

SILVER NANOPARTICLES: CHARACTERISTICS AND STABILITY OF ANTIMICROBIAL EFFECT OF COMPOSITE ON THE BASIS OF HIGH-DISPERSIVE SILICON DIOXIDE

Serdyuk A.M., Mikhienkova A.I.

НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА: ХАРАКТЕРИСТИКА И СТАБИЛЬНОСТЬ АНТИМИКРОБНОГО ДЕЙСТВИЯ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО КРЕМНЕЗЕМА



**СЕРДЮК А.М.,
МИХИЕНКОВА А.И.**

ГУ "Институт
гигиены
и медицинской
экологии
им. А.Н. Марзеева
АМН Украины",
г. Киев

УДК 579.63:
661.163:006.032,
648.6, 615.28

В последние десятилетия в литературе появляется все больше информации о развитии нового направления науки — нанотехнологии, о чем свидетельствует многообразие статей, в которых описываются физико-химические свойства материалов в нанодисперсном состоянии (высоко-развитая поверхность, каталитическая активность, большая емкость двойного электрического слоя, высокая проникающая способность и адсорбционная активность, способность к аккумуляции) [1].

Часть статей посвящена изучению свойств наночастиц металлов, в частности наночастиц серебра [2, 3]. Интерес к этому металлу объясняется его высокой токсичностью в отношении многих микроорганизмов, тем более, что резистентность к серебру развивается у них достаточно медленно [4]. Именно это свойство обуславливает преимущество серебра над многими современными антимикробными средствами, которые применяются в лечебно-профилактических учреждениях. И хотя различные препараты на основе коллоидного серебра успешно применяются в медицине с начала XIX века и по сей день ("Колларгол", "Протаргол", "Повиаргол", "Арговит", "Аргогель", "Гидропент" и др.) [5-10], разработка новых методов синтеза высокостабильных наночастиц серебра

с целью создания на их основе новых препаратов с антимикробным действием является актуальной. Так, получение наноразмерных частиц серебра (НЧ Ag) в кремнеземных матрицах привлекает к себе внимание в связи с наличием у кремнезема уникального комплекса физико-химических и медико-биологических свойств (высокая сорбционная емкость относительно белков, токсинов, отсутствие аллергенного и повреждающего действия на клетку, активация репаративных процессов в ране, улучшение функции паренхиматозных органов и пр.) [11].

В данной работе представлено экспериментальное изучение антимикробных свойств высокодисперсного кремнезема (ВДК) с адсорбированными на его поверхности НЧ серебра.

Целью данной работы было дать характеристику антимикробного действия НЧ серебра в матрице ВДК и определить сроки сохранения антимикробной активности указанной композиции.

Материалы и методы исследования. Образцы НЧ серебра в матрице ВДК (НЧ Ag/SiO₂) синтезированы сотрудниками Института химии поверхности им. А.А. Чуйко НАНУ — д.хим.н. А.М. Еременко и н.с. Ю.П. Мухой путем адсорбции предварительно приготовленных коллоидных растворов наноразмерного серебра на поверхности дисперсного кремнезема [12]. Указанные НЧ серебра в коллоидном растворе были получены путем химического восстановления из нитрата серебра в присутствии тетрагидробората натрия и подвергнуты изучению на наличие антимикробной активности, что нашло отражение в работах [13, 14]. Авторы [15] для стабилизации НЧ серебра использовали смесь поверхностно-активного вещества додецилсульфата натрия (ДСН) и полимера поливинилпирролидона (ПВП) в соотношениях, установленных экспериментальным путем, а также перечисленные реагенты в отдельности. В работе [15] показана зависимость антимикробной активности НЧ серебра от химической природы используемого стабилизатора.

НАНОЧАСТИНКИ СРІБЛА: ХАРАКТЕРИСТИКА І СТАБІЛЬНІСТЬ АНТИМІКРОБНОЇ ДІЇ КОМПОЗИЦІЇ НА ОСНОВІ ВИСОКОДИСПЕРСНОГО КРЕМНЕЗЕМУ Сердюк А.М., Міхienkova А.І.

У ході експериментального дослідження було встановлено, що отримана хімічним методом стабілізована композиція на основі високодисперсного кремнезему та наночастинок срібла розміром 8-12 нм і концентрацією базового розчину 0,0016% виявляла антимікробну активність щодо тест-мікроорганізмів *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* і *C. albicans*, яка залежала від низки чинників. В якості стабілізуючих речовин використовували суміш поверхнево-активної речовини додецилсульфату натрію і полімеру полівінілпіролідону. Було вивчено строки збереження антимікробної активності дослідного композиту, а також показано його стабільність протягом тривалого терміну спостереження (8 місяців).

© Сердюк А.М., Михиенкова А.И. СТАТЬЯ, 2011.

№ 3 2011 ENVIRONMENT & HEALTH 8

Полученные коллоиды серебра адсорбировали на поверхности диоксида кремния, но в суспензии ВДК НЧ серебра быстро теряли свою активность вследствие их быстрого окисления и агрегации частиц, что было установлено в процессе синтеза данной композиционной системы. Поэтому исходя из результатов работы [15] было решено использовать для стабилизации НЧ Ag в кремнеземной матрице бинарный комплекс — ДСН + ПВП. Связывание кластеров серебра поверхностью ВДК происходит активно вследствие взаимодействия молекул стабилизаторов, содержащих солюбилизованные наночастицы Ag, с функциональными ОН-группами кремнезема.

Размеры наночастиц серебра определяли с помощью пропускающей электронной микроскопии (ПЭМ). Средний размер частиц был 8-12 нм.

Микробиологическому изучению подвергнут композит ВДК с НЧ серебра, стабилизированными ДСН + ПВП. Концентрация НЧ серебра в базовом растворе составляла 0,0016% (0,016 мг/см³), а в его разведениях — 0,0008% (0,008 мг/см³) и 0,0004% (0,004 мг/см³). В базовом рас-

творе ДСН был на уровне 0,064%, ПВП — 0,18% с последующим снижением в 2 и 4 раза в разведениях. При проведении соответствующих опытов обязательно параллельно исследовали контрольные образцы в соответствующих концентрациях: 1) ВДК, без каких-либо добавок; 2) смесь стабилизаторов (ДСН + ПВП).

Рабочие разведения образцов для микробиологических исследований готовили на стерильной дистиллированной воде.

Исследования проводили с использованием тест-микробных организмов *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Escherichia coli* K12 NCTC 10538 и *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 — для определения бактерицидной

активности, *Candida albicans* ATCC 10231 — для определения дрожжецидной активности исследованных образцов.

Опытные образцы исследовали через 1, 2, 4 и 24 ч, а также 15 и 30 дней, затем каждый месяц для выяснения сроков сохранения антимикробной активности растворов при комнатной температуре хранения.

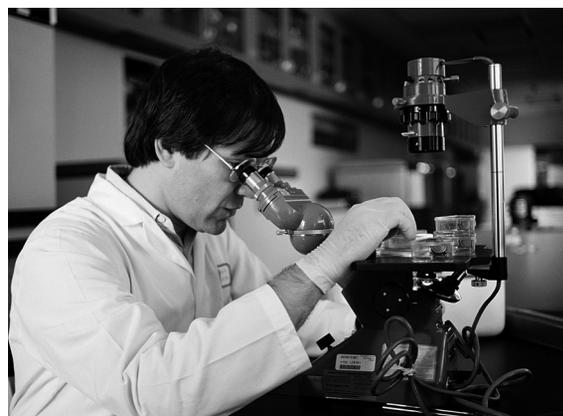
Изучение антимикробных свойств НЧ Ag/SiO₂ проводили суспензионным методом и оценивали результаты согласно EN 13727 [16] и EN 13624 [17].

Основная суть статистической обработки полученных данных заключалась в том, что опыт по определению бактерицидной/дрожжецидной активности имеет "среднюю" точность редукции +/- 1,0 lg с 90,0% достоверностью, если результат повторяется как минимум 3 раза. Среднее значение результатов повторов (не каждый отдельный результат) должно демонстрировать уменьшение количества микроорганизмов, которое требуется в соответствии с методикой для данного вида исследования.

Полученные результаты оценивали по коэффициенту редукции (R), выраженному в lg, — уменьшение количества тест-микроорганизмов после действия испытуемого образца по сравнению с их первоначальным количеством. Достаточной эффективностью антимикробной активности образца определяли как уменьшение количества бактерий на 5,0 lg, дрожжевидных грибов — на 4,0 lg.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты выполненных исследований представлены в табл. 1.

В работе [15] была детально изучена антимикробная активность НЧ серебра, находящихся в коллоидном растворе, и показана зависимость микробицидного действия от химической природы стабилизатора. Так, базовый коллоидный раствор НЧ серебра (0,0016%)



ПІГІЄНІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Таблица 1
Антимикробные свойства композиционной системы:
НЧ серебра на поверхности ВДК (lg R)

Наименование образца и концентрация	Экспозиция (часы)	Возбудители внутрибольничных инфекций			
		<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>	<i>C. albicans</i>
НЧ Ag (0,0016%) / SiO ₂ (3,13%)	1	< 0,39	< 0,49	3,89	> 4,54
	2	< 0,39	3,27	5,14	> 4,54
	4	3,58	5,06	> 5,17	> 4,54
	24	> 5,06	> 5,22	> 5,17	> 4,54
НЧ Ag (0,0008%) / SiO ₂ (3,13%)	1	< 0,39	< 0,49	2,00	2,01
	2	< 0,39	2,22	2,39	3,22
	4	< 0,39	4,23	4,55	> 4,54
	24	0,42	> 5,22	> 5,17	> 4,54
	4 дня	> 5,11	> 5,01	> 5,13	> 4,04
НЧ Ag (0,0004%) / SiO ₂ (3,13%)	1	< 0,39	< 0,49	< 1,50	< 0,87
	2	< 0,39	< 0,49	< 1,50	1,22
	4	< 0,39	2,02	2,81	3,20
	24	< 0,39	4,56	4,79	> 4,54
	4 дня	> 5,11	> 5,01	> 5,13	> 4,04
SiO ₂ (3,13%) (контроль)	1	< 0,39	< 0,49	< 1,50	< 0,87
	2	< 0,39	< 0,49	< 1,50	< 0,87
	4	< 0,39	< 0,49	< 1,50	< 0,87
	24	< 0,39	< 0,49	< 1,50	< 0,87
Исходное количество микроорганизмов, lg		7,21	7,22	7,32	6,69

SILVER NANOPARTICLES: CHARACTERISTICS AND STABILITY OF ANTIMICROBIAL EFFECT OF COMPOSITE ON THE BASIS OF HIGH-DISPERSIVE SILICON DIOXIDE
Serdyuk A.M., Mikhienkova A.I.

It was established in the experiment that composite of silver nanoparticles in matrix of high-dispersive silicon dioxide (NP Ag/SiO₂) with the particle size of 8-12 nm and concentration of basic solution 0,0016% obtained by chemical

method showed an antimicrobial activity in reference to test-microorganisms E. coli, P. aeruginosa, S. aureus and C. albicans that depended on the number of factors. A mixture of surface-active sodium dodecyl sulphate and polymer polyvinylpyrrolidone was used as a stabilizing substance. The terms of antimicrobial activity maintenance of experimental composite were studied and its stability during a long period of observation (8 months) was showed too.

оказывал антимикробный эффект через 1 ч экспозиции на E. coli — R>5,22 lg, C. albicans — R>4,27 lg, P. aeruginosa — R>4,06 lg, S. aureus — R<1,57 lg.

Введение НЧ серебра в суспензию SiO₂ снизило активность серебра, что проявилось в увеличении времени экспозиции, изменился также характер взаимодействия НЧ с бактериальной клеткой.

Снижение эффекта антимикробного действия изученного композита по сравнению с коллоидным раствором наносеребра не противоречит физико-химическому взаимодействию между двумя составляющими: кластеры серебра сорбируются на поверхности частиц кремнезема, в результате чего связывается часть активных групп. Однако антимикробная активность композита оставалась достаточно высокой.

Время действия композита на C. albicans для достижения редукции 4,0 lg осталось таким же, как и при действии коллоидного раствора НЧ серебра (1 ч). В то же время резко повысилась устойчивость E. coli к НЧ серебра, находящихся в комплексе с SiO₂: через 4 ч экспозиции редукция составляла 3,58 lg. В противоположность этому S. aureus проявили более высокую чувствительность к комплексу НЧ Ag/SiO₂, чем к НЧ Ag в коллоидном растворе. Однако в общем антимикробная активность комплекса НЧ Ag/SiO₂ оставалась высокой: через 2 ч контакта необходимая редукция наблюдалась у S. aureus и еще раньше — у C. albicans, а после четырехчасовой экспозиции необходимый эффект наступал также и по отношению к E. coli.

Параллельно поставленный контроль, смесь стабилизаторов (ДСН и ПВП) с такой же концентрацией ПАВ и полимера, как и в опыте, не оказывал какого-либо микробицидного действия (табл. 2).

Антимикробное действие рабочих растворов композита НЧ Ag/SiO₂ (0,0008% и 0,0004%) было несколько снижено в сравнении с базовым 0,0016%. Для получения бактерицидного (>5,0 lg) и дрожжецидного (>4,0 lg) понадобилось от 24 ч до 4 сут экспозиции в зависимости от вида микроорганизма. При этом выявленная ранее видовая степень чувствительности тестовых штаммов не изменилась.

Введение НЧ серебра в суспензию SiO₂ изменило характер взаимодействия НЧ с бактериальной клеткой. В работе [18] авторы также обнаружили подобный факт: при исследовании суспензии НЧ Ag/SiO₂ чувствительность штамма S. aureus была большей по сравнению с чувствительностью E. coli, минимальная бактерицидная концентрация (МБК) относительно грамположительной микрофлоры составляла 0,00039 мг/см³, относительно грамотрицательных микроорганизмов — 0,0016 мг/см³. Указанные концентрации НЧ серебра ниже на один порядок концентраций Ag, использованных в наших опытах, но здесь следует учитывать также влияние стабилизирующего вещества на показатель антимикробного действия. Авторы [18] применяли цетилтриметиламмония бромид (ЦТАБ) для устранения агрегации частиц се-

ребра, который сам по себе является антимикробным агентом.

В работе [19] соединение силикагеля с наносеребром при концентрации серебра 1,0 мг/см³ снижало количество E. coli и S. aureus через 6 ч контакта всего на 72,0%. Полученный нами композит с концентрацией наносеребра 0,016 мг/см³ уже через 2 ч контакта приводил к полной гибели S. aureus, а после 24 ч взаимодействия наступало отмирание E. coli.

Такой важный показатель, как сроки годности синтезированной композиционной системы отражен в таблице 3 (под сроками годности подразумевается время, в течение которого сохраняется необходимая антимикробная активность). Суспензия НЧ серебра в матрице ВДК оказывала необходимый бактерицидный эффект через 1-24 ч контакта весь период наблюдения (8 месяцев) в отношении всех тест-микроорганизмов, за исключением E. coli.

Таким образом, при адсорбции коллоидов наноразмерного серебра, стабилизированных комплексом ДСН + ПВП, на поверхность ВДК был получен активный микробиологический препарат (НЧ Ag/SiO₂), высокая антимикробная активность которого и сохранение стабильности на протяжении длительного периода наблюдения позволяют рекомендовать его к

Таблица 2

Антимикробные свойства контрольного раствора стабилизаторов (lg R)

Стабилизатор	Экспозиция (часы)	Возбудители внутрибольничных инфекций			
		E. coli	P. aeruginosa	S. aureus	C. albicans
ДСН+ПВП (0,064%+0,18%)	1	< 1,63	< 1,20	< 1,32	< 0,86
	2	< 1,63	< 1,20	< 1,32	< 0,86
	4	< 1,63	< 1,20	< 1,32	< 0,86
	24	< 1,63	< 1,20	< 1,32	< 0,86
Исходное количество микроорганизма (контроль культуры), lg		7,45	7,20	7,14	6,68

широкому применению в медико-биологическом направлении (профилактика и лечение инфекций кожи, слизистых, получение лекарств пролонгированного действия, в зубопротезной практике, травматологии), пищевой промышленности (упаковочный материал, тара) и пр.

Выводы

1. Синтезированный химическим методом и стабилизированный смесью ДСН и ПВП композит (НЧ Ag/SiO₂) с размером частиц 8-12 нм обладал высокой антимикробной активностью в отношении всех использованных тест-микробов: *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* и *C. albicans*.

2. Введение наносеребра в суспензию SiO₂ несколько снизило его активность, что проявилось в удлинении времени экспозиции и изменении характера взаимодействия наночастиц с бактериальной клеткой: резко повысилась устойчивость грамотрицательной микрофлоры — *E. coli* и *P. aeruginosa*. *S. aureus* оказался более чувствительным — R5,14 lg был достигнут через 2 ч контакта. Последнее объясняется характером взаимодействия микроорганизмов с диоксидом кремния. Чувствительность *C. albicans* к действию НЧ серебра в кремнеземной матрице не изменилась (R>4,54 lg через 1 ч контакта).

3. Синтезированная композиционная система сохраняла антимикробную активность на протяжении всего срока наблюдения — 8 месяцев. Требуемая антимикробная активность наступала через 1-24 ч экспозиции.

4. Высокая антимикробная активность наночастиц серебра в кремнеземной матрице и сохранение микробиоцидных свойств на протяжении дли-

тельного срока наблюдения позволяют рекомендовать использовать композиционную систему НЧ Ag/SiO₂ в различных областях медицины, биологии и промышленности, где требуется наличие антимикробного действия с пролонгированным эффектом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические подходы к оценке безопасности наноматериалов / Г.Г. Онищенко, А.И. Арчаков, В.В. Бессонов и др. // Гигиена и санитария. — 2007. — № 6. — С. 3-10.

2. Наночастицы золота и серебра и наноструктуры на их основе. Синтез, свойства и перспективы применения в медицине / О.В. Дементьева, М.А. Филиппенко, М.Е. Карцева и др. // Альманах клинической медицины (Медицинская физика и инновации в медицине). — 2008. — Т. 17, ч. 2. — С. 317-320.

3. Вивчення антимікробної активності засобу на основі наночастинок срібла та міді, отриманого методом ерозійно-вибухового диспергування / А.І. Міхienkova, В.Г. Каплуненко, О.В. Сурмашева, Г.І. Корчак та ін. // Гігієна населених місць. — 2009. — Вип. 53. — С. 157-164.

4. Silver Simon. Silver as biocides in burn and wound dressings and bacterial resistance to silver compounds / Silver Simon, Le T. Phung, Gregg Silver // J. Ind Microbiol Biotechnol. — 2006. — Vol. 33. — P. 627-634.

5. Блажитко Е.М. О целесообразности введения нанопрепаратов серебра как антибактериальных и противовирусных средств в медицинскую практику в РФ / Е.М. Блажитко // Нанотехнологии в медицине и биологии: Матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. — Новосибирск, 2007. — С. 36-39.

6. Комплексное лечение нагноений в травматологии с использованием нанопрепаратов серебра и электрофореза / Т.В. Лаврикова, А.А. Ангельский, Т.Ю. Абрамова и др. // Нанотехнологии в медицине и биологии: Матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. — Новосибирск, 2007. — С. 104-110.

7. Одегова Г.В. Изучение состояния серебра в препарате "Арогоника" и в серебросодержащих композициях на основе геля хитозана / Г.В. Одегова, В.А. Бурмистров, О.Г. Симонова // Нанотехнологии в медицине и биологии: Матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. — Новосибирск, 2007. — С. 111-114.

8. Исследование состояния серебра в серебросодержащих мазевых композициях / Г.В. Одегова, В.А. Бурмистров, П.П. Родионов и др. // Нанотехнологии в медицине и биологии: Матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. — Новосибирск, 2007. — С. 115-116.

9. Результаты местного применения арголита и гидропента — серебросодержащих препаратов на естественной минеральной основе / Е.М. Блажитко, Н.В. Бугайченко, Г.Н. Шорина и др. // Нанотехнологии в медицине и биологии: Матер. науч.-практ. конф.

Таблица 3
Сроки сохранения антимикробной активности композиционной системы: НЧ серебра на поверхности ВДК (НЧ Ag/SiO₂) (lg R)

Сроки наблюдения (месяцы)	Возбудители внутрибольничных инфекций							
	<i>E. coli</i>		<i>P. aeruginosa</i>		<i>S. aureus</i>		<i>C. albicans</i>	
	экспозиция*	lg R	экспозиция*	lg R	экспозиция*	lg R	экспозиция*	lg R
тотчас	24 ч	> 5,06	4 ч	> 5,06	2 ч	> 5,14	1 ч	> 4,54
1	4 дня	> 5,33	4 ч	> 5,20	24 ч	> 5,11	2 ч	> 4,15
2	4 дня	> 5,00	4 ч	> 5,16	24 ч	> 5,18	2 ч	> 4,33
4	4 дня	> 5,20	4 ч	> 5,22	24 ч	> 5,30	2 ч	> 4,28
6	4 дня	> 5,20	24 ч	> 5,22	24 ч	> 5,32	2 ч	> 4,15
8	10 дней	> 5,00	24 ч	> 5,46	24 ч	> 5,20	2 ч	> 4,25

Примечание: * — указано время (часы, дни) достижения редукции для бактерий — 5,0 lg, для дрожжевидных грибов — 4,0 lg.

с междунар. участием. — Новосибирск, 2007. — С. 39-50.

10. Бурмистров В.А. Опыт практического применения препаратов кластерного серебра "Аргоника", "Арговит". Ответы на вопросы / В.А. Бурмистров, О.Г. Симонова // Нанотехнологии в медицине и биологии: Матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. — Новосибирск, 2007. — С. 50-63.

11. Носач Л.В. Використання аморфного високодисперсного кремнезему у медицині / Л.В. Носач, Л.Б. Гнатишин // Наукові записки. Сер. Природничі науки. — 2003. — Т. 22. — С. 442-447.

12. Фотохимическое получение наночастиц Ag в водно-спиртовых растворах и на поверхности мезопористого кремнезема / Г.В. Крылова, А.М. Еременко, Н.П. Смирнова и др. // Теорет. и эксперим. химия. — 2005. — Т. 41, № 2. — С. 100-104.

13. Антимикробная активность наночастиц серебра в стабилизированных растворах и в композиционной системе на основе высокодисперсного кремнезема / А.М. Сердюк, А.И. Михиенкова, Е.В. Сурмашева, Г.И. Корчак // Профілактична медицина. — 2009. — № 4. — С. 12-16.

14. Михиенкова А.И. Микробиологические свойства наночастиц серебра и композиций на их основе / А.И. Михиенкова // Методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования биологических факторов в гигиене окружающей среды: Мат. пленума науч. совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РАМН и Минздравсоцразвития РФ. — М., 2009. — С. 177-180.

15. Михиенкова А.И. Наночастицы серебра: характеристика и стабильность антимикробного действия коллоидных растворов / А.И. Михиенкова, Ю.П. Муха // Довкілля та здоров'я. — 2011. — № 1. — С. 55-59.

16. EN 13624:2003 Chemical disinfectants and antiseptics. Quantitative suspension test for the evaluation of fungicidal activity for instruments used in medical area. Test method and requirements (phase 2, step 1). — Brussels: European Committee for Standardization, 2003. — 36 p.

17. EN 13727:2003 Chemical disinfectants and antiseptics — Quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity of chemical disinfectants for instruments used in the medical area — Test method and requirements (phase 2, step 1). — Brussels: European Committee for Standardization, 2003. — 36 p.

18. Fabrication of antibacterial monodispersed Ag-SiO₂ core-shell nanoparticles with high concentration / Ke Xu, Jie-Xin Wang, Xu-Liang Kang et al. // Materials Letters. — 2009. — Vol. 63. — P. 31-33.

19. One-step, size-controllable synthesis of stable Ag nanoparticles / Ch. Tian, B. Mao, E. Wang et al. // Nanotechnology. — 2007. — Vol. 18. — P. 285607-285614.
Надійшла до редакції 23.02.2011.

CLINICAL AND HYGIENIC ASPECTS OF CHRYSOTILE ASBESTOS USE IN UKRAINE

Kundiev Y.I., Chernyuk V.I., Basanets A.V., Ostapenko T.A.

КЛИНИКО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХРИЗОТИЛОВОГО АСБЕСТА В УКРАИНЕ



**КУНДИЕВ Ю.И.,
ЧЕРНЮК В.И.,
БАСАНЕЦ А.В.,
ОСТАПЕНКО Т.А.**

ГУ "Институт
медицины труда АМН
Украины",
г. Киев

**Ключевые слова:
пыль, хризотилловый
асбест, система
органов дыхания.**

Проблема асбеста — острая мировая проблема, которая, будучи прежде всего проблемой медицинской, приобрела в последнее время также экономический и политический характер [1-3].

Не вызывает сомнений наличие определенного риска развития у работающих в контакте с асбестом специфического фиброза легочной ткани — асбестоза, а также бластоматозного процесса (бронхиальная карцинома, мезотелиома плевры и брюшины) [4-8]. Однако известно, что асбест — это собирательное название группы минералов из класса силикатов, которые с учетом физико-химического и минералогического состава могут быть разделены на две различные по свойствам группы — серпентин (хризотил, или белый асбест) и амфиболы (амозит, крокидолит, тремолит, антофиллит, актинолит). Если высокая канцерогенная опасность амфиболовых асбестов не вызывает сомнений [9, 10], то в отношении хризотила в мировой литературе появляется все больше убедительных

КЛІНІКО-ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ХРИЗОТИЛОВОГО АЗБЕСТУ В УКРАЇНІ

Кундієв Ю.І., Чернюк В.І., Басанець А.В., Остапенко Т.А.

У статті наведено результати гігієнічних досліджень відібраних проб повітря робочої зони азбестоцементних виробництв України. На основі комплексного клінічного обстеження проведено аналіз даних стану системи органів дихання працівників основних професій, які підпадають під вплив пилу хризотиллового азбесту у концентраціях, що перевищують гранично-допустимі рівні. Підкреслено роль сучасних методів діагностики для виявлення ранніх ознак впливу пилу азбесту на організм працівника.

Ключові слова: пил, хризотилловый азбест, система органов дыхания.

© Кундиев Ю.И., Чернюк В.И., Басанец А.В., Остапенко Т.А. СТАТЬЯ, 2011.

