

кристаллической решетки наночастиц с наблюдаемыми изменениями их физических, химических или медико-биологических свойств.

3) Применение данного режима открывает новые горизонты исследований как в фундаментальных областях, так и медицинской нанотехнологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Altavilla, C. Inorganic nanoparticles. Synthesis, applications, and perspectives / C. Altavilla, E. Ciliberto. – Boca Raton : CRC Press, 2011. – 546 p.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ СВОЙСТВ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ

Довнар Р. И.

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Актуальность. В настоящее время наночастицами считаются объекты размерами от 1 до 100 нм [1]. Доказано, что такие частицы могут обладать уникальными свойствами, нередко отсутствующими у цельного металла. Одной из гипотез, объясняющей данные свойства наночастиц является существенно большее отношение площади поверхности к объёму вещества.

Цель. математическое обоснование наблюдаемых уникальных свойств наночастиц металлов в сравнении с цельным веществом.

Методы исследования. В наших исследованиях используются наночастицы металлов, синтезированные физическими методами. Выполненная просвечивающая электронная микроскопия показала, что данные частицы имеют округлую форму [2], следовательно, при расчётах их площади и объёма применяются классические формулы геометрии, используемые для сферы.

Для оценки количества атомов внутри сферы необходимо вычислить объём сферы по радиусу ($\frac{4}{3}\pi r^3$), затем умножить объём на плотность металла, чтобы получить массу наночастицы. Масса преобразуется в моли и в число атомов с использованием числа Авогадро.

Результаты и их обсуждение. Так для наночастицы серебра диаметром 40 нм (радиус 20 нм или 2×10^{-6} см), плотностью $10,49 \text{ г/см}^3$ объём наночастицы будет равен $3,35 \times 10^{-17} \text{ см}^3$, а количество атомов в её составе $1,96 \times 10^6$ атомов.

Оценку количества атомов на поверхности сферы начнём с определения подповерхностного радиуса, равного радиусу наночастицы минус один диаметр рассматриваемого элемента. Серебро имеет ковалентный радиус 0,145 нм, поэтому наночастица радиусом 20,0 нм будет иметь подповерхностный радиус 19,71 нм. Повторив расчёты по предыдущим алгоритмам с использованием подповерхностного радиуса получаем, что в наночастице серебра имеется $1,88 \times 10^6$ подповерхностных атомов. Количество поверхностных атомов составляет разность между полученными значениями и равно 8×10^4 поверхностных атомов.

Описанная выше наночастица серебра радиусом 20 нм имеет дисперсию 0,041 или 4,1 % атомов являются поверхностными атомами. Произведём аналогичные расчёты для различных радиусов наночастиц (таблица 1).

Таблица 1 – Процент поверхностных атомов изучаемых металлов в зависимости от размера частиц, %

Элемент	Радиус частицы							
	20 нм	35 нм	50 нм	100 нм	500 нм	1 мкм	1 мм	1 см
Ag	4,29	2,47	1,73	0,87	0,17	0,087	$8,7 \cdot 10^{-5}$	$8,7 \cdot 10^{-6}$
Cu	3,91	2,25	1,58	0,79	0,16	0,079	$7,92 \cdot 10^{-5}$	$7,92 \cdot 10^{-6}$
Al	3,59	2,06	1,44	0,72	0,15	0,073	$7,26 \cdot 10^{-5}$	$7,26 \cdot 10^{-6}$
Zn	3,62	2,08	1,46	0,73	0,15	0,073	$7,32 \cdot 10^{-5}$	$7,32 \cdot 10^{-6}$
La	4,98	2,87	2,01	1,01	0,20	0,101	0,000101	$1,01 \cdot 10^{-5}$
Au	4,02	2,31	1,62	0,81	0,16	0,082	$8,16 \cdot 10^{-5}$	$8,16 \cdot 10^{-6}$
Ni	3,67	2,11	1,48	0,74	0,15	0,074	$7,44 \cdot 10^{-5}$	$7,44 \cdot 10^{-6}$
Se	3,56	2,04	1,43	0,72	0,14	0,072	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$7,2 \cdot 10^{-6}$

Как видно из таблицы 1, если размер частицы находится в пределах нанодиапазона (диаметр от 1 до 100 нм), то более 1 % всех атомов, образующих наночастицу находятся на поверхности. С ростом размера частиц наблюдается значительное уменьшение процента атомов, находящихся на поверхности к общему количеству атомов. Так, если процент находящихся на поверхности частицы серебра атомов размером 1 мм принять за единицу, то при данном же объёме металла при уменьшении размера частиц до 1 мкм на поверхности будет в 1 000 раз большее количество процента атомов, при размере частицы 100 нм – в 10 000 раз, а при частицах 20 нм – в 49 310 раз.

Выводы. 1. Для повышения реакционной способности металла необходимо стремиться увеличивать отношение площади его поверхности к объёму, что достигается именно при применении наночастиц.

2. Только наночастицы металлов, имеющие размеры от 1 до 100 нм имеют более чем 0,7 % всех атомов частицы на поверхности и этот процент существенно увеличивается при уменьшении размеров.

3. Процент атомов, лежащих на поверхности наночастицы зависит не только от размеров последней, но и от вида металла, из которого она синтезирована.

4. Учитывая малые размеры наночастиц, необходимый объём цельного металла для синтеза последних также мал, что свидетельствует о малой материалоёмкости производственных процессов в области нанотехнологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chung, E. J. Nanoparticles for biomedical applications. Fundamental concepts, biological interactions and clinical applications / E. J. Chung, L. Leon, C. Rinaldi. – Amsterdam : Elsevier, 2020. – 424 p.

2. Воздействие наночастиц серебра на полиантибиотикорезистентные патогенные микроорганизмы / Р. И. Довнар [и др.] // Хирургия. Восточная Европа. – 2022. – Т. 11, № 4. – С. 464–474.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕЙЗАЖ СОВРЕМЕННОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ИНФЕКЦИИ

Довнар Р. И.¹, Карташевич И. П.², Борель М. И.², Шершень Е. М.²,
Мироненко В. С.¹

¹Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

²Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, Гродно, Беларусь

Актуальность. В настоящее время в мире ежегодно проводится около 310 миллионов операций [1]. В среднем у 11 % данных пациентов развивается инфекция области хирургического вмешательства [2]. Её возникновение увеличивает риск смерти пациентов в 4 раза и значительно повышает стоимость лечения [3]. Именно поэтому чрезвычайно важно знать микробиологический пейзаж хирургической инфекции в современных условиях.

Цель. Выявление закономерностей микробиологического спектра хирургической инфекции за 2021 год в УЗ «ГКБСМП г. Гродно».

Методы исследования. Исследование проводилось на основе обработки данных микробиологической лаборатории ГУ «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» за 2021 год программой Microsoft Excel, полученных при посеве раневого отделяемого пациентов хирургического, ожогового, травматологического отделения № 3 и ОАРИТ.

Результаты и их обсуждение. Всего было проанализировано 377 образцов. Из них грибы рода *Candida* составили 1,1 %, остальные 98,9 % были представлены бактериальной флорой. Грамположительные и грамотрицательные аэробные микроорганизмы составили 50,1 % и 47,2 % соответственно, остальные микроорганизмы (1,6 %) являлись анаэробами.

Наиболее часто встречаемыми микробами являются бактерии группы ESKAPE: *E. faecalis* (5 %), *S. aureus* (30,8 %), *K. pneumoniae* (8,2 %), *A. baumannii* (7,7 %), *P. aeruginosa* (6,4 %) и *E. cloacae* (2,7 %) – суммарно 60,8 % от всех случаев хирургической инфекции. Помимо них часто высеваемыми бактериями были *E. coli* (5,6 %) и *P. mirabilis* (4,5 %).

Грамположительные микроорганизмы были представлены главным образом *S. aureus* (61,4 %), *E. faecalis* (10,1 %) и *S. epidermidis* (6,3 %). Они преобладают в травматологическом отделении № 3, составляя 64,7 % случаев инфекции данного отделения преимущественно за счёт *S. aureus* (72 %). *E. faecalis*, в свою очередь, встречается в хирургическом (7,4 %), ожоговом (9,3 %) отделениях и в ОАРИТ (13,9 %). Доля его в травматологическом отделении № 3 мала (1,5 %).