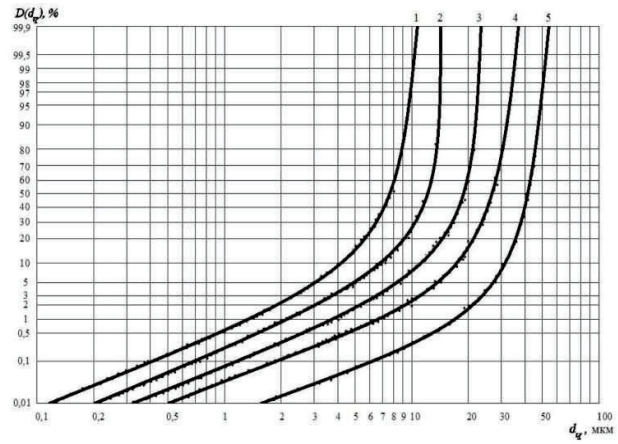


1 rasm. **Toshkent shahridagi savdo markazi havosida mavjud bo'lgan chang zarralarining dispers tarkibini o'rganish natijalari: 1-4 - IFRMCHD**

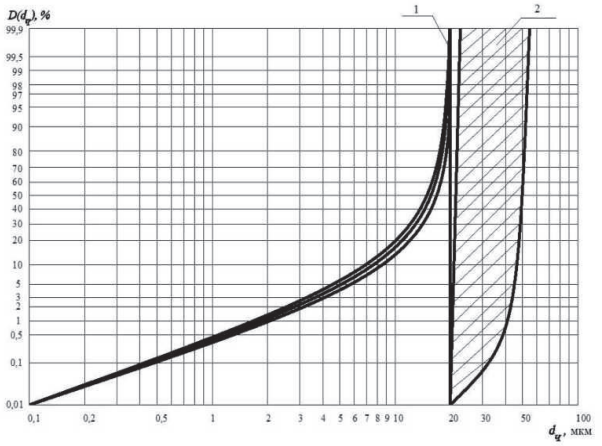


2 rasm. **Toshkent shahridagi savdo markazi havosida IFRMCHD: 1 - kichik zarralar uchun; 2 - katta fraksiyalarning ehtiollik taqsioti koridori**

Xuddi shu tahlil savdo markazi atrofidagi atmosfera havosida mavjud chang zarrachalari uchun ham o‘tkazildi, biroq bu holatda kesish diametri 20 mkm sifatida belgilandi. Ushbu tadqiqot natijalari 3-rasm va 4-rasmda keltirilgan.



3 rasm. **Savdo markazi yaqinidagi atmosferada mavjud bo'lgan chang zarralarining dispers tarkibini o'rganish natijalari: 1-5 - IFRMCHD**



4 rasm. **Toshkent shahridagi savdo markazi havosida IFRMCHD: 1 - kichik zarralar uchun; 2 - katta fraksiyalarning ehtiollik taqsioti koridori**

Xulosa. Shunday qilib, savdo markazi ichida va uning atrofidagi havoda mavjud bo‘lgan mayda chang zarrachalari aniqlangan egri chiziq bilan ifodalansa, yirik zarrachalar taqsimoti ehtimollik koridori orqali tavsiflanadi. "Kesish" usuli qo‘llangandan so‘ng, grafik orqali PM10 va PM2.5 konsentratsiyalarini aniqlash mumkin bo‘ldi.

Olingan natijalar savdo markazlari va ularga tutash hududlarda ekologik xavfsizlik choralarini ishlab chiqish **uchun** foydalanish imkonini beradi.

Bundan tashqari, zarrachalarning o‘lchami yoki aerodinamik diametri nafaqat ularning kelib chiqishini va atmosferada qanday tarqalishini belgilaydi, balki inson nafas olish tizimida qanchalik chuqur joylashib qolishini ham aniqlaydi**.**

ADABIYOTLAR

1. Давыдова И. С., Гапоненко А. В. Проблема загрязнения атмосферного воздуха в городах //Sciences of Europe. – 2017. – №. 14-2 (14). – С. 3-5.

2. Мамадалиев А. Т. Причины загрязнения воздуха в городе ташкента и меры по предотвращению //Экономика и социум. – 2024. – №. 2-1 (117). – С. 1147-1150.

3. Ревич Б., Быков А. Загрязнение воздуха как фактор смертности в городах России //Мир России. Социология. Этнология. – 1998. – Т. 7. – №. 4. – С. 152-158.

4. Фельдман Ю. Г., Курносов В. Н. Загрязнение воздуха крупных городов фотооксидантами и их действие на организм //Гигиена и санитария. – 1969. – №. 4. – С. 84-87.

5. Барабанова А. А. Загрязнение воздуха //Стратегия устойчивого развития регионов России. – 2013. – №. 17. – С. 123-126.

6. Cohen A. J. et al. Urban air pollution // Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. – 2004. – Т. 2. – С. 1353-1433.

7. He K., Huo H., Zhang Q. Urban air pollution in China: current status, characteristics, and progress //Annual review of energy and the environment. – 2002. – Т. 27. – №. 1. – С. 397-431.

8. Sicard P. et al. Trends in urban air pollution over the last two decades: A global perspective //Science of The Total Environment. – 2023. – Т. 858. – С. 160064.

9. Iskandarov A. B. Toshkent shahrida atmosfera havosining ifloslanishini baholash // Gigiena va sanitariya. – 2010. – Yo‘q. 1. – B. 56-58.

10. Brody M. S. va boshqalar Toshkentdagi zarrachalar havosining ifloslanishi va uning aholi salomatligi uchun oqibatlari // Gigiena va sanitariya. – 2025. – V. 104. – Yo‘q. 1. – B. 13-16.