

$$C_{Hg} = \frac{73880000000000e^{-240.7X_1} X_1^{9.374} \frac{1}{517.1-29.41X_2} \frac{1}{553.8-44.66X_3} * 0.0008678e^{1.163X_4} X_4^{-2.648} (0.001553+0.01616LnX_5)}{2.209 * 10^{-11}}$$

$$R=0.6286 \quad t_R=4.53$$

Резюмируя вышеизложенное можно заключить, что степень осаждения оксалатов зависит не только от исходной концентрации растворов выбранных металлов, но и от ионной силы суммарного состава твердой смеси. Полученные эмпирические формулы можно использовать для получения осадка с необходимым молярным соотношением металлов.

#### Литература:

1. Cantoni M., Schilling A., etc. Characterisation of superconducting Hg-Ba-Ca-Cu-oxides: Structural and physical aspects // Physica C: Superconductivity V. 215, I. 1–2, P.11–18, 1993.
2. Abboudi M., Messali M., etc. Synthesis of CuO, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and La<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub> by the Thermal-Decomposition of Oxalates Precursors Using a New Method// Synthesis and reactivity in inorganic metal-organic and nano-metal chemistry, V. 41, I. 6, P.683-688, 2011.
3. Беляев С.В., Малышев В.П. Пути развития вероятностно-детерминированного планирования эксперимента. В сб. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Состояние. Проблемы. Решения. Алматы. 2008. т.9 Информационные технологии в минерально-сырьевом комплексе. Глава 8. –С.599-633.

**Елемесова А.Н.**, Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова, биолого-географический факультет, студентка гр. ЭК-42  
(Научный руководитель – PhD, доцент **Зейниденов А.К.**)

### ВЛИЯНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА ДЕГРАДАЦИЮ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ

Благодаря уникальным свойствам наночастицы (НЧ) никеля в ближайшее время найдут применение практически во всех отраслях промышленности. НЧ никеля и его соединений используются в производстве моторных масел и присадок, перспективны для создания магнитных жидкостей, систем записи хранения информации, постоянных магнитов, адресной доставки лекарств, нанодиагностики и магниторезонансной томографии [1,2]. Поэтому интерес в производстве наночастиц никеля постоянно растет. В то же время имеются данные о генотоксичности и канцерогенности никель содержащих материалов. Международное агентство по изучению рака классифицировало никелевые соединения по первой группе, они канцерогенны для человека, а металлический никель классифицируется по группе 2В: вероятно канцерогенные для человека. Поэтому в связи с ростом потребления и объемов производства наночастицы никеля рассматриваются как потенциально высокотоксичные соединения для окружающей среды и человека [3].

В процессе производства, применения и диагностики нанопорошков никеля при отсутствии индивидуальных средств защиты органов дыхания НЧ никеля могут проникать в организм персонала респираторно или через рот. С учетом повышенной реакционной способности металлических наночастиц в биологических жидкостях можно прогнозировать высокую растворимость никелевых наноматериалов в организме человека [4,5]. При этом степень растворения никелевых порошков обуславливает степень накопления никелевых продуктов в организме человека. Таким образом, в настоящее время отсутствуют данные о реакционной способности металлического никеля при его взаимодействии с физиологическими жидкостями, что не позволяет оценить степень накопления никелевых продуктов в респираторном тракте и других областях возможного накопления токсиканта.

Целью настоящей работы являлось определение степени растворения наноразмерных и ультрадисперсных частиц никеля в физиологических растворах, моделирующих среду респираторного тракта и слюны.

Наночастицы никеля были получены методом электровзрыва в водном растворе [6]. Форма и размер НЧ никеля определялась с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) TESCAN Mira 3.

Для приготовления физиологических растворов были использованы методы подробно описанные в работе [7]. Растворы хранились не более 4 дней при 37 °С. Перед проведением эксперимента их температуры составляла 37 °С.

В осветленном растворе определяли концентрацию ионов  $\text{Ni}^{2+}$  и рассчитывали степень растворения по формуле  $\alpha = (C_{\text{Ni}}/C) \cdot 100\%$ , где  $C_{\text{Ni}}$  – концентрация растворенного никеля,  $C$  – исходная концентрация нанопорошка. Концентрацию ионов  $\text{Ni}^{2+}$  в растворе определяли фотоколориметрическим методом на спектрофотометре СМ 2203.

На рисунке 1 показаны частицы нано- и ультрадисперсного порошка никеля. Из рисунка видно, что исследуемые порошки подвержены агрегации, но один из них классифицируется как наноразмерный порошок или нанопорошок (образец НЧ Ni), а второй образец (УД Ni) относится к классу ультрадисперсных порошков. Такие образцы позволят провести сравнение качественного и количественного изменения свойств никелевого порошка при переходе размера частиц, составляющих порошок, через верхнюю границу нанодиапазона (100 нм).

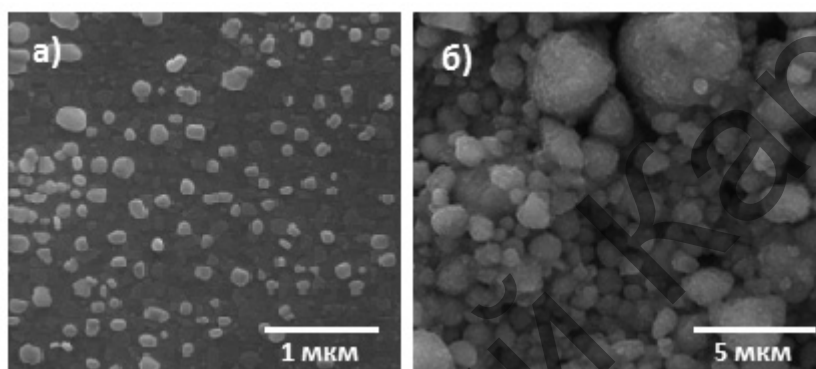


Рисунок 1. СЭМ изображение агрегатов и частиц НЧ (а) и УД (б) порошка никеля

На рисунке 2 показано изменение рассчитанной степени растворения ( $\alpha$ , мас.%) исследуемых порошков в выбранных физиологических растворах. Экспериментально показано, что в водной суспензии (DW) частицы УД Ni практически не растворяются ( $\alpha$  не превышает 0,8 мас.%), но при уменьшении размеров частиц до 85 нм  $\alpha$  увеличивается до 65,2 мас.%. Полученные результаты показывают, что при переходе через верхнюю границу нанодиапазона реакционная способность частиц увеличивается в десятки раз. Ограниченная степень растворения УД Ni может объясняться образованием на поверхности и блокирующим эту поверхность труднорастворимых соединений.

В суспензии синтетической слюны (SS)  $\alpha$  УД Ni не превышала 60 мас.%, в то время как для НЧ Ni  $\alpha$  составляла 84 мас.%. В растворе искусственной легочной жидкости (SLF) оба порошка растворяются менее чем за сутки.

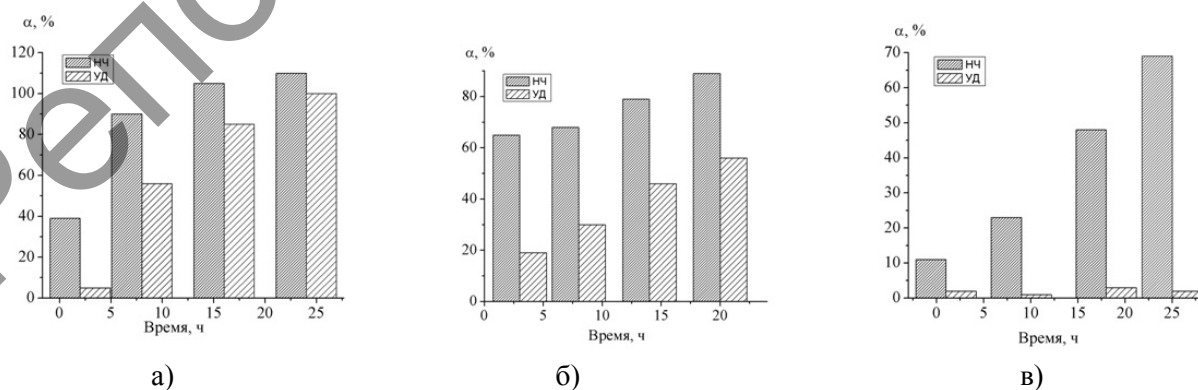


Рисунок 2. Изменение степени растворения ( $\alpha$ , мас.%) НЧ и УД порошка никеля в растворах SLF (а), SS (б) и DW (в)

Экспериментальные результаты позволили увидеть, что степень растворения никелевых частиц в физиологических растворах зависит не только от размера, но и от состава растворителя: степень

растворения увеличивается в ряду жидкостей «DW-SS-SLF». В водных суспензиях и слюне кинетика изменения скорости растворения не зависит от размера порошка (рис. 3).

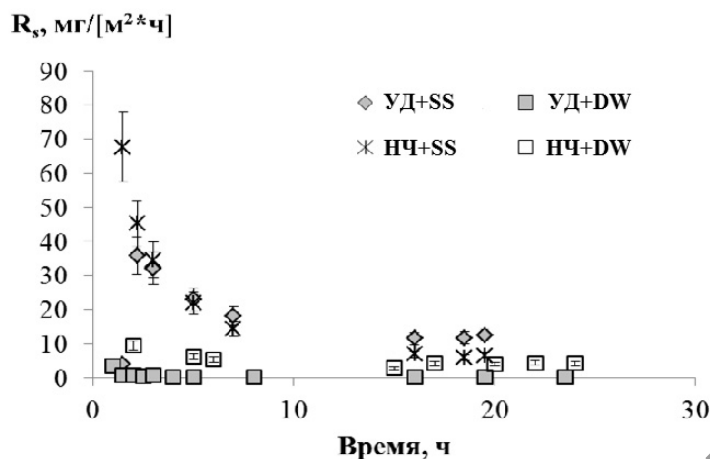


Рисунок 3. Изменение удельной скорости растворения НЧ и УД Ni в растворах SS и DW

*Прогнозирование степени накопления никелевых соединений при попадании никелевых частиц в слюну и легочную жидкость с учетом степени растворения.* Воздействие наночастиц на организм определяется влиянием целого ряда физических и химических факторов (размер, поверхность, концентрация, состав, способ попадания наночастиц и т.д.). При попадании наночастиц в организм с дыханием или через ротовую полость повышенная растворимость в легочных путях и слюне будет способствовать выделению и аккумуляции токсичных никелевых соединений в тканях и органах, а также влиять на способность наночастиц и их агрегатов к преодолению различных биологических барьеров, а, следовательно, к усилению или ослаблению проявляемого воздействия.

Поступление кислорода с воздухом в организм человека является одним из тех факторов, которые определяют его существование и жизнедеятельность. За 24 часа через легкие человека проходит около 10 тысяч литров воздуха. Поэтому даже при небольших концентрациях примесей их накопление может быть весьма значительным, так что качество вдыхаемого воздуха является жизненно важным экологическим аспектом. Установлено, что распространение наночастиц по воздуху и респираторное поступление с воздухом в легкие человека – основной способ поступления нанообъектов в организм.

Было определено, что растворимость нанопорошка никеля зависит от состава физиологического раствора, а, следовательно, зависит от пути проникновения в организм [7]. Степень растворения никелевых частиц в физиологических растворах зависит не только от размера, но и от состава растворителя: степень растворения увеличивается в ряду жидкостей «DW-SS-SLF». Полученная зависимость может быть использована для прогнозирования степени растворения и степени аккумуляции никелевых соединений в организме в зависимости от способа проникновения наночастиц. Очевидно, что степень аккумуляции соединений никеля выше при попадании в организм с дыханием.

С вероятностной точки зрения степень или риск накопления никелевых соединений в организме обусловлен двумя последовательными событиями: 1) риском или степенью попадания частиц и 2) риском или степенью растворения частиц в физиологической жидкости. В большинстве случаев при вдыхании наночастицы, благодаря диффузии и другим механизмам, эффективно распространяются во все отделы респираторного тракта [8, 9]. Из литературного обзора известно, что 7% частиц с размером 80...100 нм будут осаждаться в верхних дыхательных путях (носовая область и трахеи), 8% – будут накапливаться в трахеях и бронхах, а 30% – будут достигать альвеолярной области [10].

Поэтому с количественной точки зрения степень или риск накопления никелевых соединений в организме будет представлять собой вероятность наступления неблагоприятного события, а в рассматриваемом случае – вероятность накопления растворимых токсичных соединений никеля в организме.

Под термином «опасность» понимается ситуация, при которой возможно возникновение нежелательных событий, явлений или процессов, воздействие которых на человека и окружающую среду может привести к одному или совокупности негативных последствий. При оценке опасности

воздействий необходимо принимать во внимание тот факт, что их влияние может стать очевидным через определённый промежуток времени, что связано со скоростями накопления, миграции и трансформации вредного фактора. Примерами таких ситуаций могут служить (био)аккумуляция вредных веществ, развитие рака или генетические последствия, проявляющиеся спустя долгое время после воздействия соответствующего фактора.

Для количественной оценки риска используют, в основном коэффициент или показатель риска или просто риск ( $R_N$ ) – отношение числа неблагоприятных событий или явлений ( $n$ ) к величине действующего фактора опасности, например, к полному числу случаев проявления опасности ( $N$ )  $R_N=n/N$  [6]. Это риск, нормированный на одно событие, представляющее опасность, который измеряется в долях от единицы или в процентах.

Число событий  $N$  обычно является функцией нескольких переменных: времени ( $t$ ), объёма ( $V$ ), количества ( $m$ ) или концентрации ( $C$ ) вещества. Поэтому возможно использование показателей, нормированных на эти величины. Это может быть риск в единицу времени или за определённое время и т.д.

Следует учесть, что риск является вероятностной величиной, поэтому для параллельных событий они складываются, а для последовательных – умножаются. В рассматриваемом случае поступление и растворение наночастиц в легочных путях являются последовательными событиями.

Представим, что попадание наночастиц в течение 2-х часов в легочную жидкость и слюну происходит с вероятностью  $R_1$ , а аккумуляция их в организме происходит с вероятностью, пропорциональной степени растворения,  $R_2$ , то можно оценить потенциальную степень накопления никелевых соединений в жидкости,  $R_3$ , и затем вероятность накопления никелевых соединений в организме  $R_4$  (таблица 1).

Таблица 1 - Оценка степени накопления никелевых соединений при попадании частиц никеля в легкие при экспозиции 2 часа

Порошок	Физиологическая жидкость	Вероятность попадания наночастиц в жидкость, $R_1$	Вероятность растворения в жидкости, $R_2$	Вероятность накопления никелевых соединений в жидкости, $R_3$	Вероятность накопления никелевых соединений и в организме, $R_4$
НЧ Ni 85 нм	Легочная жидкость	25 %	35 %	8,8 %	14 %
	Слюна	7 %	61 %	4,2 %	
УД Ni 350 нм	Легочная жидкость	20 %	4 %	0,8 %	3,1 %
	Слюна	10 %	19 %	1,9 %	

В условиях, приближенных к реальным, с учетом полученных данных можно прогнозировать, что степень аккумуляции никелевых соединений при попадании нанопорошка никеля из воздуха рабочей зоны с концентрацией  $C$  в организм персонала, не постоянно пользующихся средствами индивидуальной защиты органов дыхания, можно оценить по формуле:

$$R = n/N = (C * V * \tau) * (R_1^1 * R_2^1 + R_1^2 * R_2^2) / \tau_{\text{СИЗОД}}$$

где индексы 1 и 2 – это области попадания наночастиц: 1 – слюна, 2 – альвеолярная область легких,  $V$  – объем воздуха, проходящий за время, когда персонал не пользуется СИЗОД,  $\tau$ , через жидкость 1 и жидкость 2;  $\tau_{\text{СИЗОД}}$  – время работы с использованием средств защиты.

#### Литература:

- Zhong Chen, Alice Ng, Jianzhang Yi, Xingfu Chen. Multi-layered electroless Ni–P coatings on powder-sintered Nd–Fe–B permanent magnet // Journal of Magnetism and Magnetic Materials – 2006. – V. 302 (1) – P. 216–222
- Xu Ch., Sun Sh. New forms of superparamagnetic nanoparticles for biomedical applications // Advanced Drug Delivery Reviews – 2013. – V. 65 (5) – P. 732–743

3. Magaye R., Zhao J. Recent progress in studies of metallic nickel and nickel-based nanoparticles' genotoxicity and carcinogenicity // *Environmental toxicology and pharmacology* – 2012. – V. 34 – P. 644-650
4. Godymchuk A.Yu., Savel'ev G.G., Gorbatenko D.V. Dissolution of Copper Nanopowders in Inorganic Biological Media // *Russian Journal of General Chemistry - Pleiades Publishing, Ltd.* – 2010. – V. 80. (5) – P. 881-888
5. Midander K., Pan J., Leygraf C. Elaboration of a test method for the study of metal release from stainless steel particles in artificial biological media // *Corrosion science* – 2006. – V. 48. – P. 30–40
6. Buzae C., Pacheco Blandino I.I., Robbie K. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity // *Biointerphases* – 2007. – V.2 (4) – MR17–MR172
7. Marques M.R.C., Loebenberg R., Almukainzi M. Simulated Biological Fluids with Possible Application in Dissolution Testing // *Dissolution Technologies* – 2011. – P. 15-28
8. Kreyling W.G., Semmler M., Erbe F., Mayer P., Takenaka S., Schulz H. Translocation of ultrafine insoluble iridium particles from lung epithelium to extrapulmonary organs is size dependent but very low // *Journal of Toxicology and Environmental Health.* – 2002. – V.166 – P. 998-1004;
9. Takenaka S., Karg E., Roth C., Schulz H., Ziesenis A., Heinzmann U. Pulmonary and systemic distribution of inhaled ultrafine silver particles in rats // *Environmental Health Perspectives.* – 2002. – V.109 – P. 547-551
10. Oberdörster G., Oberdörster E., Oberdörster J. Nanotoxicology: An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles // *Environmental Health Perspectives.* – 2005. – V. 113 (7) – P. 823-839

**Ермекбай А.К.**, академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, биология-география факультеті, ГО-31 тобының студенті  
(*Ғылыми жетекші - география кафедрасының аға оқытушысы Кенжина К.Д.*)

### ҚАЗАҚСТАННЫҢ ШАҒЫН ҚАЛАЛАР МӘСЕЛЕСІ

Қала - тұрғындары өнеркәсіп, сауда, қызмет көрсету орындарында және ғылыми, мәдени, басқару мекемелерінде жұмыс жасайтын, халқы тығыз орналасқан ірі елді мекен. Қалалар мәселесі - әр түрлі аспектіні қамтитын маңызды кешендік мәселелердің бірі: әлеуметтік-экономикалық, әкімшілік-құрылысшы, демографиялық, географиялық, экологиялық, статистикалық және тағы басқа. Осылайша, демография - демографиялық құрылымның қалыптасуын тұрғындар санының өзгеруін, бір категориядан екінші категорияға ауысуын зерттеп миграциялық үрдістердің урбандалуға әсерін талдайды. Урбандалу үрдісі - күрделі және көпшекті, өйткені қалалардың дамуын қала құрылысы тәжірибесінде ескеретін бірқатар факторлармен (әлеуметтік - экономикалық, демографиялық) анықталады. Бұл мәселенің маңызды аспектісі урбандалудың аймақтық ерекшелігін анықтау. Қалалар - қоғамның барлық территориялық жүйесінің маңызды бөлігі, елдің шаруашылығының негізі болып саналады. Халық тұрғындарының санына байланысты оларды бірнеше түрге бөлуге болады: шағын (халық саны 50 мыңнан аспайтын), орта (халық саны 50 - 100 мыңға дейін), үлкен (100 -250 мыңға дейін), ірі (250 -500 мыңға дейін), аса ірі (500 мың адамнан асатын). Мұнда ерекше топты халқы 1 млн. адам құрайтын ірі қалаларды атап өтуге болады. Тұрғындардың ірі қалаларға қоныстануы жалпы ұлтты саясатты қоныстанушылардың орналасуларына көмек көрсетуге, жаңа кварталдардың инфрақұрылымдарын дамытуға итермелейді. Қалалық өмірдің даму үрдістері мен шарттары қалаға байланысты тікелей немес керісінше қатынаста үздіксіз өзгеріп тұрады. Қазақстан қалаларына барлық қалаларға ортақ даму тенденциялары тән. Олардың кейбіреулерін атап кетсек: Кеңес Үкіметі жылдары Қазақстан халқының экономикалық, саяси және рухани өмірінде қаланың рөлі күшейді. Қала мен қалалық мекендердің рөлі өнеркәсіп потенциалына және ондағы ауыл шаруашылық емес қызметінің жинақталуына тәуелді. Үнемі қоғамдық өндіріс масштабының өсуі мен осыған байланысты мекендер санының көбеюі, бір жағынан көптеген қалалардың үлкеюіне және жаңа қалалардың қалыптасуына негіз болды. Қалалық өмірдің кең таралуы демографиялық үрдіске біршама әсер ете бастады. Барлық қалалар соның ішінде Қазақстан қалалары үшін ортақ қалыптасу шарттары боп олардың дамуының кеңістік орналасуы, типтігі, кезеңдігі болады. Республиканың дамуына барлық жаңа өнеркәсіптер, мәдени және әкімшілік мекеме салалары маңызды ықпал етеді [1, б. 12-15].