

П.А. Абдуразова, М.С. Сатаев, Ш.Т. Қошқарбаева, Е.Б. Райымбеков, Ұ.Б. Назарбек

*М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан  
(E-mail: abdurazova-p@mail.ru)*

## **Металл емес бұйымдардың беттеріне қондырылған алтын, күміс және мыс нанобөлшектерінің бактерицидтік қасиеттерін зерттеу**

Мақалада алтын, мыс және күміс металдарының бактерицидтік қасиеті зерттелді. Бактерицидтік қаптамалардың ерекшелігі — олардың қаттылық деңгейінің және тазалық сақтау қасиетінің жоғары екендігінде. Зерттеу жұмысында үлгі ретінде мақта матасы алынды. Алынған мақта мата үлгісіне алтын, күміс және мыс иондары фотохимиялық жолмен қондырылып, олардың бактерицидтік қасиеті зерттелді. Алтынның, күмістің және мыстың иондары металл емес материал бетіне енген соң, ол өзінің қасиетін сақтап тұратындығы белгілі. Мұндай қаптамалар мыңдаған бактерияларды жоюға қабілетті. Үлгілер алтын, күміс және мыс ерітіндісіне 1–3 мин салынып, одан кейін күн көзіне кептіру жолымен дайындалды. Өңделген үлгілердің бактерицидтік қасиетін зерттеу үшін екі түрлі жолмен зерттеу жұмысы жүргізілді: біріншіден, фотохимиялық жолмен өңделген үлгінің қалыпты жағдайдағы бактерицидтік қасиеті, ал, екіншіден, бетінде қаптауы бар үлгіні 3–5 рет дистилденген сумен жуылып болғаннан кейінгі бактерицидтік қасиеті. Фотохимиялық жолмен өңделген үлгілердің бетінде алынған алтын, күміс және мыс нанобөлшекті қаптамалар құрылымы заманауи қондырғы растрлі электронды микроскопта бақыланды. Зерттеу барысында фотохимиялық жолмен алынған алтын, күміс және мыс қаптаулары бар үлгілердің бактерицидтік қасиеті жоғары болатындығы анықталды.

*Кілт сөздер:* алтын, күміс, мыс, қабықша, бактерицидтік қасиеттер, фотохимия, мақта, мата, элементтік құрамы.

### *Kipicne*

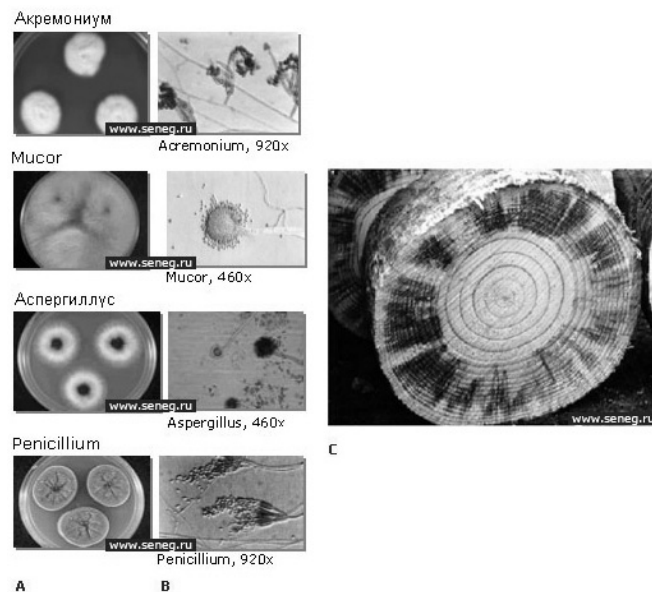
Ғылым мен техниканың дамуының салдарынан конструкторлық материалға сұраныс пен талаптар және шарттар көбейіп дами түсті. Сондай материалдардың ішіне әр түрлі металл және металл емес материалдарға енгізілген қаптамалар да кіреді.

Алтынның, күмістің және мыстың иондары металл емес материал бетіне енген соң, ол өзінің қасиетін сақтап тұрады. Яғни бактерицидтік нанокөмпазит болып табылады. Қаптама 700-ге жуық бактерияларды жоюға қабілетті. Алтынның, күмістің және мыстың иондары дәрілік препараттарға, тамақ өндірісінде, санитарлық тазалық саласында, түрлі емі табылмаған ауруларды емдеуде сұранысқа ие болып отыр. Сондықтан алтынның, күмістің және мыстың бактерицидтік қасиетке ие қаптамасын алудың практикалық қажеттілігі жоғары.

Алтын мен күмісті, мысты металл түрінде ерте кезден бастап бактерицидтік құрал ретінде қолдана бастаған. Күміс бактерицидтік және емдеу құралы ретінде мыңдаған жылдар бойы жер шарының барлық жерінде қолданған. Мыс пен оның құймаларының бактерицидтік қасиеті адамзатқа ерте кезден бастап белгілі болған. 2008 ж. ұзақ зерттеулер арқасында Қоршаған ортаны қорғау Федералды агенттігі мыс және оның құймаларына бактерицидтік атақ берді. Бактерицидтік қасиеті жоғары күміс пен алтынның бөлігі көлемінің қысқаруына байланысты ұлғаяды. Күмістің ерітіндісіне өте аз мөлшерде алтынның ерітіндісін қосу арқылы олардың қоспасын алып, ол ерітіндіге металл және металл емес үлгілерді батырып, үлгі бетіне фотохимиялық жолмен қаптау алғанда, алтын мен күмістің нанобөлшегі пайда болады. Үлгі бетінде пайда болған нанобөлшектің бактерицидтік қасиеті жоғары, яғни ауадағы бактерияларға қарсыластығы күшті. Алтын мен мыстың қосылуына байланысты бактерицидтік сулы ерітіндісін алу жолы ерте кезден белгілі. Мысалы: шумерлік мәдениетті зерттегенде күміс пен мыстың қоспасынан жасалған емдеуге арналған темір ыдыстар табылған [1]. Қазіргі заманда бактерицидтік қасиеті бар алтын мен күміс нанобөліктері түрлі медициналық және тұрмыстық арнайы тағайындалған. Мұндай материалдарды медицинада сүлгі, операцияға арналған жіптер, әскери және спорттық киімдер, қару-жарақтарды қаптайтын құралдар, бөтен микроағзалардан қорғайтын маталар, жиі аяқ терлетпейтін шұлық жасайды. Ақпарат бойынша күміс нанобөлшегі бар шұлықтар дүниежүзілік космостық станцияда ғарышкерлер киеді, ол Ресейде шығарылады.

Микроорганизмдердің айтарлықтай кең және әр түрлі тобын бактериялар құрайды. Олар табиғатта ең кеңінен таралған микроағзалар тобына жататынын және сол арада өте үлкен я алуан түрлі болатын, дүниедегі микроскопиялық тірі ағзаларға жататын дарақтар болып табылады [2].

Бактерияларды бейнесіне қарай үш түрге бөледі: шар тәрізді, таяқша тәрізді және бүгілген. Ең ұсақ түріне шар тәрізді бактерияларды кокка (*Coccus*), моно- немесе микрококка (*Micrococcus*), диплококка (*Diplococcus*) жатқызады. Олардың мөлшерлері ең кемінде 0,1 мкм (яғни 0,0001 мм) болады. Ал, таяқша тәрізді бактериялар — бұл ең көп және әр түрлі топтағы бактерия. Таяқша тәрізді бактерияларды клетка көлеміне, оның орналасуына, жасуша соңының байқалуына, жгуттардың бар, жоқтығына байланысты ажыратады (1-сур.). Таяқша тәрізді бактериялардың клеткаларының қалыңдығы орташаланған есеппен 0,5–1 мкм, ұзындығы 2–3 мкм; сол арада кәдімгі «алып» болатын түрлері де кездесеуі мүмкін; олардың диаметрлері орташаланған есеппен 5,0–10 мкм; ұзындығы 30–100 мкм. Бүгілген бактериялар клетка бейнесіне және айналым санына байланысты вибриондар, спиральдар, спирохетті деп үшке бөлінеді [3].



1-сурет. Зеңдер қаптамасының суды жұтуына және ауаның ылғалдылығына тәуелділігі

Қазіргі ғылыми дәлелдер бойынша, заттың өте кішкентай бөлшегін алсақ, онда мүлдем басқа жаңа қасиетке ие бола алады. Өлшемдері 1–100 нм ( $10^{-9}$  м) аралығында болатын бөлшектерді нанобөлшектер деп атайды [4].

Нанобөлшекті үлкен материалдың кішкене ғана бөлшегі деп қарастыру қабылданған. Металл нанобөлшектерінің химиялық қасиеттерінің ең негізгі ерекшеліктері — олардың жоғарғы реакциялық қабілеттілігі, иондық және атомдық алмасуға да жоғары бейімділіктілігі. Сондықтан зертханада алынатын металл нанобөлшектерін мицеллярлы немесе сулы ерітінділер түрінде қолдануға болады, яғни әр түрлі материалдарды модификациялау үшін, металдың нанобөлшектерін адсорбция жолымен жағамыз. Сондықтан әр түрлі беттерде адсорбцияланатын зат бөлшектері (молекулалар, атомдар, иондар) беттік қатынас түзуі мүмкін. Ал, бұл таңғажайып қасиеттерге ие жаңа заттар мен материалдар алуға жол ашады [5, 6].

#### Тәжірибелік бөлім

Фотохимиялық жолмен өңделген алтын, күміс және мыс тұздарының ерітіндісіне батырылған металл емес үлгілердің бактерицидті қасиеттерін зерттеу.

Бактерицидті қаптамалардың маңызды ерекшелігі — олардың қаттылық деңгейінің және тазалық сақтауда жоғарылығында. Таза қаптамалармен салыстырғанда бірнеше есе, кейде он есе жоғары болып келеді. Зерттеу жұмысында үлгі ретінде мақта матасы алынды. Үлгілерді 1–3 мин ерітіндіге батырып, күн көзіне қойып кептірдік. Кептірілген үлгілердегі алтын, күміс және мыс қаптамасының бактерицидтік қасиетіне зерттеулер жүргізілді. Фотохимиялық жолмен өңделген үлгілердің осы қасиетін зерттеу үшін 1 л дистилденген суға 40 г агар ұнтағын салып, 2 мин қайнатамыз. Оны

мақталы дәкеден сүзіп сүзгілеуден өткіземіз және залалсыздандырамыз. Дайын болған ортаны 40–50 °С салқындатамыз да, Петри табақшасына 4–6 мл ерітіндісін құямыз және зерттелетін үлгілерді ерітіндіге батырамыз.

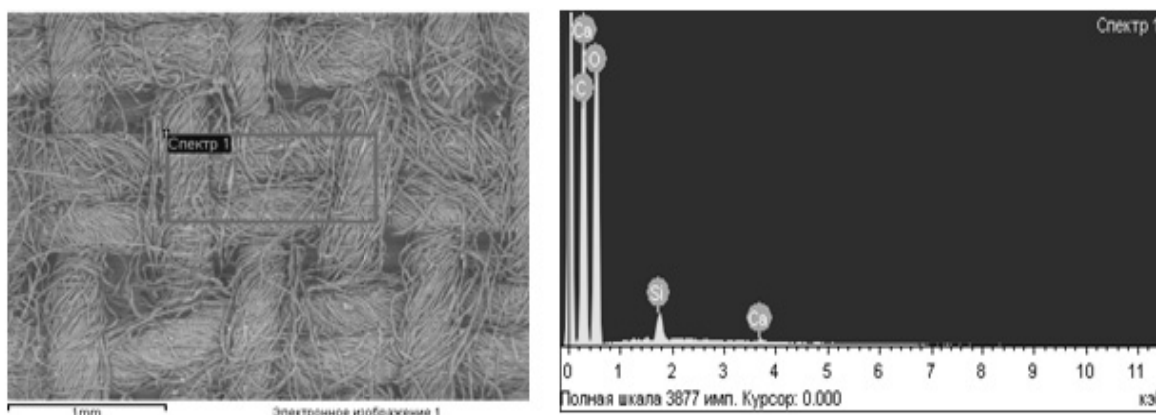
*Нәтижелерді талқылау*

Зерттеу жұмысын жүргізу барысында біз бірнеше үлгілерді алдық. Алынған қаптамалардың құрамын зерттеу мақсатында РЭМ (расторлы электронды микроскоп) арқылы зерттеулер жүргізілді. Олардың элементтік құрамын, салмақтық және пайыздық көрсеткіштерін талдадық. Талдау нәтижелері 1–4 кестелерде көрсетілген. Сондай-ақ алынған үлгілерге микроқұрылымдық талдау жүргізілді, нәтижесі төмендегі суреттерде көрсетілген. 2-суретте өңделмеген мақта мата үлгісі, ал 4-, 6- және 8-суреттерде фотохимиялық жолмен өңделген мақта мата бетінде алтын, күміс, мыс қаптаулары алынған үлгілер бейнеленген. 3-суретте күн сәулесімен өңделмеген бактерицидтік қабығы жоқ бастапқы мақта мата үлгісі, суретте көріп тұрғанымыздай микроағзалардың үлгіде және оның айналасында түзілгені байқалып тұр. Ал, 5-, 7-, 9-суреттерде алтын, күміс және мыс ерітінділеріне батырылған, күн сәулесімен өңделген үлгілердің бактерицидтік қасиетіне зерттеу жұмыстары жүргізілді. Суреттен көріп тұрғанымыздай, мұнда микроағзалардың үлгі бетінде түзілмегенін көруімізге болады.

1 - кесте

**Бастапқы үлгінің элементтік құрамы, салмақтық және атомдық көрсеткіші**

Элемент	Салмақтық, %	Атомдық, %
C	45,89	53,31
O	52,84	46,09
Si	1,07	0,53
Ca	0,20	0,07
<b>Барлығы</b>	<b>100,00</b>	



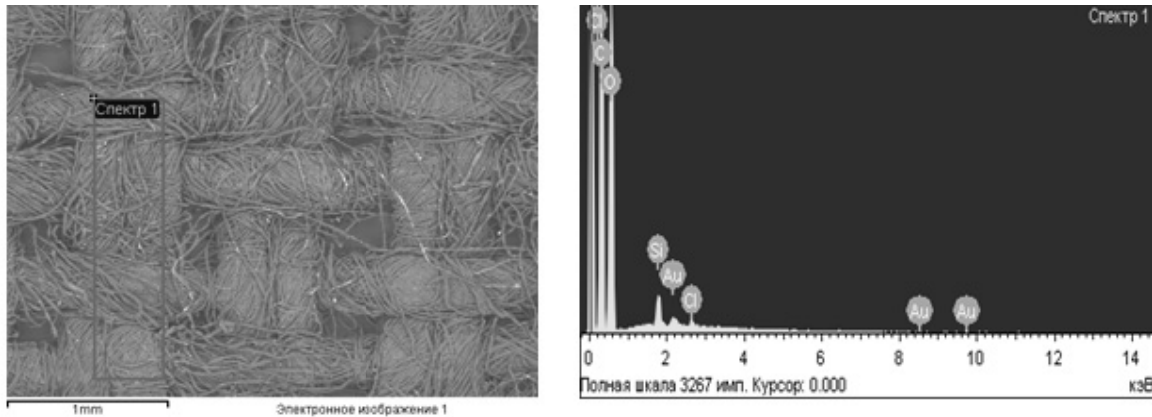
2-сурет. Бастапқы матаның зерттеуге дейінгі элементтік және салмақтық микроқұрылымдық талдауы



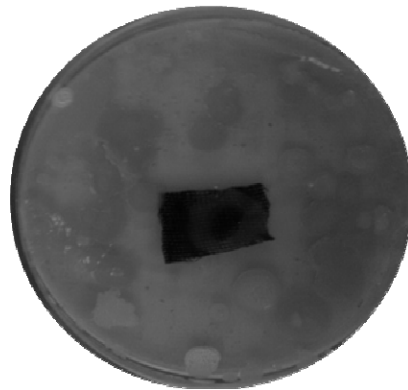
3-сурет. Бактерицидтік қабығы жоқ мақта мата үлгісі

Алтынмен қапталған күн көзіне кептірілген үлгінің элементтік құрамы, салмақтық және атомдық көрсеткіші

Элемент	Салмақтық, %	Атомдық, %
C	47,83	55,64
O	50,07	43,73
Si	0,97	0,48
Cl	0,20	0,08
Au	0,93	0,07
<b>Барлығы</b>	<b>100,00</b>	



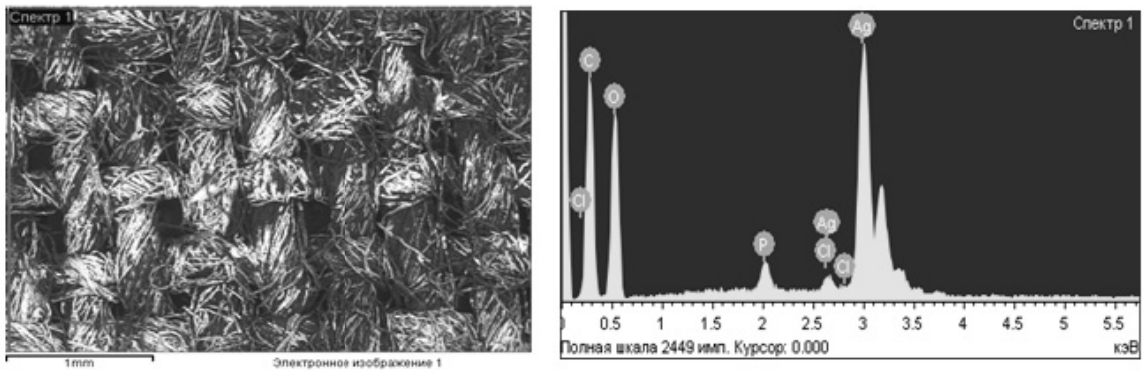
4-сурет. Күн көзіне кептірілген алтын қабықшасымен қапталған матаның элементтік және салмақтық микроқұрылымдық талдауы



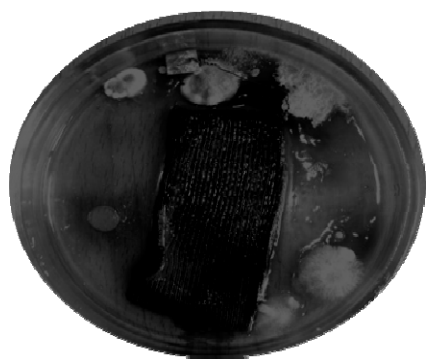
5-сурет. Алтын қабықшасымен қапталған мақта мата үлгі

Күміс қабықшасымен қапталған күн көзіне кептірілген үлгінің элементтік құрамы, салмақтық және атомдық көрсеткіші

Элемент	Массалық, %	Атомдық, %
C	26,59	54,06
O	21,84	32,15
P	1,78	1,35
Ag	47,79	10,43
<b>Барлығы</b>	<b>100,00</b>	



6-сурет. Күміс қабықшасымен қапталған матаның элементтік және салмақтық микроқұрылымдық талдауы

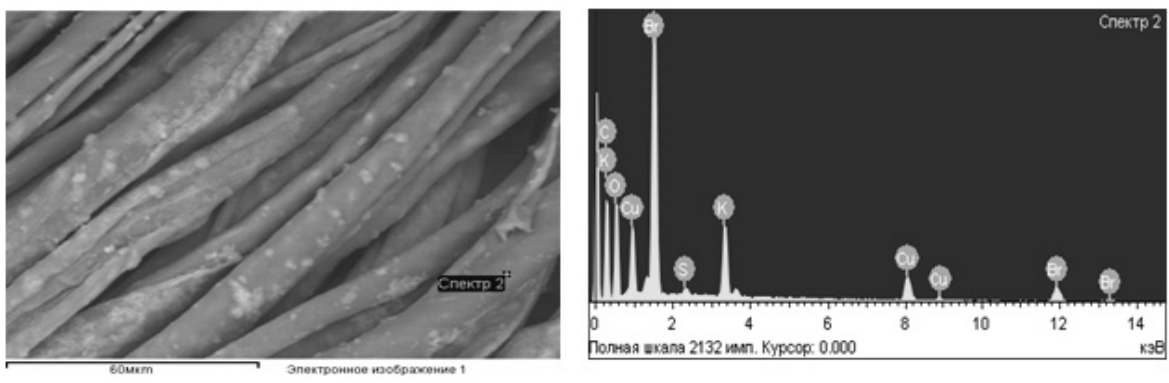


7-сурет. Күміс қабықшасымен қапталған мақта мата үлгісі

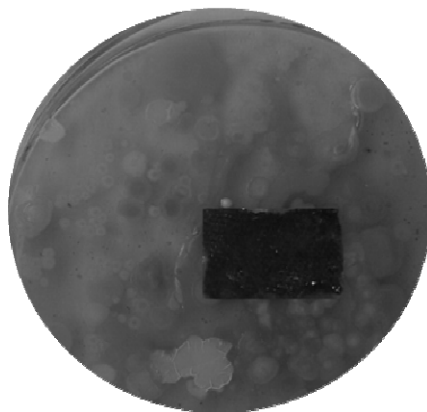
4 - к е с т е

**Мыс қабықшасымен қапталған күн көзіне кептірілген үлгінің элементтік құрамы, салмақтық және атомдық көрсеткіші**

Элемент	Массалық, %	Атомдық, %
C	45,67	54,33
O	20,66	44,06
S	0,34	1,06
K	4,14	0,15
Cu	12,63	0,19
Bг	16,56	0,20
<b>Барлығы</b>	<b>100</b>	



8-сурет. Мыс қабықшасымен қапталған матаның элементтік және салмақтық микроқұрылымдық талдауы



9-сурет. Мыс қабықшасымен қапталған мақта мата үлгісі

Жоғарғы суреттен көріп тұрғанымыздай, өңделген үлгілерде микроағзалардың түзілгені байқалмайды. Яғни, фотохимиялық жолмен металл емес материалдардың беттерінде алынған алтынның, күмістің және мыстың нанобөлшектерінің бактерицидті қасиеті бар екендігі нақтыланды.

#### Қорытынды

Осылайша, мақалада алтын, мыс және күмістің ерітінділеріне батырылған үлгілерді фотохимиялық жолмен өңдегенде, бұл үлгілердің беттерінде металдардың нанобөлшектері пайда болғаны РЭМ алынған нәтижелерге сай келеді. Алынған үлгілерге бөлме температурасында микроағзаларға тұрақтылығы зерттелді. Нәтижесінде фотохимиялық жолмен алынған алтын, мыс және күміс қаптаулары бар мақта мата материалдарының беттерінде микроағзалардың түзілмегені анықталынды. Алтын, мыс және күмістің нанобөлшектері бар мақта мата үлгілері медицинада, авиацияда және конструкциялық материалдар қолданылатын салаларда микробтардың және бактериялардың жойылуына немесе көбею қарқындылығын азайтуда үлкен роль атқарады.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 Букина Ю.А. Получение антибактериальных текстильных материалов на основе наночастиц серебра посредством модификации поверхности текстиля неравновесной низкотемпературной плазмой / Ю.А. Букина, Е.А. Сергеева // Вестн. Казан. технол. ун-та. — 2012. — № 7. — С. 125–128.
- 2 Ji X. Immunoassay using the probe-labeled Au/Ag core-shell nanoparticles based on surface enhanced Raman scattering / X. Ji, Sh. Xu, L. Wang, M. Liu, K. Pan, H. Yuan, L. Ma, W. Xu, J. Li, Y. Bai, T. Li // Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects. — 2005. — Vol. 257, No. 258. — P. 171–175.
- 3 Devarajan S. Phase transfer of Au–Ag alloy nanoparticles from aqueous medium to an organic solvent: effect of aging of surfactant on the formation of Ag-rich alloy compositions / S. Devarajan, B. Vimalan, S. Sampath // J. Colloid Interface Sci. — 2004. — Vol. 278. — P. 126–132.
- 4 Satayev M. Obtaining of decorative coatings of the «crystallite» type on metallic and nonmetallic surface / M. Satayev, Sh. Koshkarbayeva, A. Tukibayeva, E. Tuleshova // Asian Journal of Chemistry. — 2013. — Vol. 25. — P. 10301–10304.
- 5 Абдуразова П.А. Металл және металл емес бұйымдардың беттерінде мыс галидтерін фотохимиялық әдіспен қондыру үрдісін зерттеу / П.А. Абдуразова, М.С. Сатаев, Ш.Т. Қошқарбаева // ҚазҰЗТУ хабаршысы. — 2016. — № 6(118), 36–39-б.
- 6 Абдуразова П.А. Диэлектрлі бұйымдардың беттеріне алтын металын қондыру әдісі / П.А. Абдуразова, М.С. Сатаев, Ш.Т. Қошқарбаева // ҚазҰЗТУ хабаршысы. — 2016. — № 6(118). — 105–108-б.

П.А. Абдуразова, М.С. Сатаев, Ш.Т. Қошқарбаева, Е.Б. Райымбеков, У.Б. Назарбек

### **Исследование бактерицидных свойств наночастиц меди, золота и серебра, нанесенных на поверхности неметаллических изделий**

В статье исследованы бактерицидные свойства металлов золота, серебра и меди. Особенности бактерицидных покрытий в их твердости и свойстве сохранения чистоты. В исследовании в качестве образца была взята хлопчатобумажная ткань. На образец хлопчатобумажной ткани были нанесены ионы золота, серебра и меди и исследованы их бактерицидные свойства. После внедрения ионов золота, серебра и меди на поверхность неметаллического материала известно, что она сохраняет свои

свойства. Такие покрытия способны уничтожать тысячи бактерий. Образцы были подготовлены их погружением в раствор золота, серебра и меди на 1–3 мин, затем были высушены на солнце. Для исследования бактерицидных свойств обработанных образцов были выбраны два метода: во-первых, бактерицидные свойства образцов, обработанных фотохимическим путем в обычных условиях, во-вторых, бактерицидные свойства образцов после 3–5-разовой промывки дистиллированной водой. Структура полученных фотохимическим методом покрытий золота, серебра и меди на поверхности образцов были исследованы на растровом электронном микроскопе. В ходе исследования были обнаружены высокие бактерицидные свойства образцов с покрытиями золота, серебра и меди, полученных фотохимическим путем.

*Ключевые слова:* золото, серебро, медь, покрытие, бактерицидное свойство, фотохимия, хлопчатобумажная ткань, элементный состав.

P.A. Abdurazova, M.S. Satayev, Sh.T. Koshkarbayeva, Ye.B. Raiymbekov, U.B. Nazarbek

### **Research of bactericidal properties of nanoparticles of copper, gold and silver deposited on the surface of non-metallic products**

The article investigates the antibacterial properties of the metals gold, silver and copper. Features antibacterial coatings their hardness and property, the preservation of purity. In the study, as the sample was taken in a cotton cloth. For a sample of cotton fabric was applied to the ions of gold, silver and copper, were investigated for their bactericidal properties. After the intrusion of ions of gold, silver and copper on the surface of non-metallic material is known that it retains its properties. Such coatings are able to destroy thousands of bacteria. The samples were prepared by immersion in a solution of gold, silver and copper for 1–3 min, then was dried with a solar beam. To study the bactericidal properties of treated samples were selected two methods of research: first, the bactericidal properties of the samples processed by photochemical way under normal conditions, and secondly, the bactericidal properties of the samples after 3–5 single rinsing with distilled water. The structure obtained by the method of photochemical coatings of gold, silver and copper on the surface of samples were investigated in scanning electron microscope. In the course of the study revealed high bactericidal properties of the samples with coatings of gold, silver and copper obtained by photochemical way.

*Keywords:* gold, silver, copper, coating, bactericide, photochemistry, cotton fabric, elemental composition.

#### References

- 1 Bukina Yu.A., & Sergeev E.A. (2012). Poluchenie antibakterialnykh tekstilnykh materialov na osnove nanochastitc serebra posredstvom modifikacii poverkhnosti tekstilia neravnovesnoi nizkotemperaturnoi plazmoi [Preparation of antibacterial textiles based on silver nanoparticles by modifying the surface of textile non-equilibrium low-temperature plasma] *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta — Bulletin of Kazan Technological University*, 7, 125–128 [in Russian].
- 2 Ji, X., Xu, Sh., Wang, L., Liu, M., Pan, K., & Yuan, H., et al. (2005). Immunoassay using the probe-labeled Au/Ag core-shell nanoparticles based on surfaceenhanced Raman scattering. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 257(258), 171–175.
- 3 Devarajan, S., Vimalan, B., & Sampath, S. (2004). Phase transfer of Au–Ag alloy nanoparticles from aqueous medium to an organic solvent: effect of aging of surfactant on the formation of Ag-rich alloy compositions. *J. Colloid Interface Sci.*, 278, 126–132.
- 4 Satayev, M., Koshkarbayeva, Sh., Tukibayeva, A., & Tuleshova E. (2013). Obtaining of decorative coatings of the «crystal-lite» type on metallic and nonmetallic surface. *Asian Journal of Chemistry*, 25, 10301–10304.
- 5 Abdurazova, P.A., Sataev, M.S., & Koshkarbayeva Sh.T. (2016). Metall zhane metall emes buiymdardyn betterinde mys galidterin fotokhimiialyk adispen kondyru urdisin zertteu [Investigation of application of copper halides to metallic and non-metallic products photochemical method]. *KazUZTU khabarshysy — Herald of KazNRTU*, 6(118), 36–39 [in Kazakh].
- 6 Abdurazova, P.A., Sataev, M.S., & Koshkarbayeva, Sh.T. (2016). Dielektrli buiymdardyn betterine altyn metalyn kondyru adisi [Method of Application of gold on the surface of the dielectric materials]. *KazUZTU khabarshysy — Herald of KazNRTU*, 6(118), 105–108 [in Kazakh].