УДК [614.89:616.31]:613.6

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ГІГІЄНІЧНИХ ЗАХОДІВ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ НАНО- ТА ДРІБНОДИСПЕРСНИХ АЕРОЗОЛІВ НА ПРАЦІВНИКІВ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ

Варивончик Д. В.[1, 2], Копач К. Д.[1], Демецька О. В.[3], Андрусишина І. М.[1], Мовчан В. О.[1], Безвербний П. С.[2], Еджибія О. М.[1]

[1]Державна установа «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва Національної академії медичних наук України», м. Київ

[2]Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика, м. Київ

[3]Приватний вищий навчальний заклад «Київський міжнародний університет»

Вступ. У результаті високошвидкісної обробки тканин зуба, зубних імплантів, ортопедичних протезів, ортодонтичних апаратів тощо відбувається утворення диспергаційних аерозолів, які чинять несприятливий вплив на здоров'я працівників стоматологічної служби.

Мета дослідження – розробити заходи попередження утворення та шкідливого впливу на працівників стоматологічної служби диспергаційних аерозолів.

Матеріали та методи дослідження. Проведено дослідження концентрації металів (Ag, Al, As, Ca, Cd, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pl, Si, Ti, Zn) в аерозолях повітря робочої зони лікарів-стоматологів і зубних техніків. Досліджено концентрації металів у контрольних та використаних впродовж однієї зміни засобах індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) – у масках медичних «Trident N203» і протиаерозольних фільтруючих респіраторах з клапаном видиху «Респфарм М-300 П-1К FFP-1D», оцінено коефіцієнти токсичної небезпеки середовища та коефіцієнти захисту ЗІЗОД. Вивчено часову динаміку нано- (d = 1–100 нм) та дрібнодисперсних (101–200 нм) диспергаційних аерозолів у повітрі робочої зони через 2 год після початку роботи та одразу після закінчення проведення досліджуваних санітарних заходів (наскрізне провітрювання, вологе прибирання виробничих приміщень).

Результати. Встановлено, що працівники стоматологічної служби на робочих місцях зазнають небезпеки шкідливого впливу аерозолів металів – As, Cr, Zn, Ca, а також наноаерозолів – Ni, As, Cr, Si, Ca, Al, Mg, Ti, Fe. Використання маски медичної «Trident N3» не дозволяє забезпечити безпечні концентрації в підмасковому просторі аерозолів металів – Ni, As, Cr, Mn, Zn, Ca, Al. Використання протиаерозольних фільтруючих респіраторів з клапаном видиху «Респфарм М-300 П-1К FFP-1D» дозволяє забезпечити безпечні концентрації в підмасковому просторі для всіх аерозолів металів. У повітрі робочої зони виробничих приміщень стоматологічної служби переважають диспергаційні аерозолі з нанорозмірними частинками (1–100 нм) (85,5 %), з максимальною концентрацією частинок діаметром 10–25 нм, концентрація яких у повітрі значно збільшується через 90–120 хв після початку робіт, які ведуть до утворення аерозолів. Використання санітарних заходів (наскрізного провітрювання, волого прибирання виробничих приміщень) дозволяє значно знизити вихідну концентрацію диспергаційних нано- та дрібнодисперсних аерозолів у повітрі робочої зони (від 1,8 до 3,8 разу).

Висновки. Для зниження небезпеки впливу на працівників стоматологічної служби диспергаційних нано- та дрібнодисперсних аерозолів рекомендується використання протиаерозольних фільтруючих респіраторів не нижче ніж I і II ступенів захисту (P3 і P2 за європейською класифікацією), у поєднанні з іншими заходами санітарно-гігієнічного контролю на робочих місцях (періодичним наскрізним провітрюванням та вологим прибиранням виробничих приміщень, використанням примусової витяжної системи вентиляції), а також широкого впровадження технологій зниження пилоутворення (волога система обробки тканин зуба, пломбувальних матеріалів, ортопедичних та ортодонтичних конструкцій тощо).

Ключові слова: стоматологічна служба, медичні працівники, умови праці, аерозолі, метали, засоби індивідуального захисту, органи дихання, профілактика

Вступ

Стоматологічні працівники зазнають впливу комплексу несприятливих чинників виробничого середовища, до яких належать хімічні речовини та пил, фізичні й біологічні чинники, важкість і напруженість праці. Останніми роками все більше уваги приділяється вивченню пилового фактора. Раніше дослідженнями було встановлено, що професійна

діяльність лікарів-стоматологів і зубних техніків супроводжується емісією в повітря робочої зони частинок нанодіапазону (d = 1–100 нм), що пов'язано з використанням нових технологій обробки сучасних високотвердих стоматологічних матеріалів і металів, з використанням ультрашвидкісних бор-машин та борів з високою абразивною здатністю [1, 3–6]. Внаслідок цього в повітрі виробничих приміщень стоматологічних закладів охорони здоров'я виявляються наступні хімічні елементи в нанорозмірному стані:14 металів (срібло (Ag), алюміній (Al), арсен (As), кальцій (Ca), кадмій (Cd), хром (Cr), залізо (Fe), магній (Mg), марганець (Mn), нікель (Ni), свинець (Pb), силіцій (Si), титан (Ti), цинк (Zn), у тому числі пилу нанодіапазонного розміру, який відносився до II класу (Ag, Fe, Pb) і III класу небезпеки (Si, Ti, Zn). При цьому концентрація деяких наночасток перевищує розрахункові значення орієнтовно безпечних рівнів впливу для наноматеріалів [6].

Сьогодні існує брак даних щодо ефективності засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД), які широко використовують у роботі працівники стоматологічної служби (медичні маски, респіратори тощо). Навіть точна інформація як про забруднення повітря, так і щодо респіраторів не дозволяє визначити (теоретично) наслідки застосування ЗІЗОД для здоров'я робітників. У найпоширеніших респіраторів для захисту робітників від вдихання забрудненого повітря робочої зони використовується щільне прилягання лицьової частини, що відокремлює органи дихання від навколишньої атмосфери. Під час вдиху під маскою виникає розрідження, і в разі наявності зазорів у смузі прилягання маски до обличчя не відфільтроване забруднене повітря може проникнути під маску й потрапити в органи дихання. Слід брати до уваги, що існує й мінливість коефіцієнта захисту, яка спостерігається не тільки у разі порівняння серед працівників, а й у одного й того самого працівника в разі використання одного й того самого респіратора в різні дні, що пояснюється необхідністю розмовляти та зручністю для працівника ЗІЗОД [9, 10, 12].

Дотепер не проводились дослідження щодо розробки комплексу гігієнічних заходів попередження шкідливого впливу нано- та дрібнодисперсних аерозолів на працівників стоматологічної служби, що й визначило актуальність проведення дослідження.

Мета дослідження – розробити заходи попередження утворення та шкідливого впливу на працівників стоматологічної служби диспергаційних аерозолів

Матеріали та методи дослідження

Проведено дослідження концентрації металів (Ag, Al, As, Ca, Cd, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pl, Si, Ti, Zn) в аерозолях повітря робочої зони (зальна та нанофракція) на робочих місцях лікарів-стоматологів терапевтів та ортопедів, а також зубних техніків. Також досліджено концентрації металів у контрольних і використаних впродовж однієї зміни ЗІЗОД:

- масках медичних «Trident N203» (3-шаровий бактерицидний фільтр на основі поліпропілену – спанбонду (1- та 3-й шари), мельтблауну (2-й шар), серед лікарів-стоматологів: терапевтів (14 працівників), ортодонтів (8) і зубного техніка (1);
- протиаерозольних фільтруючих респіраторах з клапаном видиху «Респфарм М-300 П-1К FFP-1D» (захист від середньо-, крупнодисперсних аерозолів до 4 ГДКр.з., вірусів, бактерій), серед лікарів-стоматологів ортопедів (8 працівників).

Проби повітря відбирали в середині зміни на робочих місцях працівників стоматологічної служби КП «Стоматологія Святошинського району м. Києва» за допомогою пробовідбірника «Тайфун Р-20-2» через поглинач Зайцева, що містив деіонізовану воду (18Ω) з наступним виділення аерозольної фракції нанодіапазону (d = 1–100 нм), з використанням фільтрів з діаметром пор до 100 нм [7].

Досліджувані ЗІЗОД використовувались впродовж однієї робочої зміни. Після використання їх замочували впродовж 1 доби в 100 мл деіонізованої води (18Ω). Після закінчення часу експозиції ЗІЗОД виймали, а отриманий розчин підкислювали 1,5 мл концентрованою нітратною кислотою (HNO_3).

Проводили кількісне визначення в досліджених розчинах (повітря та ЗІЗОД) металів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП) за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра «Optima 2100 DV» («Perkin-Elmer», США) [2].

На основі отриманих даних щодо концентрації металів у досліджуваних об'єктах і на основі

«Правил вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання» [8] проводили визначення наступних показників:

1) коефіцієнта токсичної небезпеки середовища (K_{THC}) за формулою:

$$K_{THC} = C_o/C_{гдк},$$

де C_o – концентрація шкідливої речовини в досліджуваному повітрі (мг/м^3); $C_{гдк}$ – гранично-допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі робочої зони (мг/м^3);

2) коефіцієнта проникання ($K_{пр}$) за формулою:

$$K_{пр} = C/C_o \cdot 100\ \%,$$

де C – концентрація шкідливої речовини в підмасковому просторі (мг/м^3); C_o – концентрація шкідливої речовини в досліджуваному повітрі (мг/м^3).

Концентрації шкідливих речовин в підмасковому просторі (C) визначали розрахунковим методом за формулою:

$$C\ (мг/м^3) = \frac{(4\ м^3 \cdot C_o/1000) - (m_{ЗІЗОД\text{-}використ.} - m_{ЗІЗОД\text{-}контр.})}{4000},$$

де 4 м^3 – показник об'єму легеневої вентиляції за одну зміну при виконанні робіт категорії «1а» (згідно з СанПіН 2.2.4.548-96 «Гігієнічні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень»); Co – концентрація шкідливої речовини в досліджуваному повітрі (мг/м^3); $m_{ЗІЗО\text{-}використ.}$ – маса досліджуваної речовини у використаному впродовж 1 зміни ЗІЗОД (мг); $m_{ЗІЗО\text{-}контр.}$ – маса досліджуваної речовини у не використаному (контрольному) ЗІЗОД (мг).

3) коефіцієнта захисту (КЗ) за формулою:

$$КЗ = 1/K_{пр} \cdot 100,$$

де $K_{пр}$ – коефіцієнт проникання.

Відповідно до отриманих у лікарів-стоматологів ортопедів результатів концентрації досліджуваних металів у підмасковому просторі респіраторів «Респфарм М-300 П-1К FFP-1D» проводили екстраполяцію даних для умов забруднення аерозолями повітря робочої зони для лікарів-стоматологів терапевтів, хірургів і зубних техніків.

Для оцінки ефективності використання санітарних заходів (наскрізне провітрювання та вологе прибирання виробничих приміщень) вивчали часову динаміку нано- (d = 1–100 нм) і дрібнодисперсних (d = 101–200 нм) диспергаційних аерозолів за використанням дифузійного аерозольного спектрометра «ДАС-2702» (РФ). Вимірювання концентрації аерозолів у повітрі робочих приміщень проводили через 2 год після початку роботи та одразу після закінчення проведення досліджуваних санітарних заходів.

Отримані в дослідженні результати статистично обробляли методами варіаційної статистики, вірогідність даних оцінювали за показником Стьюдента.

Результати дослідження та їх обговорення

Проведеним дослідження визначено, що в повітрі робочої зони лікарів-стоматологів і зубних техніків наявні аерозолі 14 металів – Ag, Al, As, Ca, Cd, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Si, Ti, Zn.

На робочих місцях лікарів-стоматологів терапевтів спостерігається перевищення рівнів ГДК для аерозолів металів – As, Cr, Zn, Ca. При цьому найбільша емісія в повітря аерозолів нанодіапозону (d < 100 нм) визначається для Ca, Si, Ag, Cr. Деякі метали в повітрі знаходяться виключно в наноаерозольному стані – Ni, Al, Mg, Fe (100 %), а також мають високу частку наноаерозолів.

На робочих місцях лікарів-стоматологів хірургів відмічається перевищення рівнів ГДК для аерозолів металів – Cr, Mn, Zn, Ca. Найбільша емісія в повітря аерозолів нанодіапозону визначається для Ca, Si, Ag, Cr, As. Деякі метали в повітрі знаходяться виключно в наноаерозольному стані – Ni, Al, Mg, Fe, Ti (100,0 %), а також мають високу часту наноаерозолів – As (47,6 %), Ag (22,7 %).

На робочих місцях лікарів-стоматологів ортопедів відмічається перевищення рівнів ГДК для аерозолів металів – As, Cr, Si, Ca. Найбільша емісія в повітря аерозолів нанодіапозону визначається для Ca, Si, As, Cr. Деякі метали в повітрі знаходяться виключно в наноаерозольному стані – Ni, Al, Mg, Fe (100,0 %), а також мають високу частку наноаерозолів – Ti (84,6 %), Ca (51,1 %), As (31,4 %).

На робочих місцях зубних техніків відмічається перевищення рівнів ГДК для аерозолів металів – As, Cr, Mn, Zn, Ca. Найбільша емісія в повітря аерозолів нанодіапазону визначається для Si, Ca, As. Деякі метали в повітрі знаходяться виключно в наноаерозольному стані – Ni, Al, Mg, Fe (100,0 %), а також мають високу частку наноаерозолів – Ti (73,3 %), Si (25,3 %), As (17,9 %) (рис. 1).

Вищенаведене вказує, що на робочих місцях працівників стоматологічної служби наявна небезпека шкідливого впливу аерозолів Ca, Cr, Zn, As, а

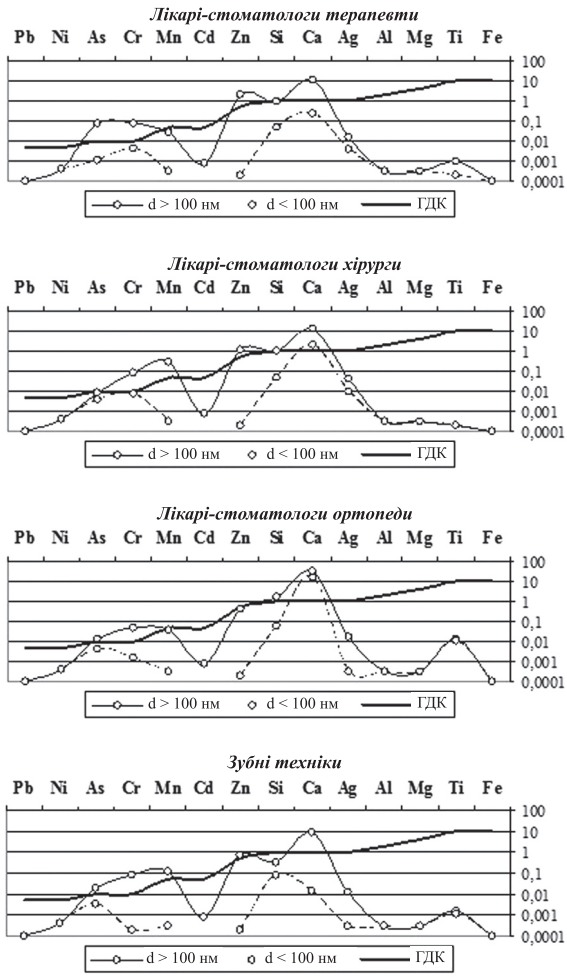

Рис. 1. Концентрації аерозолів металів у повітрі робочої зони працівників стоматологічної служби, мг/м³

також наноаерозолів Al, As, Ca, Cr, Fe, Mg, Ni, Si, Ti, що визначає необхідність використання ЗІЗОД.

Відповідно до «Правила вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання» (наказ Держгірпромнагляду від 28.12.2007 № 331), при виборі типу та класу ЗІЗОД необхідно ураховувати такі критерії (фактори): склад і концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони; мікрокліматичні умови та важкість виконуваної роботи; призначення, захисні та експлуатаційні властивості ЗІЗОД. У свою чергу, для протиаерозольних респіраторів значення концентрації шкідливої речовини впливає на вибір конструкції, яка обумовлює тривалість часу захисної дії. Для цих ЗІЗОД час захисної дії визначається стійкістю до запилення. Цей параметр характеризує здатність респіратора (або його фільтрувального елемента) створювати комфортні умови для дихання протягом тривалого проміжку часу при великій концентрації забруднювальної речовини. Для захисту від дрібнодисперсних аерозолів застосовують ЗІЗОД першого та другого ступенів захисту (Р3 і Р2 за європейською класифікацією), для грубодисперсних — третього (відповідно Р1). Слід зазначити, що використання ЗІЗОД з меншим коефіцієнтом захисту, ніж коефіцієнт токсичної небезпеки, навіть у разі скорочення перебування людини в шкідливих умовах, — не допускається [8].

Проведеними натурними дослідженнями серед лікарів-стоматологів терапевтів, ортопедів і зубних техніків визначено, що використання як ЗІЗОД маски медичної «Trident N3» є недостатнім для захисту від аерозолів металів — Ni, As, Cr, Mn, Zn, Ca, Al (співвідношення коефіцієнтів захисту ЗІЗОД (КЗЗІЗОД) до коефіцієнта токсичності небезпеки аерозолю металу (КТНС) є ≤ 1,0), що не забезпечую безпеку для здоров'я працівників.

У той самий час натурні дослідження захисних властивостей респіратора «Респфарм М-300 П-1К FPP-1» серед лікарів-стоматологів ортодонтів показали достатній рівень захисту за всіма металами, які вивчали. Екстраполяція захисних даних респіратора на умови праці (за аерозолями металів) лікарів-стоматологів терапевтів, хірургів і зубних техніків також показали достатній рівень захисту (співвідношення коефіцієнтів захисту ЗІЗОД (КЗЗІЗОД) до коефіцієнта токсичності небезпеки аерозолю металу (КТНС) є > 1,0) (табл. 1), що дозволяє рекомендувати їх використання у практичній діяльності лікарів-стоматологів як ЗІЗОД.

Проведеними натурними дослідження щодо концентрації в повітрі робочої зони виробничих приміщень стоматологічної служби диспергаційних аерозолів визначено переважання в їхньому складі нанорозмірних частинок (d = 1—100 нм) (85,5 %), які за даними досліджень мають максимальну здатність проникнення в легеневі альвеоли [11]. Спостерігали максимальну концентрацію аерозолів з діаметром частинок — 10—25 нм (11958,6 ± 3793,0) частинок/м³). Значне збільшення в повітрі робочої зони концентрації досліджуваних аерозолів виявляється через 90—120 хв після початку робіт, що викликали утворення аерозолів — високошвидкісна обробка тканин зуба, зубних імплантів, ортопедичних протезів, ортодонтичних апаратів тощо (рис. 2, табл. 2).

Таблиця 1

Співвідношення коефіцієнтів захисту ЗІЗОД ($КЗ_{ЗІЗОД}$) до коефіцієнтів токсичності небезпеки середовища ($К_{ТНС}$)

Елемент	Маска медична «Trident N3»			Респіратор «Респфарм М-300 П-1К FPP-1»			
	лікар-стоматолог терапевт	лікар-стоматолог ортопед	зубний технік	лікар-стоматолог ортопед	лікар-стоматолог терапевт	лікар-стоматолог ортопед	зубний технік
	натурне дослідження				математичне моделювання*		
Срібло	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Алюміній	> 1,0	> 1,0	**0,1**	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Арсен	**0,2**	**1,0**	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Кальцій	**0,1**	**0,3**	**0,2**	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Кадмій	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Хром	> 1,0	**0,2**	**0,5**	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Залізо	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Магній	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Марганець	> 1,0	> 1,0	**0,8**	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Нікель	> 1,0	> 1,0	**0,3**	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Свинець	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Силіцій	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Титан	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
Цинк	**0,5**	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0

*Примітка. *За даними натурних досліджень серед лікарів-стоматологів ортопедів.*

Експериментальними дослідженнями визначено, що використання у виробничих приміщеннях санітарних заходів дозволяє значно знизити концентрацію диспергаційних аерозолів у повітрі робочої зони. Так, наскрізне провітрювання виробничих приміщень впродовж 10 хв знижує загальну концентрацію в повітрі аерозолів (d = 1–200 нм) у 1,9 разу; наноаерозолів (d = 1–100 нм) – у 1,8 разу; дрібнодисперсних аерозолів (101–200 нм) – у 3,5 разу ($p < 0,01$). Одночасне поєднання наскрізного провітрювання та волого прибирання виробничих приміщень знижує загальну концентрацію в повітрі аерозолів (d = 1–200 нм) у 3,1 разу; наноаерозолів (d = 1–100 нм) – у 3,0 разу; дрібнодисперсних аерозолів (101–200 нм) – у 3,8 разу ($p < 0,01$) (рис. 2, табл. 2).

Зазначене дозволяє рекомендувати наступний санітарний режим приміщень стоматологічної служби:

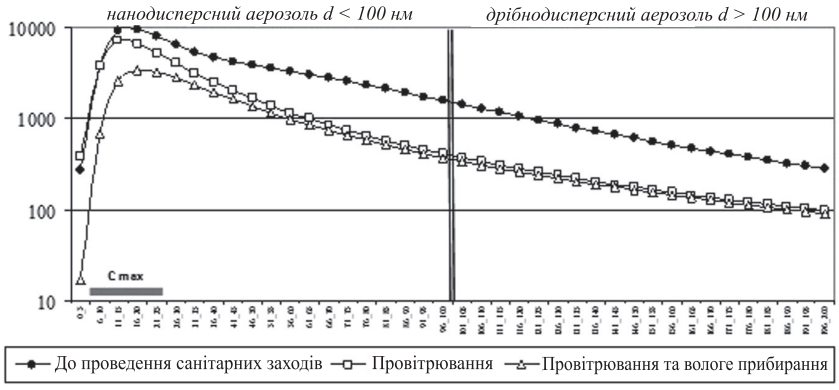

Рис. 2. Зміни концентрації спектра частинок диспергаційних аерозолів у повітрі виробничих приміщень стоматологічної служби під впливом досліджуваних санітарних заходів, часток/м³

Таблиця 2

Динаміка фракцій диспергаційних аерозолів у повітрі виробничих приміщень стоматологічної служби під впливом досліджуваних санітарних заходів

Показник		Фракція аерозолів		Загалом
		(нано-) ультрадисперсні (d = 1 – 100 нм)	дрібнодисперсні (d = 101 – 200 нм)	
Осадження частинок в органах дихання [11]		в альвеолах	у глотці, гортані, трахеї, бронхах	–
Середина зміни	Абсолютна кількість (часток/м^3)	80 692,5 ± 8776,2	13 681,5 ± 1268,2	94 373,2 ± 11 302,25
Провітрювання	Абсолютна кількість (часток/м^3)	44 559,0 ± 4701,5	3892,0 ± 420,1	48 453,0 ± 4545,3
	Δ (рази)*; p	1,8; p < 0,01	3,5; p < 0,01	1,9; p < 0,01
Провітрювання та вологе прибирання	Абсолютна кількість	26 711,0 ± 2401,0	3598,0 ± 324,0	30 311,0 ± 2913,0
	Δ (рази)*; p	3,0; p < 0,01	3,8; p < 0,01	3,1; p < 0,01

Примітка. Δ – *розрахунок до рівня в середині зміни.*

– наскрізне провітрювання виробничих приміщень упродовж 10 хв кожні 2 год роботи;
– одночасне наскрізне провітрювання та вологе прибирання виробничих приміщень (миття підлоги, вологе протирання робочих поверхонь, обладнання, ЗІЗ) – кожні 6 год (між I і II змінами та наприкінці робочого дня).

Висновки

Результати дослідження дозволили встановити, що працівники стоматологічної служби на робочих місцях зазнають небезпеки шкідливого впливу аерозолів металів – As, Cr, Zn, Ca, а також наноаерозолів – Ni, As, Cr, Si, Ca, Al, Mg, Ti, Fe. Аерогенний вплив зазначених металів формує ризики виникнення в працівників стоматологічної служби хронічних інтоксикацій, які можуть мати субклінічний і латентний перебіг, а також впливати на виникнення й перебіг у них коморбідних патологічних станів.

Використання як ЗІЗОД маски медичної «Trident N3» не дозволяє забезпечити безпечні концентрації в підмасковому просторі аерозолів металів – Ni, As, Cr, Mn, Zn, Ca, Al і не може бути рекомендовано для використання в практичній діяльності лікарів стоматологічної служби.

Використання протиаерозольних фільтруючих респіраторів з клапаном видиху «Респфарм М-300 П-1К FFP-1D» дозволяє забезпечити безпечні концентрації в підмасковому просторі для всіх досліджених аерозолів металів і рекомендувати їх для використання в практичній діяльності лікарів стоматологічної служби.

У повітрі робочої зони виробничих приміщень стоматологічної служби переважають диспергаційні аерозолі з нанорозмірними частками (1–100 нм) (85,5 %), з максимальною концентрацією частинок діаметром 10–25 нм, концентрація яких у повітрі значно збільшується через 90–120 хв після початку робіт, які ведуть до утворення аерозолів.

Використання санітарних заходів (наскрізного провітрювання, вологого прибирання виробничих приміщень) дозволяє значно знизити вихідну концентрацію диспергаційних нано- та дрібнодисперсних аерозолів у повітрі робочої зони (від 1,8 до 3,8 разу).

Загалом, для зниження небезпеки впливу на працівників стоматологічної служби диспергаційних нано- та дрібнодисперсних аерозолів рекомендується використання протиаерозольних фільтруючих респіраторів не нижче ніж I і II ступенів захисту (P3 і P2 за європейською класифікацією) у поєднанні з іншими заходами санітарно-гігієнічного контролю на робочих місцях (періодичним наскрізним провітрюванням і вологим прибиранням виробничих приміщень, використанням примусової витяжної системи вентиляції), а також застосовування технологій зниження пилоутворення (волога система обробки тканин зуба, пломбувальних матеріалів, ортопедичних і ортодонтичних конструкцій тощо).

Література

1. Буря Л. В., Марченко І. Я. Гігієнічна характеристика чинників виробничого середовища лікарів-стоматологів. Український журнал з проблем медицини праці. 2007. № 4. С. 79–85.

2. ДСТУ ISO 11885:1996. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою у воді. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.

3. Гігієна та охорона праці медичних працівників: навчальний посібник; ред.: В. Ф. Москаленко, О. П. Яворовський. Київ : Медицина, 2009. 176 с.

4. Демецька О. В., Андрусишина І. М., Копач К. Д. Оцінка емісії наночастинок у повітря робочої зони при використанні сучасних стоматологічних матеріалів. Львівський медичний форум. 2016. № 8. С. 64–67.

5. Копач К. Д., Варивончик Д. В. Ідентифікація хімічної небезпеки на робочих місцях працівників стоматологічної служби. Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П. Л. Шупика. 2017. Вип. 27. С. 409–417.

6. Гігієнічні умови праці працівників стоматологічної служби в умовах застосування сучасних медичних технологій. Кундієв Ю. І., Варивончик Д. В., Копач К. Д. та ін. Український журнал з проблем медицини праці. 2017. № 4. С. 3–11.

7. Мовчан В. О., Сальнікова Н. А., Андрусишина І. М. та ін. Спосіб визначення наночастинок в повітрі робочої зони. Патент на корисну модель UA72951 U від 10.09.2012 р.

8. Наказ Держгірпромнагляду від 28.12.2007 № 331 «Правила вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання». URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0285-08/page (application date: 15.06.2018).

9. The effect of personal protective equipment on high- and low-dental fear patients. Gadbury-Amyot C. C., Williams K. B., Overman P. R., Glaros A. J. Dent. Hyg. 1994. V. 68, № 2. P. 75–81.

10. Janssen L., Bidwell J. Performance of a full face piece, air-purifying respirator against lead aerosols in a workplace environment. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. 2007. V. 4, № 2. P. 123–128.

11. Laube B. L., Janssens H. M., de Jongh F. H. What the pulmonary specialist should know about the new inhalation therapies. Eur. Respir. J. 2011. V. 37, № 6. P. 1308–1331.

12. Correlation between quantitative fit factors and workplace protection factors measured in actual workplace environments at a steel foundry. Zhuang Z., Coffey C. C., Jensen P. A. et al. American Industrial Hygiene Association Journal. 2003. V. 64, № 6. P. 730–738.

Варивончик Д. В.[1, 2], Копач К. Д.[1], Демецкая А. В.[3], Андрусишина И. М.[1], Мовчан В. О.[1], Безвербный П. С.[2], Эджибия А. М.[1]

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ГИГИЕНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НАНО- И МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ НА РАБОТНИКОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

[1]Государственное учреждение «Институт медицины труда имени Ю. И. Кундиева Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев

[2]Национальная медицинская академия последипломного образования имени П. Л. Шупика, г. Киев

[3]Частное высшее учебное заведение «Киевский международный университет»

Введение. В результате высокоскоростной обработки тканей зуба, зубных имплантов, ортопедических протезов, ортодонтических аппаратов и др. происходит образование диспергационных аэрозолей, оказывающих неблагоприятное воздействие на здоровье работников стоматологической службы.

Цель исследования – разработать меры по предупреждению образования и вредного воздействия на работников стоматологической службы диспергационных аэрозолей.

Материалы и методы исследования. Проведено исследование концентрации металлов (Ag, Al, As, Ca, Cd, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pl, Si, Ti, Zn) в аэрозолях воздуха рабочей зоны врачей-стоматологов и зубных техников. Исследовались концентрации металлов в контрольных и использованных в течение одной смены средствах индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) – в масках медицинских «Trident N203» и противоаэрозольных фильтрующих респираторах с клапаном выдоха «Респфарм М-300 П-1К FFP-1D», оценивались коэффициенты токсической опасности среды и коэффициенты защиты СИЗОД. Изучалась временная динамика нано- (d = 1–100 нм) и мелкодисперсных (101–200 нм) диспергационных аэрозолей в воздухе рабочей зоны, через 2 ч после начала работы и сразу после окончания проведения исследуемых санитарных мероприятий (сквозное проветривание, влажная уборка производственных помещений).

Результаты. Установлено, что работники стоматологической службы на рабочих местах подвергаются опасности вредного воздействия аэрозолей металлов – As, Cr, Zn, Ca, а также наноаэрозолей – Ni, As, Cr, Si, Ca, Al, Mg, Ti, Fe. Использование маски медицинской «Trident N3» не позволяет обеспечить безопасные концентрации в подмасочном пространстве аэрозолей металлов – Ni, As, Cr, Mn, Zn, Ca, Al. Использование противоаэрозольных филь-

трующих респираторов с клапаном выдоха «Респфарм М-300 П-1К FFP-1D» позволяет обеспечить безопасные концентрации в подмасочном пространстве для всех исследованных металлов. В воздухе рабочей зоны производственных помещений стоматологической службы преобладают диспергационные аэрозоли с наноразмерными частицами (d = 1–100 нм) (85,5 %), с максимальной концентрацией частиц диаметром 10–25 нм, концентрация которых в воздухе значительно увеличивается через 90–120 мин после начала работ, ведущих к образованию аэрозолей. Использование санитарных мероприятий (сквозного проветривания, влажной уборки производственных помещений) позволяет значительно снизить исходную концентрацию диспергационных нано- и мелкодисперсных аэрозолей в воздухе рабочей зоны (от 1,8 до 3,8 раза).

Выводы. Для снижения опасности воздействия на работников стоматологической службы диспергационных нано- и мелкодисперсных аэрозолей рекомендуется использование противоаэрозольные фильтрующие респираторы не ниже I и II степеней защиты (Р3 и Р2 по европейской классификации), в сочетании с другими мерами санитарно-гигиенического контроля на рабочих местах (периодическое сквозное проветривание, влажная уборкой производственных помещений, использование принудительной вытяжной системы вентиляции), а также широкого внедрения технологий снижения пылеобразования (влажная система обработки тканей зуба, пломбировочных материалов, ортопедических и ортодонтических конструкций и прочих).

Ключевые слова: стоматологическая служба, медицинские работники, условия труда, аэрозоли, металлы, средства индивидуальной защиты, органы дыхания, профилактика

Varyvonchyk D. V.[1, 2], Kopach K. D.[1], Demetska A. V.[3], Andrusyshyna I. M.[1], Movchan B. O.[1], Bezverbnyi P. S.[2], Edzhybiya A. M.[1]

DEVELOPMENT OF A COMBINATION OF HYGIENIC MEASURES FOR PREVENTION OF HARMFUL EFFECT OF NANO- AND LOW DISPERSED AEROSOLS ON WORKERS OF THE DENTAL SERVICE

[1]State Institution «Kundiiev Institute of Occupational Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv

[2]National Medical Academy of Post-Graduate Education named after P. L. Shupyk, Kyiv

[3]Private higher institution «Kyiv International University»

Introduction. Resulting in high-speed processing of tooth tissues, dental implants, orthopedic prostheses, orthodontic devices, etc., there is a process of developing dispersed aerosols that can have an adverse effect on the health of dental workers.

Purpose of the study is to develop measures on prevention of formation and harmful effect of dispersed aerosols on dental workers.

Materials and methods. The concentration of metals (Ag, Al, As, Ca, Cd, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pl, Si, Ti, Zn) in air aerosols of the working area of dentists and dental technicians was studied. The concentrations of metals in the control and respiratory protective equipment (RPE) used during one shift, in medical masks «Trident N203» and anti-aerosol filter respirators with exhalation valve «Resppharm M-300 P-1K FFP-1D» were investigated and there were estimated coefficients of toxic environmental hazards and protection coefficients of RPE. The time dynamics of nano- (d = 1–100 nm) and finely dispersed (101–200 nm) aerosols in the air of the working area was studied, 2 hours after the start of work and immediately after the use of the sanitary measures (through ventilation, wet cleaning of industrial premises).

Results. It has been established that dental workers at their workplace are exposed to harmful effect of metal aerosols – As, Cr, Zn, Ca, and nanoaerosols – Ni, As, Cr, Si, Ca, Al, Mg, Ti, Fe. The use of medical mask «Trident N3» do not provide safe concentrations of metal aerosols – Ni, As, Cr, Mn, Zn, Ca, Al under the mask space.

The use of anti-aerosol filter respirators with exhalation valve «Respparm M-300 P-1K FFP-1D» allows to ensure safe concentrations under the mask space for all the metals studied. Dispersive aerosols with nano-sized particles (d = 1–100 nm) (85,5 %) prevail in the air of the working zone of the production premises of the stomatological service, with a maximum particle concentration of 10–25 nm in diameter, whose concentration in the air significantly increases in 90–120 min after starting the work causing formation of aerosols. The use of sanitary measures (through ventilation, wet cleaning of industrial premises) allows to significantly reduce the initial concentration of dispersed nano- and fine-dispersed aerosols in the air of the working zone (by1,8–3,8 times).

Conclusion. To reduce the risk of exposure to dispersed nano- and fine-dispersed aerosols for dental workers, the use of anti-aerosol filter respirators of at least I and II degrees of protection (P3 and P2 according to the European classification) is recommended, in combination with other measures of sanitary and hygienic control at workplaces (periodic through ventilation, wet cleaning of industrial premises, use of forced exhaust ventilation system) as well as all-round introduction of technologies for reducing dust formation (wet tissue processing system for tooth, filling materials, orthodontic and orthopedic structures, etc).

Key words: stomatological service, medical workers, working conditions, aerosols, metals, personal protective equipment, respiratory organs, prevention

Reference

1. Burya L. V. and Marchenko I. Ya. (2007), «Hygienic characteristics of factors of the work environment for dentists», Ukr. J. Occup. Health, 4,79–85.

2. Vyznachennya 33 elementiv metodom atomno-emisiinoyi spektrometrii z induktyvno- zvyazanoyu plasmoyu u vodi (2007) [Determination of 33 elements by the method of atomic-absorption spectrometry with inductively coupled plasma in water], State Standard ISO 11885,1996, Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrayiny.

3. Gigiyena ta okhorona pratsi medychnykh pratsivnykiv (2009) [Occupational health and work protection of medical workers: a textbook], Moskalenko V.F. and Yavorovskyi O.P. (ed.), Medytsyna, Kyiv.

4. Demetska O. V., Andrusyshyna I. M., Kopach K. D. (2016), «Assessment of nanoparticle emission in the air of the working zone, using modern dental materials», Lvivskyi medychnyi forum, 8, 64–67.

5. Kopach K. D., Varyvonchyk D. V. (2017), «Identification of chemical danger at workplaces of dentists», Collection of papers of workers of NMAPG E, 27, 409 – 417.

6. Kundiiev Yu. I., Varyvonchyk D. V. and Kopach K. D. (2017), «Hygienic conditions of dentists in conditions of using modern medical technologies», Ukr. J. Occup. Health, 4, 3–11.

7. Movchan V. O., Salnikova N. A., Andrusyshyna I. M. (2012), Sposib vyznachennya nanoichastynok v povitri robochoyi zony [Method of determination of nanoparticles in the air of the working zone], Patent for utility model No. UA72951 U.

8. Order of the Derzhgirpromnaglyadu 28.12.2007 № 331«Rules for selection and usage of means of personal protection of the respiratory organs», URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0285-08/page (Accessed date: 15.06.2018).

9. Gadbury-Amyot C. C., Williams K. B., Overman P. R. and Glaros A. (1994) «The effect of personal protective equipment on high-and low-dental fear patients», J. Dent. Hyg. , 68 (2), 75–81.

10. Janssen L. and Bidwell J. (2007), «Performance of a full face piece, air-purifying respirator against lead aerosols in a workplace environment», Journal of Occupational and Environmental Hygien, 4 (2), 123–128.

11. Laube B.L., Janssens H.M. and de Jongh F.H. (2011), «What the pulmonary specialist should know about the new inhalation therapies», Eur. Respir. J., 37 (6), 1308 – 1331.

12. Zhuang Z., Coffey C. C. and Jensen P. A. (2003), «Correlation between quantitative fit factors and workplace protection factors measured in actual workplace environments at a steel foundry», American Industrial Hygiene Association Journa, 64 (6), 730–738.

ORCID ID співавторів та їхній внесок у підготовку та написання статті:
Варивончик Д. В. (ORCID 0000-0003-2107-6269) – формування концепції та методології дослідження, обрання інструментів і методів дослідження; участь у статистичній обробці, аналізі, інтерпретації даних, формуванні висновків; написання статті;
Копач К. Д. (ORCID 0000-0002-6771-4556) – участь у розробці методології дослідження; збір контрольних і використаних засобів індивідуального захисту органів дихання в працівників стоматологічної служби; участь у натурних і експериментальних дослідженнях, у статистичній обробці, аналізі, інтерпретації даних, формуванні висновків і рекомендацій;
Демецька О. В. (0000-0002-8174-7813) – розробка методики та проведення кількісних досліджень вмісту в повітрі робочої зони нано- та дрібнодисперсних аерозолів;
Андрусишина І. М. (ORCID 0000-0001-5827-3384) – розробка методики та проведення хіміко-аналітичного дослідження вмісту металів у повітрі робочої зони та в засобах індивідуального захисту органів дихання (методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою);
Мовчан В. О. (ORCID 0000-0001-8756-3727) – розробка методики дослідження, забір і підготовка проб повітря робочої зони для проведення хіміко-аналітичного дослідження вмісту аерозолів металів у повітрі робочої зони;
Безвербний П. С. (ORCID 0000-0002-9851-8830) – участь у проведенні дослідження, в інтерпретації даних, формуванні рекомендацій;
Еджибія О. М. (ORCID 0000-0002-0243-7615) – участь у проведенні дослідження, в обробці даних, у написанні статті.

Інформація щодо джерел фінансування дослідження: дослідження виконано за ініціативно-пошуковою темою «Оцінка ризиків та профілактика виробничо зумовленої захворюваності працівників стоматологічної служби в умовах застосування сучасних медичних технологій», № держреєстрації 0116U0000496.

Надійшла: 15 червня 2018 р.

Контактна особа: Варивончик Денис Віталійович, лабораторія канцерогенної небезпеки та профілактики професійного раку, ДУ «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва НАМН України», буд. 75, вул. Саксаганського, м. Київ, 01033. Тел.: + 38 0 44 289 45 26. Електронна пошта: dv7@ukr.net