

УДК 614.715 613.633

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТИЦ НАНОДИАПАЗОНА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Т.С. Уланова, М.В. Антипова, М.И. Забирова, М.В. Волкова

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

Приведены результаты исследований воздуха рабочей зоны металлургического производства на содержание частиц нанодиапазона. Максимальная концентрация наночастиц в диапазоне 13523–28609 млн/м³ определена на рабочем месте плавильщика титанового производства с максимальным размером частиц 10–15 нм. На рабочем месте в административном корпусе (рабочее место сравнения) максимальная концентрация определена в диапазоне 527–1000 млн/м³, максимальный размер частиц ~ 20 нм.

Ключевые слова: наноразмерные частицы (< 100 нм), счетная концентрация, распределение наночастиц по размерам.

В настоящее время одним из ключевых направлений развития мирового технического прогресса являются работы по созданию нанотехнологий и перспективных наноматериалов. С развитием нанотехнологий появляется множество материалов, содержащих наноразмерные (<100 нм) частицы. Уже сейчас объем промышленного производства наноматериалов в развитых странах достигает нескольких тысяч тонн в год [2].

Совокупность научных данных о наноматериалах позволяет предполагать, что они могут быть потенциально токсичными для человека. Изучение возникающих потенциальных рисков при контактах человека и других биологических систем с наноматериалами представляется актуальной и важной задачей. Внедрение нанотехнологий и наноматериалов требует оценки всех возможных рисков, связанных с их использованием.

Нанотехнологии, как и любые новые технологии, несут не только несомненные преимущества, но и потенциальную опасность вредного воздействия на здоровье человека и природные экосистемы. Анализ большого числа научных исследований показал, что наночастицы обладают более высокой токсичностью, чем обыч-

ные микрочастицы, способны проникать в неизменном виде через клеточные барьеры, а также через гематоэнцефалический барьер в центральную нервную систему, циркулировать и накапливаться в органах и тканях, вызывая более выраженные патоморфологические поражения внутренних органов (например, образование гранул в легких, цирроз печени, гломерулонефроз), а также, обладая длительным периодом полувыведения, крайне тяжело выводятся из организма [3–5].

Токсичность наночастиц определяется их формой и размерами. Органами-мишенями для наночастиц могут быть легкие, печень, почки, головной мозг, желудочно-кишечный тракт, прослеживается зависимость органов-мишеней от пути поступления. При воздействии наночастиц на организм человека возможно развитие оксидативного стресса, ингаляционной/трансдермальной ассимиляции (накопление и усвоение), астмы, хронических обструктивных болезней легких (ХОБЛ), злокачественных новообразований (рак легких), нейродегенеративных заболеваний, нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы и сердечной деятельности, нарушение генома клетки (репликации ДНК) [2, 3].

© Уланова Т.С., Антипова М.В., Забирова М.И., Волкова М.В., 2015

Уланова Татьяна Сергеевна – доктор биологических наук, заведующий отделом химико-аналитических методов исследования (e-mail: ulanova@fcrisk.ru; тел. 8 (342) 233-10-34).

Антипова Марина Владимировна – старший научный сотрудник лаборатории методов анализа наноматериалов и мелкодисперсных частиц, кандидат биологических наук (e-mail: girnar@mail.ru; тел. 8 (342) 233-10-34).

Забирова Марина Игоревна – инженер-исследователь лаборатории методов анализа наноматериалов и мелкодисперсных частиц (e-mail: 79824541888@yandex.ru; тел. 8 (342) 233-10-34).

Волкова Марина Валерьевна – химик лаборатории методов анализа наноматериалов и мелкодисперсных частиц (e-mail: mari_703@mail.ru; тел. 8 (342) 233-10-34).

В этой связи особую актуальность представляет оценка условий труда и профессионального риска при производстве и применении материалов, содержащих наночастицы, а также производственных процессов с образованием наночастиц. Среди производственных процессов с наиболее высоким риском вредного воздействия наноразмерных аэрозолей выделяются электродуговая сварка и резка металлов, пирометаллургические процессы рафинирования металлов [2].

Цель работы – исследование содержания частиц нанодиапазона в воздухе рабочей зоны металлургического предприятия на примере ОАО «Ависма» г. Березники Пермского края.

Материалы и методы. При обследовании воздуха рабочей зоны распознавание наночастиц по размерам и измерение их счетной концентрации выполнялось с использованием диффузионного аэрозольного спектрометра ДАС 2702 (Россия) [1].

Исследование воздуха рабочей зоны выполнялось на рабочих местах металлургического производства ОАО «Ависма», которое является филиалом ОАО «Корпорация ВСМПО – Ависма» и расположено в г. Березники Пермского края.

Рабочие места металлургического производства оценивались на основе обследования рабочего места плавильщика титанового производства при прохождении высокотемпературных производственных процессов плавки титанового шлака: доводка, выпуск чугуна, выпуск титанового шлака, закрывание лётки – огнеупорной пробки электродуговой печи.

В качестве рабочего места сравнения обследован административный блок ОАО «Ависма», отделенный от производственного процесса.

Воздух рабочей зоны исследовался на распределение по размерам и определение счетной концентрации наночастиц.

Результаты и их обсуждение. Выполненные исследования представлены на рис. 1–3. На рис. 1 показано распределение взвешенных частиц по размерности: на оси x представлены значения диапазонов размеров частиц в нанометрах, ось y отображает счетную концентрацию частиц в миллионах частиц на m^3 . Максимум концентрации наночастиц соответствует диапазону от 15 024 до 26 481 млн частиц на m^3 , размер частиц 10–65 нм с максимумом счетной концентрации, приходящемся на диапазон 30–35 нм. В процессе доводки в воздухе рабочей зоны на рабочем месте плавильщика преобладают частицы с размерами, находящимися в диапазоне 5–20 нм, счетная концентрация представлена интервалом 13 523–28 609 млн частиц на m^3 (максимум в диапазоне 10–15 нм).

Результаты обследования рабочего места сравнения приведены на рис. 2, 3 и в таблице.

По результатам исследований воздуха рабочей зоны на территории администрации (рабочее место сравнения), выполненных в трех точках, можно сделать вывод, что максимальная концентрация частиц находится в диапазоне размеров 15–55 нм, счетная концентрация 527–1000 млн частиц на m^3 (с максимумом, принадлежащим частицам размером ~ 20 нм).

Таким образом, выполненные измерения распределения и счетной концентрации частиц нанодиапазона в воздухе рабочей зоны основных производственных процессов и административного корпуса ОАО «Ависма» (металлургические производства) позволяют сделать вывод, что счетная концентрация наночастиц на рабочих местах сравнения (администрация



Рис. 1. Распределение по размерам и счетная концентрация наночастиц в воздухе рабочей зоны ОАО «Ависма»

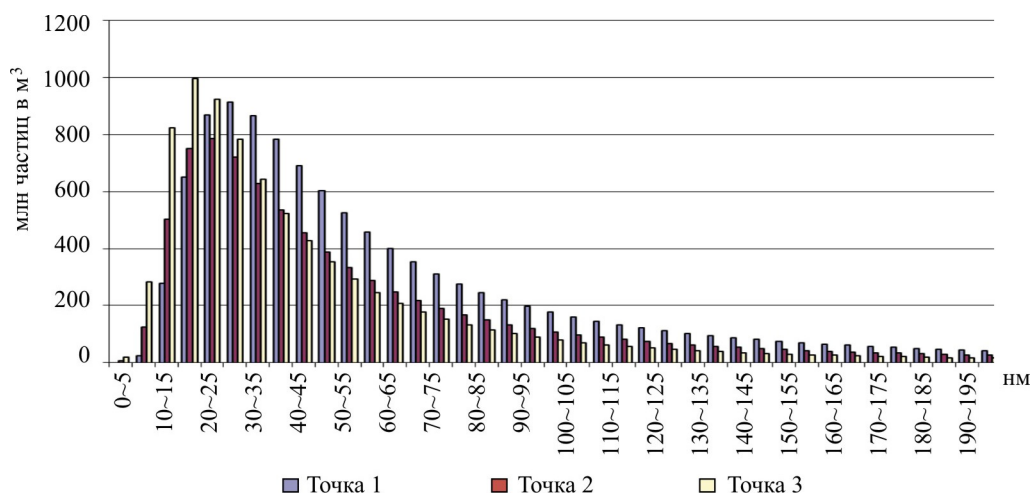


Рис. 2. Характеристика наночастиц в воздухе рабочей зоны административного блока ОАО «Ависма»

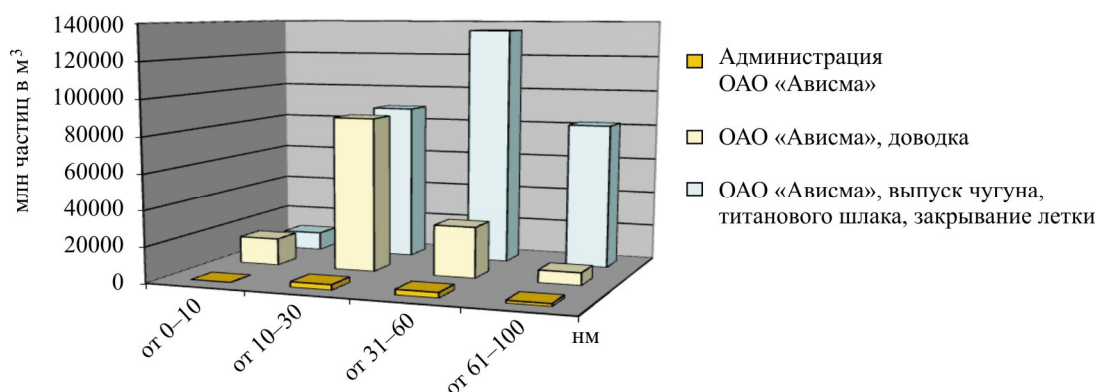


Рис. 3. Сравнение распределения наночастиц в воздухе рабочей зоны на рабочих местах обследования и сравнения

Концентрация частиц в воздухе рабочей зоны предприятия ОАО «Ависма»

Наименование обследуемого места	Максимальная концентрация частиц, млн/м ³	Диапазон размера частиц с максимальной концентрацией, нм
Администрация	527–1000	~ 20
Цех № 37, рабочее место плавильщика титанового производства, доводка	13523–28609	10–15
Цех № 37, рабочее место плавильщик титанового производства, выпуск чугуна, титанового шлака, закрытие летки	15024 до 26481	30–35

ОАО «Ависма») значительно ниже, чем на рабочих местах основных производственных процессов. Рабочие места плавильщика титанового производства на стадии доводка и выпуск чугуна, титанового шлака, закрывание летки отличаются по диапазону максимальной концентрации наночастиц и по диапазону размера частиц с максимальной концентрацией.

Данные, полученные в исследованиях, могут быть использованы в качестве дополнительной информации при оценке условий труда и профессионального риска при производстве и применении материалов, содержащих наночастицы, а также производственных процессов с образованием наночастиц.

Список литературы

1. Диффузионный аэрозольный спектрометр. Модель 2702: руководство по эксплуатации 66334978.002.000РЭ / ООО «АэроНаноТех». – М., 2013. – URL: <http://ru.aeronanotechnology.com/diffuzionnyy-aerozolnyyspektrometr> (дата обращения: 18.10.2011).
2. Онищенко Г.Г. Организация надзора за оборотом наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека // Гигиена и санитария. – 2011. – № 2. – С. 4–9.
3. Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности водной суспензии нанодисперсного диоксида кремния, синтезированного методом жидкокристаллического темплатирования / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Н. Звездин, Е.В. Саенко // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 65–72.
4. Acute toxicological affects of copper nanoparticles in vivo / Z. Chen, H. Meng, G. Xing [et al.] // The journal of physical chemistry. Toxicology letters. – 2006. – № 163. – P. 109–120.
5. Pulmonary toxicity of single-wall carbon nanotubes in mice 7 and 90 days after intratracheal instillation / Chiu - Wing Lam, T. James John, R. McCluskey [et al.] // Toxicol. Science. – 2003. – № 77. – P. 126–134.

References

1. Diffuzionnyj ajerozol'nyj spektrometr. Model' 2702. Rukovodstvo po jekspluatácii 66334978.002.000RJe [Diffusion aerosol spectrometer. Model 2702. Operation manual 66334978.002.000RE]. ООО «AjeroNanoTeh» g. Moskva, 2013. Available at: <http://ru.aeronanotechnology.com/diffuzionnyy-aerozolnyyspektrometr>.
2. Onishhenko G.G. Organizacija nadzora za oborotom nanomaterialov, predstavljajushhih potencial'nuju opasnost' dlja zdorov'ja cheloveka [Organization of supervision over the turnover of nanomaterials posing potential danger for the health of humans]. *Gigiena i sanitarija*, 2011, no 2, pp. 4–9.
3. Zajceva N.V., Zemljanova M.A., Zvezdin V.N., Saenko E.V. Toksikologo-gigienicheskaja ocenka bezopasnosti vodnoj suspenzii nanodispersnogo dioksida kremnija, sintezirovannogo metodom zhidkokristallicheskogo templantirovanija [Toxicological and hygienic assessment of safety of the aqueous suspension of nano-disperse silicon dioxide synthesized by the liquid-crystalline templating method]. *Analiz riska zdorov'ju*, 2013, no 1, pp. 65–72.
4. Chen Z., Meng H., Xing G. et al. Acute toxicological affects of copper nanoparticles in vivo. The journal of physical chemistry. *Toxicology letters*, 2006, no 163, pp. 109–120.
5. Chiu - Wing Lam, James John T, McCluskey R. et al. Pulmonary toxicity of single-wall carbon nanotubes in mice 7 and 90 days after intratracheal instillation. *Toxicol. Science*, 2003, no 77, pp. 126–134.

DETERMINATION OF NANOSCALE PARTICLES IN THE AIR OF WORKING ZONE AT THE METALLURGICAL PRODUCTION

T.S. Ulanova, M.V. Antipyeva, M.I. Zabirova, M.V. Volkova

FBSI "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies",
Russian Federation, Perm, 82, Monastyrskaya St., 614045

The results of studies of the air of working zone at the metallurgical production on the example of Avisma OJSC (Berezniki, the Perm Territory) for the content of nanoscale particles are specified. The maximum nanoparticles concentration in the range of 13523–28609 mln./m³ is determined at the working place of the titanium production smelter with the maximum size of particles of 10–15 nm. At the working place in the administrative building (reference working place) the maximum concentration is determined within the range of 524–1000 mln./m³; the maximum size of nanoparticles is 20 nm. It was established that the number concentration of nanoparticles at the reference working places (administration of Avisma OJSC) is significantly lower than at the working places of main production processes. The presented studies can be used as the additional factors in the assessment of labor conditions and occupational risk during the manufacture and use of materials containing nanoparticles as well as the production processes with the nanoparticles formation.

Key words: nanoparticles (< 100 nm), number concentration, nanoparticle size distribution.

© Ulanova T.S., Antipyeva M.V., Zabirova M.I., Volkova M.V., 2015

Ulanova Tatyana Sergeevna – Doctor of Biological Sciences, head of the Department of chemical and analytical research methods (e-mail: ulanova@fcrisk.ru; tel. 8 (342) 233-10-34).

Antipyeva Marina Vladimirovna – Candidate of biological science, Senior research assistant of the laboratory of methods for analysis of nanomaterials and finely-divided particles (e-mail: girmar@mail.ru; tel. 8 (342) 233-10-34).

Zabirova Marina Igorevna – research engineer of the laboratory of methods for analysis of nanomaterials and finely-divided particles (e-mail: 79824541888@yandex.ru; tel. 8 (342) 233-10-34).

Volkova Marina Valeryevna – chemist of the laboratory of methods for analysis of nanomaterials and finely-divided particles (e-mail: mari_703@mail.ru; tel. 8 (342) 233-10-34).